المبيدات الكيميائية والحيوية
للجراثيم ومسببات أمراض النبات

تأليف

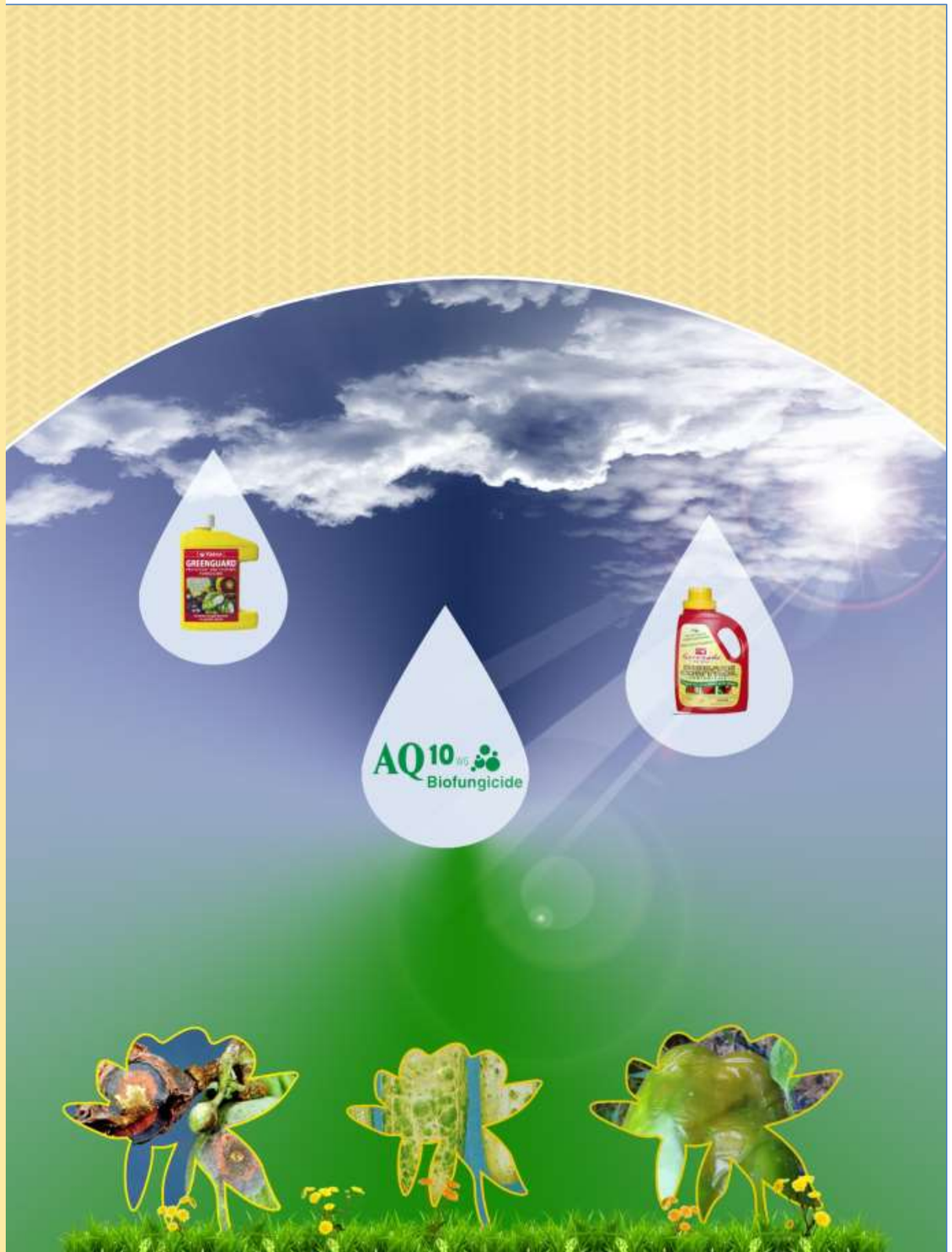
الأستاذ الدكتور
نزار مصطفى الملاح

١٤٣٦ هـ - ٢٠١٥ م

أ. د. نزار مصطفى الملاح

المبيدات الكيميائية والحيوية للجراثيم ومسببات أمراض النبات

2015م



عفيف الحياني

المبيدات الكيميائية والحيوية للجراثيم ومسببات أمراض النبات

تأليف

الأستاذ الدكتور

نزار مصطفى الملاح

كلية الزراعة والغابات

جامعة الموصل

الكتاب: المبيدات الكيميائية والحيوية للجراثيم ومسببات أمراض النبات
تأليف: أ. د. نزار مصطفى الملاح
سنة الطبع: 1436 هـ - 2015 م
الطبعة الأولى – 2015.
رقم الإيداع في دار الكتب والوثائق ببغداد ( ) لسنة 2015

دار ابن الأثير للطباعة والنشر
جامعة الموصل - الموصل - العراق

جميع حقوق التأليف والطبع والنشر
محفوظة للمؤلف

لا يجوز نشر أو اقتباس أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله على أي وجه، أو بأي طريقة، سواء أكانت الكترونية، أم ميكانيكية، أم بالتصوير، أم بالتسجيل، أم بخلاف ذلك، دون الحصول على إذن المؤلف الخطي وبخلاف ذلك يتعرض الفاعل للملاحقة القانونية.

الاهداء

الى ...

التي منحتني من وقتها الكثير

الى ...

من كان هدوئها واحة عشقت فيها الكتابة والتأليف

الى ...

من كان دفئها وقود بهجتي ونشاطي

اسرتي ادامها الله ورعاها بعنايته وحفظه

المؤلف

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	أ - ب
الفصل الأول **مسببات امراض النبات، أنواعها واضرارها**	
المقدمة	3
مسببات الامراض الحيوية	4
الفطريات	4
البلازما النباتية	4
البكتريا	5
الفايروسات	6
الاوالي	6
الديدان الثعبانية	9
الادغال الطفيلية	12
الاضرار المتسببة عن الممرضات الحيوية	13
مسببات الامراض غير الحيوية	15
الحرارة المرتفعة	15
الحرارة المنخفضة	16
الرطوبة الجوية غير الملائمة	16
التهوية السيئة	17
الاشعاعات	18
العواصف الكهربائية والبرق	18
الرياح	18
ملوثات الهواء	19
الملوثات المائية	20
ملوثات التربة	22
نقص العناصر الغذائية	22

ارتفاع مستوى الماء الارضي	23
الفصل الثاني	
الطرائق المستخدمة في مكافحة مسببات امراض النبات	
المقدمة	27
الطرائق الزراعية	27
دور الطرائق الزراعية في مكافحة مسببات الامراض	28
النظافة	28
اقصاء العائل مؤقتاً عن الحقل	31
مواعيد الزراعة	34
طريقة الزراعة	35
الخدمة الجيدة للمحصول	37
حالة التربة	39
المحاصيل المصيدة كمنبهات للإنبات	39
تغير مواعيد الجني والحصاد	40
الطرائق الفيزيائية والميكانيكية	40
الحرارة	41
التشميس	41
الحرق	42
بخار الماء الحار	42
الماء الساخن	42
الوقاية الحرارية	43
البرودة او الحرارة المنخفضة	43
الري	44
كمية مياه الري	44
توقيت عملية الري	45
نوع الري	45
فترات او دورات الري	45
الضوء	45

الهواء	45
الحراثةً	45
الطرائق الوراثية	46
المحاصيل المقاومة للممرضات والمنتجة بالطريقة المندلية	46
أصناف مقاومة لأمراض النبات	46
أصناف مقاومة للديدان الثعبانية	48
أصناف مقاومة للنباتات المتطفلة	48
المحاصيل المقاومة للممرضات باستخدام الهندسة الوراثية	49
أصناف مقاومة لمسببات امراض النبات	49
أصناف مقاومة للديدان الثعبانية	51
اعداء حيوية فطرية مقاومة للمبيدات	51
الطرائق الحيوية في مكافحة الممرضات النباتية	52
الكائنات الدقيقة	52
استخدام الكائنات الدقيقة غير الممرضة ضد مسببات الامراض	53
استخدام الكائنات الدقيقة المعدلة وراثياً ضد الكائنات الممرضة	53
استخدام المسببات المرضية ضد الديدان الثعبانية	54
استخدام النباتات ضد الديدان الثعبانية	55
الطرائق التشريعية في مكافحة الممرضات النباتية	55
مسببات الامراض الدخيلة	56
الديدان الثعبانية الدخيلة	56
الادغال المتطفلة الدخيلة	57
الستراتيجيات المعتمدة للسيطرة على الممرضات الدخيلة	57
التشريعات والقوانين المنظمة	58
استبعاد الممرض	60
احتواء الممرضات	63
المكافحة الكيميائية لمرضات النبات	67
المبيدات الفوائد والمضار	68
فوائد استخدام المبيدات	68

مضار استخدام المبيدات	69
الفصل الثالث	
مبيدات الاحياء	
المقدمة	75
تعاريف مهمة في مبيدات الجراثيم	75
استخدام مبيدات الاحياء	76
المطهرات والمعقمات	76
المجاميع الكيميائية للمطهرات والمعقمات	77
الاحماض	77
المركبات القلوية	78
المركبات ثنائية الكوانيديز	78
المركبات الفينولية	78
الهالوجينات	80
البيروكسيدات	82
الكحولات	83
الالدهيدات	83
مواد التنظيف	84
عناصر معدنية ثقيلة	85
المواد الحافظة للأخشاب	86
تدهور الاخشاب بواسطة المايكروبات	87
الحشرات وتدهور الاخشاب	88
تحلل الاخشاب في البيئة المائية	88
مواصفات المواد الحافظة للأخشاب	89
أنواع المواد الحافظة للأخشاب	90
الية التأثير السام لبعض المواد الحافظة	91
مبيدات اللزوجة والمخاط	94
الفصل الرابع	
مبيدات الفايروسات	

المقدمة	99
مبيدات الفايروسات الكيميائية المصنعة	99
مبيدات الاحياء Biocides	99
مبيدات الفطريات	101
مشابهات ومشتقات القواعد البيورينية والبربميدينية	101
الزيوت المعدنية	102
تقسيم الزيوت المعدنية	105
امثلة لبعض الزيوت المعدنية	106
النقاط الواجب مراعاتها عند استعمال الزيوت المعدنية	107
العوامل المحددة لاستعمال الزيوت المعدنية	109
الية عمل الزيوت المعدنية في تثبيط نقل الفايروسات	110
مبيدات الفايروسات الكيموحيوية	112
مبيدات كيموحيوية نباتية المصدر	112
المستخلصات النباتية	112
اهم المواد الفعالة في المستخلصات النباتية	116
الية عمل المستخلصات النباتية	117
الهرمونات النباتية	118
مبيدات الفايروسات الكيموحيوية مايكروبيه المصدر	119
المضاد الحيوي Cytovirin	119
المضاد الحيوي Blasticidin _S	120
المضاد الحيوي Noformicin	120
المضاد الحيوي Naramicin	120
المضاد الحيوي Mitomycin_C	120
المضاد الحيوي Trichothecin	120
المركبات الكاربوهيدراتيه المثبطة للفايروسات	121
مبيدات الفايروسات الكيموحيوية حيوانية المصدر	121
الانزيمات	121
مستخلصات مفصليات الارجل	122

مصل دم الارانب	122
الحليب المقشود	122
مبيدات الفايروسات الحيوية	122
السلالات الفايروسيه الضعيفة	123
مميزات السلالات الضعيفة	123
العوامل المحددة لاستعمال السلالات الضعيفة	124
الية عمل السلالات الضعيفة	124
الفايروسات التابعة	125
أنواع الفايروسات التابعة	125
تأثير الفايروسات التابعة في الفايروسات المساعدة	126
الفايروسات التابعة، الاستخدام والمحاذير	126
مبيدات الفايروسات الجينية	127
مبيدات جينية نباتية المصدر	127
جينات كاملة السيادة	128
جينات ناقصة السيادة	128
جينات متنحية	128
تجهيزات مبيدات الفايروسات الجينية نباتية المصدر	129
الية عمل مبيدات الفايروسات الجينية نباتية المصدر	129
مبيدات جينية فايروسيه المصدر	130
جينات الفايروس المشفرة لبروتيناته	131
جينات مشتقة من التعاقب النبوكليوتايدي للفايروس	133
جينات الفايروس التابع	134
مبيدات جينية حيوانية المصدر	134
الفصل الخامس	
مبيدات البكتريا	
المقدمة	137
مبيدات البكتريا، مفهومها ومجاميعها	137
مبيدات البكتريا اللاعضوية	138

مجموعة مركبات النحاس	138
كبريتات النحاس	138
مخلوط بوردو	139
مخلوط بيرجاندي	140
اوكسي كلوريد النحاس	140
نفثنات النحاس	140
كبريتات النحاس الأمونيه	140
كوسايد	141
الية التأثير السام لمركبات النحاس	141
مبيدات البكتريا العضوية المصنعة	142
حامض الفثاليك	142
حامض اوكسولينك	142
منظمات النمو النباتية	142
مبيدات الفطريات	143
مبيدات البكتريا الحيوية	143
مبيدات البكتريا الكيموحيوية	143
مبيدات بكتيرية كيموحيوية نباتية المصدر	144
مستخلص أوراق نبات الداتورة	144
زيت شجرة الشاي	145
مستخلص أوراق اليوكالبتوس	145
البربيرين أي اس	146
بايولايف	146
مبيدات بكتريا كيموحيوية مايكروبيه المصدر	147
المضادات الحياتية	147
الأسس المعتمدة في تقسيم المضادات الحياتية	147
بحسب المجموعة الكيميائية	148
بحسب طريقة تأثيرها	150
بحسب المصدر	151

اهم المضادات الحيوية المستخدمة في مجال امراض النبات	151
كلورامفينيكول	152
فانكومايسين	152
اوكسي تيتراسايكلين	153
الستربتومايسين	154
كاسوكامايسين	155
مجموعة البكتريوسين	156
الأسس المتعمدة في تقسيم البكتريوسين	156
بكتريوسين الصف الأول	156
بكتريوسين الصف الثاني	157
بكتريوسين الصف الثالث	157
بكتريوسين الصف الرابع	157
استعمالات البكتريوسين	158
اهم البكتريوسينات	158
مبيدات بكتريا كيموحيوية حيوانية المصدر	158
مبيدات البكتريا المايكروبيه	159
العاثي Bacteriophage	159
العاثي تاريخ اكتشاف واستخدام	160
تقسيم العاثي	161
العوامل المحددة لاستخدام العاثي	163
مبيدات البكتريا البكتيرية	164
المبيد البكتريا *Agrobacterium radiobater*	164
المبيد البكتريا *Erwinia carotovora*	165
المبيد البكتريا *Pseudomonas fluorescenes*	165
الفصل السادس	
مبيدات الفطريات، تاريخ واسس	
المقدمة	169
التاريخ التطوري لمبيدات الفطريات واستخدامها	170

مرحلة ما قبل الاربعينات	170
مرحلة الاربعينات ولغاية السبعينات	171
مرحلة السبعينات وما بعدها	172
سوق مبيدات الفطريات	175
منافع ومضار مبيدات الفطريات	176
مستقبل مبيدات الفطريات	177
مفاهيم عامة في مبيدات الفطريات	178
الامراض النباتية واستخدام مبيدات الفطريات	178
الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الفطريات	179
بحسب طريقة تغطيتها للأجزاء المعاملة بها	179
بحسب طريقة الاستخدام	180
بحسب تركيبها الكيميائي	181
بحسب المصدر والتركيب الكيميائي	181
بحسب طريقة تأثيرها	190
اليه التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات	192
الانتخابية في مبيدات الفطريات	193
الفصل السابع	
مبيدات الفطريات الكيميائية	
المقدمة	197
مبيدات الفطريات اللاعضوية	197
الكبريت	197
مركبات الزئبق	199
مركبات النحاس	200
مركبات البوتاسيوم	200
مركبات الزرنيخ	200
مركبات الصوديوم	200
مبيدات الفطريات العضوية المصنعة	200
مركبات الزئبق العضوية	201

مركبات البوتاسيوم العضوية	203
مركبات القصدير العضوية	203
مركبات الكبريت النايتروجينية العضوية	204
مركبات داي ثايوكارباميت	205
المركبات النتروجينية الحلقية غير المتشابهة	210
مجموعة Dicarboximide	210
مجموعة Thiadizine	215
مجموعة Thidiazol	215
مجموعة Morpholine	216
المركبات النتروجينية الحلقية	217
مجموعة Pyridyl	217
مجموعة Pyrimidine	218
مشتقات الـ Triazoles	219
المركبات النتروجينية الاليفاتية	222
مجموعة Guanidine	222
مجموعة Sulfenamid	222
مبيدات الفطريات الكارباماتية	223
مبيدات الفطريات كارباماتية بدون بنزيميدازول	223
مبيدات الفطريات كارباماتية تحوي بنزيميدازول	224
مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول	226
مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية	228
مشتقات توليونيليد	229
مشتقات كوينولاين	230
مشتقات بنزين	230
مشتقات الأنين	230
مشتقات فيوران	231
مبيدات الحشرات والاكاروسات كمبيدات للفطريات	231
الفصل الثامن	

مبيدات الفطريات الحيوية	
المقدمة	237
تقسيم مبيدات الفطريات الحيوية	237
مبيدات الفطريات الكيموحيوية	237
مبيدات الفطريات الكيموحيوية نباتية المصدر	237
المبيد Laava	238
المبيد Vegard AS	238
القلويدات العضوية	238
مبيدات الفطريات الكيموحيوية مايكروبية المصدر	239
المبيد Blasticidin _S	239
المبيد Mildomycin	240
المبيد Natamycin	241
المبيد Polyoxin B	241
المبيد Polyoxorim	242
المبيد Validamycin	242
مبيدات فطريات كيموحيوية حيوانية المصدر	243
المبيد Chitosan AS	244
المبيد Fatty Acids	244
مبيدات الفطريات المايكروبيه	244
مبيدات الفطريات الفايروسيه	244
مبيدات الفطريات البكتيرية	249
المبيد *Bacillus subtilis*	249
المبيد *Pseudomonas chloraphis*	250
المبيد *Pseudomonas syringae*	250
المبيد *Streptomyces griseoviridis*	251
مبيدات الفطريات الفطرية	251
المبيد *Ambelomycls quisqualis*	251
المبيد *Candida oleophila*	252

المبيد *Coniothyrium minitans*	**253**
المبيد *Endothia parasitica*	**253**
المبيد *Gliocladium catenulatum*	**253**
المبيد *Gliocladium virens*	**254**
المبيد *Phlebiopsis gigantean*	**254**
المبيد *Pythim oligandeum*	**255**
المبيد *Trichoderma harzianum*	**255**
المبيد *T. harzianum* + *T. viride*	**256**
مبيدات الفطريات الجينية	**257**
محاصيل مقاومة للفطريات منتجة بالطريقة المندلية	**257**
محاصيل مقاومة للفطريات بالهندسة الوراثية	**258**
اعداء حيوية فطرية مقاومة للمبيدات	**259**

الفص التاسع

مبيدات الديدان الثعبانية الكيميائية

المقدمة	**263**
تقسيم مبيدات الديدان الثعبانية الكيميائية	**264**
مواصفات مبيدات الديدان الثعبانية الجيدة	**265**
مبيدات الديدان الثعبانية في الاستخدام	**265**
المدخنات	**266**
Carbon disulfide	**266**
Methyl bromide	**266**
Ethylene Dibromide	**266**
Ethylene Dichloride	**267**
D_D Mixture	**267**
Metam sodium	**267**
Isothiocyanate	**267**
Methyl Iodide	**268**
Propargyl Bromide	**268**

Chloropicrin	**268**
Dazomet	**268**
Telone	**269**
الية التأثير السام للمدخنات	**269**
مبيدات الديدان الثعبانية غير المدخنة	**270**
مبيدات الديدان الثعبانية الكارباماتية	**270**
المبيد Aldicarb	**270**
المبيد Methomyl	**271**
المبيد Aldoxycarb	**271**
المبيد Cloethocarb	**272**
المبيد Oxamyl	**272**
مبيدات الديدان الثعبانية من مجموعة الفسفور العضوية	**273**
المبيد Nellit	**273**
المبيد Phenamiphos	**273**
المبيد Fensulfothion	**274**
المبيد Fosthiazate	**274**
المبيد Ethoprop	**274**
المبيد Cadusafos	**275**
المبيد Terbufos	**275**
الية التأثير السام لمركبات الكارباميت والفسفور	**276**
مبيدات الديدان الثعبانية المثبطة للنمو	**276**
مشابهات منظمات النمو	**277**
Fenoxycarb	**277**
Methoxyfenozide	**277**
مثبطات تصنيع الكايتين	**278**
Diflubenzuron	**278**
Flufenoxuron	**278**
Lufenuron	**279**

Teflubenzuron	279
Triflumuron	279
سمية مثبطات النمو	280
الية التأثير السام لمثبطات النمو	280
مبيدات ديدان ثعبانية متفرقة	284
المبيد Benclothiaz	284
المبيد DCIP	284
العوامل المؤثرة في كفاءة مبيدات الديدان الثعبانية	285
الفصل العاشر	
مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية	
المقدمة	289
مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية، مفهومها وانوعها	289
العوامل المحددة لنجاح مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية	290
مبيدات ديدان ثعبانية كيموحيوية نباتية المصدر	291
المبيد Sincocin	292
المبيد Azadiracthin	292
سيقان نبات السمسم	295
التانينات	295
كسبة بذور المحاصيل الزيتية	295
أوراق اللهانة والقرنابيط	295
مبيدات ديدان ثعبانية مايكروبيه المصدر	295
الـ Avermectins	295
المبيد Abamectin	296
المبيد Emamectin Benzoate	297
المبيد Lepimectin	298
المبيد Eprinomeectin	298
الفاعلية الحيوية للأفيرمكتينات	299
التأثيرات السمية للأفيرمكتينات	299

الية التأثير السام للأفيرمكتينات	**300**
المبيد Milbmycin	**301**
المبيد Nikkomycins	**302**
المبيد Sclerotiamide	**302**
مبيدات ديدان ثعبانية حيوانية المصدر	**303**
المبيد Clandosan	**303**
الفيرومونات	**303**
الأسمدة العضوية الحيوانية	**303**
مبيدات الديدان الثعبانية المايكروبيه	**304**
مبيدات الديدان الثعبانية البكتيرية	**304**
المبيد *Burkholderia cepacia*	**305**
المبيد *Streptomyces dicklowii*	**306**
المبيد *Pasteuria penetrans*	**306**
مبيدات الديدان الثعبانية الفطرية	**306**
المبيد *Myrothecium verrucaria*	**308**
المبيد *Paecilomyces lilacinus*	**308**
المبيد *Verticillium chlamydosporium*	**308**
مبيدات الديدان الثعبانية الجينية	**308**
جين انزيم الChitinase	**309**
جين الـ Chitinase في البرتقال	**309**
جين قتل الخلايا	**309**
جين Mi المقاوم لنيماتودا العقد الجذرية	**309**
الجينات المسؤولة عن انتاج مواد مضادة للديدان الثعبانية	**309**
الفصل الحادي عشر	
المبيدات الحيوية لمسببات امراض النبات غير الحيوية	
المقدمة	**313**
المبيدات المايكروبيه	**314**
المبيد البكتيري *Pseudomonas fluorescens*	**314**

فطر العفن الأبيض	314
المبيدات الجينية	314
المحاصيل المقاومة لمبيدات الادغال	315
المحاصيل المقاومة للخزن	316
المحاصيل المقاومة للجفاف	317
المحاصيل المقاومة للملوحة	317
المحاصيل المقاومة للجروح	317
الكائنات الدقيقة المحولة لمكافحة التلوث	317
العوامل المؤثرة في تبني منتجات الهندسة الوراثية	319
المصادر العربية	325
المصادر الأجنبية	328

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تفتقر المكتبة العربية عامة والعراقية خاصة الى كتاب متخصص في مجال المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في مكافحة الجراثيم ومسببات الامراض النباتية الحيوية وغير الحيوية، وان كل ما كتب ونشر في هذا المجال لا يتعدى عن فصل او فصلين حول مبيدات الفطريات والديدان الثعبانية ضمن كتب مبيدات الآفات الزراعية وكأن مسببات النبات المرضية هي الفطريات والديدان الثعبانية فقط، وعليه فان مهمة الكتاب الحالي هي محاولة متواضعة لسد النقص الحاصل في هذا المجال وتقديم كتاب شامل يسلط الضوء على الكيميائيات والعناصر الحيوية المستخدمة في مجال السيطرة على الجراثيم ومسببات امراض النبات وذلك من خلال فصوله الاحد عشر حيث تناول الفصل الأول عرضا لمسببات النبات المرضية الحيوية منها وغير الحيوية والاضرار التي تسببها للنبات، فيما تناول الفصل الثاني، عرضا مبسطا للطرائق المستخدمة في مكافحة تلك المسببات مدعمة بالأمثلة المناسبة. اما الفصل الثالث من الكتاب فكان عنوانه مبيدات الاحياء Biocides الذي حاولنا من خلاله الإشارة الى اهم الكيميائيات المستخدمة في تعقيم المختبرات والمنازل والأماكن العامة من جميع أنواع المايكروبات، فضلا عن التطرق للكيميائيات المستخدمة في حفظ الاخشاب ووقايتها من الكائنات الدقيقة المحللة للأخشاب وتلك المستخدمة في السيطرة على المايكروبات المسببة للزوجة والمخاط.

اما مبيدات الفايروسات Virucides فقد كانت موضوع صفحات الفصل الرابع الذي حاولنا من خلاله بيان اهم المواد الكيميائية المصنعة المستخدمة في تثبيط الفايروسات، فضلا عن الزيوت البترولية المستخدمة في هذا المجال، اما مبيدات الفايروسات الكيموحيوية بمصادرها النباتية والمايكروبيه والحيوانية فقد اخذت حيزاً مهما في هذا الفصل الذي احتلت مبيدات الفايروسات الحيوية جزءه الأخير، فكانت السلالات الفايروسيه الضعيفة والتابعة ومبيدات الفايروسات الجينية بمصادرها النباتية والفايروسيه والحيوانية عناصر مهمة لمبيدات الفايروسات الحيوية. اما الفصل الخامس من الكتاب فكان عنوانه مبيدات البكتريا مفهومها ومجاميعها حيث تناول

مجاميع مبيدات البكتريا الكيميائية اللاعضـوية والعضـوية المصـنعة واليات تأثيرها السـام بالشـرح والتفصـيل ليتناول بعدها موضـوعة مبيدات البكتريا الحيوية بأنواعها الثلاثة الرئيسـة المبيدات الكيموحيوية والمايكروبيه، حيث كان للمضـادات الحياتية والبكتريوسين نصيبا جيداً من الشرح. اما الفصل السادس فكان مسرحاً لعرض تاريخ مبيدات الفطريات وتطور استخدامها مع بيان اهم الأساسيات المرتبطة بعملية تطبيق مبيدات الفطريات، وجاء الفصل السابع بعد ذلك ليعرض مبيدات الفطريات الكيميائية من حيث مجاميعها واسـتخدامها والية تأثيرها السـام في الفطريات. اما مبيدات الفطريات الحيوية فكانت عنوانا مميزاً للفصـل الثامن الذي تناول هذه المجموعة من المبيدات بالشـرح والتفصـيل متطرقاً الى مبيدات الفطريات الكيموحيوية بمجاميعها النباتية والمايكروبيه والحيوانية، فضـلا عن الإشـارة الى اهم مبيدات الفطريات المايكروبيه بأنواعها الفايروسـيه والبكتيرية والفطرية وكانت مبيدات الفطريات الجينية هي مسك ختام الفصل الثامن من الكتاب. اما الفصلين التاسع والعاشر فكان موضوع اهتمامهما المبيدات الكيميائية والحيوية المسـتخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية هذه المجموعة المهمة من المسـببات المرضـية وبيان الية تأثيرها السـام والعوامل المحددة لكفاءتها في المكافحة، اما الفصـل الحادي عشـر فقد اهتم ببيان اهم المبيدات الحيوية المستخدمة في مكافحة مسببات امراض النبات غير الحيوية.

أخيرا لا يسعني وانا اخط السطور الأخيرة من مقدمة هذا الكتاب الا ان أتوجه بالشكر والعرفان للأسـتاذ الدكتور اياد يوسـف الحاج إسـماعيل لما بذله من جهد في توفير المصـادر الخاصـة بالفصـل الثالث، والشـكر كل الشـكر للأسـتاذ الدكتور نبيل عزيز قاسـم لجهده المميز الذي كان له الأثر الكبير في انجاز الفصـل الخاص بمبيدات الفايروسات، شكري وتقديري للدكتور عماد قاسم لما بذله من جهد في ترتيب وتنظيم مسودات الكتاب.

والله الموفق

المؤلف

الفصل الاول

مسببات امراض النبات انواعها واضرارها

- المقدمـــة
- مسببات امراض النبات
- مسببات الامراض الحيوية
- الاضرار المتسببة عن الممرضات الحيوية
- مسببات الامراض غير الحيوية

المقدمـة

من المعروف ان النبات السليم يستطيع القيام بجميع وظائفه الحيوية على أتم وجه، وعندما يصـاب بأحد الكائنات الممرضـة (الفايروسـات، الفايتوبلازما، البكتريا، الفطريات، اليروتوزوا الديدان الثعبانية والنباتات المتطفلة) أو يتعرض لبعض الظروف البيئية غير المناسـبة فان النبات يصـبح مريضـا. إن آلية حدوث المرض النباتي تختلف إلى حد كبير تبعا لنوع المسـبب المرضـي إن كان حيويا أو غير حيوي ونوع العائل النباتي وطبيعة التفاعل الكيموحيوي والنسـيجي الذي يحدث بين النبات العائل والممرض. إن خلايا وأنسـجة النبات المريض تكون عادة ضـعيفة أو تتحطم بسـبب العائل الممرض وتنخفض مقدرتها على أداء وظائفها الفسـلجية ونتيجة لذلك ينخفض نمو النبات او يموت. ان نوع الخلايا والانسجة المريضة تحدد نوع الوظائف الفسلجية للنبات التي سيحدث فيها الخلل وتظهر فيها اعراض المرض حيث ان اصابة الاوعية الخشـبية تسـبب الذبول وبعض التقرحات نتيجة تعارض الاصـابة مع قدرة الاوعية الخشـبية على نقل الماء والاملاح الى الجزء الخضـري من النبات وهكذا مع بقية الخلايا والانسجة التي يهاجمها الممرض.

مما سبق يمكن تعريف المرض بانه اضطراب وظيفي في خلايا وانسجة العائل تحدثها كائنات ممرضـة او عوامل بيئية تؤدي الى ظهور الاعراض المرضـية، فالمرض هو حالـة تشـمل مجمل التغيرات غير العاديـة التي تحدث في النبات والتي تشـمل الفسـيولوجية والحيوية وسـلوك النبات، هذه التغيرات تؤدي الى حدوث تلف جزئي في النبات وقد تؤدي الى موت النبات بالكامل او جزء منه وبشـكل عام يمكن القول ان الممرضات النباتية يمكن ان تسبب المرض للنبات من خلال ما يأتي:

1-) اضعاف العائل جراء امتصاص الغذاء من خلايا العائل.
2-) قتل خلايا العائل او اعاقة عملية التمثيل عن طريق افراز مواد سامة او انزيمات او منظمات نمو.
3-) اعاقة انتقال الغذاء والماء خلال الانسجة الناقلة.
4-) استهلاك محتويات الخلية نتيجة الظروف البيئية غير المناسبة.

ان التعرف على الممرضات النباتية والامراض والخسائر التي تسببها للنبات ستكون مهمة هذا الفصل الذي سنحاول من خلاله التعرف على ممرضات النبات الحيوية وغير الحيوية والاضرار والخسائر التي تسببها للنبات.

مسببات امراض النبات Plant Pathogenic Agents

يمكن تقسيم مسببات امراض النبات الى مجموعتين رئيسيتين هما:

المجموعة الاولى: مسببات الامراض الحيوية Biotic Plant Pathogens

المجموعة الثانية: مسببات الامراض غير الحيوية Abiotic Plant Pathogens

مسببات الامراض الحيوية Biotic Plant Pathagens

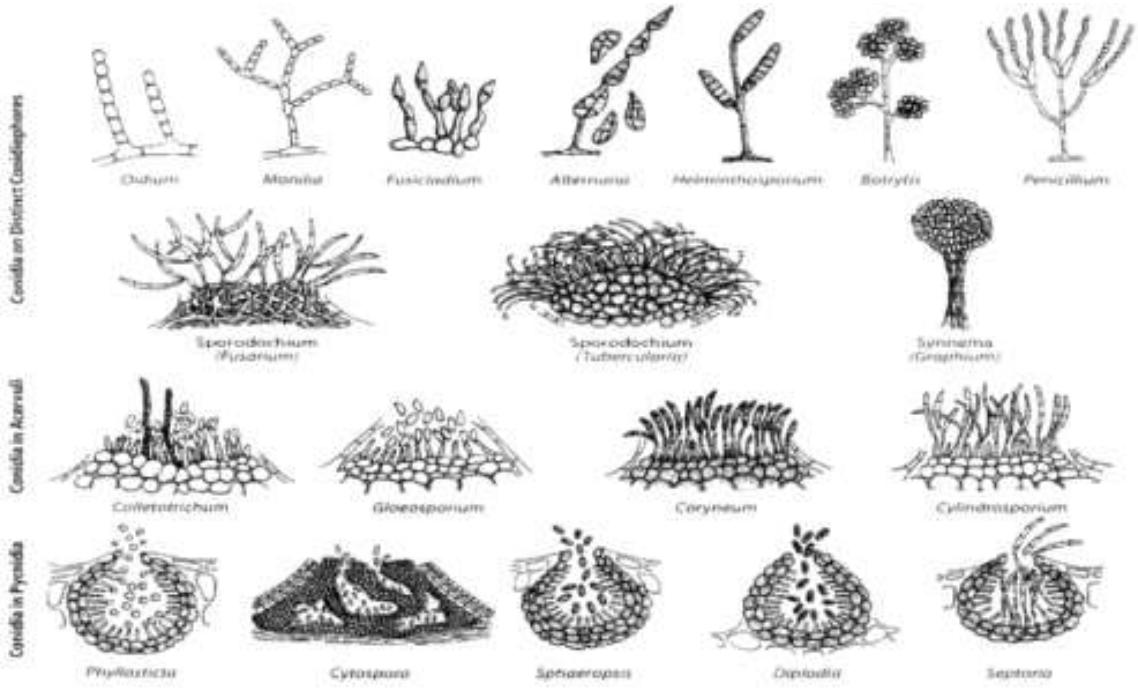
هي عبارة عن مجموعة الكائنات الحية المتطفلة التي تسبب حدوث امراض حيوية في عوائلها من النباتات المختلفة وتعود هذه المسببات لمراتب تصنيفية مختلفة وبذلك فهي تتباين مظهريا بشكل واضح وتضم المجاميع التالية:

أولا) الفطريات Fungi:- هي كائنات حقيقية النواة Eukaryotic، وحيدة او متعددة الخلايا ولها جدار خلوي، ويطلق على جسم الفطر بالمايسيليوم Mycelium الذي يتكون من خيوط تسمى بالهايفات Hyphae، يتجمع المايسيليوم بعدة اشكال فقد يأخذ شكل عش الغراب Mushrooms او شكل سكليروشيا Sclerotia او شكل حوامل Brackets، والفطريات كائنات ليست ذاتية التغذية فهي اما ان تعيش مترممة على المواد العضوية Saprophytes ومنها فطريات عش الغراب التي تؤكل وكذلك الفطريات المنتجة للمضادات الحيوية مثل الفطر *Penicillium* sp. او ان تعيش متطفلة مسببة العديد من الامراض (الشكل 1-1)، مثال ذلك الفطريات المسببة لأمراض الصدأ في محاصيل الحبوب وامراض التفحم في الذرة وامراض البياض الزغبي والدقيقي على النباتات وغيرها من الامراض.

ثانياً) البلازما النباتية او الفايتوبلازما Phytoplasma:- وهي احد مجاميع الكائنات بدائية النواة (Prokaryotes) التي اكتشفها لأول مرة الباحث الياباني Doi وآخرون عام 1967 في لحاء بعض النباتات التي تبدي اعراض اصفرار الاستر وتقزم اشجار التوت واطلق عليها كائنات مشابهة للميكوبلازما (Mycoplasma

Like) لتشابهها مع الميكوبلازما الحيوية المعروفة آنذاك. واستمر هذا الاسم شاخصا حتى عام 1994 حيث أطلق عليها اســـم (Phytoplasma). تمتاز الفايتوبلازما بافتقارها الى الجدار الخلوي وعدم قدرتها على تصـــنيع مكوناته، الا انها محاطة بغشاء بلازمي ثلاثي الطبقات يبلغ سمكه 8 نانوميتر، ولا تمتلك نواة محددة وتحتوي على DNA و RNA ورايبوســومات، فضــلا عن وجود تراكيب خيطية (Fibrillar Material) في السايتوبلازم. تحتوي خلايا الفايتوبلازما على جينوم صغير تكون فيه نسبة الكوانين الى السايتوسين (G/C) منخفضة، ولا تمتلك الفايتوبلازما اسواطا كما انها لا تحوي فجوات. وقد اكتشـــف مؤخرا احتواءها على البلازميدات (Plasmid) ونظرا لافتقارها الى الجدار الخلوي فأنها تأخذ اشـــكالا مختلفة Pleomorphic (بيضوية، خيطية، مقوسة) يتراوح حجم الفايتوبلازما ما بين صغيرة جدا قطرها 80 نانوميترا أطلق عليها اسم الاجسام الاولية Elementary Bodies ذات لون غامق الى كبيرة الحجم شـــفافة قطرها 800 نانوميترا، تعيش هذه الكائنات بشـــكل متطفل داخل خلايا اللحاء وبخاصة الانابيب المنخلية، وتتكاثر بالانشطار الثنائي والتبرعم. تنتقل الفايتوبلازما من النباتات المصابة الى السليمة بواسطة الحشرات والتطعيم ومن خلال تطفل نبات الحامول. ومن اهم الامراض التي تسببها مرض تقزم الذرة ومرض تدهور الكمثرى ومرض التفاف اوراق الخوخ الاخضر.

ثالثـاً) البكتريا Bacteria:- كائنات وحيدة الخلية ذات نواة اولية، العديد منها نافعة الا ان بعض انواعها تهاجم النباتات، ان معظم البكتريا الممرضـــة للنبات غير قادرة على اختراق انســـجة النبات ولذلك فهي تدخل اما عن طريق الجروح او عن طريق حقنها بواســطة الكائن الناقل لها، كما ان بعضـــها قد تدخل عبر الثغور التنفســية، معظم انواع البكتريا حرة المعيشـــة وتســتطيع العيش لفترات متباينة في غياب العائل، الا ان بعض انواعها لا تستطيع العيش بعيدا عن العائل، والبكتريا بشكل عام مسؤولة عن اغلب امراض العفن الطري Soft Rots في ثمار الفاكهة والخضـــراوات ومن الامراض البكتيرية الاخرى مرض اللفحة النارية على اشجار التفاح والكمثرى ومرض بيرس على العنب Pierceś Disease ومرض التورم التاجي على العديد من انواع الاشجار(الشكل 1-2)



الشـــكل (1-1): أنواع الكونيديا وحواملها والاجســـام الثمرية اللاجنســـية لبعض الفطريـات الكيســـيـة وDeuteromycetes (عن Agrios، 2005)

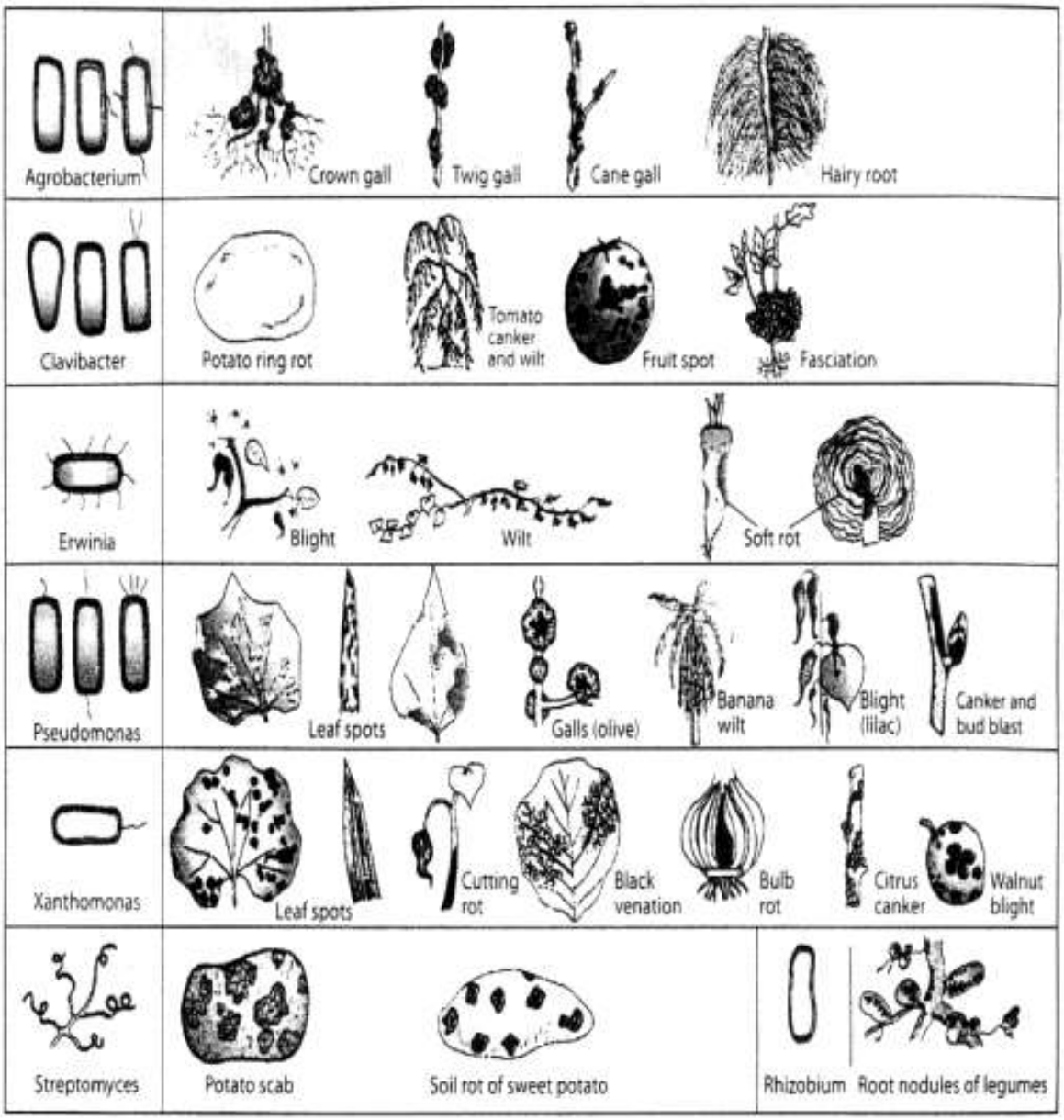
رابعـاً) الفايروسات Viruses:- وتتكون من خيوط الـ DNA او RNA المحاطة بغلاف بروتيني الا انه يحتاج الى العائل لكي ينمو ويتكاثر والفايروسـات تنتشـر في انسـجة النبات او بواسـطة الكائنات الناقلة لها، ان الاصـابة بالفايروسـات تؤدي الى حدوث تقزم وتشـوه في نمو النباتات المصـابة ومن اهم الامراض الفايروسـية مرض موزائيك الخيار وموزائيك التبغ وموزائيك الخس ومرض اصـــفرار البنجر الســـكري ومرض ورقة العنب المروحية وغيرها. (الشكل 1-3)

خامســـاً) الاوالي Protozoa:- وتعرف بانها حيوانات وحيدة الخلية، وهي كائنات كاملة عموما وتقوم بجميع الوظائف المتعلقة بالحياة الا انها تعد من ابسـط الحيوانات واكثرهـا بـدائيـة، وهي تعيش في بيئـات مختلفـة وتعتبر الرطوبـة من اهم العوامـل المســـاعدة على نمو وتكاثر الاوالي. تتطفل بعض انواع الاوالي على النباتات مكونة لها العديد من الامراض النباتية ومعظم هذه الاوالي تعود الى رتبة Mycetozoida. ومن اهم هذه الامراض ما ياتي:

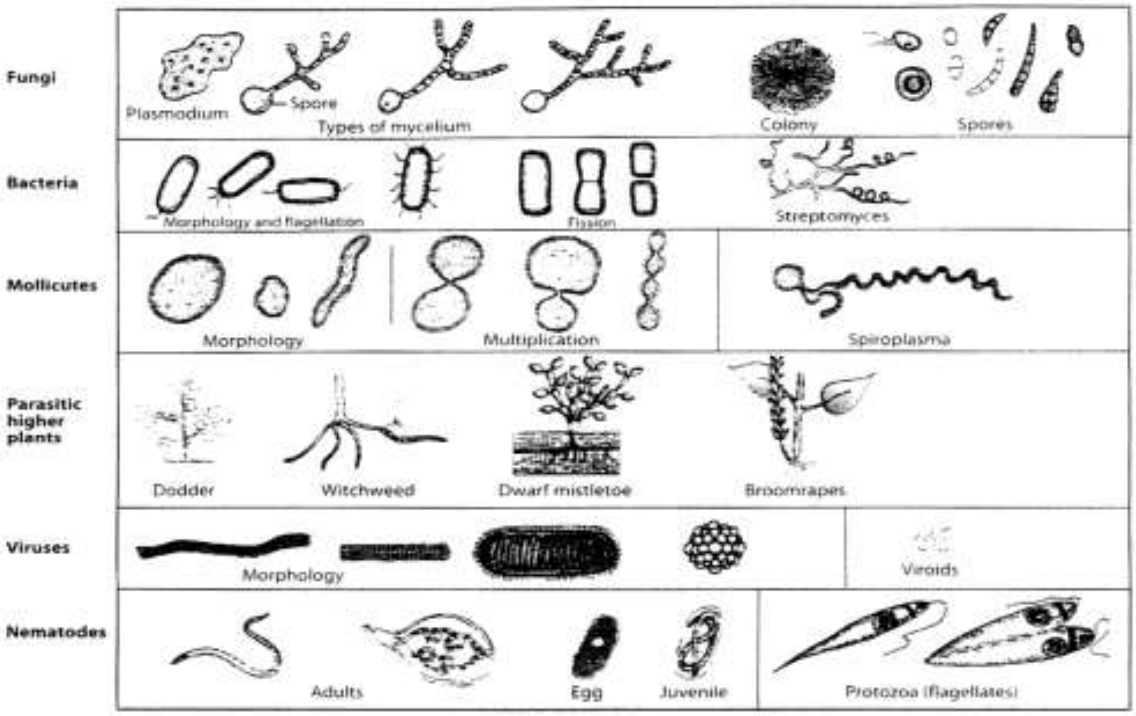
1-) مرض الذبول في شجيرات القهوة الذي تسببه البروتوزوا *Phytonomas leptovasorum*.

2-) مرض الذبول المفاجئ في نخيل الزيت الذي تسببه البروتوزوا *Phytonomas flagellates*.

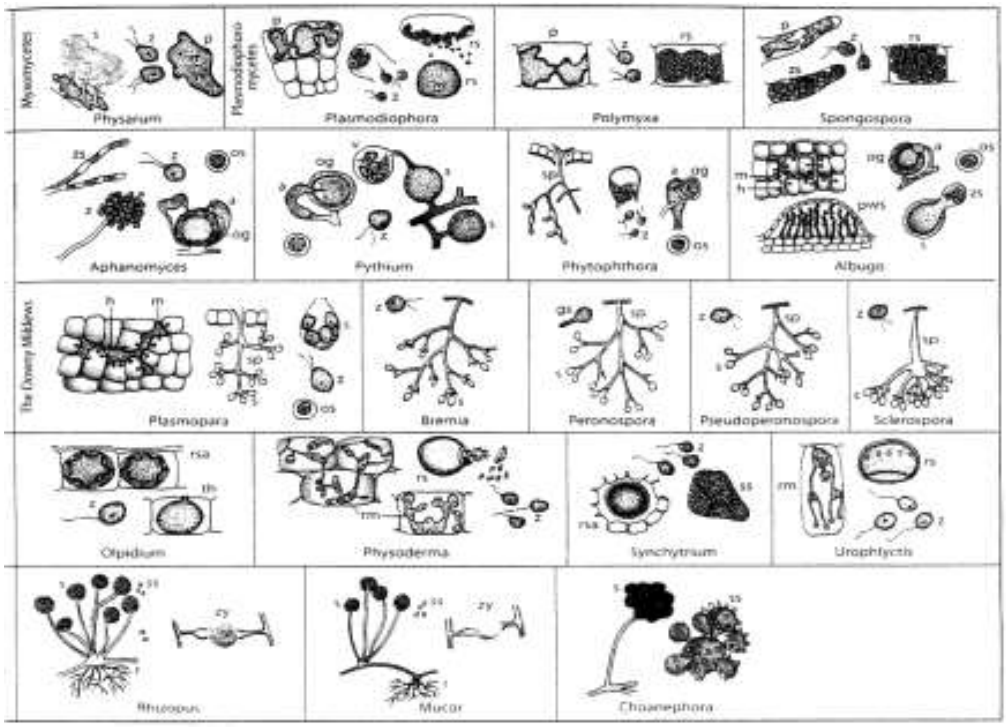
3-) مرض الجذور الفارغة في نبات الكسافا Empty Root Disease الذي تسببه البروتوزوا *Phytonomas frantai*. (الشكل 1-4)



الشـــكل (1-2): أهم أجناس البكتريا المســـببة لأمراض النبات والاعراض التي تسببها (عن Agrios، 2005)



الشكل (1–3): المظهر الخارجي وطرائق الزيادة في اعداد بعض مسببات الامراض (عن Agrios، 2005)

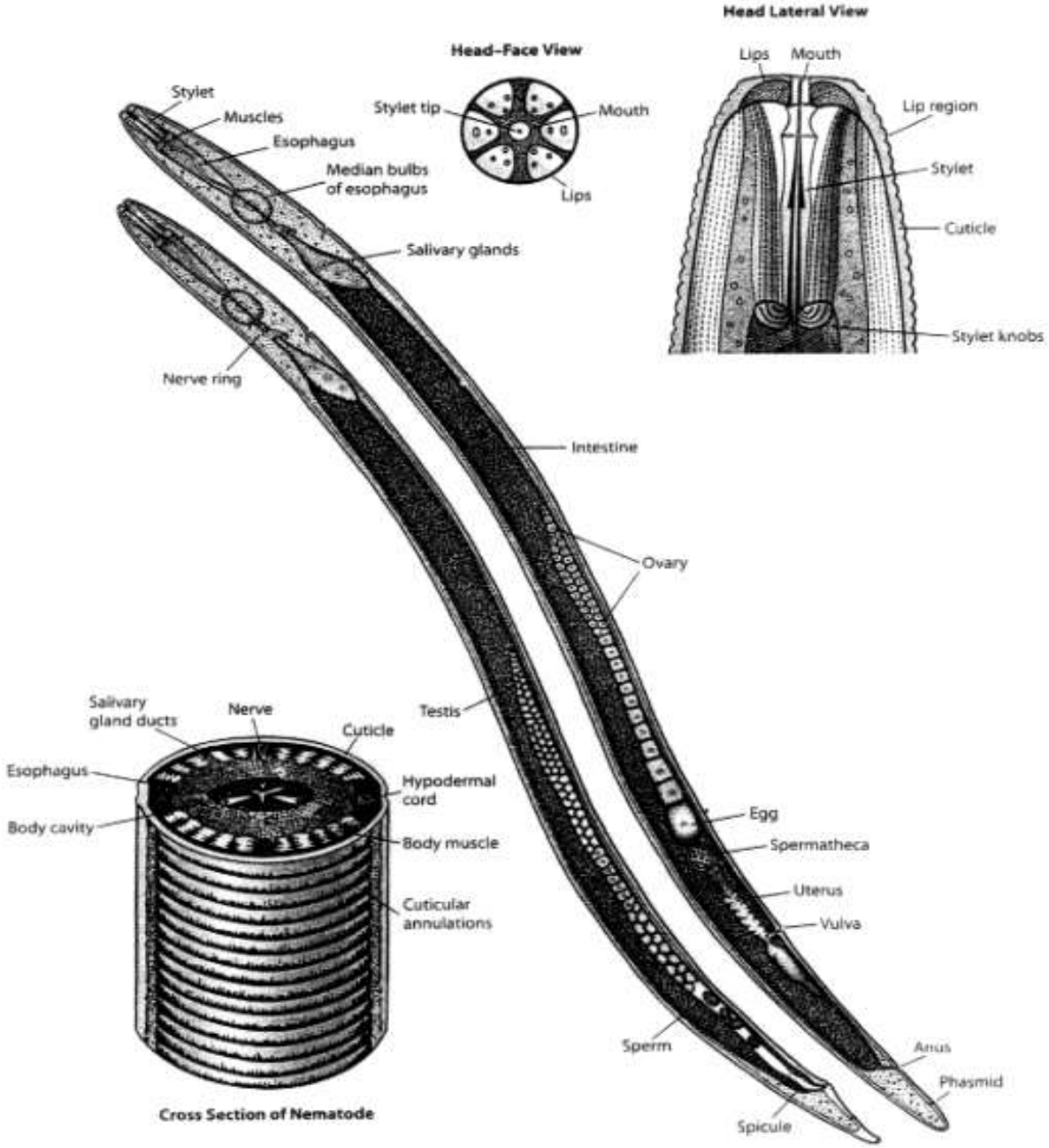


الشـــكل (1–4): أنواع البروتوزوا والكرومســـتا Chromista وبعض الفطريات المسببة لأمراض النبات (عن Agrios، 2005)

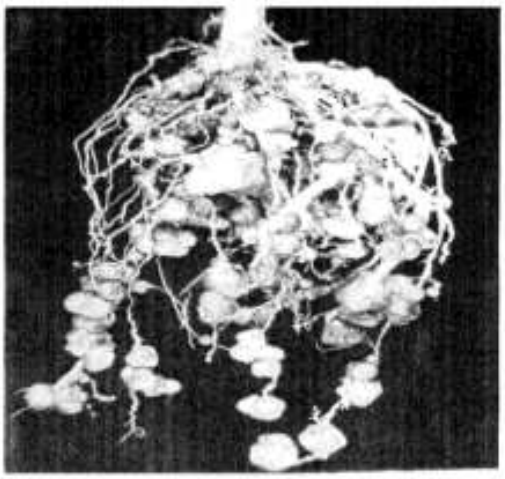
سادساً) الديدان الثعبانية Nematodes:- مجموعة من الكائنات غير المعقلة تشبه الديدان الاسطوانية عديمة الزوائد وجانبية التناظر وتعيش في البيئات المائية والرطوبة وفي انســـجة العائل، كما تعيش الديدان الثعبانية في بيئات مختلفة فقد توجد في قمم الجبال وقيعان المحيطات العميقة فضلا عن معيشتها في الصحاري والغابات الممطرة وان هذا التنوع في البيئات رافقه تنوع في مصــادر غذائها. تعد الديدان الثعبانية آفات وذلك لان بعض انواعها تتطفل على النبات والانسان والحيوان، كما ان بعض انواعها تهاجم الحشرات وبذلك فان مثل هذه الانواع تستخدم كعوامل مكافحة حيوية للحشرات، كمــا ان انواع اخرى منهــا تتغــذى على البكتريــا Bacterivores والفطريــات Fungivores الموجودة في التربة وتلعب بذلك دورا في دورة العناصـــر في التربة. تتبـاين الـديـدان الثعبـانيـة في اطوالهـا حيث تتراوح من 80 مليميكرون في الـديـدان الثعبانية البحرية الى 8 ملم للديدان الثعبانية التي تعيش في مشيمة الحيتان. ان اغلب الديدان الثعبانية المتطفلة على النبات يكون اقل من 2 ملم، للديدان الثعبانية جهاز عصـبي وهضـمي وتناسـلي وعضـلي وابرازي الا انها تفتقد لجهازي الدوران والتنفس، يحاط جســمها بطبقة من الكيوتكل المرن الذي يوفر لها الحماية وينســلخ الجليد او الكيوتكل أربع مرات خلال دورة الحياة، للديدان الثعبانية المتطفلة على النبات رمح يستخدم لثقب خلايا النبات وامتصاص العصارة. معظم الديدان الثعبانية نباتية التغذية تعيش في التربة وتتغذى على الجذور، الا ان بعض انواعها يمكن ان تهاجم السـيقان والاوراق كما انها قد تتسبب في تكوين الاورام على الازهار والثمار، كذلك فان بعض انواعها مثل نيماتودا او ديدان تعقد جذور الطماطة تفرز مواد كيميائية في انســـجة العائل تؤدي الى حدوث تغييرات فسلجية ونشوء الاورام نتيجة ذلك. (الاشكال 1-5، 1-6) الديدان الثعبانية نباتية التغذية طفيليات اجبارية Obligate Parasite وتقسم الى مجموعتين رئيستين هما:

1-) ديدان ثعبانية داخلية التطفل Endoparasitic Nematodes:- وتمتاز هذه المجموعة باختراق انسجة العائل وتتغذى على الأنسجة الداخلية.

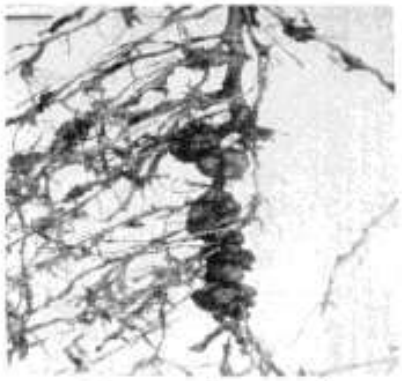
2-) ديدان ثعبانية خارجية التطفل Ectoparasitic Nematodes:- وفي هذه المجموعة يبقى جسم الدودة الثعبانية خارج انسجة النبات خلال تغذيتها حيث تغرز رمحها في نسيج العائل للحصول على عصارة النبات. يبلغ عدد انواع الديدان الثعبانية المشخصة لحد الان ما يزيد عن 20 ألف نوع.



الشكل (1-5): المظهر الخارجي والصفات الرئيسة المميزة لذكور واناث الديدان الثعبانية المتطفلة على النبات (عن Agrios، 2005)



طماطة



شجرة Dogwood

بطاطا

الشكل (1–6): اعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على عدد من المحاصيل (عن Agrios، 2005)

الأضرار التي تسببها الديدان الثعبانية Damages Caused By Nematodes

تسبب الديدان الثعبانية العديد من الأضرار والمشاكل التي من أهمها ما يلي:

1–) تعمل الديدان الثعبانية على نقل العديد من المسببات المرضية، حيث أظهرت الدراسات ان العديد من انواع الديدان الثعبانية تنقل فايروسات النبات، فمثلا الانواع التابعة للجنس *Xiphenema* spp تنقل الفايروس المسبب لمرض الورقة المروحية في العنب Grapes Fanleaf Virus وكذلك قدرة الديدان الثعبانية التابعة للجنس *Trichodorus* spp على نقل فايروس Tobacco Rattle Virus للبطاطا.

2–) قد تتداخل الديدان الثعبانية نباتية التغذية مع بعض مسببات الامراض مسببة معقد مرضي يكون اشد ضررا مما لو حدثت الاصابة دون وجود الديدان الثعبانية. مثال ذلك تداخل الديدان الثعبانية المسببة لتبقع الجذور مع الفطر *Verticillium* sp. مسببة مرض الموت المبكر لنبات البطاطا. وكذلك فان ديدان تعقد جذور الطماطة تتداخل مع الفطر *Fusarium* sp. .

3-) ان الاصابة بالديدان الثعبانية قد تزيد من حساسية النبات لتأثير العوامل البيئية كارتفاع درجة الحرارة او الرطوبة.

4-) ان الإصـــابة بالديدان الثعبانية قد تؤدي إلى كســـر مقاومة بعض المحاصـــيل المقاومة لبعض المسببات المرضية، مثال ذلك كسر مقاومة القطن للإصابة بالفطر *Fusarium* sp.

5-) ان بعض الديدان الثعبانية الممرضـــة للنبات يمكن ان تنقل من عائل إلى آخر بواسطة الآفات الحشرية، مثال ذلك نيماتودا ذبول الصنوبر التي يتم نقلها للأشجار السليمة بواسطة خنافس عائلة Cerambycidae وكذلك النيماتودا المسببة لمرض الحلقة الحمراء في جوز الهند والتي تم نقلها بواسطة سوسة النخيل.

ســابعـــــاً) نباتات الأدغال الطفيلية Parasitic Weed Plants:- وتعمل هذه النباتات على خسارة جزء من الحاصل بسبب إصابة المحاصيل بنباتات الأدغال الطفيلية، حيث تعمل الإصـــابة الشـــديدة بهذه النباتات على تقزم النبات او موته وبالتالي فقدان الحاصل ومن الأمثلة على هذه النباتات ما يأتي:

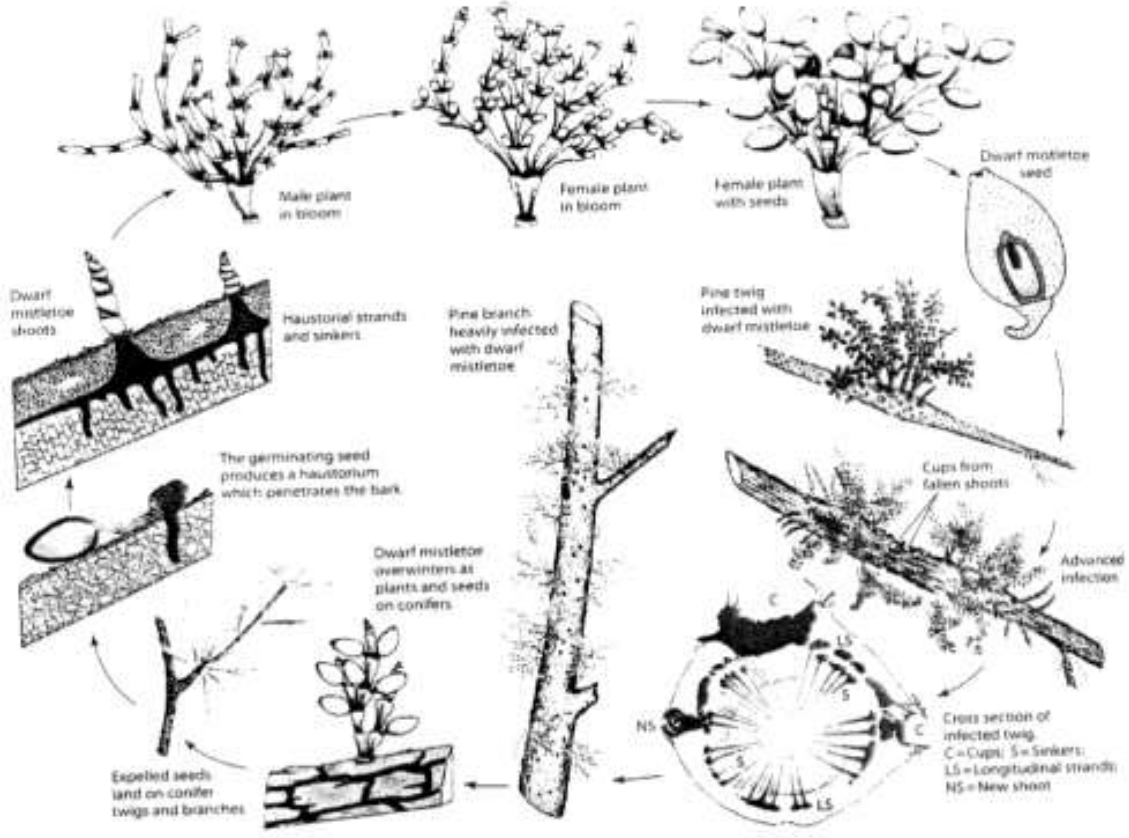
1-) نبات الحامول *Cuscuta* spp:- وهو نبات متطفل على سيقان اوراق العديد من المحاصيل مثل الجت والطماطة والبنجر السكري.

2-) نبات الهدال او الدبق Mistletoe:- وهو نبات متطفل على سيقان الاشجار ومن اشـــهر انواعه نبات الهدال المتقزم Dwarf mistletoes التي تنتمي للجنس *Arceuthobium* spp والذي يعد من أكثر أنواع الأدغال ضـررا لغابات الصـنوبر لأنها تؤدي الى حدوث تشوهات في نمو سيقان هذه الاشجار. في الولايات الغربية من امريكا قدرت الخســـائر التي يســـببها هذا النبات المتطفل بثلاثة بلايين قدم من ألواح الأخشاب (الشكل 1-7)

3-) نبات الستريكا *Striga* spp:- يتطفل على جذور المحاصيل النجيلية وخاصة الذرة والذرة البيضاء وتسبب خسائر كبيرة في هذين المحصولين خاصة في افريقيا.

4-) نبات الهالوك *Orobanche* spp:- يتطفل على جذور نباتات العائلة الجزرية Apiaceae ونباتات العائلة البقولية حيث يعمل هذا النبات على الحد من انتاجية

هذه المحاصيل خاصة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتصل الخسارة احيانا الى 100%.



الشكل (1–7): دورة حياة نبات الدبق المتقزم Dwarf Mistletoe على الصنوبر (عن Agrios، 2005)

الاضرار المتسببة عن الممرضات الحيوية

Damages Caused By Biotic Plant Pathogens

اضافة لما سبق من اضرار عامة، فان مسببات امراض النبات يمكن ان تحدث الاضرار التالية:

1–) انخفاض او فقدان الحاصل: تؤدي الاصابة بمسببات الامراض الى احداث ضرر او موت الاوراق والجذور والسيقان والازهار والثمار وقد تؤدي الاصابة الى موت النبات بالكامل، لذلك فان مقدار الخسارة يعتمد على شدة الاصابة والتي قد تتراوح من خسارة جزئية او بسيطة في الحاصل الى فقدان الحاصل بالكامل. ومن الامثلة في هذا المجال مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا في ايرلندا عام 1848

والذي ادى الى حدوث مجاعة وهجرة المزارعين نتيجة تدميره لزراعات البطاطا في ايرلندا. وكذلك مرض صدأ القهوة Coffee Rust الذي هاجم اشجار القهوة في سيلان ادى الى توقف زراعة القهوة فيها.

2-) النمو غير الطبيعي او التشوهات: ان بعض انواع مسببات الامراض يمكن ان تحقن جزء من الـ DNA في خلايا العائل مما يؤدي الى حدوث تشوهات ونمو غير طبيعي في انسجة خلايا العائل مما يؤدي الى حدوث تشوهات ونمو غير طبيعي في انسجة العائل، مثال ذلك مرض التدرن التاجي الذي تسببه البكتريا *Agrobacterium tumefaciens*، كذلك فان الفايروسات تسبب هي الاخرى مثل هذه النموات والتشوهات.

3-) عفن وفساد وتلف الحاصل: تهاجم العديد من المسببات المرضية الثمار والخضراوات الناضجة في المخازن وخلال عمليات الشحن والنقل مما يؤدي الى تعفن وخياس الثمار والخضراوات وتؤدي مثل هذه الاصابات الى فقدان الشحنة بالكامل، كما هو الحال بالنسبة لشحنات الخوخ والشليك والتفاح والحمضيات وابصال الزينة وغيرها.

4-) انتاج السموم: العديد من انواع الفطريات تنتج سموم فطرية Mycotoxins تكون سامة للحيوانات التي تتناولها وبذلك تصبح المواد المصابة بهذه الفطريات سامة للإنسان والحيوان عندما تؤكل مثال ذلك الافلاتوكسينات Aflatoxins الموجودة في فستق العبيد والمتسببة عن الفطريات التابعة للجنس *Aspergillus* spp وكذلك المركبات القلوية الموجودة في الارجوت Ergot في الحبوب المصابة بالفطر *Claviceps purpurea*.

5-) الحساسية للسبورات: العديد من الاشخاص يصابون بالحساسية لسبورات العفن خاصة في الربيع والخريف وبعض هذه السبورات تنتجها الفطريات المسببة لأمراض النبات.

6-) نقل امراض النبات الفايروسية: اظهرت الدراسات ان لبعض انواع الفطريات القدرة على نقل بعض فايروسات النبات مثال ذلك الفايروس المسبب للمرض

Rhizomania في البنجر السكري والذي يتم نقله بواسطة الفطر *Polymyxa betae* الذي يعيش في التربة.

مسببات الامراض غير الحيوية Abiotic Plant Pathogens

وهي مجمل العوامل البيئية الطبيعية او العوامل المرتبطة بالنشاط البشري والتي تؤدي الى حدوث اعراض مرضية مميتة في النباتات يطلق عليها في كثير من الاحيان بالأمراض الفسلجية. ومن اهم هذه المسببات ما يأتي:

العوامل الجوية المناخية Climatic Factors:- تشكل العوامل الجوية المناخية المتطرفة آفة مهمة على النباتات التي تتعرض لها وقد يفوق ضررها في احيان كثيرة اضرار مسببات امراض النبات الحيوية المعروفة ومن هذه العوامل:

أولا) **الحرارة المرتفعة High Temperature:-** بالنسبة للنباتات يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة معدلات الانشطة الحيوية عن طبيعتها وعند حدوث ذلك لمدة قصيرة يتبعها هبوط سريع في تلك الا نشطة ينتهي بنمو غير طبيعي لأجزاء النبات. اما إذا استمرت درجة الحرارة المرتفعة لمدة طويلة فان ذلك يؤدي الى حدوث خلل في الانشطة الانزيمية واضطراب عمليات الايض وعمليات التخليق الضوئي والتنفس وقد يؤدي اشتداد درجة الحرارة الى اختلال الاتزان المائي داخل انسجة النبات مما يؤدي الى احتراق حواف الاوراق وموتها ومن اهم الامراض النباتية الناتجة عن الحرارة المرتفعة ما يلي:

1- مرض التقرح الحراري للكتان Flax Sun Canker
2- مرض سمطة الشمس في البطاطا Potato Sun Scald
3- مرض القلب الاسود في البطاطا Black Heart Potato
4- مرض سمطة الشمس في الطماطة Tomato Sun Scald
5- مرض تجوف ثمار الطماطة Puffines
6- احتراق القمم النامية في المانجو Mango Tip Burn
7- لفحة الشمس في المانجو Mango Sun Blight

ثانيـاً) الحرارة المنخفضة Low Temperature:- تؤدي الحرارى المنخفضة الى ابطاء او توقف الانشـــطة الكيموحيوية في النبات وحينما تكون البرودة شـــديدة فان الماء يتجمد في خلايا النبات، اذ يتجمد الماء وبخاره ويجف البروتوبلازم ويموت، اما اذا كان الانخفاض في درجة الحرارة شـــديدا وســـريعا فان الماء يتجمد بســـرعة في الفجوات وفي المســـافات البينية مكونا بلورات ثلجية كبيرة في الحجم حادة الحواف تســـبب تمزق جدر الخلايا وبروتوبلازمها مما يؤدي في النهاية الى موت الخلايا والانسجة وكلما كان الانخفاض مفاجئا وكان المحتوى المائي للنبات عاليا، كلما كان الضـــرر الذي يحيق به اشـــد. تصـــاب المحاصـــيل نتيجة للتبريد بخســـائر أكبر مما يصيبها نتيجة للحرارة المرتفعة ومن اهم الامراض التي تسببها للنباتات ما يلي:

1- قتل براعم الخوخ والكرز وكذلك قتل الازهار والثمار الصغيرة.
2- قتل جذور الاشجار مثل اشجار التفاح.
3- موت نباتات الشليك.
4- انفصال قلف الاشجار.
5- الموت البقعي والموت الشبكي لأنسجة الاوراق في البطاطا.

ثـالثـاً) الرطوبـة الجويـة غير الملائمـة Unfavorable Humidity:- من المعروف انه كلما انخفضـت الرطوبة الجوية كلما ازداد معدل النتح من النبات، فيقل المحتوى المائي لخلايا النبات حتى تتأثر الخلايا الحارسة فيقل الماء فيها ايضا فتقفل الثغور، لذلك فإذا اسـتمر الجفاف فان النبات يذبل خصـوصـا اذا لم تتوفر الرطوبة الارضـية التي تعوض هذا النقص في المحتوى المائي ونقص الماء يؤثر بشـدة على التفاعلات الكيموحيوية التي تحدث فيه فتتوقف جميعها ويتوقف النمو واذا زاد الجفاف وطالت مدته يؤدي هذا الى موت هذه الخلايا، كما ان نقص الرطوبة في النبات والمصـحوب بارتفاع الحرارة يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة النبات والى ما يترتب على هذا من اثر ضار على نمو النبات. ومن الامثلة على ذلك ما يلي:

1-) نقص الرطوبة الجوية يؤدي إلى تقزم نباتات الحنطة وقلة التفريع وضـعف نمو الجذور والتفاف الاوراق وقت الظهيرة. كما ان نقص الرطوبة وقت تكوين السنابل يقلل من عددها ويؤدي الى انتاج حبوب صغيرة.

2-) مرض لفحة الطرف او القمة في البصل Onion Tip Blight ويحدث نتيجة الجفاف وزيادة الرياح الجافة.

وقد ترتفع الرطوبة الجوية حول النبات بدرجة غير ملائمة، الا ان تأثير الرطوبة الجوية المرتفعة يكون اقل ضررا من نقص الرطوبة الجوية على النبات.

رابعاً) الظروف الضوئية غير الملائمة Unfavorable Light Condition:- يؤثر الضوء في كل العمليات الحيوية في النبات فهو المسؤول عن الإنبات ونمو السويقة الجنينية وتكوين الشعيرات على السويقات الجنينية السفلى واستقامة الرويشة بعد ظهورها فوق سطح الارض ونمو الساق باتجاه الانتحاء الضوئي وتمدد الورقة وتكوين الكلوروفيل وتخليق الانثوسيانين وسكون البراعم والأزهار وتمييز الجنس في الزهرة وتكوين الجذور الجانبية وتكوين الدرنة اضافة الى ان الضوء هو العامل الاساس في التخليق الضوئي ومن هذا يظهر ما للضوء من اثر على حياة النبات ونموه ويتوقف هذا الأثر على شدة الضوء وطول موجاته وزمن التعرض له وقد تصل الموجات فوق البنفسجية بشدة الى النبات مما يضر النبات وقد يمتنع وصول الاشعة الحمراء الى النبات فتختل كل الانشطة المذكورة السابقة اما اذا كانت شدة الاضاءة عالية فقد يتحطم الكلوروفيل في الاوراق وهذا ما يسمى بالتشميس Solarization.

ومن الامراض التي تسببها الظروف الضوئية غير الملائمة ما يلي:

1-) مرض التقرح البني في القمح Melanism and Brown Necrosis.

2-) الاستطالة غير الطبيعية والتفاف الاوراق في البادرات نتيجة قلة الاضاءة.

خامساً) التهوية السيئة Bad Aeriation:- يتوفر الاوكسجين الجوي في الظروف الطبيعية حول النباتات، ولكن اذا تدخلت ظروف خارجية تؤدي الى نقصه في الهواء او زيادة تركيز الغازات الاخرى فيه سواء الخاملة او السامة مما يؤثر في عملية التنفس، وان أكثر الضرر الناتج عن التهوية السيئة يتم خلال عملية نقل وتخزين الخضر والفاكهة إذ أن زيادة ثاني أوكسيد الكاربون تؤدي الى حدوث تفاعلات داخل الانسجة النامية تنتج عنها غازات او هرمونات نباتية او مواد كيميائية معينة تؤدي الى ظهور اعراض مرضية والى تلف واضح في المادة او النسيج النباتي. ومن الأمثلة على ذلك:

1-) مرض البقعة الورقية السوداء Black Leaf Spot Disease:- يصيب اللهانة والقرنابيط ونباتات صليبية اخرى ويظهر اثناء التخزين واثناء النقل الى الاسواق ويتميز المرض بظهور بقع صغيرة سوداء غائرة وينتج المرض بسبب نقص الاوكسجين في المخازن.

2-) مرض القلب الاحمر Red Heart Disease:- ويظهر على الاوراق الداخلية للخس والكرنب بسبب نقص الاوكسجين.

سادساً) الإشعاعات Rays:- تؤثر الاشعاعات سواء كانت من الضوء المرئي او من الاشعة فوق البنفسجية او الاشعاعات الذرية على حيوية بروتوبلازم خلايا النبات وعموما تؤثر الاشعاعات ذات الموجات القصيرة على مقدرة اغشية الخلايا على تمرير المواد خلالها ومن اخطر ما تسببه الاشعاعات ذات الموجات القصيرة اتلافها للمايتوكوندريا وما بها من انزيمات للتنفس فيما يعطل تفاعلات التنفس وكذلك فأنها تحول الفسفور الداخل في التفاعلات الحيوية المختلفة الى كبريت فلا تسير هذه التفاعلات سيرها الطبيعي وكذلك تسبب تضخم بروتوبلازم الخلايا وموتها في النهاية. أما تأثير الإشعاعات الذرية على النباتات فهو ضار للغاية اذ يؤثر على الخلايا المرستيمية التي تنقسم بنشاط أكثر مما تؤثر على الخلايا الاقل نشاطا وهي تسبب كسر الكروموسومات او التحامها مما يؤدي الى اختلال عملية الانقسام وبالتالي الى ظهور الطفرات، كما تسبب تلف حامضي الـ DNA والـ RNA وكلها اصابات تؤدي الى موت الخلايا عاجلا ام آجلا.

سابعاً) العواصف الكهربائية والبرق Electric Storms:- تؤثر الشحنات الكهربائية الضعيفة الناتجة عن العواصف الكهربائية والبرق على حيوية بروتوبلازم الخلايا أما اذا كانت الصدمة الكهربائية قوية فان انشطة البروتوبلازم الحيوية تختل وفي اوقات جفاف المحاصيل قد تعمل على حرق حقول بالكامل وكذلك تدمير الغابات ومخازن المواد الغذائية.

ثامناً) الرياح Winds:- تعمل الرياح على زيادة سرعة النتح من النباتات واذا كانت الرياح باردة فان ضررها يكون كبيرا اذ تعمل على تعريض النبات الى الحرارة الباردة

غير الملائمة كما ان للرياح السريعة والساخنة اثر في تجفيف النبات مما يؤدي الى سرعة موت البراعم والاوراق الغضة بل النبات بالكامل. ويزيد ضرر الرياح عندما تكون محملة بالغبار حيث يعمل الاخير على احداث خدوش وجروح في اوراق وثمار النبات فتؤدي الى تآكلها وقد تؤدي الرياح الشديدة الى اسقاط اوراق النبات او كسر فروعه او اقتلاع الاشجار من جذورها.

ملوثات الهواء Air Pollutants

الكل يعلم ان الهواء ضروري لجميع صور الحياة وهو بذلك احد مصادر الثروة الطبيعية التي يجب المحافظة عليها، خاصة اذا علمنا ان سمك طبقة الهواء حول سطح الارض بالنسبة الى حجمها كقشرة التفاحة بالنسبة الى حجم التفاحة ومن هنا يظهر مقدار حيز الهواء الذي نعمل على تلوثه، والمواد الكيميائية التي يطلقها الانسان الى الهواء في انشطته المختلفة غالبا ما تحول البيئة المحيطة به الى بيئة غير مناسبة لحياة الكثير من الكائنات الحية، لذلك يجب ان ينظر الى مثل هذه الملوثات غير الحية على انها مسببات مرضية للنبات والحيوان وانها بالتأكيد لها نفس خطورة الطفيليات. ومن اهم الملوثات ما يلي:

1-ثاني اوكسيد الكبريت
2-غاز الفلور وغاز حامض الهيدروفلوريك
3-غاز الكلور وغاز حامض الهيدروكلوريك
4-غاز اول اوكسيد الكاربون
5-غاز كبريتيد الهيدروجين
6-الجسيمات مثل الاتربة والابخرة والدخان
7-غاز الامونيا
8-اكاسيد وابخرة الزئبق ومركبات الزئبق العضوية
9-اكاسيد النايتروجين
10-نترات البيروكسي اسيتايل
11-غاز الاثيلين
12-غاز الرادون
13-المطر الحامضي
14-غازات البترول
15-غاز سيانيد الهيدروجين
16-الضباب الدخاني Smog
17-غازات البراكين والزلازل
18-غازات السلينيوم والرصاص
19-مبيدات الآفات

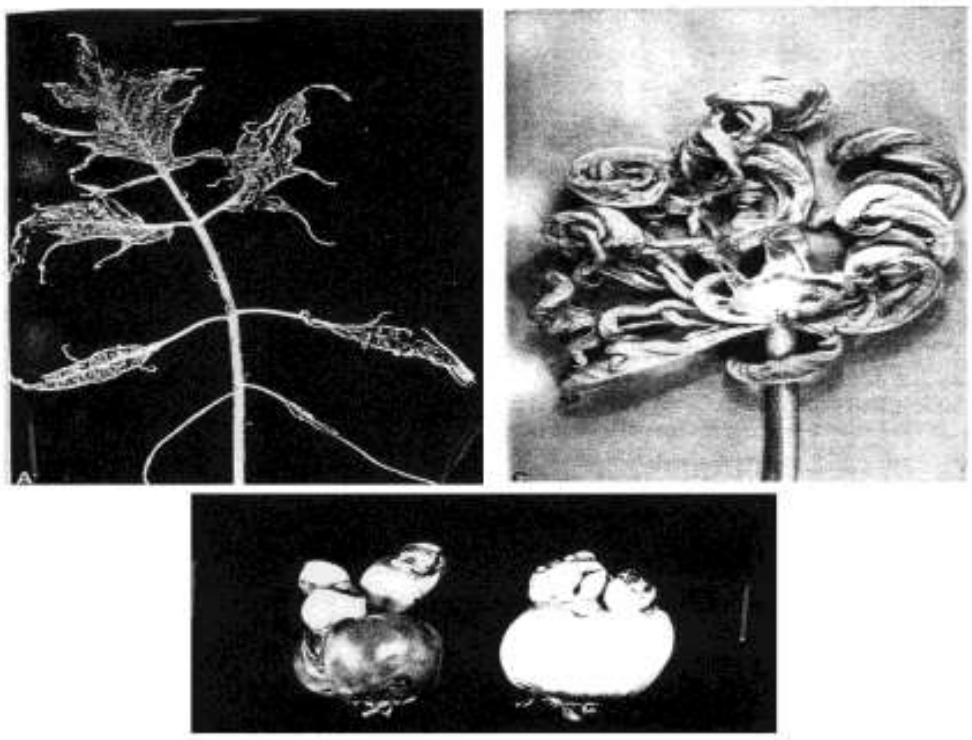
مما سبق يتبين ان معظم ملوثات الهواء هي نتيجة حتمية للنشاط البشري الزراعي والصناعي والانشائي وان الهواء يمثل الطبقة التي تعيش فيها الكائنات الحية التي ستتأثر بدرجات متباينة تتناسب ونوع مستوى الملوثات الموجودة في الهواء. ومن اهم اعراض تلوث الهواء على النبات ما يلي:

1-) التبقع: ظهور بقع على الاوراق متباينة الالوان والاشكال تبعا لنوع المادة الملوثة ومستوى التلوث بها.

2-) لفحة الاوراق واحتراقها.

3-) ترهل وارتخاء وشحوب الاوراق.

4-) نمو النبات بشكل غير منتظم ومشوه، تحدث هذه الظاهرة نتيجة تلوث الهواء بمبيدات الادغال ذات التأثير الهرموني مثل 2,4-D. (الشكل 1-8)



الشكل (1-8): بعض الاضرار او الجروح الناتجة عن مبيدات الادغال (عن Agrios، 2005)

الملوثات المائية Water Pollutants

ان من اهم مصادر الملوثات المائية ما يلي:

1-مخلفات المصانع 3-المخلفات الزراعية

2-مخلفات المنازل 4-مخلفات وسائل النقل المائية

هذه المصادر يمكن ان تجهز الماء بالملوثات الاتية:

1-) الرواســـب: وتأتي من التربة المحمولة بالرياح او المنقولة بالماء من الحقول او مواقع البناء.

2-) المواد المغذية: من الاسمدة ومخلفات الحيوانات ومخلفات المجاري.

3-) المخلفات المرضية: بكتريا *E. col.* الممرضة القاتلة في براز حيوانات المزرعة ومن مصادر مرضية لم تعالج بطريقة سليمة.

4-) مبيدات الآفات: مبيدات الادغال والحشرات والفطريات المستخدمة في مكافحة الآفات الزراعية والمنزلية.

5-) الاملاح.

6-) المواد السامة: من الانتاج الصناعي مثل الزيوت والبويات.

ومن الامور الخطيرة ان النفايات الصناعية تحتوي على كيميائيات عضوية مقاومة لعمليات التحلل البيولوجي أكثر من النفايات المنزلية وقد تحتوي النفايات الصناعية كذلك على مركبات عضوية يجب تحويلها الى مركبات اخرى اقل ضررا قبل تصريفها او تحتوي على بعض العناصر او المواد السامة. ان الاضرار التي يمكن ان تسببها الملوثات المائية هي اضرار كبيرة جدا وذلك لأهمية الماء ودوره الاساس في الحياة ومن هذه الاضرار ما يلي:

1-) **التسمم النباتي Phytotoxicity**: تظهر النباتات المروية بالمياه الملوثة العديد من الحالات المرضية المتمثلة بحالات احتراق وتبقع على الاوراق والثمار المصابة.

2-) **حالات التشوه والذبول**: تؤدي المياه الملوثة في كثير من الاحيان الى ظهور حالات تشوه وذبول على النباتات المصابة.

3-) **نقص العناصر الغذائية**: ان المياه الملوثة قد تؤدي الى إعاقة عملية تيسر بعض العناصر الغذائية للنبات فلا يستطيع النبات الاستفادة منها فتظهر على النبات اعراض نقص لبعض العناصر الغذائية.

ملوثات التربة Soil Pollutants

من المعروف ان التربة هي مادة غير متجانســـة معقدة التركيب من دقائق معدنية ومواد عضوية وكائنات حية وتختلف في تركيبها الكيميائي وصفاتها الطبيعية. وعليه فان تلوث التربة هي أي تغيير غير مناسب في التربة كلي او جزئي نتيجة لتصرف الإنسان بقصد او غير قصد. إن التربة هي المحيط الذي تستقر فيه ملوثات الهواء والماء التي سبق ذكرها إضافة الى ما يلي:

1-المخلفات الصناعية: وقد تكون مخلفات سائلة او صلبة

2-السماد العضوي وفضلات البلديات.

3-مبيدات الآفات.

4-التعدين وفضلاته.

5-الملوحة والقلوية.

6-المواد المشعة والتساقط الذري.

7-زيادة تركيز العناصر الغذائية.

إن من أهم مشاكل تلوث التربة هو تسمم النبات، حيث تشير العديد من الدراسات على إن وجود مســـتويات عالية من الكبريت أو المبيدات أو الملوثات الأخرى في التربة يؤدي إلى ظهور العديد من حالات احتراق وتسمم المحاصيل المزروعة وان حالات التسمم هذه تتباين تبعا لنوع المحصول ونوع ومستوى التلوث، إذ تتراوح بين النمو الضعيف وظهور التبقعات والذبول والتقزم وبين الموت في بعض الأحيان.

نقص العناصر الغذائية Nutrients Deficiency

تسمى تغذية النبات تغذية معدنية لان النبات يكوّن غذاؤه العضوي بنفسه بحصوله على العناصر المعدنية الكبرى والصغرى من التربة وباستخدام الطاقة الشمسية وثاني اوكسيد الكاربون وبعملية التخليق الضوئي يتمكن النبات من بناء جزئ سكر الكلوكوز الذي يعتبر اللبنة الأولى لبناء باقي المادة العضـــوية من مواد دهنية وكاربوهيدراتية وبروتين. لذلك فان أي نقص في العناصـــر الغذائية الكبرى أو الصـــغرى قد ينعكس بالخلل على حياتية النبات الذي تبدو عليه أعراض مميزة تدلل على نوع العنصـــر أو العناصر الغذائية الناقصة ومن الأمثلة على ذلك:

1-أعراض نقص البوتاسيوم.

3-أعراض نقص البورون.

2-أعراض نقص الفسفور 4-أعراض نقص المنغنيسيوم وغيرها من العناصر الغذائية.

ارتفاع مستوى الماء الأرضي High Ground Water Level

يؤدي ارتفاع مستوى الماء الأرضي إلى العديد من المشاكل المرتبطة بالزراعة ولعل أحد أهم هذه المشاكل هو ارتفاع أو زيادة نسبة الملوحة في التربة مما يجعلها تربة غير صالحة للزراعة كما هو الحال في مساحات كبيرة من الأراضي الموجودة في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق، فضلا عن تأثيراتها في المحاصيل المزروعة في تلك الأراضي ومنها:

1-) مرض احمرار أوراق القطن: ويحدث بسبب ارتفاع مستوى الماء الأرضي.

2-) مرض القمة المشوهة في القطن: وقد ثبت إن العامل المسبب لهذا المرض هو ارتفاع مستوى الماء الأرضي ورداءة صرف التربة وعدم انتظام الري.

3-) مرض التصمغ في أشجار ذات النواة الحجرية: ينتشر هذا المرض بشكل واسع في الأراضي الغدقة والتي يرتفع فيها مستوى الماء الأرضي.

الفصل الثاني

الطرائق المستخدمة في مكافحة مسببات امراض النبات

- المقدمـــة
- الطرائق الزراعية
- الطرائق الفيزيائية والميكانيكية
- الطرائق الوراثية في مكافحة الممرضات النباتية
- الطرائق الحيوية في مكافحة الممرضات النباتية
- الطرائق التشريعية في مكافحة الممرضات النباتية
- المكافحة الكيميائية لممرضات النبات

المقدمة

ان الزيادة السكانية الحاصلة اليوم على مصادر النظام البيئي لتجهيز هذا العدد الهائل من البشر بالغذاء اصبحت تشكل مصدر قلق دائم للعاملين في مجال الزراعة، وان الشي الوحيد الذي يمكن ان تتفق حوله البشرية هو حاجتها للغذاء من اجل استمرار الحياة، هذه الحاجة ادت الى احتدام الصراع بشكل واسع بين الآفات والانسان نتيجة اقتحام الاخير لبيئات جديدة لاستغلالها من اجل الزراعة، خاصة وان الآفات تسبب خسائر بالغة في المحاصيل الزراعية تزيد عن 50% من اجمالي الانتاج الزراعي في العالم. ان مسببات امراض النبات الحيوية (الفايروسات، النايتوبلازما والبكتريا والفطريات والبروتوزوا والديدان الثعبانية) وغير الحيوية تشكل مجموعة مهمة لا يستهان بها من الآفات التي تسبب خسائر كبيرة في الانتاج الزراعي، ففي الولايات المتحدة الأمريكية بلغ عدد الامراض النباتية المتسببة عن الفطريات حوالي مئة ألف مرض معد للنباتات، فضلا عن الامراض المتسببة عن 8000 نوع من الديدان الثعبانية و250 نوع من الفايروسات و160 نوع من البكتريا فضلا عن العديد من النباتات المتطفلة على المحاصيل المختلفة، هذا العدد الكبير من الممرضات النباتية الحيوية اذا اضفنا اليه الممرضات غير الحيوية، فأننا سنجد انفسنا امام عدد كبير يتطلب منا توظيف كل الامكانيات واستخدام كل طرائق المكافحة المتاحة امامنا من اجل تحقيق مكافحة ناجحة نتمكن من خلالها الحفاظ على منتجاتنا الزراعية. من المعرفة الجيدة بالأسلحة المتاحة لمكافحة الآفات المرضية ومعرفة امكانية وتطبيقات كل سلاح او طريقة مكافحة سيشكل عاملا مهما في مجال مكافحة مسببات امراض النبات، لذا فان هدف هذا الفصل هو التعرف على نقاط الضعف والقوة في كل طريقة من طرائق المكافحة.

الطرائق الزراعية Agricultural Methods

تعتمد الطرائق الزراعية في مكافحتها لمسببات امراض النبات على تحوير البيئة الزراعية او بيئة المزرعة بحيث تصبح غير ملائمة بدرجة ما للمسبب المرضي، وبذلك يمكن ان تحد من شدة ضرر العامل الممرض او قد تعمل هذه الطرائق على

توفير بيئة ملائمة للكائنات المضـافة لمسـببات امراض النبات. وجميع هذه الحالات تتطلب الاحاطة العامة بالجوانب البيئية والحياتية لمســـببات امراض النبات. ان عمليـات الزراعـة وخـدمـة المحصـــول هي من العمليـات الروتينيـة التي يقوم بهـا المزارعون من اجـل تحقيق انتـاجيـة جيـدة وان اجراء بعض التحويرات على هـذه العمليات من اجل تحقيق مكافحة جيدة لمســـببات امراض النبات قد لا تحتاج الى زيادة الاستثمار في الادوات والمعدات المستخدمة لأجراء عملية المكافحة. ان احدى فوائد الزراعة المتناوبة وزراعة المحاصيل المختلطة هو تجنب المزارع الخسائر الكبيرة التي تسببها مسببات امراض النبات، لذلك فان التحسينات البسيطة للعمليات الزراعية ربما تؤدي الى زيادة الضـــغط على المســـببات المرضـــية بما يحقق حماية أفضـــل للمحاصيل الزراعية.

دور الطرائق الزراعية في مكافحة مسببات الامراض

Role oF Agricultural Methods in Pathagens Contrel

تلعب الطرائق الزراعية المختلفة دورا مهما في تحوير بيئة المسببات المرضية وخفض اعدادها بشكل مباشر وفيما يأتي استعراض لأهم الطرائق الزراعية المستخدمة في هذا المجال:

أولا) النظافة Sanitation:- تســـتخدم اجراءات النظافة كطريقة زراعية فعالة في منع

المسـبب المرضـي من اصـابة المحصـول او ازالته، وعلى هذا الاسـاس فان النظافة تعمل

من خلال ستراتيجيتين هما:

1-منع المسبب المرضي Pathogen Preventien

2-ازالة المسبب المرضي Pathogen Removal

1-) منع المسـبب المرضـي Pathogen Preventien:- ان عدم وجود عامل ممرض في حقل او منطقة معينـة تجعل من عملية منع دخولـه الى ذلك الحقل او المنطقة مســـالة مرغوب فيها للحد من انتشـــار المرض ومخاطره المســـتقبلية، وهي

استراتيجية يمكن استخدامها على مستوى الحقل اكثر منها على مستوى المنطقة او البلد ويمكن تحقيق منع العوامل الممرضـــة من خلال منع عملية نقلها والتي يمكن تحقيقها من خلال ما يأتي:

أ-) **الادوات الزراعية:**- تلعب الادوات الزراعية كالساحبات وادوات الحراثة والتسوية والفؤوس وادوات التقليم دورا مهما في نقل مسببات الامراض من الحقول المصابة الى السليمة حيث لوحظ ان جميع مسببات الامراض الموجودة في التربة والديدان الثعبانية تتمكن من الانتقال بواســـطة التربة الموجودة على الادوات الزراعية، لذلك فان منع انتقال المسبب المرضي يتطلب نظافة هذه الادوات قبل نقلها للعمل من حقل لأخر، كذلك ينبغي تعقيم ادوات التقليم قبل استخدامها خوفا من انتقال العديد من المسببات المرضـــية وخاصـــة البكتيرية، كما هو الحال في مرض اللفحة النارية على الكمثري الذي تسببه البكتريا *Erwinia amylovora* والذي ينتقل بواسطة ادوات التقليم.

ب-) **التربة:**- عادة ما تكون التربة ملوثة بجميع انواع الآفات التي تعيش في التربة ومنها المسببات المرضية والديدان الثعبانية وان التوصية المعهودة في هذا المجال لمكافحة الديدان الثعبانية هو عدم نقل التربة من حقل لأخر، وقد وجد فعلا ان سبب انتشـار نيماتودا البنجر السكري المتكيسة هو اعادة التربة المتساقطة أثناء عملية تنظيف رؤوس البنجر السـكري قبل عملية التصـنيع الى الحقول وان انتشـار هذه الديدان كان بسـبب إعادة التربة الى حقول لم تكن مصـابة من قبل بهذا النوع من الديدان الثعبانية.

ت-) **الاسمدة العضوية:**- إن الأسمدة العضوية البلدية تكون في الغالب مصدرا للعديد من المسـببات المرضـية، لذلك لابد من معاملة هذه الاسـمدة بالحرارة قبل استخدامها في الحقل.

ث-) **زراعة البذور والتقاوي المصدقة:**-من الضروري زراعة البذور والتقاوي الخالية من المسـببات المرضـية وعدم اسـتخدام المزارعين البذور الخاصـة بهم، حيث تعد البذور مصدرا مهما لنقل العدوى والامثلة في هذا المجال كثيرة نذكر منها ما يأتي:

- ان العديد من مســـببات الامراض يمكن ان تجتاح حقول او مناطق جديدة عن طريق زراعة بذور ملوثة او شتلات او اصول مريضة منها مثلا امراض التفحم المغطى او الســـائب وكذلك مرض موزائيك الخس حيث ينتقل هذا الفايروس عن طريق البذور، لذلك فان منع انتشـار هذه المسـببات المرضـية يتطلب استخدام بذور وشتلات واصول مصدقة خالية من المسببات المرضية المختلفة.
- الديدان الثعبانية تعد هي الاخرى من ملوثات البذور والاصول المستخدمة في الزراعة كما هو الحال بالنســـبة لنيماتودا ثآليل الحنطة *Anguina tritici* التي تنتقل مع الحبوب المصـــابة الى حقول ومناطق جديدة كذلك تعد العديد من انواع الديدان الثعبانية مشـكلة كبيرة للأبصـال والكورمات والدرنات وعليه فان تجاوز هذه المشكلة يتطلب استخدام البذور والاصول المصدقة.

ان من الاسـباب المحددة لعمليات منع الآفات عن طريق اسـتخدام البذور والأصـول المصدقة هو ارتفاع اثمانها بالمقارنة مع التقاوي غير المصدقة فضـلا عن قلة الوعي لدى المزارعين حول اهمية استخدام التقاوي المصدقة.

2-) ازالة المسبب المرضي Pathogen Removal:- لقد ذكرنا ان النظافة يمكن ان تستخدم لمنع المسبب المرضي من الانتقال والدخول الى حقول او مناطق جديدة، كذلك فان النظافة تهدف الى ازالة العوامل الممرضة عن طريق ازالة متبقيات النباتات او المحاصيل المصابة، حيث ان هذه العملية تقلل من احتمالية زيادة كثافة المسببات المرضـية ولكي تكون عملية الازالة فعالة ومؤثرة لا بد من معرفة تاريخ حياة المسـبب المرضـــي بشـكل جيد ومن الامثلة على دور النظافة في ازالة المسـبب المرضـــي ما يأتي:

أ-) ان الفطر المسبب لمرض جرب التفاح يقضـي فترة الشتاء في الاوراق المتساقطة على الارض وفي الربيع يبدأ الفطر بتكوين سبورات تبدأ بإصابة اوراق التفاح الحديثة ومن ثم اصـــابة الثمار النامية، لذلك فان أحد وســـائل مكافحة هذا المرض هو ازالة اوراق التفاح المصـــابة من الاعلى بجمعها وحرقها او دفنها او اضـــافة الســـماد

النايتروجيني لتشجيع تحلل هذه الاوراق. كذلك فان احدى وسائل مكافحة مرض عفن الخوخ البني يتمثل بجمع ثمار الخوخ المتبقية على اشجار الخوخ خلال فترة الشتاء والتخلص منها لأنها تشكل مصدرا مهما لتجديد الاصابة في الموسم التالي. كذلك فان الاجزاء المصابة بالتقليم كما هو الحال في بساتين الكمثرى المصابة بمرض اللفحة النارية واشجار التفاح المصابة بهذين المرضين في الموسم التالي.

ب-) في بعض الحالات تعد الاجزاء النباتية المصابة بالديدان الثعبانية مصدرا للإصابة لذلك فان تدمير هذه الاجزاء يعد وسيلة جيدة لمكافحة هذه الديدان ومثال ذلك ان اشجار جوز الهند المصابة بمرض الحلقة الحمراء المتسببة عن الديدان الثعبانية يتم قطعها وحرقها لقتل جميع السوس او الخنافس الناقلة لهذه الديدان ومهاجمتها للأشجار السليمة.

ثانياً) اقصاء العائل مؤقتاً عن الحقل Temporal Host Eimination from Field:- ان عدم وجود العائل لفترة محددة بين فترات الزراعة سيخفض من قدرة الممرضات النباتية على الانتقال من المحصول السابق الى المحصول اللاحق ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يأتي:

1-) فترات عدم وجود المحصول العائل في الحقل:- ان فترات غياب المحصول العائل في الحقل يجب ان يتوافق ايضا مع عدم وجود العوامل البديلة للمسبب المرضي في الحقل او في المنطقة، وعليه فان هذه الطريقة تكون مقالة في المناطق الزراعية ذات الظروف المناخية التي تسمح بنمو المحصول العائل باستمرار وذلك لان التداخل في اوقات زراعة المحصول يسمح للمسبب المرضي بالانتقال في المحصول بالتعاقب وعليه فان هذه الطريقة تكون فعالة فقط في المناطق التي لا تسمح ظروفها المناخية بزراعة المحصول العائل باستمرار، ولعل من الامثلة الجيدة في هذا المجال ما يأتي:

أ-) هذه الطريقة تعد فعالة في السيطرة على بعض مسببات الامراض المستعصية مثل البكتريا والفايتوبلازما والفايروسات التي تنقلها مفصليات الارجل ومن الامثلة الناجحة في هذا المجال وجد ان التوقف عن زراعة الخس خلال شهر كانون الاول

في وادي ساليناس Salinas في ولاية كاليفورنيا ساعد كثيرا في السيطرة على مرض موزائيك الخس Lettuce Mosaic حيث يزرع الخس بشكل مستمر في هذا الوادي لتوفر الظروف المناخية لزراعته وان توقف زراعته في شـــهر كانون الاول يحد من عدد النباتات المصابة بهذا الفايروس.

ب-) ان فترة عدم وجود العائل قد تكون حرجة عند اســـتخدامها لمكافحة الديدان الثعبانية وذلك لحاجة الاخيرة الى فترة طويلة قد تصـل الى ســت ســنوات لكي يبدأ تأثيرها بالظهور في خفض اعداد الديدان الثعبانية في الحقل.

2-) مكافحة العوائل البديلة Controlling Alternative Hosts:- ان عملية مكافحة العوائل البديلة عند غياب العائل الرئيس للمرض تؤدي الى الحد من اعداده التي ســـتتمكن من عبور الشـــتاء مما يحد من معدل زيادة اعداده، هذه الطريقة تعد وسـيلة مهمة لخفض اعداد مسـببات الامراض. ان الغطاء النباتي الذي يعمل كعائل بديل يمكن ان يكون ضـــمن الحقل او خارجه، ومن الامثلة الناجحة في مجال ازالة العوائل البديلة في مكافحة الآفات ما يأتي:

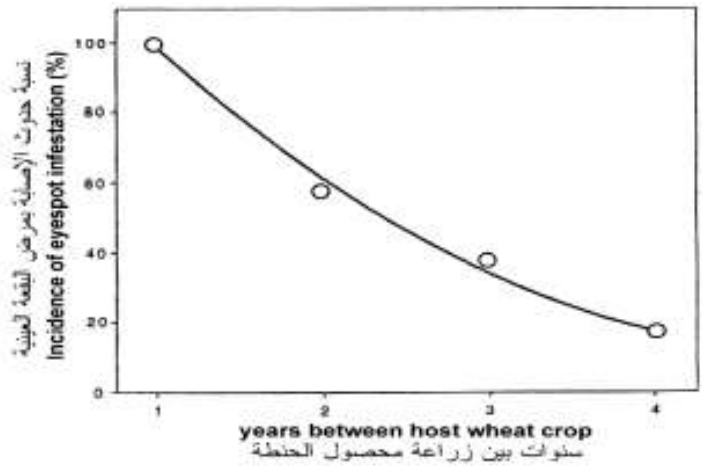
أ-) ان العديد من مسببات امراض النبات لها مدى عائلي واسع وعليه فأنها قد توجد في العديد من العوائل البديلة عند عدم وجود المحصـــول الرئيس ومنها فايروس موزائيك الخس وفايروس اصـفرار البنجر السـكري وان مكافحة العوائل البديلة لهذين الفايروسـين يؤدي الى خفض مصـدر العدوى بهما خاصـة وانهما ينتقلان بواسـطة الحشرات. كذلك فان بعض مسببات الامراض ومنها الفطريات المسببة لأمراض صدأ الحبوب تحتاج الى عائل بديل او ثانوي اجباري وان مكافحة هذه العوائل تعد خطوة اساسية في مكافحة هذه الفطريات.

ب-) ان مكافحة الادغال التابعة للعائلة الباذنجانية في حقول الطماطة المصـــابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyn* spp تعد من الممارسـات المهمة في السـيطرة على هذه الآفة.

3-) الـدورات الزراعيـة Rotations:- الـدورة الزراعيـة هي عمليـة زراعـة عـدة محاصـيل مختلفة بالتعاقب بدلا من زراعة نفس المحصـول بشـكل متكرر وذلك لان

معظم مسببات الامراض تهاجم عدد محدود من العوائل النباتية وتغيير نوع المحصول سيؤدي الى تغيير نوع المسبب المرضي المرتبط بالمحصول. ان الدورة الزراعية تضمن ان المسببات المرضية المسببة لمشكله معينة في المحصول لن تتمكن من زيادة اعدادها سنة بعد اخرى، خاصة تلك التي تقضي فترة الشتاء في التربة كالمسببات المرضية والديدان الثعبانية، ان الدورة الزراعية قد لا تكون ناجحة مع المسببات متعددة العوائل الغذائية ولكنها تكون ناجحة مع الممرضات قليلة العوائل، ومن الامثلة الناجحة عن استخدام الدورات الزراعية ما يأتي:

أ-) انخفاض نسبة الاصابة بمرض البقعة العينية في الحنطة المتسبب عن الفطر *Pseudocercosporella herpotrichodes* مع استمرار اعتماد الدورة الزراعية وزيادة عدد سنوات الدورة الزراعية التي يغيب فيها زراعة الحنطة (الشكل 2-1) وقد ينطبق هذا الشكل على معظم مسببات الامراض التي تنشأ من التربة، الا ان الدورة الزراعية قد لا تكون فعالة مع مسببات الامراض ذات التطفل الاختياري والتي تتمكن من العيش كمترممات. كذلك فان محاولة خفض الاصابة بفطر جذور البلوط Oakroot عن طريق عدم زراعة اشجار البلوط لعدة سنوات تعد طريقة غير فعالة وذلك لان الفطر يتمكن من العيش في جذور الاشجار الميتة لعدة سنوات.



الشكل (2-1): انخفاض نسبة الإصابة بمرض البقعة العينية على الحنطة كلما ازدادت سنوات الدورة الزراعية باستخدام محاصيل غير حساسة للمرض

ب-) تعمل الدورات الزراعية التي يستبعد فيها العائل المناسب لبعض الادغال المتطفلة على خفض أعدادها، مثال ذلك عدم زراعة الطماطة يخفض إصابتها بالهالوك *Orobanche* spp.

ت-) يعد استخدام الدورة الزراعية الخالية من العائل المناسب للديدان الثعبانية أحد التوصيات المهمة لمكافحة معظم انواع الديدان الثعبانية التي تهاجم المحاصيل المختلفة، مثال ذلك استخدام الدورة الزراعية لمكافحة نيماتودا البنجر السكري المتحوصلة حيث يفضل زراعة البنجر السكري في المناطق المصابة كل 3-4 سنوات لمرة واحدة حسب مستوى الاصابة الموجودة في الحقل.

4-) **تبوير الارض Fallow:-** تهدف عملية تبوير الارض الزراعية أي تركها بدون زراعة الى استيعاد العائل او العوائل المناسبة للمسبب المرضي مما يؤدي الى كسر دورة نموه ومنع زيادة اعداده في الحقل ومن الامثلة الناجحة في هذا المجال هو خفض اعداد انواع الديدان الثعبانية التي لا تستطيع البقاء لفترة طويلة دون غذاء.

ثالثاً) مواعيد الزراعة Planting Dates:- ان الاساس الذي تقوم عليه هذه الطريقة هو زراعة النبات او المحصول في الوقت المناسب لإنباته ونموه وغير مناسب لنمو وتطور المسبب المرضي وعلى هذا الاساس يمكن تقديم او تأخير مواعيد زراعة المحاصيل لتحقيق افضل مكافحة. ان تغيير مواعيد الزراعة يعتمد بشكل كبير على الظروف المناخية السائدة في المنطقة ونوع المحاصيل وطبيعة الآفة. ومن الامثلة الناجحة في هذا المجال ما يأتي:

أ-) في استراليا وجد ان تأخير زراعة الجزر لغاية انتهاء فترة نشاط الحشرات الناقلة الربيعية لمرض Motley dwarf virus يجنب الجزر الاصابة بهذا الفايروس.

ب-) في يوغسلافيا وجد ان زراعة الذرة في شهر ايار يجنب الذرة الاصابة بعفن الساق وذلك لان هذا الموعد يجنب النبات فترة الجفاف ودرجة الحرارة المرتفعة عندما يكون المحصول حساسا للإصابة بهذا المرض.

ث-) في اليونان وجد ان زراعة التبغ في شهر كانون الثاني او بعده يؤدي الى اختزال فترة تعرض التبغ للإصابة بمرض البياض الزغبي.

2-) تعد الديدان الثعبانية من الآفات ذوات الدم البارد وعليه فان نشـــاطها ينخفض عندما تكون درجة حرارة التربة منخفضـــة وعليه فان زراعة المحاصـــيل الحســـاســـة للديدان الثعبانية عندما تكون درجة الحرارة منخفضـــة يجنبها الاصـــابة بهذه الديدان. مثال ذلك وجد ان زراعة البنجر الســـكري في اوائل الربيع عندما تكون درجة حرارة التربة منخفضـة يسـمح لنبات البنجر بالنمو دون تعرضـه للإصـابة بالديدان الثعبانية حينما يكون في مرحلة البادرة ولا يصـاب بهذه الديدان الا بعد ان يكون النبات قد نما بشـكل جيد وفي الاجواء المعتدلة وجد انه يمكن زراعة محصـول البنجر السـكري في الخريف وهذا الموعد يمكنه من تجنب معظم الضـــرر الناتج عن الاصـــابة بنيماتودا البنجر السكري المتحوصلة. كذلك وجد ان زراعة الجزر في اواخر الخريف في جنوب كاليفورنيا ادى الى خفض اصـابة الجزر بنيماتودا العقد الجذرية. بالرغم من ان تغيير موعد الزراعة قد ساهم الى حد كبير في حماية العديد من المحاصيل من الاصابة الا ان هناك بعض المعوقات في مجال استخدام هذه الطريقة في المكافحة هي:

1-) ان تغيير موعد الزراعة قد يؤدي الى انتاج المحصـول في اوقات تكون اسـعار المحصول فيه منخفضة.

2-) ان تغيير موعد الزراعة للسماح للمحصول للهرب من الاصابة من آفة معينة قد يعرضه للإصابة بآفات اخرى.

3-) ان عدم توافق وجود المحصـول في الحقل مع الافة المتخصـصـة لأصـابته قد يؤدي مع مرور الوقت الى ظهور سلالات جديدة تتمكن من مهاجمة المحصول في مواعيد زراعته الجديدة.

رابعاً) طريقة الزراعة Plnting Method:- ان لطريقة الزراعة ودقة تنفيذ عملياتها تأثير بدرجات متباينة في السيطرة على الآفات، ومن اهم الوسائل المستخدمة في هذا المجال ما يأتي:

1-) كثافة النباتات او مسـافات الزراعة Plant Density Spacing:- اظهرت العديد من الدراسات ان زيادة كثافة المحصـول يزيد من قدرة المحصـول على منافسـة

الادغال، كذلك فأنها قد تؤدي الى خسارة بعض النباتات، كما وجد ان انخفاض كثافة المحصول او النباتات تقلل من انتشار الحشرات والامراض والديدان الثعبانية، الا ان زيادة الكثافة النباتية تؤدي الى تعويض الخسارة الناتجة عن الامراض.

2-) الانبات المسبق او التحفيز Pregerminating The Crop:- ويتم ذلك من خلال استخدام اية وسيلة تسمح للنبات بالإنبات وتثبيت نفسه في التربة سريعا وذلك لاختزال الوقت الذي يمكن للبادرات ان تتعرض فيه لمسببات الامراض وذلك لحساسية هذا الطور للإصابة، حيث ان الثبات السريع للنبات يقلل من مشاكل الاصابة بأمراض النبات ومن الوسائل المستخدمة في تسريع الانبات ما يأتي:

أ-) الزراعة المائية: حيث تضمن هذه الزراعة نمو البذور والبادرات في بيئة غذائية مائية ثم تنقل هذه البادرات لزراعتها في الحقل في الوقت المناسب كما هو الحال في زراعة الرز.

ب-) نقع البذور: ان عملية نقع البذور تؤدي الى التسريع من عملية انبات البذور بعد زراعتها وهي عملية تحفيز للإنبات، هذه العملية تستخدم عادة مع المحاصيل التي تحتاج بذورها لفترة طويلة نسبيا للإنبات كبذور الجزر والفلفل والبقدونس.

ان محددات استخدام الانبات المسبق او التحفيز هو صعوبة التعامل مع البذور النباتية حيث انها قد تتعرض لأضرار فسيولوجية كبيرة اثناء عملية تداولها وهي طريقة مكلفة بالمقارنة بالطريقة التقليدية لزراعة البذور، حاليا تم استخدام ما يعرف بالتبذير الهلامي Gel seeding أي إنبات البذور في مادة هلامية للتقليل من الضرر الذي يمكن ان تسببه عملية تداول البذور المحفزة او النابتة.

3-) الشتل Transplanting:- تسعى عملية الشتل الى زراعة النباتات في الحقل بأحجام وأعمار كافية لتحمل الاصابة بالمرض وبذلك تهدف عملية الشتل الى تجنب العديد من المشاكل المرتبطة بالبادرات كالأمراض. فضلا عن الفوائد الاخرى المتوخاة من عملية الشتل والمتمثلة في انتاج نباتات متماثلة النمو وخفض كمية البذور عن الكمية المستخدمة في الزراعة المباشرة في الحقل خاصة في حالة المحاصيل ذات

البذور غالية الثمن كالطماطة واللهانة والقرنبيط فضلا عن الانتاج المبكر للمحصول والاستفادة من القيمة المرتفعة له في بداية الموسم. ان عملية الشتل لها العديد من الجوانب الايجابية والسلبية أحيانا ففي حالة مسببات الامراض والديدان الثعبانية وجد ان زراعة الشتلات في مرحلة النمو غير الحساسة للإصابة بالأمراض يساعد كثيرا في التخلص من مسببات الامراض المرتبطة بالبذور النابتة ومرحلة البادرات كفطريات سقوط البادرات Damping off. كذلك فان عملية نقل الشتلات وزراعتها قد تكون سببا في اصابتها ببعض الامراض الفايروسية التي تنتقل ميكانيكيا كما هو الحال بالنسبة لمحصول التبغ. كما ن عملية نقل الشتلات قد تلحق ضررا وجروحا بالجذور مما يسهل دخول العديد من المسببات المرضية مثال ذلك البكتريا المسببة لمرض التعقد التاجي Crown gall في اشجار الفاكهة. ان عملية الشتل تؤخر من الاصابة بالديدان الثعبانية وبشكل عام يمكن القول انه كلما كانت الشتلات كبيرة فأنها تتمكن من تحمل الإصابة بالديدان الثعبانية. بالرغم من الفوائد العديدة لعملية استخدام الشتلات في الزراعة الا ان تكاليف عملية زراعة البذور ونقل الشتلات وزراعتها ثانية قد تفوق كثيرا تكاليف عملية زراعة البذور مباشرة في الحقل وعليه فان هذه الطريقة يمكن ان تستخدم مع المحاصيل ذات المردود الاقتصادي العالي او عندما تكون اليد العاملة رخيصة. كذلك فان طريقة الشتل قد لا تنجح مع بعض المحاصيل الجذرية مثل الجزر والبنجر السكري.

4-) عمق الزراعة Deep Planting:- وجد ان زراعة البذور والتقاوي على اعماق مناسبة يساعد كثيرا في سرعة الانبات وظهور البادرات وثباتها الجيد في التربة بينما الزراعة العميقة قد تؤدي في احيان كثيرة الى فشل نسبة كبيرة من الظهور فوق سطح التربة واصابتها بفطريات العفن.

خامساً) الخدمة الجيدة للمحصول Crop Good Hushandry:- ان الخدمة الجيدة للمحصول تؤدي بالنتيجة الى انتاج نباتات صحيحة وقوية تتمكن من تحمل الاصابة بالأمراض ومقاومتها، ويمكن تحقيق الخدمة الجيدة للمحصول من خلال ما يأتي:

1-) الري Irrigation:- وتشـمل تحديد نوع الري ومواعيد الري ومسـتوياته لكل محصـول لما يلعبه الري من دور مهم في حياة النبات والكائنات المرتبطة به ومنها مسببات الامراض وكما يأتي:

أ-) بالنسـبة لمسـببات الامراض وجد ان التربة الرطبة تؤدي الى زيادة الاصـابة بالأمراض خاصة الامراض التي يكون مصدرها التربة Soil-borne Phathogens حيث تمتلك طور متحرك في دورة حياتها مثال ذلك وجود Zoospores في فطريات الجنس *Phytophthora* والذي يحتاج الى الماء الحر لكي يسبح ويصل الى العائل. لـذلـك فـان خفض رطوبـة التربـة يقلـل من اصـابـة الجـذور بفطريـات الجنس *Phytophthora*.

ب-) ان الرطوبة العالية في التربة تؤدي الى موت العديد من انواع الديدان الثعبانية التي تهاجم المحاصيل لذلك فان عملية غمر التربة تعد أحد وسائل المكافحة الفيزيائية في السيطرة على الديدان الثعبانية.

2-) التسـميد Fertilization:- تشـكل خصـوبة التربة أحد العوامل المؤثرة في الحالة الغذائية للمحصـول والتي تحدد بدورها درجة حسـاسـية المحصـول للإصـابة بالأمراض وتتفق اغلب الدراسـات على ان التسـميد المثالي او المناسـب للمحصـول يمكنه من التغلب على الاصابة المرضية وان انخفاض مستوى التسميد او الافراط فيه يؤدي الى زيادة الاصـابة بالأمراض ومن الامثلة الكثيرة حول دور التسـميد في مجال السيطرة على الآفات ما يأتي:

1-) بالنسـبة لمسـببات الامراض وجد ان زيادة التسـميد الناتروجيني تؤدي الى زيادة النمو الخضـري العصـاري والذي يزيد من حسـاسـية المحصـول للإصـابة بمسـببات الامراض مثال ذلك وجد ان اسـتخدام السـماد الناتروجيني في الربيع ادى الى زيادة انتاجية الحقل من الحبوب من دون ان يرافق ذلك حدوث أي تغير في الاصـابة بمرض البقعة العينية Eyespot disease ولكن التسـميد الناتروجيني في الخريف ادى الى حدوث زيادة في نسـبة الاصـابة بمرض البقعة العينية وانخفاض واضـح في انتاجية الحقل من القمح. وعليه فان تأثير السـماد الناتروجيني لا يرتبط فقط بكمية السماد وانما بمواعيد اضافته للتربة.

2-) ان التسميد المتوازن للمحاصيل المختلفة يمنع ظهور اعراض نقص العناصر على المحاصيل، كما يقلل من حالات احتراق وتسمم المحاصيل المختلفة.

سادساً) حالة التربة Soil Condition:- ان لحالة التربة من حيث تسويتها وصلابتها ونظام الصرف المائي فيها ودرجة الـ PH دور مهم في عملية مكافحة مسببات الامراض حيث ان وجود نظام صرف جيد لمياه الري يمنع تجمع المياه في الأماكن المنخفضة وارتفاع نسبة الرطوبة فيها، كما تلعب درجة PH التربة دوراً في هذا المجال ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي :-

1-) ان تغير درجة حامضية او قاعدية التربة يؤثر في درجة ملاءمة التربة للكائنات الدقيقة، مثال ذلك الفطر المسبب لمرض الجذر الصولجاني في اللهانة والقرنبيط الذي يهاجم هذه المحاصيل فقط عندما تكون قيمة PH التربة اقل من 7 وان رفع هذه الدرجة الى أكثر من 7 بإضافة الجير يعطي مكافحة جيدة لهذا المرض. كذلك فان مكافحة مرض جرب البطاطا Potato scab المتسبب عن نوع من البكتريا التابعة للجنس *Streptomyces* spp يتطلب زيادة حموضة التربة عن طريق خفض قيمة الـ PH الى اقل من 5.3 وذلك بإضافة الأسمدة الحامضية مثل السماد النايتروجيني.

2-) منذ بدايات عام 1900 وديدان العقد الجذرية تعد مشكلة رئيسة على الاناناس في جزر هاواي ومع بدء استخدام سماد سلفات الامونيوم في حقول الاناناس، اصبحت التربة حامضية ومع بداية عام 1960 اصبحت النيماتودا الكلوية الشكل Reniform nematode هي المشكلة الاساسية في حقول الاناناس لأن الاخيرة تفضل التربة الحامضية. كذلك فان درجة PH التربة يمكن ان تؤثر في نشاط الكائنات الدقيقة وبالتالي تؤثر على مستوى المكافحة الحيوية للديدان الثعبانية في التربة.

سابعاً) المحاصيل المصيدة كمنبهات للإنبات Trap Crops As Germination Stimulants:- تطلق العديد من المحاصيل او النباتات

المســـتخدمة كمصـــائد نباتية بعض المواد الكيميائية التي تعمل كمحفز للكائنات المتطفلة على جذور النباتات وتعد عملية استخدام المحاصيل المصيدة مهمة ومفيدة في مجال مكافحة الادغال خاصـــة في حالة الادغال المتطفلة مثل الدغل *Striga* spp والهالوك *Orobanche* spp حيث ان بذور هذه الادغال تحتاج الى منبه كيميائي لكي تبدأ بذورها بالإنبات، لذلك فان زراعة بعض النباتات التي تتمكن من اطلاق هذه المركبات هي ليســـت بعائل لها، تؤدي الى التقليل من خزين بذور هذه الادغال الموجودة في التربة، مثال ذلك وجد ان زراعة اللوبيا او القطن تعمل على تنبيه عملية انبات بعض انواع الـ *Striga* spp، كما ان نبات الذرة البيضاء والشعير يطلقان مواد تنبه انبات بذور نبات الهالوك *Orobanche crenata* وفي كلا الحالتين فان هذه المحاصيل ليست عوائل لهذه الادغال المتطفلة.

ثامنـــاً) تغيير مواعيد الحصاد والجني Modifying Harvesting α Picking Schedules:- تؤدي عملية تغيير مواعيد الحصـــاد والجني بالتبكير يمكن ان يتم بالزراعة المبكرة او باســتخدام اصــناف مبكرة النضــج او عن طريق الانهاء المبكر للمحصـــول باســـتخدام بعض المركبات الكيميائية لإســـقاط الاوراق حيث أظهرت الدراسات انه يمكن خفض شدة الاصابة بالعديد من الامراض مثل مرض تفحم الذرة والعفن الاسود وعفن ثمار الطماطة عن طريق الحصاد والجني المبكر والعكس يمكن ان يحدث عند التأخير في ذلك.

الطرائق الفيزيائية والميكانيكية

ان استخدام الطرائق الفيزيائية في مكافحة مسببات الامراض يعتمد على استخدام هذه الطرائق في تحوير البيئة لكي تصـــبح غير مناســـبة لنمو وتطور المرض وذلك من خلال الضـــغط الذي تســـلطه هذه الطرائق التي تعمل من خلال تحوير بيئة النبات العائل لتعجله أكثر قدرة في تحمل او مقاومة الاصـــابة بالآفات، كما تمتاز الطرائق الفيزيائية بعدم سميتها وتلويثها لعناصر البيئة بالرغم من انها في الغالب لا تميز بين الآفات المســـتهدفة والكائنات غير المســـتهدفة. ان كفاءة الطرائق الفيزيائية المتمثلة

بسرعة تأثيرها والتي تشبه الى حد كبير طريقة تأثير الطرائق الكيميائية المستخدمة في المكافحة دفع العاملين في مجال المكافحة الى محاولة تطوير هذه الطرائق من خلال استخدام التقنيات المتاحة فضلا عن محاولة خفض تكاليف هذه الوسائل من اجل ان تكون متاحة وقابلة للتطبيق في عمليات المكافحة.

أولا) الحرارة Temperature:- ان استخدام درجات الحرارة المتطرفة ارتفاعا او انخفاضا اصبحت اليوم من الطرائق المعتمدة في تحوير بيئة الممرض لكي تصبح غير مناسبة لنموها وتطورها وذلك لما تلعبه درجات الحرارة من دور في نمو وتطور جميع الكائنات الحية ومنها الممرضات ومن ابرز الامثلة في استخدام الحرارة ما يأتي:

1-) التشميس Solarization:- وتسمى ايضا تعقيم التربة Soil Pasteurization وذلك لأنها تعمل على رفع درجة حرارة التربة عن طريق استخدام الطاقة الشمسية. حيث تستخدم طريقة التشميس حاليا لمكافحة المسببات المرضية وبذور الادغال والديدان الثعبانية في المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية وذلك لارتفاع تكاليفها كما انها تكون ناجحة في المناطق المشمسة والحارة وتتم عملية التشميس بتغطية التربة الرطبة بطبقة من البولي اثيلين Polyethylene الشفافة لمدة 6-8 أسابيع حيث ترتفع درجة حرارة التربة الموجودة تحت غطاء البولي اثيلين الى الحد الذي يؤدي الى موت المسببات المرضية والديدان الثعبانية، حيث تصل درجة الحرارة الى 50-60مْ في الطبقة العليا من التربة وهي كافية لقتل معظم الآفات الموجودة في التربة، الا ان من الامور المحددة لاستخدام هذه الطريقة هو انها لا تستطيع رفع درجة حرارة التربة العميقة وبذلك فأنها لا تستطيع القضاء على الديدان الثعبانية التي توجد في الطبقات العميقة من التربة لذلك فان كفاءة هذه الطريقة تكون محدودة في المكافحة، كذلك فان هناك بعض انواع الآفات المتحملة لدرجات الحرارة المرتفعة والتي لا يمكن مكافحتها باستخدام التشميس فضلا عن الكلفة العالية لهذه الطريقة المتمثلة بقيمة اغطية البولي اثيلين وما تتركه هذه العملية من مخلفات البولي اثيلين التي ينبغي ازالتها من الحقول.

2-) الحرق Burning:- وتستخدم هذه الطريقة في حرق بقايا النباتات الجافة وخاصة بقايا النباتات المصابة، وهي طريقة ناجحة في مكافحة الادغال التي تعد عوائل ثانوية للعديد من المسببات المرضية، وبالرغم من فاعلية عملية الحرق في المكافحة الا انها من الطرائق الملوثة للهواء.

3-) بخار الماء الحار Steam:- استخدم بخار الماء بنجاح في تعقيم ترب البيوت الزجاجية والبلاستيكية للتخلص من الممرضات المختلفة التي تعيش في التربة وذلك بتغطيتها بطبقة من البولي اثيلين وحقن بخار الماء أسفل منها حيث يعمل بخار الماء على رفع درجة حرارة التربة الى الحد الذي يؤدي الى موتها، في السنوات الأخيرة جرت محاولات لاستخدام بخار الماء في مكافحة الديدان الثعبانية الا انها باءت بالفشل وذلك لصعوبة رفع درجة حرارة تربة مساحة كبيرة من الأرض لما تحتاجه هذه العملية من طاقة وكلفة عالية. كما أمكن استخدام مكائن توليد البخار تحت ضغط والمستخدمة في عمليات غسيل السيارات والمعدات الثقيلة في غسل معامل الصناعات الغذائية ومخازن المواد الغذائية والحبوب للتخلص من الفطريات التي تهاجم هذه الأماكن حيث يعمل بخار الماء وقوة دفعه على قتل هذه الآفات وإزالتها وتنظيف المخازن والمعامل منها بشكل جيد وأمين.

4-) الماء الساخن Warm Water:- استخدم الماء الساخن او الفاتر كوسيلة علاجية للعديد من العقل والابصال والكورمات المصابة بالفايروسات والديدان الثعبانية بتغطيسها بالماء الحار لفترة محددة وهي طريقة مهمة بالنسبة للنباتات التي تتكاثر خضريا حيث لا تتوفر وسائل فعالة للتخلص من الفايروسات والديدان الثعبانية التي تهاجم هذه الاجزاء التكاثرية. الا ان نجاح هذه الطريقة يعتمد على الحفاظ على درجة الحرارة المناسبة التي تعمل على قتل الافة دون التأثير على النسيج النباتي لهذه الاجزاء التكاثرية، خاصة وان الفرق بين درجة الحرارة المميتة للمسببات المرضية وبين الاجزاء النباتية التكاثرية هو فرق او مدى قليل نسبيا. في الوقت الحالي تستخدم هذه الطريقة حاليا في مكافحة العديد من الآفات التي تصيب ابصال النرجس

والتيوليب وسيقان الشليك حيث يتم تغطيسها في الماء الحار عند درجة حرارة 46مْ لمدة 10 دقائق للتخلص من الديدان الثعبانية على هذه الابصال والسيقان كما استخدمت هذه الطريقة بنجاح في مكافحة بعض فايروسات القصب السكري الذي يتكاثر بالعقل حيث يتم غطس الاخيرة بالماء الساخن لفترة محدودة تكون كافية للقضاء على الفايروس الموجود في العقل من دون التأثير في حيوية العقل.

5- الوقاية الحرارية Protection By Heating:- اذا كنا في الفقرات السابقة قد تكلمنا عن استخدام درجات الحرارة المرتفعة لتغيير بيئة الآفة لتصبح غير ملائمة لنموها وتطورها، فانه يمكن استخدام الحرارة لوقاية المحاصيل المختلفة من ظروف الانجماد ودرجات الحرارة المنخفضة وما تسببه من اعراض مرضية فسيولوجية مختلفة، مثال ذلك استخدام المدافئ النفطية في بساتين الحمضيات في كاليفورنيا لحمايتها من الانجماد ودرجات الحرارة المنخفضة خلال موسم الشتاء، كذلك يعمل مزارعي الطماطة المغطاة في العراق على إحراق الأخشاب وإطارات السيارات في الليالي الباردة من الشتاء لحمايتها من الانجماد. مما سبق يتبين انه بالرغم من وجود طرائق عديدة لاستخدام درجات الحرارة المرتفعة في مكافحة الآفات الا ان هناك بعض المعوقات او الصعوبات التي تحد من استخدامها في المكافحة ومن اهم هذه المعوقات:

أ-) الحاجة الى مصدر للطاقة يولد الحرارة الكافية لعملية المكافحة.

ب-) مكلفة بالمقارنة بالطرائق الاخرى من المكافحة.

ت-) ان استخدام طريقة الحرق يؤدي الى تلوث الهواء.

ثانياً) البرودة او الحرارة المنخفضة Cold or Low Temperature:- كما ان للحرارة العالية تأثيرها الفاعل في مكافحة الممرضات، فان لدرجات الحرارة المنخفضة او البرودة دورها المؤثر كأحد العوامل الفيزيائية التي يمكن استخدامها في مكافحة الممرضات، حيث تؤدي درجات الحرارة المنخفضة الى موت العديد منها والتي لا تتمكن من تحمل البرودة او درجات الانجماد ومن الأمثلة على ذلك ما يلي:

1-) بالنسبة للمسببات المرضية تعد فطريات لفحة اوراق الذرة الجنوبية وفطريات عفن التبغ الزرقاء من الفطريات الحساسة للبرودة والانجماد.

2-) تعد نيماتودا تعقد الجذور والنيماتودا الكمثرية ونيماتودا الحمضيات من اهم انواع الديدان الثعبانية الحساسة لدرجات الحرارة الباردة لذلك فان مثل هذه الآفات تدخل في حالة سكون لتجنب درجات الحرارة المنخفضة كنوع من التكيف لمجابهة درجات الحرارة المنخفضة.

ان استخدام التجميد او درجات الحرارة المنخفضة في مكافحة الممرضات يتم عادة من خلال حماية المنتجات الزراعية بعد الحصاد او الجني، مثال ذلك وجد ان الحبوب المخزونة في الصوامع والسايلوات تعمل على توليد حرارة تشجع نمو وتطور فطريات العفن التي تصيب الحبوب لذلك يتم في هذه الحالة تقليب وتحريك الحبوب على احزمة ناقلة لكي يتم خفض درجة حرارة الحبوب، كذلك فان تبريد الفواكه والثمار الى قرب درجة التجميد يعد من الاجراءات الروتينية المعتمدة لإطالة عمر الفاكهة ومنعها من التلف.

ثالثاً) الري Irrigation:- ان التحكم بعمليات الري في النظام البيئي الزراعي يمكن ان تؤدي الى تحقيق نمو جيد للمحاصيل تساعد في تحمل الإصابة بالممرضات، كما ان التحكم بكمية مياه الري ووقت الري وطريقة الري يمكن ان تساعد بطريقة مباشرة او غير مباشرة في درجة انتشار الممرض ومقدار الضرر الذي يمكن ان يحدثه في الحاصل، وفيما يلي عرض لتأثير هذه العوامل في عمليات المكافحة:

1-) كمية مياه الري:- ان زيادة مياه الري تؤدي الى ان تصبح التربة غدقة مما يزيد من مشاكل المسببات المرضية الموجودة في التربة مثال ذلك فطريات الـ *Phytophthora* التي تمتلك سبورات متحركة Zoospores تتمكن من الانتشار في التربة الغدقة ومهاجمة النباتات. مما سبق يتبين ان الادارة السيئة لعمليات الري يمكن ان تتسبب في زيادة المشاكل الناتجة عن الامراض.

2-) توقيت عملية الري:- وجد ان استخدام الرش في وقت الظهيرة يزيد من نسبة الاصابة بالأمراض او الفطريات التي تهاجم المجموع الخضري للنبات وذلك لأن الري في هذا الوقت يزيد من فترة توفر الماء الحر على المجموع الخضري مما يشجع سبورات الفطر على الانبات واختراق الانسجة النباتية.

3-) نوع الري:- دراسات عديدة اظهرت ان الري بالرش يزيد من الاصابة بالأمراض البكتيرية ومثالها مرض اللفحة النارية Fire blight على الكمثرى حيث ان قطرات الري بالرش تشبه في عملها ارتطام قطرات المطر على اوراق النبات حيث تعمل هذه القطرات على نشر سبورات البكتريا والفطريات كذلك وجد ان الري بالطريقة التي تؤدي الى بقاء سطح التربة جافا يقلل من نسبة الادغال ويخفض الاصابة بأمراض المجموع الخضري، فمثلا وجد ان الري السيحي بين المروز يساعد على بقاء قمة المرز جافة وهذا يقلل الاصابة بالفطر *Sclerotinia minor* المسبب لمرض سقوط الخس، كذلك فان استخدام الري بالتنقيط يساعد على بقاء سطح التربة جافا مما يقلل احتمالية نمو الادغال وانتشار مسببات امراض المجموع الخضري.

4-) فترات الري او دورات الري:- في الجو الحار والجاف تؤدي زيادة الفترة بين رية واخرى الى زيادة مشكلة الاصابة بالحلم الأخضر كذلك فان تقليل الفترة بين رية واخرى في حقول البطاطا يشجع الاصابة بنيماتودا تبقع الجذور وبفطريات الذبول الفرتسليومي.

رابعاً) الضوء Light:- تستخدم العديد من المواد الطبيعية كالقش والتين وقلف الاشجار والمنتجات الورقية والاعشاب الجافة كأغطية لحماية الثمار من ضربة الشمس خاصة في حالة ثمار الطماطة في المناطق الحارة والمشمسة.

خامساً) الهواء Air:- دراسات عديدة اشارت الى ان السيطرة على مستوى غاز الاثيلين في مخازن حفظ الفاكهة والخضراوات ونباتات الزينة يقلل من النضج السريع لهذه المنتجات وبالتالي فسادها وتلفها.

سادساً) الحراثة:- من المعروف ان الديدان الثعبانية ي كائنات مائية وعليه فان الحراثة تعمل على تقليب التربة وجفافها وكذلك جفاف الاجزاء النباتية المصابة

بالديدان الثعبانية مما يؤدي الى خفض اعدادها في الحقل الا ان هذا يجب ان لا ينسينا ايضا قدرة الديدان الثعبانية على العيش تحت ظروف الجفاف وكذلك الحال مع بيض الديدان الثعبانية وهذا يحد من كفاءة عملية الحراثة في السيطرة على الديدان الثعبانية.

الطرائق الوراثية في مكافحة الممرضات النباتية

ان التطور الذي شهده العقدين الاخيرين من القرن العشرين وما شهده العقد الاول من القرن الحادي والعشرين من تطور في مجال علم الحياة الجزيئي Molecular biology وعلم الكيمياء الحياتية Biochemistry والتطور الحاصل في مجال التقانات الحيوية Biotechnology والهندسة الوراثية Genetic engineering والتي احدثت ثورة هائلة في علم الحياة مكنت الانسان المعاصر من التدخل في التركيب الوراثي للكائنات الحية فينقل اليه ما يرغب من صفات ويحذف منه ما يشاء من الصفات في محاولة لتغيير طبيعة ووظيفة الكائنات التي تحيط به من اجل ان يحقق رفاهيته وان يضمن سيطرته على البيئة التي يعيش فيها من اجل تحقيق سيادته على الارض وذلك من خلال انتاجه للمحاصيل المقاومة للآفات وتطويره لمحاصيل مقاومة لمبيدات الادغال وتدخله في القدرات التكاثرية للآفات بجعلها عقيمة، فضلا عن تحويره للعديد من صفات النباتات والمحاصيل لجعلها اكثر تحملا للملوحة والحرارة والرطوبة وغيرها من العوامل البيئية المؤثرة في انتاجية هذه المحاصيل. لذلك سنسعى الى محاولة تسليط الضوء على التطور الحاصل في مجال استخدام التقنيات الوراثية في مكافحة الممرضات وامكانات تطبيقها من اجل تحقيق رفاهية الانسان.

المحاصيل المقاومة للممرضات والمنتجة بالتربية المندلية التقليدية

Resistant Crops Produced By Mendelian Conventional Breeding

بالرغم من بطء هذه الطريقة ومحدودية امكانية نقل الصفات بين افراد نفس النوع الا ان مربي النبات تمكنوا من انتاج العديد من انواع المحاصيل المقاومة للآفات ومنها:

أولا) اصناف مقاومة لأمراض النبات Varieties Reiststant To Plant Diseases:- في العديد من الحالات يعد استخدام الاصناف المقاومة الوسيلة

الوحيدة للسيطرة على امراض النبات خاصة الامراض الناتجة عن المسببات المرضية التي تعيش في التربة Soil-borne والفايروسات ومن الامثلة على ذلك امراض صدأ الحبوب التي لا ينفع في مكافحتها سوى استخدام الاصناف المقاومة وكذلك مرض الـ Sigatoka الاسود في الموز. وفيما يلي استعراض لبعض الامثلة منها:

1-) الفطريات Fungi

أ-) امراض صدأ الحبوب:- ان السيطرة على امراض الصدأ في الحبوب عن طريق تربية النبات يعد من أقدم الامثلة حول استخدام الاصناف المقاومة وان برامج التربية مستمرة لحد الان وذلك لأن فطريات الصدأ قادرة على انتاج سلالات جديدة قادرة على اصابة الاصناف المقاومة كل 3-5 سنوات.

ب-) امراض الذبول الفيوزاريومي والفرتسليومي:- وتسببه فطريات التربة والتي لا يمكن السيطرة عليها الا باستخدام الاصناف المقاومة وتتوفر حاليا العديد من اصناف القطن والطماطة المقاومة لفطريات الذبول، وكمثال نجد ان صنف الطماطة الذي يحمل المختصر (VFNT) والذي يعني ان هذا الصنف مقاوم للـ V=Verticillium و F=Fusarium ونيماتودا تعقد الجذور =N وموزائيك التبغ T=Tobaco.

ت-) انواع فطريات الجنس *Phytophthora*:- هذه الانواع تسبب العديد من امراض عفن وخياس الجذور Root rot في العديد من المحاصيل وقد ازدادت الامراض التي تسببها هذه الفطريات سوءا في المحاصيل المعمرة كالجت واشجار الفاكهة، الا ان انتاج اصناف مقاومة لهذه الفطريات حدّ من انتشار الامراض التي تسببها هذه الفطريات، كذلك تم انتاج العديد من الاصول الجذرية للعديد من اشجار الفاكهة المقاومة لهذه الفطريات.

2-) الفايروسات Viruses:- ان تربية اصناف مقاومة للفايروسات يخفض من استخدام مبيدات الحشرات للقضاء على الحشرات الناقلة للفايروسات مما يساعد في استخدام الاعداء الحيوية في برنامج المكافحة المتكاملة، ومن الامثلة الناجحة عن الاصناف المقاومة للفايروسات ما يلي:

أ-) المرض Rhizomania:- مرض يصيب البنجر السكري ويسببه فايروس العرق الاصفر المبقع Necrotic Yellow Vein Virus، هذا المرض انتشر بسرعة في مناطق زراعة البنجر وان الفايروس المسبب للمرض يتم نقله بواسطة فطريات التربة وقد تم تطوير اصناف من البنجر السكري المقاومة للفايروس وللناقل وبذلك تم حماية محصول البنجر السكري من الخسائر الكبيرة الذي كان يسببها هذا المرض.

ب-) مرض موزائيك فول الصويا:- هذا المرض يسببه فايروس موزائيك فول الصويا Soybean Mosaic Virus والذي كان من العوامل المحددة لزراعة فول الصويا في بعض مناطق العالم، ان الفايروس المسبب لهذا المرض ينقل بواسطة البذور اضافة الى امكانية نقله من قبل 30 نوع من حشرات المن وقد تم انتاج سلالات من فول الصويا المقاومة للفايروس وبذلك تمت السيطرة على المرض في اماكن انتشاره.

ثانياً) اصناف مقاومة للديدان الثعبانية Varieties Resesistant To Nematodes:- تعد الاصناف المقاومة احد افضل الطرائق التي يمكن استخدامها لمكافحة الديدان الثعبانية وتتوفر اليوم العديد من المحاصيل المقاومة للديدان الثعبانية منها فول الصويا والجت والبرسيم والحنطة والشعير والشوفان والبطاطا والفاصوليا والبزاليا والطماطة والمشمش والحمضيات والعنب والجوز، كما تتوفر العديد من الاصول الجذرية المقاومة للديدان الثعبانية ومن هذه الاصول الجذرية الاصل المسمى Nemaguard rootstoeks للخوخ.

ثالثاً) اصناف مقاومة للنباتات المتطفلة Varieties Resistant To Parasitic Plants:- تمكن مربو النبات من ايجاد العديد من الاصناف المقاومة للنباتات المتطفلة منها :

1-) الهالوك *Orobanche* spp:- تتوفر المقاومة للهالوك في عدد من المحاصيل الزراعية منها الباقلاء والطماطة وبعض المحاصيل الصليبية وزهرة الشمس والبيقة Vetch، ففي الباقلاء اختبر 53 صنفا لمقاومة الهالوك نوع *Orobanche crenata* ووجد ان الصنف Express اكثرها مقاومة وقد تمكن Boorsma (1980) من تحديد جين رئيس واحد يتحكم في المقاومة للهالوك نوع *Orobanche*

aegyptiaca، وفي مصر انتخبت سلالات من صنف الباقلاء جيزة 402 مقاومة للهالوك وفي الطماطة وجد ان الصنف Pzu-11 كان مقاوما للهالوك نوع *Orobanche aegytiaca*، وفي روسيا يزرع اكثر من 60 مليون هكتار من زهرة الشمس المقاوم للهالوك.

2-) الستريكا *Striga* spp:- تتوفر المقاومة لنبات الستريكا المتطفل في بعض اصناف الذرة الرفيعة التي يتميز بعضها بعدم انتاجها لمادة معينة تحفز انبات بذور النبات المتطفل فيما وجدت اصناف اخرى مقاومة وذلك لعدم قدرة النبات المتطفل على اختراقها.

المحاصيل المقاومة للممرضات باستخدام الهندسة الوراثية

Restistant Crops By Using Genetic Engineering

ان التطور السريع الحاصل في مجال علم الحياة الجزيئي وتطبيقاته في مجال مكافحة الآفات سواء على المستوى التجريبي والتجاري قد حقق انجازات كبيرة نذكر منها ما يلي:

أولا) اصناف مقاومة لمسببات امراض النبات Varieties Resistant To Pathogens:- استخدمت عدة طرائق لتطبيق الهندسة الوراثية في مجال مكافحة مسببات امراض النبات منها:

1-) المقاومة المشتقة من الممرض Pathogen-Derived Resistance:-

نظرا لصعوبة مكافحة الفايروسات المسببة لأمراض النبات تم انتاج العديد من الاصناف المعدلة وراثيا للسيطرة على الفايروسات والتي تم انتاجها بإدخال جزء من مجين Genome الفايروس او المسبب المرضي والذي لا يسبب المرض في الصنف النباتي ولكنه يحفز المقاومة للفايروس. ان التقنية الوراثية المستخدمة في هذا المجال تعمل على نقل الجينات التي تسيطر على انتاج البروتين المغلف من الفايروس الى الصنف النباتي او المحصول، هذه الجينات تعمل على حماية المحصول من الفايروس الذي اخذت منه هذه الجينات ومن الفايروسات التي تم مكافحتها بهذه الطريقة ما يلي:

أ-) انتاج عدة اصناف من قرع الكوسا المقاومة لفايروس موزائيك الخيار Cucumber mosaic virus وفايروس موزائيك الرقي Watermelon mosaic virus وفايروس موزائيك الزوجيني الاصفر Zucchini Yellow Mosaic virus.

ب-) انتاج البابايا Papaya المقاومة لفايروس البابايا ذو البقعة الحلقية Papaya ring spot virus.

ت-) انتاج العديد من اصناف البطاطا المقاومة لفايروس التفاف اوراق البطاطا Potato leaf roll virus.

ث-) انتاج نباتات مقاومة لفايروس موزائيك الفاصوليا الاصفر: استخدمت تقنية مضاد التحسس Antisense لإنتاج نباتات مقاومة لفايروس موزائيك الفاصوليا الاصفر Bean Yellow Mosaic Virus وذلك بإدخال نسخة معكوسة Backward copy من الجين الطبيعي لفايروس موزائيك الفاصوليا الاصفر في نبات التبغ فقامت النسخة المعكوسة للجبن بإلغاء الوظيفة الاصلية للجين الطبيعي لأنها تلتحم مع الحامض النووي RNA للفايروس المهاجم ومن ثم اصبح النبات مقاوما للنبات.

2-) المقاومة المشتقة من العائل Host-Derived:-استخدمت هذه الطريقة لإنتاج الكثير من الأصناف النباتية المقاومة للعديد من الفطريات والبكتريا الممرضة للنبات وذلك عن طريق تمييز النباتات المقاومة لهذه الفطريات والبكتريا ومن ثم تحديد الجينات المسؤولة عن صفة المقاومة ونقلها الى الاصناف الحساسة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، مثال ذلك وجد ان اشجار الحمضيات تحتوي على بعض الانزيمات المحللة لمادة الكايتين التي تدخل في تركيب جدران الفطريات وقد تم التعرف على الجبن المسؤول عن هذا الانزيم وتم ادخاله في بعض الاصناف المعدلة وراثيا واصبحت مقاومة للفطريات حيث يعمل هذا الانزيم على تحليل جدر خلايا الفطر المهاجم.

3-) المقاومة المشتقة من البكتريا Bacterium-Derived Resistance:-
توجد مادة الكايتين Chitin في جدران خلايا الكثير من الفطريات وكذلك الحشرات

حيث تبطن القناة الهضـــمية الامامية والخلفية وتجعلها مقاومة للبكتريا ومســـببات الامراض الاخرى ولقد وجد الباحثون بعض الانزيمات المحللة للكايتين مثل انزيم Chitinase وقد تم عزل الجين الذي يتحكم في انتاج هذا الانزيم من البكتريا *Serratia marcescens* وتم ادخاله في البطاطا والخس والبنجر وقد اصبحت هذه المحاصيل مقاومة للفطريات التي تهاجمها حيث يقوم انزيم الـــ Chitinase بإذابة الكايتين الموجود في جدر خلايا الفطريات المهاجمة فلا تحدث الإصابة.

ثانيـــــــــاً) اصـــناف مقاومة للديدان الثعبانية Varieties Resistant To Nematodes:- ان الجهود متواصلة لهندسة عدد من اصناف المحاصيل المقاومة للديدان الثعبانية، مثال ذلك هناك عمل متواصـــل لنقل الجين (Mi) المقاوم لنيماتودا العقد الجذرية في الطماطة الى نباتات محاصـــيل اخرى حســـاســـة للديدان الثعبانية. وكذلك هناك دراســـات حول نقل الجينات المســـؤولة عن انتاج مواد مضـــادة للديدان الثعبانية تعمل من خلال تأثيرها الســـام او المثبط لنموها، وبالرغم من عدم توفر هذه الاصناف على المستوى التجاري الا ان من المتوقع ظهورها بشكل تجاري قريباً.

ثالثاً) اعداء حيوية فطرية مقاومة للمبيدات Pesticides Resistant Fungal Natural Enemies:- تحتوي التربة على كثير من الكائنات الدقيقة بعضها ضار والبعض الاخر غير ضـــار ويمكن الى حد ما القول بان الغرام الواحد من التربة قد يحتوي على 70 مليون مـايكروب، اذ تعيش الملايين منهـا على جـذور النبـاتـات وحبيبـات التربـة المحيطـة والكثير من تلـك الكـائنـات يعتبر مفيـدا للنبـات والحيوان والانسان والبعض الاخر ضارا بالنبات وتسبب الميكروبات المرضية التي تعيش في التربة خســـائر كثيرة تقدر بحوالي 50% من مجمل الخســـائر التي تســـببها باقي الامراض وقدرت هذه الخسـارة بحوالي 4 بليون دولار سـنويا في امريكا، ومن اشـهر الامراض التي تسـببها الكائنات الدقيقة الضـارة هي امراض الذبول وسـقوط البادرات وعفن الجذور لذلك تسـتعمل المبيدات في معاملة التربة والبذور للسـيطرة عليها وهي مكلفة وملوثة للبيئة بالإضـــافة الى انها تؤدي الى خلل في التوازن البيئي وقلة فعالية

بعضـــها وصـــعوبة تطبيقها وتؤدي الى التأثير في العديد من الكائنات الدقيقة المفيدة بالتربة ومنها الاعداء الحيوية لمسببات تلك الامراض، لذا سعى العاملون في الهندسة الوراثيـة الى عزل هذه الكائنات وزيادة فاعليتها في مكافحة مســـببات امراض النبات وتتوفر حـاليا فطريـات محولـة وراثيا لمكـافحـة مســـببات امراض النبـات مثل الفطر *Trichoderma* spp والفطر *Talaromyces flavus* وقد تم دمج البروتوبلاســت الخـاص بـأكثر من فطر نـافع في هذين الفطرين لزيـادة فـاعليتهم في عمليـة مكـافحـة مســـببات الأمراض فضـــلا عن نقل الجينات المســـؤولة عن مقاومة بعض مبيدات الفطريات اليها، لتصـــبح هذه الفطريات من الأعداء الحيوية الجيدة التي يعتمد عليها في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض النبات.

الطرائق الحيوية في مكافحة الممرضات النباتية

تشكل المكافحة الحيوية لمسببات امراض النبات الوسيلة الامثل للمكافحة، بعد العديد من النتائج السلبية التي سجلت حول استخدام المبيدات في مكافحة مسببات امراض النبات وذلك بالرغم من ارتباط نشـــوء وتطور المكافحة الحيوية بمكافحة الآفات الحشـــرية لعقود من الزمن، الا ان التطورات التي شـــهدها العقد الاخير من القرن العشـرين وما سـيشـهده القرن الواحد والعشـرين من تطور في مجال التقنيات الحيوية Biotechnology زاد من مجـال عمـل المكـافحـة الحيويـة وتطور مفهومهـا بحيث اصبحت تعني امكانية دراسة واستخدام أي نوع من انواع الكائنات او احد اطواره من طفيليات ومفترسـات حيوانية والمسـببات المرضـية والكائنات الدقيقة والنباتات بكيانها الطبيعي او المعدل تقنيا لخفض اعداد الافات الحيوية وغير الحيوية او شدتها الى ما دون مسـتوى الحد الاقتصـادي الحرج بطريقة اقتصـادية لا تتعارض وسـلامة البيئة والصـــحة العامة. مما ســبق فاننا نجد اليوم ان المكافحة الحيوية لمســببات امراض النبات يمكن ان تتم باستخدام الاعداء الحيوية الاتية:

أولا) الكائنات الدقيقة Microorganisms:- تشـــكل العديد من انواع الكائنات الدقيقة بمجاميعها المختلفة (الفايروســـات والبكتريا البروتوزوا والفطريات) ســـواء

الممرضــة منها او غير الممرضــة عناصــر جيدة في مجال المكافحة الحيوية، ومن الامثلة في هذا المجال ما يلي:

1-) استخدام الكائنات الدقيقة غير الممرضة ضد مسببات الامراض النباتية

Non Pathogenic Versus Pathogens

تســتخدم اليوم العديد من الكائنات الدقيقة النافعة في الســيطرة على العديد من انواع الكائنات الدقيقة التي تعد آفات زراعية مهمة وذلك من خلال عمليات التضـــاد Antibiosis والتنـافس Competition والتطفـل Parasitism. ويحـدث تنـافس الإقصـــاء أو الاســتبعاد عندما تتنافس الكائنات الدقيقة النافعة مع الآفة على المكان الذي تهاجمه على العائل النباتي لإحداث الإصـابة حيث تجد الآفة ان هذا الموقع قد تم احتلاله من قبل الكائنات غير الممرضـــة، هذا النوع من التنافس قد يرافقه افراز بعض المضادات الحيوية من قبل العدو الحيوي (الكائن الدقيق غير الممرض)، كذلك فان هناك بعض الفطريات المفرطة التطفل Hyper parasitism التي تتطفل على بعض الفطريات الممرضـــة منها مثلا الفطر *Trichoderm harzianum* الذي يتطفل على الفطر *Rhizoctonia solani* ومن الامثلة الاخرى في هذا المجال ما يلي:

أ-) اســـتخـدام أنواع من فطريـات الاجنـاس *Gliocladium* و Trichoderma و Penicillium وســـلالاتها كمضـــادات للفطر *Botrytis cinerea* على المحاصيل المختلفة كالعنب والشليك والبصل وغيرها.

ب-) اســـتخدام الترب الكابتة Suppressive soil التي تحوي كائنات دقيقة مفيدة تعمل كمضادات لمسببات امراض النبات والديدان الثعبانية.

ت-) هناك محاولات لاستخدام الفايروس في السيطرة على البكتريا الممرضـة للنبات الا انها لا زالت في مرحلة البحث والدراسة.

2-) استخدام الكائنات الدقيقة المعدلة وراثيا ضد الكائنات الممرضة

Transgenic Microorganisms Versus Pathogens

اســتطاعت التقنيات الحياتية باســتخدام الهندســة الوراثية من تطوير ســلالات لأنواع المسببات المرضية غير الممرضة لمكافحة بعض الامراض منها ما يلي:

أ-) يعد مرض التدرن التاجي Crown gall من الامراض البكتيرية الخطيرة على العديد من اشجار الفاكهة وتسببه البكتريا *Agrobacterium tumefaciens*. ان المكافحة الحيوية لهذه البكتريا تتم بغمر عقل الاكثار في معلق يحوي سلالة معدلة وراثيا من البكتريا *Agrobacterium radiobacter* التي تنافس البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* وتمنعها من اصابة العائل.

ب-) مرض اللفحة النارية على الكمثرى الذي تسببه البكتريا *Eriwinia amylophora* يمكن مكافحته حيويا باستخدام سلالة غير ممرضة معدلة وراثيا من البكتريا *Pseudomonas syringae*.

3-) استخدام المسببات المرضية ضد الديدان الثعبانية

Pathogens Versus Nematodes

انواع عديدة من المسببات المرضية المتطفلة استخدمت في مكافحة الديدان الثعبانية وقد حققت مستويات متباينة من المكافحة لهذه الديدان، ومن هذه المسببات ما يلي:

أ-) الفطريات Fungi:- العديد من الفطريات المتغذية على الديدان الثعبانية Nematophagous تستطيع ان تفترس الديدان الثعبانية وبذلك تلعب دورا مهما في خفض اعداد هذه الديدان في التربة، كذلك فان العديد من الفطريات تمتلك تحورات مظهرية او تركيبية تمكنها من مسك فرائسها من الديدان الثعبانية، بينما انواع اخرى تتطفل على عوائلها من الديدان الثعبانية، وتتباين التراكيب الفطرية المستخدمة لمسك الديدان الثعبانية بين تراكيب حلقية تحيط بالدودة وتضغط عليها وبين عقد لاصقة تنشأ على المايسليوم وتمسك بالفريسة. ومن الامثلة في هذا المجال هو التربة الكابتة Suppressive soil لنيماتودا الحبوب المتحوصلة Cereal cyst nematode في انكلترا حيث وجد ان الحبوب الحساسة لهذه الديدان الثعبانية زرعت لأكثر من عشرة سنوات وفي السنين الاربعة الاولى من زراعتها كانت هناك زيادة واضحة في الكثافة العددية لهذه الديدان نتيجة الزراعة المفردة للحبوب، وبعد ذلك لوحظ ان هناك انخفاض في الكثافة السكانية لنيماتودا الحبوب المتحوصلة وبعد البحث عن اسباب الانخفاض وجد انه ناتج عن زيادة اعداد نوعين من الفطريات المتطفلة على الديدان

الثعبانية هي: *Nematophthora gynophila* و *Verticilium chlamydosporium*.

ب-) البكتريا Bacteria:- لوحظ ان جنس البكتريا *Pasteuria* المكونة للهايفات والسبورات الداخلية Endospore يضم عدة انواع تتطفل على الديدان نباتية التغذية وقد وجد ان احد انواع هذه البكتريا يتطفل على يرقة العمر الثاني لنيماتودا العقد الجذرية حيث تلتصق سبورات هذه البكتريا على كيوتكل اليرقة ثم ينمو هذا السبور ويخترق جسم اليرقة اثناء بحثها عن العائل النباتي وتبقى اليرقة حية فيما تتغذى هذه البكتريا على محتويات جسم النيماتودا الى ان تؤدي الى موتها ويمتلئ جسم النيماتودا بسبورات هذه البكتريا.

ثانياً) استخدام النباتات ضد الديدان الثعبانية Plants Versus Nematodes:-

ان الديدان الثعبانية التي تهاجم النباتات هي طفيليات اجبارية وعليه فانه يمكن مكافحتها حيويا باستخدام النباتات وكما يلي:

1-) زراعة المحاصيل او النباتات التي لا تهاجمها هذه الديدان وبذلك تنخفض اعدادها في البيئة.

2-) زراعة الاصناف المقاومة للديدان الثعبانية.

3-) زراعة النباتات التي تطلق مواد سامة للديدان الثعبانية مثل الانواع التابعة للجنس *Tagetes* والتي تعمل على خفض اعداد الديدان الثعبانية عندما تزرع هذه النباتات في دورة زراعية مع المحصول الاساس.

4-) زراعة بعض النباتات التي تحاط جذورها بالبكتريا المضادة للديدان الثعبانية المتطفلة ومن هذه النباتات الفاصوليا القطيفية Velvet bean والخروع Castor bean والتي تحوي جذورها البكتريا *Pseudomonas capacia* و *Pseudomonas gladioli*.

الطرائق التشريعية في مكافحة الممرضات النباتية

ان عملية منع دخول مسببات امراض النبات الى منطقة معينة يشكل الخط الدفاعي الاول ضد اجتياح المسببات لتلك المنطقة وبالتالي سوف لن تكون هناك حاجة

لمكافحتها، علما ان العديد من مسببات امراض اليوم الخطيرة هي نفسها المسببات الدخيلة بالأمس وذلك على الرغم من صعوبة تحديد تأكيد دخول المسببات المرضية الى مناطق جديدة وذلك لان العديد من المسببات المرضية تكون مخفية وصعبة التشخيص.

أولا) مسببات الامراض الدخيلة

1-) دخول الفطر المسبب لمرض البياض الزغبي من الولايات المتحدة الامريكية الى فرنسا في عام 1860 وأدى الى تدمير مزارع العنب في فرنسا.

2-) انتقال مرض صدأ بثرات الصنوبر الابيض White pine blister rust من المانيا عام 1906 الى الولايات المتحدة الامريكية وتسببه في احداث خسائر كبيرة لغابات الصنوبر.

3-) دخول مرض تقرح الحمضيات Citrus canker الى امريكا قبل عام 1914 وتطلبت مكافحته تنفيذ برامج مكلفة لإبادته.

4-) مرض الدردار الهولندي Dutch elm disease لوحظ لأول مرة في ولاية اوهايو الامريكية في عام 1931 والذي ادى الى تدمير زراعة اشجار الدردار في الولايات الشمالية لأمريكا.

5-) في سيريلانكا ادى دخول مرض صدأ القهوة Coffee rust في عام 1868 الى تدمير مزارع القهوة وقد انتقل هذا المرض بعد ذلك الى امريكا الجنوبية ووجد في البرازيل عام 1970.

6-) لفحة الكستناء Chestnut blight مرض اخر دخل الولايات المتحدة في بدايات 1900 من الصين وأدى الى تدمير اشجار الكستناء في امريكا.

7-) مرض الرايزومانيا Rhizomania أو مرض الجذر المجنون في البنجر السكري تم اكتشافه لأول مرة في وادي يو في ايطاليا في عام 1954 والان أصبح منتشرا في معظم مناطق زراعة البنجر السكري في العالم.

ثانياً) الديدان الثعبانية الدخيلة Introduced Nematodes:- تعد عملية تمييز وتعقب الانواع الدخيلة من الديدان الثعبانية من الامور الصعبة والمعقدة، ومن الأمثلة المهمة في مجال الديدان الثعبانية الدخيلة ما يلي:

1-) من المعروف ان الموطن الاصـــلي للبطاطا هي امريكا الجنوبية وان نيماتودا البطاطا المتحوصــلة Potato cyst nematodes قد نشــأت وتطورت مع البطاطا وعليه فان انتقال زراعة البطاطا الى أوربا في القرن الســادس عشــر رافقه دخول هذه النيماتودا مع البطاطا الى أوربا ومنها انتقلت الى بقية مناطق زراعة البطاطا في العالم.

2-) نيماتودا فول الصويا المتحوصلة Soybean cyst nematodes تم تسجيلها لأول مرة في منشــوريا عام 1880 وســجلت في اليابان عام 1915 وفي كوريا عام 1936 وتايوان عام 1958 وفي اندونيسيا عام 1984.

3-) نيماتودا البنجر السكري المتحوصلة Sugarbeet cyst nematodes شوهدت لأول مرة في المانيا عام 1859 والان اصـــبحت منتشـــرة في جميع مناطق زراعة البنجر السكري في العالم.

4-) نيماتودا خشب الصنوبر Pinewood nematodes التي تنقلها خنافس عائلة Cerambycidae سجلت في اليابان لأول مرة عام 1913 وأدت الى تدمير غابات الصنوبر في جنوب اليابان ثم انتقلت الى الصين، هذه النيماتودا تلعب دور مهم في نقل مرض ذبول اشجار الصنوبر الذي سجل وجوده في اليابان ايضا عام 1971، ولكن بالرغم من انتشــار هذه النيماتودا في معظم مناطق زراعة الصــنوبر في امريكا، الا ان مرض ذبول الصـــنوبر في امريكا يعتبر من الامراض النادرة مما يشـــير الى الموطن الاصلي لهذه النيماتودا هو امريكا ومنها انتقلت الى بقية مناطق العالم.

ثالثاً) الادغال المتطفلة Parasitic Weeds:- ومنها

دغل الساحرة Witchweed:- نبات متطفل على جذور الذرة والعديد من المحاصيل النجيلية ادخل الى ولاية كارولينا الشمالية عام 1956 وصرفت مبالغ زادت عن 225 مليون دولار من اجل ابادته ومنع انتشاره الى مناطق زراعة الذرة الاخرى.

الستراتيجيات المعتمدة للسيطرة على الممرضات الداخلية

Strategies Used In Controlling Introduced Pathogens

لا شك ان عملية السيطرة على الممرضات الدخيلة تحتاج في اغلب الاحيان استخدام أكثر من طريقة او استراتيجية لمنع دخول الممرض الى منطقة جديدة وان دخوله الى

المنطقة الجديدة لا يعني نهاية المطاف وانما يجب اعتماد وسائل اخرى من اجل ابادته والتخلص منه نهائيا، لذلك سنحاول في الصفحات اللاحقة تسليط الضوء على الستراتيجيات المستخدمة للسيطرة على الممرضات الدخيلة وهي كما يلي:

أولا) التشريعات والقوانين المنظمة Regulatory Laws And Legislation:-

تستند التشريعات والقوانين المنظمة على فكرة ان افضل طريقة لمكافحة الممرضات الدخيلة هو منعها واستبعادها من الدخول والاستقرار في المنطقة الجديدة، كذلك فان كلفة منع الممرضات واستبعادها عن المنطقة تكون اقل بكثير من كلفة مكافحتها بعد دخولها للمنطقة، كما ان المكافحة او الابادة المبكرة للمرضات بعد اجتياحها او دخولها للمنطقة ستكون اقل بكثير من كلفة المكافحة المتأخرة واذا شبهنا اجتياح الممرضات بالحريق، فان منع حدوث الحريق افضل من مكافحته بعد حدوثه مباشرة وذلك لان عواقب الحريق يصعب توقعها في كثير من الاحيان. كذلك فانه لا يجوز استخدام قيمة الحد الاقتصادي الحرج لاتخاذ قرار مكافحة الممرضات الدخيلة تمكنت من الدخول الى بلد او منطقة جديدة اذ ان وصول الممرضات الدخيلة الى الحد الاقتصادي الحرج معناه ان الممرضات قد تمكنت من الاستقرار والتكاثر في المنطقة، وهذا يزيد من صعوبة ابادتها، لذلك فان الاجراء السليم هو ابادة الممرضات بمجرد دخولها منطقة جديدة. مما سبق يتبين ان منع الممرضات من دخول منطقة جديدة. يشكل الخط الدفاعي الاول ضد الممرضات الدخيلة وان هذا الخط يمكن تحقيقه من خلال عدد من التشريعات والقوانين المنظمة لمجمل الانشطة البشرية المؤدية الى انتشار الممرضات ودخولها الى مناطق جديدة هذه القوانين والتشريعات تقع في مستويين هما:

1-) التشريعات والقوانين الدولية International Regulations:- بشكل عام يمكن القول ان القوانين الدولية المنظمة او المسيطرة على نقل الانواع الدخيلة او غير المحلية هي قوانين ضعيفة وذلك لأن هذه القوانين يجب ان تطبق في العديد من البلدان بشكل سريع وهذا يتطلب تطوير اتفاقيات او معاهدات بين الدول، ومن امثلة هذه الاتفاقيات او المعاهدات ما يلي:

أ-) **المعاهدة الدولية لوقاية النبات International Plant Protection Convention:-** وتختصر بـ (IPPC)، هذه المعاهدة وضعت عام 1951 لتنمية التعاون بين الدول في مجال وقاية النبات، وهي معاهدة متعددة الجوانب وضعت ضمن الهيكل الاداري لمنظمة الزراعة والاغذية الدولية Food (FAO) And Agriculture Organization التابعة للأمم المتحدة وقد بلغ عدد الدول الموقعة على هذه الاتفاقية أكثر من 113 دولة وان الوظيفة الاساسية لهذه المعاهدة هو تأسيس قواعد دولية لنظافة النبات Phytosanitary تكون مقبولة من الدول الموقعة على هذه المعاهدة.

ب-) **اتفاقية المواصفات القياسية لنظافة النبات Standard Phytosanitary Measures International:-** وتختصر بـ(ISPM)، هذه الاتفاقية تم وضعها من قبل منظمة التجارة العالمية في عام 1995 وتهدف الى السيطرة على انتشار الآفات من خلال عمليات التجارة العالمية، الا ان تأثير هذه الاتفاقية لازال غير واضحا في مجال السيطرة على الآفات الدخيلة. (APHIS، 2000) اضافة لما سبق فقد ظهرت اليوم العديد من التجمعات الدولية التي ضمت العديد من الدول المتجاورة والتي استطاعت ان تطور اتفاقيات فيما بينها للتعاون في مجال الحجر الزراعي ونظافة او خلو المنتجات الزراعية من الآفات، ومن الامثلة لهذه التجمعات والاتفاقيات ما يلي:

أ-) اللجنة الاسيوية الباسيفيكية لوقاية النبات Asia & Pacific Plant Protection Commission (APPPC).

ب-) اللجنة الكاريبية لوقاية النبات Caribbean Plant Protection (CPPC) Commission.

ت-) المنظمة الاوربية والمتوسطية لوقاية النبات European and Protection Mediterranean Plant Organization (EPPO) وغيرها كثير.

2-) **التشريعات والقوانين الوطنية National Regulations:-** لجميع دول العالم قوانينها وتشريعاتها الخاصة المحددة لحركة النباتات والحيوانات والتربة والمنتجات التي يمكن ان تحمل او تنتقل بواسطتها الآفات، ومن هذه القوانين ما يلي:

أ-) القوانين الرئيسة في الولايات المتحدة الامريكية وهي:

* قانون حجر النبات لعام 1912 The Plant Quarantine Act (1912)
* قانون البذور الفيدرالي 1939 The Federal Seed Act (1949)
* القانون العضوي لعام 1944 The Organic Act (1944)
* قانون آفة النبات الفيدرالي لعام 1957 The Federal Plant Pest Act (1957)
* قانون الادغال المؤذية الفيدرالي لعام 1975 Federal Noxious Weed ACT (1975)
* قانون وقاية النبات لعام 2000 The Plant Protection Act (2000)

ب-) قانون الحجر الزراعي العراقي رقم 17 لعام 1966
Iraqi Agricultural Quarantine ActNo.17 (1966)

ثانيـــــاً) استبعاد الممرض Pathogen Exelusion:- ان أحد أهم مهام دوائر الحجر الزراعي هو توقع نوعية الممرضـــات التي يمكن ان تدخل الى البلد وذلك من خلال مراقبة حالة الممرضات غير الموجودة في البلد والموجودة في البلدان المجاورة، وعليه فان عملية تقدير التبعات المترتبة عن الممرضات الدخيلة يمكن ان يحدد اهمية اســـتبعاد الممرض والســـتراتيجيات الاخرى التي يجب اتباعها للتخلص او الحد من اضـرار الممرضـات الدخيلة. ان لدى دوائر الحجر العديد من الاجراءات التي يجب اتباعها لاستبعاد الممرض وهي:

أ-) اعتراض الممرضPathogin Interception:- يتم عادة اعتراض الممرضات ومنعها من الدخول وذلك خلال اعتراض بضـــائع المســـافرين او اعتراض البضـــائع التجارية والتي قد تكون مصابة بالأمراض وكما يلي:

1-) اعتراض بضائع المسافرين: ويتم ذلك من خلال اعلام المسافرين بضرورة عدم نقل النباتات والحيوانات او التربة من بلد لآخر او من منطقة لأخرى وان عملية النقل يجب ان تخضع للقوانين والتعليمات الخاصة في هذا المجال. مثال ذلك ان نقل ثمار البابايا Papaya من هاواي الى داخل الاراضي الامريكية من قبل المسافرين يتم فقط

في حالة جلب المسافر شهادة تؤكد خلو هذه الثمار من الممرضات من قبل سلطات الحجر الزراعي في هاواي، الا ان المشكلة في عملية الاعتراض هنا هو كيفية معرفة ان كان المسافر ينقل معه نباتات او تربة او مواد اخرى مصابة، ومع ذلك فان هناك بعض الطرائق هي:

1-1 ملء استمارة استبيان: على المسافر العائد من البلد عليه ملء استمارة اسئلة حول المواد التي بحوزته وان ملء هذه الاستمارة يعتمد على أخلاقية الشخص ودرجة الوعي التي يمتلكها في هذا المجال.

1-2 استخدام الكلاب المدربة: تستخدم كلاب مدربة لشم البضائع وحقائب المسافرين للكشف عن المواد الممنوعة.

1-3 التفتيش المباشر: من الضروري قيام موظفي الحجر الزراعي في المطارات والموانئ البرية والبحرية بتفتيش حقائب المسافرين بحثا عن النباتات والمواد التي يمكن ان تدخل معها الممرضات.

2-) اعتراض الشحنات التجارية: يتم عادة وضع الشحنات التجارية تحت مزيد من الرقابة المشددة مقارنة ببضائع المسافرين الشخصية، ولذلك يتم اعتماد بعض الطرائق لاعتراض الشحنات التجارية وكما يلي:

2-1 تفتيش البضائع في بلد المنشأ: لاستبعاد خطر وصول الممرضات الى حدود الدولة المستوردة للبضائع يقوم موظفو الحجر الزراعي للبلد المستورد بتفتيش البضاعة في بلد المنشأ واعطاء شهادة تؤكد ان البضاعة المستوردة انتجت ورزمت في ظروف خالية من الاصابة بالممرضات.

2-2 التفتيش المباشر: يتم تفتيش البضائع المستوردة في النقاط الحدودية وذلك باعتماد آلية يمكن بواسطتها الكشف عن الممرضات.

2-3 الاختبارات والفحوصات الخاصة وتستخدم مع مسببات الامراض وخاصة الفايروسات والتي يصعب ملاحظتها والكشف عنها بالطرائق السابقة وذلك بالرغم من ان نتائج هذه الاختبارات قد تستغرق عدة أيام.

ب-) الاجراءات القانونية Enforcement Actions:- عند اكتشاف وجود الممرضات الدخيلة او عائلها فان هناك العديد من الاجراءات القانونية التي يمكن اتخاذها لمنع الممرض من الدخول وكما يلي:

1-) المصادرة Confiscation:- اذا ادت عملية التفتيش للشاحنات والسفن وبضائع المسافرين اكتشاف وجود منتجات نباتية او حيوانية حاملة او مصابة بأمراض محرم دخولها الى البلد او المنطقة فانه يتم مصادرتها اوتوماتيكيا وتدميرها، فضلا عن فرض غرامات مالية على الاشخاص والشركات المستوردة لهذه المواد.

2-) حجز الشحنات Impound Shipments:- هذا الاجراء يشبه عملية المصادرة للبضاعة الحاملة للآفة، اذ تبقى الشحنة محجوزة لحين التخلص من الممرضات الموجودة فيها او رفضها واعادتها الى المصدر او بلد المنشأ.

3-) شهادة الفحص Certification:- لكي تسمح مراكز الحجر الزراعي بمرور أي بضاعة لابد من ان تكون حاملة لشهادة فحص تؤكد خلوها من الامراض وفي حالة وجود هذه الشهادة يتم حجر البضاعة لحين ورود مثل هذه الشهادة او التأكد من خلوها من الامراض.

4-) الحجر Quarantines:- في حالة وجود شك في عدم سلامة البضاعة المستوردة من الاصابة بالأمراض فانه يتم الحجر عليها في موقع او اماكن معدة لهذا الغرض ويتم الافراج عنها بعد التأكد من خلوها من الامراض.

5-) الغرامات Fines:- تضع قوانين العديد من الدول غرامات مالية كبيرة على الاشخاص والشركات المستوردة لبضائع مصابة وذلك للحد من هذه العمليات.

6-) معاملة البضاعة Shipment Treatment:- في حالة بعض الممرضات، خاصة المخزنية يمكن استخدام الطرائق الكيميائية او الفيزيائية لمكافحة المرض خلال عمليات الشحن والنقل وقبل دخولها الى المنطقة او البلد المستورد للبضاعة.

7-) المنع او الحظر Embargo:- يمنع منعا باتا نقل او استيراد المواد التي يمكن ان تحمل او تحوي ممرضات من بلد الى آخر او من منطقة الى أخرى داخل البلد الواحد.

ثالثـــاً) احتواء الممرضات Pathogens Containment:- يحدث في كثير من الاحيان ونتيجة لعدم كفاءة ســـتراتيجية اســـتبعاد الممرضـــات ان تتمكن بعض الممرضات من الدخول والاستقرار في البلد او المنطقة الجديدة وان الذي يساعد على اسـتقرار الممرض في المنطقة الجديدة او عدم اسـتقراره هو الفترة الزمنية المنصـرمة بين دخول الممرضات واكتشافها في المنطقة الجديدة. اذ أشارت احدى الدراسات ان العديد من انواع الديدان الثعبانية الدخيلة لم يكتشـــف وجودها في الولايات المتحدة الامريكية الابعد مرور 25 سـنة على دخولها. لذلك فان الكشـف المبكر للممرضـات الدخيلة يعد حجر الزاوية في ايقاف او منع اســـتقرارها في المنطقة الجديدة لذلك فان لدوائر الحجر الزراعي عدد من الباحثين والمراقبين الذين يقومون بنصـــب المصـــائد ومراقبة الممرضـات الخطيرة الموجودة في الدول او المناطق المجاورة لغرض الكشـف المبكر عنها عند دخولها للبلد او المنطقة الجديدة، الا انه يحدث في احيان كثيرة ان ممرضـات او كائنات ليسـت موضـع مراقبة لعدم خطورتها في مناطقها الاصـلية، الا انها يمكن ان تصـــبح آفة في المنطقة الجديدة. كذلك فان عمليات الحجر الزراعي غير قادرة على منع دخول الممرضـــات المحمولة بالهواء والماء، ان الكشـــف المبكر للممرضـــات الدخيلة مسـألة صـــعبة قد لا تتمكن الجهات الحكومية من تحقيقها ما لم تتظافر جهود المواطنين مع هذه الجهات وخاصـــــة المزارعين والعاملين في مجال مكافحة الآفات وحماة البيئة وجمهور المواطنين. ان اسـتقرار الممرضـات الدخيلة في بلد ما او منطقة ما يتطلب التعامل معها بطريقة تضـمن احتوائها وعدم السـماح لها بزيادة مساحة انتشارها ويمكن ان يتحقق ذلك من خلال ما يلي:

1-) قوانين الاحتواء Containment Laws.

2-) المكافحة او الابادة Control or Eradication.

1-) قوانين الاحتواء Containment Laws:- هي مجموعة التشريعات والقوانين التي تحد من انتقال او انتشـــار الآفات الدخيلة الى مناطق جديدة في البلد او تعمل على الحد من تراكمها وزيادة اضرارها في المنطقة الجديدة وهذا يشمل الآفات الدخيلة والمحلية وخاصـــة الآفات غير الحيوية كالملوثات المختلفة (المبيدات، المصـــانع، عوادم السيارات...)، ومن هذه القوانين ما يلي:

أ-) قانون النيماتودا الذهبية Golden Nematode Act:- شـــرع هذا القانون من قبل الكونجرس الامريكي عام 1954 وذلك لمنع انتقال نيماتودا البطاطا المتحوصـلة والمســـماة بالنيماتودا الذهبية Golden Nematode اذ دخلت هذه النيماتودا من أوربا الى جزيرة Long Island في نيويورك واجتاحت مزارع البطاطا هناك، لذلك تم تشديد عمليات الحجر الزراعي في الجزيرة فضلا عن اصدار قانون النيماتودا الذهبية الذي يمنع منعا باتا اخراج البطاطا من هذه الجزيرة وبذلك تم منع انتشـــار هذه النيماتودا الى بقية الولايات الامريكية.

ب-) قانون استخدام مبيدات الآفات Legal Aspects of Pesticides Use:- ان الاسـتخدام الواسـع لمبيدات الآفات من اجل زيادة الانتاج كما ونوعا وحماية الصـحة العامـة رافقه ظهور العديد من التأثيرات الجانبيـة الضـــارة للبيئـة وللكائنـات غير المســتهدفة بعمليات المكافحة وذلك جرّاء الاســتخدام غير الصــحيح وغير المبرمج للمبيدات مما اضــطر الجهات ذات العلاقة الى اصــدار العديد من القوانين وتواريخ صدورها في الولايات المتحدة الامريكية والخاصة باستخدام المبيدات وتداولها.

القانون الفيدرالي لمبيدات الحشــرات Federal Insecticides Act: صــدر هذا القانون عام 1910 ويشـكل المحاولة الاولى للسـيطرة على نوعية مبيدات الحشـرات المســتخدمة القانون الفيدرالي لمبيدات الحشــرات Federal Insecticides Act: صـدر هذا القانون عام 1910 ويشـكل المحاولة الاولى للسـيطرة على نوعية مبيدات الحشرات المستخدمة في الولايات المتحدة الامريكية

- القانون الفيدرالي لمبيدات الحشـرات Federal Insecticides Act: صـدر هذا القانون عام 1910 ويشكل المحاولة الاولى للسيطرة على نوعية مبيدات الحشرات المستخدمة في الولايات المتحدة الامريكية.
- لقانون الفيدرالي للغذاء والدواء ومواد التجميل Federal Food Drug and Cosmetic Act (FFDCA): صـــدر هذا القانون عام 1930 لمراقبـة متبقيات المبيدات في الغذاء وخاصة متبقيات مركبات الزرنيخ والرصاص.

- القانون الفيدرالي لمبيـدات الحشـرات والفطريـات والقـوارض Federal Insecticides, (FIFRA) Fungicides and Rodenticides Act: صـدر هذا القانون عام 1947 وقد اهتم هذا القانون بإعطاء تعريف دقيق للمركبات الكيميائية التي تتدرج تحت تعريف المبيدات فضلا عن تنظيمه لعملية تسجيل المبيدات.
- قانون حماية نوعية الغذاء Food Quality Protection Act (FQPA): هذا القانون صـدر عام 1996 ويهدف الى تحديد متبقيات المبيدات في الغذاء وخاصة تلك المسببة للسرطان.

ت-) قوانين حمـايـة البيئـة من الملوثـات Environment Protection From Pollutants Acts:- وتهدف هذه القوانين الى احتواء ملوثات عناصـر البيئة المختلفة سواء كانت مصادر التلوث داخلية او خارجية ومن اهم هذه القوانين ما يلي:

- قانون نظافة ونقاوة الهواء Clean Air Act: ويهدف هذا القانون الى:

- وضـع حدود لكميات الغازات والابخرة المتصـاعدة من معامل الاسـمدة والمبيدات.
- السـعي الى السـيطرة على انجراف المبيدات والاسـمدة الى الاماكن غير المستهدف بالمعاملة.
- محاولة السيطرة والتقليل من الحوادث التي تؤدي الى إطلاق الغازات والامونيا الى الهواء.
- تحديد ووضـع المقاييس الصـحيحة للهواء عن طريق تحديد كمية الملوثات المسموح بها في الهواء.

- قانون نظافة ونقاوة الماء Clean Water Act: ويهدف هذا القانون الى المحافظة على المواصفات القياسية الفيزيائية والحيوية للماء وذلك من خلال ما يلي:

- منع طرح الملوثات السامة في الماء الجاري من دون تصريح بذلك.
- وضع مقاييس لمعالجة فضلات المياه المستخدمة للأغراض العامة.

- قانون ادارة المناطق الســـاحلية Coastal Zone Management Act:

ويهدف هذا القانون الى حماية المناطق الساحلية من التلوث وذلك من خلال ما يلي:

- اعطاء الدولة المزيد من الصلاحيات للسيطرة على استخدام المبيدات والاسمدة.
- دعم سلطات الدولة لوضع البرامج المناسبة لحماية السواحل من التلوث.

- قانون نقل المواد الخطرة Hazardous Material Tranportation Act:

ويهدف هذا القانون الى تنظيم عملية نقل المواد الســـامة والخطرة وذلك من خلال ما يلي:

- اصدار وتنظيم التعليمات الخاصة بتسجيل المواد الخطرة واجور الفحص.
- تحديد درجة خطورة المواد المنقولة.
- تدريب العاملين في هذا المجال على كيفية التعامل مع المواد الخطرة.

- قانون السيطرة على المواد السامة Toxic Substances Control Act:

ويهدف الى تنظيم التعامل مع المواد السامة وذلك من خلال ما يلي:

- تنظيم انتاج وتوزيع واستخدام والتخلص من المواد السامة.
- طرائق التخلص من المبيدات الكاسدة والراكدة وكذلك الاسمدة.

- قانون حماية المصادر واعادة التأهيل Resources Conservation and Recovery Act.

ان قوانين المشار اليها آنفا هي غيض من فيض من مجموعة القوانين التي تصدرها الدول لاحتواء مشاكل الآفات الحيوية وغير الحيوية.

2-) المكافحة او الابادة Control or Eradication:- ان اجراءات مكافحة الآفات الدخيلة يجب ان تكون من القوة والصرامة بحيث تعمل على منع انتشار هذه الآفات وحصرها او عزلها بمساحة محدودة جدا، فضلا عن ضرورة المتابعة اليومية لنتائج تأثير طرائق المكافحة المختلفة، الا ان الهدف الذي يجب ان تسعى الى تحقيقه هو ابادة الافة تماما في المنطقة التي تمكنت الافة من اجتياحها. ان عملية الابادة تتطلب تعاون وتضافر جهود جميع المؤسسات الحكومية ذات العلاقة بالموضوع

فضلا عن ضرورة قيام الدولة بالدعم المالي اللازم لتغطية تكاليف الابادة، فضلا عن ضرورة فرض الغرامات المالية على الاشخاص والجهات التي لا تلتزم بتنفيذ اجراءات الابادة، كذلك فان عملية الابادة قد تكون غير ممكنة مع بعض الآفات منها المسببات المرضـــية التي تقطن التربة والديدان الثعبانية بمجرد دخولها الى منطقة جديدة واســـتقرارها فيها وذلك للطبيعة المخفية او غير المرئية لهذه الآفات والتي لا يمكن ملاحظتها الا بعد مرور فترة زمنية وبعد ان تتمكن الآفة من الانتشـار في مسـاحات واسـعة، فضـلا عن ذلك لا تتوفر لحد الان الوسـائل الفعالة لمعاملة مقطع كامل من التربة للقضـــاء على الآفات الموجودة فيه. اضـــافة لما ســبق فان هناك صـــعوبات واشـــكالات كثيرة ترافق عملية ابادة الافة الدخيلة منها مثلا ما الذي يمكن اتخاذه من اجراءات لإبادة آفة دخيلة اجتاحت منطقة ســـكنية وتطلب الأمر اســـتخدام مبيدات الآفات بشـــكل مكثف ودوري والذي يعد أمرا غير مقبولا من ســـاكني هذه المنطقة، كذلك فان اجراءات الابادة قد يتطلب عدم زراعة محصـــول معين في المنطقة لعدة سنوات، ومن الامثلة الناجحة في هذا المجال:

مرض تقرح الحمضـيات Citrus Canker:- مرض بكتيري ادى دخوله الى فلوريدا في بداية القرن العشرين 1900 الى استبعاد زراعة الحمضيات في هذه الولاية وقد تم ابادة هذا المرض في عام 1947 بعد ان تم ازالة وحرق 1.5 مليون شجرة حمضيات منتجة و1.5 مليون عائل بديل و6.6 مليون شـتلة حمضـيات، فضـلا عن التكاليف المالية الأخرى، الا ان هذا المرض ظهر مرة ثانية عام 1984 الا ان المســـبب للمرض كان سـلالة ضـعيفة اقل ضـراوة من السـلالة التي سـببت المرض في المرة الاولى.

المكافحة الكيميائيــة لممرضات النبات

ان النتائج التي حققتها الكيميائيات الزراعية في تطوير الانتاج الزراعي وتحســـينه جعلت منها الطريقة الاكثر قبولا واسـتخداما مقارنة بالطرائق الاخرى وذلك بالرغم مما سـببته عملية اسـتخدام هذه الكيميائيات من تأثيرات جانبية سـلبية في البيئة، الا ان

الاعتماد على اســـتخدام هذه الكيميائيات في مكافحة الممرضـــات وتحســـين نمو المحاصـــيل وعلاجها لا زال هو الخيار الأكثر قبولا واســـتخداما من قبل المزارعين لحماية محاصـــيلهم من الآفات وزيادة انتاجيتها، وما دام الأمر كذلك فان خفض الاضرار الجانبية التي تسببها هذه الكيميائيات يجب ان تحتل موقعا رئيسا في اهتمام العاملين في مجال المكافحة وتحسين نمو المحاصيل والذي يمكن تحقيقه من خلال زيادة الوعي في مجال معرفة خصـــائص ومميزات هذه الكيميائيات وذلك بمعرفة مميزات المجاميع التي تنتمي اليها وطرائق تأثيرها وتحللها في البيئة، فضـــلا عن التدريب واكتساب المهارة في مجال استخدامها.

المبيدات، الفوائد والمضار Pesticides, Advantages and Disadvantages

لا شك ان لكل اكتشاف او اختراع فوائد ومضار وان الموازنة ما بين الفوائد والمضار هي التي تحدد استمرارية استخدام هذا الاكتشاف او التخلي عنه وان الاستمرار في استخدام المبيدات الزراعية يدلل بلا شك على ان الموازنة تميل لصالح الفوائد التي تحققها هذه المبيدات في مجال زيادة الانتاج الزراعي كماً ونوعاً، لذلك سيتم استعراض ايجابيات وسلبيات استخدامها وكما يلي:

أولا) فوائد اســـتخدام المبيدات:- للمبيدات العديد من الفوائد التي يمكن اجمالها فيما يلي:

1-) رخيصة الثمن بالمقارنة بالبدائل الأخرى.

2-) المبيدات أداة فعالة في مكافحة الآفات وتحقيق انتاجية عالية وبمواصفات نوعية قد لا تتمكن الطرائق البديلة من تحقيقها.

3-) زيادة الانتاج الزراعي كماً ونوعاً وذلك في الفترة التي اعقبت خمســـينيات القرن العشرين.

4-) ان اســـتخدام المبيدات يحتاج الى طاقة اقل مما تحتاجه الطرائق الاخرى المستخدمة في مكافحة الآفات او زيادة نمو المحاصيل.

5-) ان استخدام المبيدات لا يحتاج الى المعرفة الدقيقة بحياتية الآفات او بفسلجة النبات ونموه او المعرفة الدقيقة بالنظام البيئي الزراعي.

6-) ان استخدام المبيدات يعطي نتائج سريعة.

7-) المبيدات تقلل من الجهد المبذول في عمليات التخطيط الخاصة باستخدامها لمكافحة الآفات وتحقيق نمو جيد في المحصول وهي تعطي مكافحة سريعة للآفة بمجرد ظهورها او مجرد وصولها الى الحد الاقتصادي الحرج.

8-) عند استخدام المبيدات بشكل مناسب وتحت ظروف مناسبة فأنها يمكن ان تعطي نتائج بمستوى يمكن التنبؤ به، بينما الطرائق لا توفر مثل هذا التنبؤ.

9-) ان استخدامها يسمح بزراعة المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية المرتفعة لعدة مواسم متعاقبة دون الحاجة الى استخدام الدورة الزراعية او ترك الارض بور.

10-) ادى استخدام المبيدات الى زراعة بعض المحاصيل في مناطق لم تكن تزرع بها هذه المحاصيل اما بسبب الآفات او بسبب بعض المشاكل الخاصة المتعلقة بعدم توفر بعض العناصر الغذائية.

11-) تعمل مبيدات الفطريات على خفض او منع وجود التوكسينات في الغذاء والمتسببة عن الكائنات المسببة للعفن.

ثانياً) مضار استخدام المبيدات:- كما ان للمبيدات العديد من الفوائد فان لها العديد من المضار والتي يمكن ادراجها فيما يلي:

1-) تأثيرها في الكائنات غير المستهدفة بعملية استخدام المبيدات، اذ تعمل المبيدات على قتل الاعداء الحيوية. كذلك فان حركة هذه المبيدات الى خارج نطاق النظام البيئي الزراعي يؤدي الى تلوث الماء السطحي والجوفي وتراكمها في السلسلة الغذائية.

2-) تكاليف المبيدات: بالرغم من ان رخص اثمان المبيدات يعد أحد اسباب لجوء المزارعين الى استخدامها، الا انه في الدول التي تمتلك يد عاملة رخيصة واسمدة حيوانية رخيصة. يعد شراء هذه المبيدات مكلفاً في مثل هذه المناطق.

3-) متبقيات المبيدات وانجرافها: ان وجود متبقيات مبيدات الآفات في التربة او على المنتجات الزراعية والغذائية، وانجراف هذه المركبات مع تيارات الهواء اثناء

عمليات الرش يؤدي الى التلوث، وان هذه المتبقيات تشكل تهديداً يوميا للكائنات التي تقطن المناطق المعرضة لهذه المتبقيات.

4-) تلوث الغذاء: ان وجود متبقيات المبيدات في المنتجات الزراعية المختلفة معناه تلوث الغذاء وان استمرار استهلاك هذه الاغذية من قبل الانسان والحيوان يؤدي الى ظهور العديد من حالات التسمم المزمن.

5-) السمية: تعد مبيدات الآفات من أخطر الكيميائيات الزراعية التي تسبب في حدوث حالات التسمم الحاد والمزمن لدى الانسان والحيوان، فضلا عن تسببها مع الاسمدة ومنظمات النمو في العديد من حالات التسمم لنباتات المحاصيل المختلفة Phytotoxicity جراء استخدامها بتراكيز عالية، فضلا عما تسببه مبيدات الادغال من حروق للنباتات غير المستهدفة بالمكافحة.

6-) ان استخدام الكيميائيات الزراعية وخاصة المبيدات بشكل كثيف وغير عقلاني ادى الى زيادة المشاكل الناجمة عن الآفات وكما يلي:

أ-) مقاومة الآفات لمبيدات الآفات: ان الأستخدام المتكرر لنفس المبيد ادى الى زيادة الضغط الانتخابي على الافة المستهدفة بعملية المكافحة، مما ادى الى استبعاد الافراد الحساسة وزيادة نسبة الافراد المتحملة والمقاومة للمبيد وبذلك تزداد نسبة الافراد المقاومة في مجتمع الآفة التي تصبح مقاومة لفعل المبيد بعد ذلك.

ب-) سرعة ظهور الافة بعد المكافحة: بالرغم من فاعلية المبيدات في قتل الافة المستهدفة الا انها تقتل ايضا الاعداء الحيوية للأفة، لذلك فانه بمجرد زوال تأثير المبيد فان اعداد الآفة تبدأ بالنمو والزيادة وبمعدل أسرع من السابق وذلك لغياب او انخفاض تأثير الاعداء الحيوية في الحد من زيادة اعداد الآفة.

ت-) ظهور الآفات الثانوية بشكل وبائي: ان تأثير المبيدات في الآفات الدخيلة او الآفات الرئيسة وخفض اعدادها يهيئ الفرصة لبعض الآفات الثانوية لتنمو وتزداد اعدادها لتظهر بشكل آفات مدمرة.

7-) ان الأضرار المشار اليها في الفقرة السادسة تقود الى الاستمرار في استخدام المبيدات نتيجة الحاجة الى المكافحة السريعة للآفات والذي يترتب عنه مزيدا من الاضطراب للنظام البيئي الزراعي.

على ضوء ما سبق فان مهمة الفصول التالية لهذا الكتاب ستركز على اهم المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في مكافحة مسببات امراض النبات لتوفير المعرفة الضرورية في مجال المبيدات بهدف الوصول الى استخدامها بطريقة عقلانية مبنية على المعرفة.

الفصل الثالث

مبيدات الاحياء Biocides

- المقدمة
- استخدامات مبيدات الاحياء
- المطهرات والمعقمات
- المواد الحافظة للأخشاب
- مبيدات اللزوجة والمخاط

المقدمة

تشـــكل مبيدات الاحياء Biocides المجموعة الاكبر في تجارة المركبات الكيميائية المتداولة والمســـتخدمة على مســـتوى العالم، مما يدل على اســـتعمالاتها الواســعة في جوانب الحياة المختلفة، حيث تســتعمل هذه المركبات في تطهير وتعقيم المســـتشـــفيات والمختبرات وصـــالات العمليات والمرافق العامة والمحلات التجارية ومصـــانع الاغذية والمنازل كما تســـتخدم في حفظ الاغذية والعينات وتعقيم المياه وتنظيف السجاد والملابس وتعقيم دورات المياه بالإضافة الى الاستعمالات الاخرى. ان مبيدات الاحياء تعني مجموعة المركبات الكيميائية التي تعمل على قتل كل اشـــكال الحياة الدقيقة وغير الدقيقة من فايروســـات ومايكوبلازما وبكتريا وفطريات وبروتوزوا، او تعمل على تثبيط نموها. تســـتخدم مبيدات الاحياء بشـــكل واســـع في مختبرات امراض النبات لتعقيم وتطهير الادوات والعينات الداخلة في عمليات عزل وتشـــخيص مســـببات امراض النبات الفايروســـية والبكتيرية والفطرية فضـــلا عن استخدامها في حماية الاخشاب من عوامل التحلل الحيوي Biodegradation. لذلك سنحاول في هذا الفصل تسليط الضوء على اهم مركبات هذه المجموعة. ان المشكلة التي تجابه مستخدمي مبيدات الاحياء هي اختيار المركب المناسب لتحقيق الغرض حيث لا يوجد من مبيدات الاحياء ما يصلح لجميع الاغراض او الاستخدامات وذلك لاختلاف خواصـها وصـفاتها حيث يتوفر اليوم ما يزيد عن 1200 مادة تم اعتمادها من قبل وكالة حماية البيئة الامريكية، للاستخدام في مختلف اغراض مكافحة الكائنات الدقيقة منها مواد معقمة Sterilizers ومواد مطهرة Disinfectants ومواد مثبطة او موقفة لنشـــاط البكتريا Bacteriostatics ومواد قاتلة للفيروســـات Virucides ومواد قاتلة للميكروبات Microbicides.

تعاريف مهمة في مبيدات الجراثيم:- ان المطهر المثالي هو الذي يقوم بقتل الكائن الحي الدقيق الموجود في وقت قصـــير دون ان يحدث أي تلوث للمادة المعاملة. ان لمبيدات الاحياء العديد من المصـــطلحات الرديفة التي تســـتخدم في مجال التعقيم والقضاء على الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة منها ما يأتي:

1-) **المطهرات Disinfectants**:- وهي المركبات الكيميائية المستخدمة في مكافحة الكائنات الدقيقة وتسمى مبيدات الجراثيم Germicides.

2-) **المطهرات الجلدية Antisepsis**:- وتطلق على عملية تطهير الجلد والاغشية المخاطية باستخدام المطهرات.

3-) **النظافة Sanitation**:- وتعني عملية تطهير الاسطح غير الحية باستخدام المطهرات وعليه فان هذه المواد تكون اكثر خطورة من مطهرات الجلد والاغشية.

4-) **قاتل السبورات Sporicides**:- وهي المركبات الكيميائية القاتلة لسبورات البكتريا والكائنات الدقيقة الاخرى.

5-) **مبيدات المواد المخاطية Slimicides**:- وهي المركبات الكيميائية القاتلة للكائنات الدقيقة المنتجة للمواد المخاطية والغروية.

6-) **حافظات الأخشاب Wood Preservatives**:- وهي المواد التي تختص بحماية الاخشاب من عوامل التحلل الحيوي.

استخدامات مبيدات الاحياء

ان مبيدات الاحياء هي مجموعة خاصة من المركبات الكيميائية التي تم تصنيعها لاستخدامها كمبيدات غير زراعية Non-agricultural Pesticides مما يشير الى انها مركبات غير متخصصة تعمل على قتل او تثبيط نمو الكائنات الدقيقة وغيرها هذه المبيدات تستخدم الان في المجالات الاتية:

أولا) مواد مطهرة ومعقمة Disinfectants α Sterilizers

ثانياً) مواد حافظة للأخشاب Wood Perservatives

ثالثاً) مبيدات المواد المخاطية Slimicides

المطهرات والمعقمات Disinfectants and Sterilizers

ان السيطرة على نمو الجراثيم هي مسألة ضرورية في العديد من الحالات، ويتم ذلك من خلال استخدام المركبات المطهرة والمعقمة، ان نجاح عملية السيطرة على نمو الجراثيم يعتمد على فهم الحقائق الاتية:

1- الجراثيم توجد في كل مكان وتشمل البكتريا والفطريات والفايروسات.

2- ان البكتريا والفطريات يحتاجان الغذاء والماء للنمو والتكاثر.

3- الفايرس يحتاج الى خلية العائل.

4- ان معدل نمو الجراثيم يعتمد على الظروف البيئية المحيطة، فضـــلا عن قدرة الجراثيم على التكيف السريع للظروف الجديدة.

5- ان لدرجة الحرارة ونسبة الاوكسجين تأثير كبير في معدل نمو الجراثيم.

6- ان حجم عشرة ملايين من البكتريا او الفايرس لا يصل الى حجم رأس الدبوس.

ان استخدام المطهرات والمعقمات في مجال وقاية النبات يكاد يقتصر على استعمالها في تعقيم وتطهير المختبرات والزجاجيات والاجهزة المســـتخدمة في عمليات عزل وتشخيص وتنمية مسببات امراض النبات، فضلا عن استخدامها في تطهير وتعقيم معامل الصـــناعات الغذائية ويمكن احيانا اســـتخدامها في مكافحة بعض مســـببات امراض النبات وبشكل محدود.

قياس فاعلية مبيدات الجراثيم Germicides Efficienry Measurments

ان المقياس الدولي المستخدم لتقدير فاعلية مبيدات الجراثيم يعتمد على تقدير كفاءتها ضـــد الانواع البكتيرية: *Salmonella typhi, Pseudomonas aeruginosa, Staphyococcus aureus*، مقارنة بمركب الفينول باعتباره مركب قياســـي Standard compound ويتم ترتيب فاعلية المركبات المختبرية عن طريق حساب معامل الفينول Phenol Coefficient.

المجاميع الكيميائية للمطهرات والمعقمات

Disinfectants α Sterilizers Chemical Groups

ان المدى الواســـع من الكائنات الحية التي تعمل عليها المطهرات والمعقمات، يجعل منها مجموعة تضم العديد من المركبات الكيميائية والتي من اهمها ما يأتي:

أولا) الاحماض Acids:- اســتخدمت الاحماض العضــوية وغير العضــوية كمواد مطهرة ومن الاحماض غير العضـــوية حامض النتريك وحامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك والفسـفوريك والسـلفونيك Sulfonic هذه الاحماض اسـتخدمت كمواد منظفة لإزالة التكلسات (Limescale) فضلا، عن تأثيرها في الجراثيم. الا ان هناك

بعض المحددات لاســـتخدامها منها انها مواد خطرة تحتاج الى عناية وحذر عند تداولها وهي مواد خادشــه للأســطح او المواد المعاملة بها. اما الاحماض العضــوية فتشـــمل حامض البينزويك Benzoic acids وحامض الخليك Acetic acid وحامض الفورميك Formic acid وحامض الســـتريك Citric acid. وقد وجد ان لهذه الاحماض تأثير قاتل للفايروســـات والفطريات، هذه الاحماض يتم تجهيزها من خلال خلطها مع بعض المطهرات الاخرى.

ثانيـــاً) المركبات القلوية Alkali Compounds:- من اهم القلويات المستخدمة في هذا المجال هيدروكسيد الصوديوم Sodium hydroxide الذي يستخدم بشكل واسـع في معامل الصـناعات الغذائية كمطهر عام، خاصـة وانه يمتلك صـفة النفاذية في التربة وازالة الدهون والطبقات الشـحمية، وعادة يسـتخدم عند ارتفاع درجة الحرارة وبتراكيز عالية لضـــمان عملية التطهير والتعقيم، الا ان من عيوبه انه مادة خادشـــه ويجب التعامل معه بحذر.

ثالثـــــاً) المركبات ثنائية الكوانيديز Bigunides:- ومن الامثلة لهذه المركبات، المركب Chlorexidine وهو مطهر واسـع التأثير، الا انه يصـبح غير فعال بوجود المواد العضوية، وهو ذو فاعلية جيدة عند PH 5-7 ويفقد فاعليته عند خلطه بالماء العســـر. هذا المركب قابل للخلط مع المركبات ذات النشـــاط الســـطحي الكاتيونية Cataionic Surfactants وهو غير ســام وغير خادش للســطوح والمواد المعاملة، ويجهز هذا المركب عادة للاستعمال كمادة مطهرة للجلد.

رابعـــــاً) المركبات الفينولية Phenolic Compounds:- هناك عدة انواع من المركبات الفينولية المستخدمة كمواد مطهرة وهي:

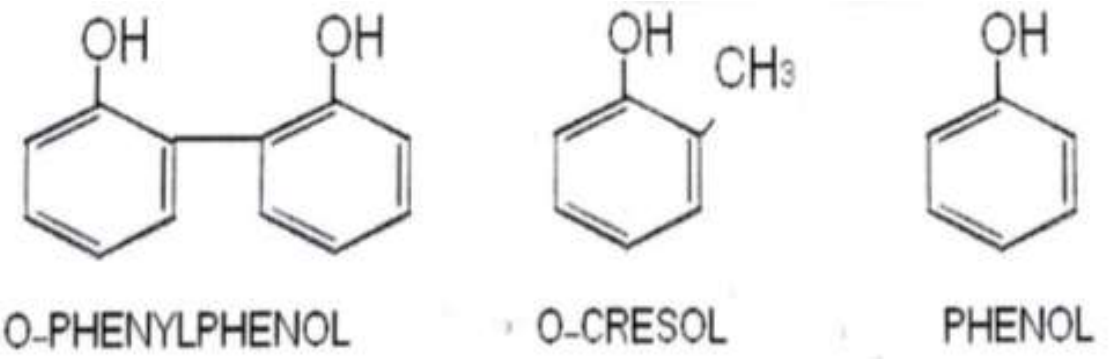
أ-) فينولات للتطهير الخفيف Light-duty Phenolics:- وتضـم مركبات الفينول المكلورة وتسـمى بالمطهرات العطرية او الصـنوبرية، وتعد من مبيدات البكتيريا الجيدة Bactericides وتؤثر بشـكل جيد عند درجات الحرارة المرتفعة وهي غير ســامة ولا تحتاج الى اتخاذ اجراءات احترازية عند اســـتخدامها، لها رائحة عفنه أحيانا لذا لا

ينصـــح باســـتخدامها في اماكن وجود الاغذية والحليب، ومن اهم المركبات الفينولية التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

1-) الفينول Phenol:- وهو من اقدم المطهرات المعروفة حيث استخدم لأول مرة عام 1867 من قبل الجراح Lister كمادة قاتلة للجراثيم Germicides لتطهير صـــالات العمليات الجراحية، حيث تعمل عن طريق ترســـيب بروتين خلايا الجراثيم حتى عندما تكون مخففة جداً.

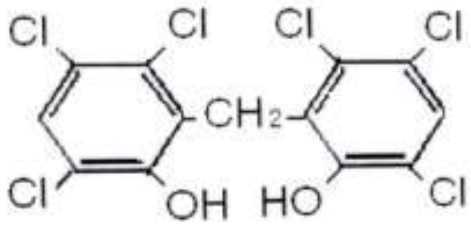
2-) او – كريسول O-Cresol:- ويباع تجاريا تحت اسم Lysol وهو عبارة عن مشـــتق Ortho-methyl للفينول، وهو من المطهرات المنزلية الشـــائعة وله فاعلية كمبيد للجراثيم أعلى من الفينول بعدة اضعاف.

3-) او- فينايل فينول O- Phenyl Phenol:- ويستخدم لتطهير الأسطح والمواد غير الحية.

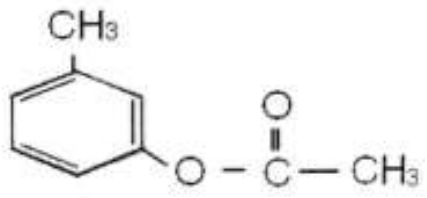


4 –) كريسايل اسيتيت Cresylacetate:- مادة مطهرة تستخدم في المجال الطبي لكل من الأنف والأذن والحنجرة.

5-) هكساكلوروفين Hexachlorophene:- ان كلورة مركبات الفينول يؤدي الى زيادة فاعليتها، لذلك فان هذا المركب يتميز بفاعلية عالية ضـــد البكتريا الموجبة لصـــبغة كرام خـاصـــــةانواع البكتريـا التـابعـة للجنس *Staphylococcus* و *Streptococcus* ويستخدم هذا المركب منفردا او مخلوطا مع مكونات بعض انواع الصابون ومستحضرات التجميل لتوفير الحماية من الميكروبات.



HEXACHLOROPHENE



CRESYLACETATE

ب–) الفينولات الثقيلة Heavy-Duty Phnoles:- وهي مركبات خادشه للبلاستيك والمطاط ومواد التحشية وهي ذات رائحة قطرانيه قوية، ومن هذه المركبات ما يأتي:

1–) الفينولات الذائبة الرائقة Clear Soluble Phenoles:- عبارة عن فينولات متشابهة التركيب والوظيفة مذابة في الصابون او أحد المركبات ذات النشاط السطحي Surfactants مع بعض الكحول. هذا المركب اخذ اســـمه من كونه يعطي محلولا رائقا عند تخفيفه بالماء. هذه المركبات سامة وخادشه ويجب تداولها بحذر وعناية ولها مدى واسع من التأثير وسريعة التأثير في الجراثيم.

2 – الســوائل الســوداء Black Fluids:– وهي من اقدم انواع المطهرات وتتكون من ناتج تصـفية القار Tar وتكون ذائبة مع الزيت ويمكن تجهيزها بشـكل مسـتحلب بإضــافة الصــابون او احد المواد المســتحلبة، وتعمل ضــد مدى واســع من البكتريا والفطريات وهي مواد مهيجة ومؤذية.

3 – الســوائل البيضــاء White Fluids:- مسـتحلب غروي لقطران الفحم الحجري مذاب في الماء وهو فعال ضد مدى واسع من الجراثيم وهو مادة مهيجة ومؤذية.

خامساً) الهالوجينات Halogens:– وتضـم مجموعة من المركبات العضـوية وغير العضـوية الحاوية على احد العناصـر الهالوجينية وخاصـة الكلور وجميعها مواد قاتلة لجميع الكائنات الدقيقة ومنها ما يأتي:

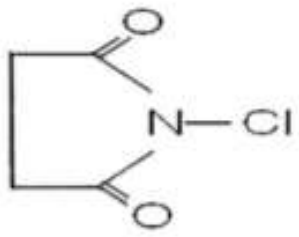
1–) مركبــات الكلور Chlorine Compounds:– ومن اهم مركبــات هــذه المجموعة

أ–) **الكلور Chlorine:–** وهو من اكثر المطهرات انتشارا ويجهز بشكل غاز سائل يستخدم لأغراض تنقية المياه او يدخل ضمن تركيب مركبات عديدة تستخدم في ازالة الروائح وعمليات التطهير والتعقيم.

ب-) هـايبو كلورات Hypochlorite:- وهي من اكثر مركبـات الكلور غير العضوية استخداما في مجال التطهير وازالة الروائح وعمليات التبييض لسهولة تداولها وامانها النسـبي ومن اهم مركبات الهيبوكلورات المسـتخدمة على نطاق واسـع في مجالات الاسـتخدام المنزلي والصـناعي هما هيبوكلورات الكالسـيوم [Ca(OCl)3] وهايبوكلورات الصـوديوم (NaOCl) وتجهز الهيبوكلورات على صـورة مسـاحيق او سـوائل بتراكيز مختلفة حسـب الحاجة حيث تسـتخدم المنتجات المحتوية على تركيز 5-7 % من مركب هايبوكلورات الكالسـيوم في تعقيم ادوات مصـانع الآليات وأواني التغذية في المطاعم، كما تسـتخدم محاليل مركب NaOCl في تطهير الملابس والأدوات المنزلية وفي اغراض التبييض.

ت-) هالازون Halazone:- من مركبات الكلور العضـوي يسـتخدم على نطاق واسـع لتعقيم مياه الشـرب في المعسـكرات والتجمعات السـكانية ويجهز بشـكل اقراص تتفاعل عند اضـافتها للماء وينتج عنها الكلور الذي يؤدي فعله في الماء كمادة مطهرة.

ث-) سـكسـينوكلوراميد Succinochloramide:- من مركبات الكلور العضـوي ولها نفس استخدامات Halazone.

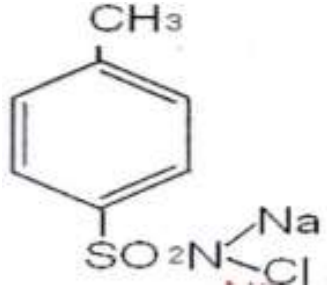


SUCCINCHLORAMIDE

HALAZONE
p-sulfone dichloramidobenzoic acid

ج-) الكلورامينات Chloramines:- من مركبات الكلور العضـوية وتسـتعمل في اغراض التطهير والتعقيم العامة وفي تطهير الانسـجة الحية. تتميز مركبات هذه المجموعة باحتوائها على واحدة أو أكثر من ذرات الكلور المسـتبدلة مكان ذرات الهيـدروجين على مجموعـة أمين. ومن اهم مركبـات هـذه المجموعـة المركبين

Azochloramide و Chloramine-T، تتميز مركبات Chloramineعن مركبات هايبوكلورات Hypochlorites بدرجة ثباتها العالي وطول فترة تحرر الكلور منها.



CHLORAMINE-T

AZOCHLORAMIDE

آليـة التأثير السام لمركبات الكلور

Mechanism of Toxic Action of Chlorine

يعزى التأثير الســام لمركبات الكلور الى عنصــر الكلور الذي يتفاعل مع الماء الحر وانتاج حامض هايبوكلور Hypochlorus acid الذي يتحلل بدوره منتجا الاوكسجين الذي يعتبر عامل اكسـدة قوي يؤدي الى إتلاف مكونات الخلايا، وكذلك يعمل الكلور ومركباته عن طريق الارتباط المباشـر بين عنصـر الكلور والمحتوى البروتيني في كل من الغشاء الخلوي والانزيمات.

$Cl2 + H2O \rightarrow HCl + HClO$ Hypochlorus acid

$HClO \rightarrow HCl + O$

2-) مركبـات اليود Iodine Compounds:- اليود من العنـاصـــر التقليـديـة المستخدمة لقتل الجراثيم ويوجد في مركبات تعرف باسم صبغة اليود Tincture of Iodine وهي عبارة عن خليط من 2% ايوديد الصـــوديوم Sodium Iodide أو 7% يود + 15% ايوديد البوتاسـيوم مذابين في كحول ايثايل تركيز 83%. لعنصـر اليود فاعلية عالية ضد البكتريا كما تمتد فاعليته لتشمل سبورات البكتريا.

3-) مركبــات الفلور والبروم Fluorine and Bromine Compounds:- تحتاج هذه العناصــر الى اعادة تنشـيط بالإضــافة الى صــعوبة التداول لذا يقتصــر استخدامها عندما تكون مخلوطة مع عناصر اخرى وفي عدد قليل من المواد المطهرة.

سـادسـاً) البيروكسـيدات Peroxides:- من اهم مركبات هذه المجموعة بيروكسـيد الهيدروجين Hydrogen peroxide ($H2O_3$) وهو مركب غير ســـام يســـتخدم

كمطهر للأنسجة الحية Antiseptic وتستخدم محاليل المركب في عمليات التعقيم بنسبة 6-25% وكمادة مطهرة للأنسجة الحية بنسبة 0.3 -0.6% مادة فعالة والمركب سريع التحطم عند تسخينه حيث يتحلل الى الماء والاوكسجين.

آلية التأثير السام لبيروكسيد الهيدروجين

Mechanism of Toxic Action of Hydrogen Peroxide

يؤثر هذا المركب عن طريق انتاجه لعامل أكسدة قوي هو جذر الهيدروكسيل (oH) الحر الذي يهاجم البروتينات ودهن اغشية الخلايا والـــ DNA و RNA والمكونات الاخرى المهمة في خلايا المايكروبات ويعمل على موتها.

سابعاً) الكحولات Alcohols:- من اهم الكحولات المستخدمة كمواد مطهرة ومعقمة الميثانول Methanol (CH3OH) والايثانول Ethanol (CH3H5OH) والايزوبروبانول Isopropanol [(CH3)2CHOH] وتزداد فاعلية هذه الكحولات كمبيدات للبكتريا بزيادة الوزن الجزيئي للكحول. لذا فان كحول Isopropanol هو أكثر استخداما. وتكون الكحولات أكثر فاعلية عند استخدامها بتركيز 70 – 80% في حين تكون فاعليتها اقل عند التراكيز التي تزيد او تقل عن ذلك فيما عدا كحول Isopropanol الذي تزداد فاعليته بازدياد التركيز حتى 99%. يستخدم كحول الميثانول في معاملة الاسطح غير الحية فقط وذلك لسميته الشديدة.

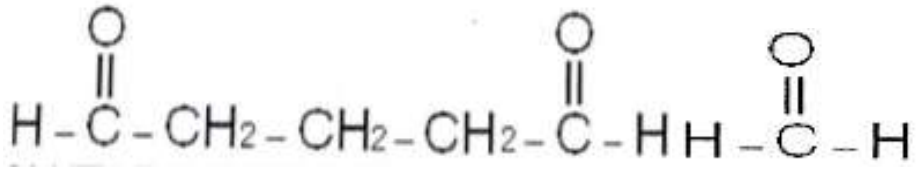
أليـة التأثير السام للكحولات

Mechanism of Toxic Action of Alcohols

تعمل الكحولات بشكل عام على اتلاف الخلايا الحية وذلك من خلال قدرتها على سحب الماء من الخلايا Dehydration. كما تعمل على اذابة دهون جدر الخلايا وبذلك تعمل على اتلاف الاغشية الخلوية، كما يؤدي وجودها الى تثبيط عمل الانزيمات الخلوية.

ثامناً) الالدهيدات Aldehydes:- من اهم مركبات الالديهيدات المستخدمة كمطهرات الفورمالديهيد Formaldehyde وكلوتارالديهيد Glutaraldehyde ويعتبر مخلوط Formaldehyde مع الكحول من محاليل التعقيم الممتازة ومن عيوبه هو

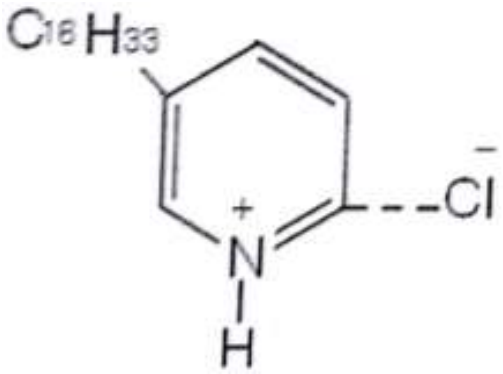
طول فترة بقاء متبقياته بعد الاستعمال. تقتل هذه المركبات اغلب الكائنات الحية عند التعرض لمحاليلها خلال 5 دقائق، فيما عدا سبورات البكتريا التي يتطلب القضاء عليها تعريضها لمدة 3–12 ساعة.



GLUTARALDEHYDE FORMALDEHYDE

تاسعاً) مواد تنظيف Detergents:- ومنها مركبات امونيوم رباعية Quaternary Ammonium Compounds:- مركبات عضوية تمتلك نهايتين او قطبين، احدهما محبا للماء Hydrophilic والآخر محبا للدهون Lipophilic. لهذه المركبات القدرة على توجيه نفسها على الاسطح، بحيث يتجه الطرف المحب للماء ناحية الماء والطرف المحب للدهون ناحية الدهون. اذ من المعروف ان مواد التنظيف تنقسم الى مواد تنظيف ايونية Ionic detergents ومواد تنظيف غير ايونية Nonionic detergent. تشمل المواد الابونية – المواد الانيونية Anionic materials – تحمل شحنة سالبة – والمواد الكاتيونية Cationic materials تحمل شحنة موجبة. تعتبر أملاح الامونيوم الرباعية من اهم المواد الكاتيونية التي تستخدم على نطاق واسع كمضادات بكتيرية، خاصة ضد *Staphylococcus* وان كانت لا تؤثر على السبورات. تؤثر ايضا على كثير من الاصابات الفطرية والعديد من البروتوزوا الممرضة – لكنها – غير فعالة ضد الفيروسات. من عيوب المواد الكاتيونية انها تترسب في المياه العسرة المحتوية على ايونات الكالسيوم والمنغنيسيوم. بالرغم من هذه العيوب تعتبر من أكثر مواد التنظيف المستخدمة كمطهرات بسبب سهولة تداولها وعدم تسببها في حدوث تهيجات جلدية بالتركيزات المستخدمة في عملية الغسيل. من اهم مركباتها المستخدمة على نطاق واسع: Cetylpyridinium chloride (Ceepryn ^{R}) – يستخدم على نطاق واسع كمطهر للجلد وفي تطهير وتنظيف معدات الاكل والشرب في المعسكرات والمطاعم

ومعدات تصـــنيع وتجهيز الاغذية. بصـــفة عامة – يجب توافر بعض الصـــفات في املاح الامونيوم الرباعية المستخدمة في مجال التطهير والصحة، وهو ان تكون فعالة ضـد المسـببات المرضـية، فعالة كمواد تنظيف، منخفضـة السـمية النسـبية، لها درجة ذوبان وثبات مناسبة.



CEEPRYN
Cetyloridinum chloride

عاشـرا) عناصـر معدنية ثقيلة Heavy Metals:- للعناصـر المعدنية الثقيلة الحرة او المرتبطة بمركبات كيميائية تأثير في الفطريات والكائنات الدقيقة الاخرى. لذا فهي تسـتخدم بنجاح كمبيدات للفطريات وكمطهرات ومن اهم العناصـر الثقيلة المسـتخدمة في هذا المجال ما يأتي:

1-) الزنك Zinc:- تســتخدم مركبات الزنك لعلاج العديد من الاصــابات الفطرية خاصــة المركبات المكونة من الزنك مع الاحماض الدهنية طويلة السـلسـلة، وتجهز مركبات الزنك بشكل مساحيق او مراهم وهي مركبات فعالة في معالجة اصابات القدم عند الرياضـيين، كما يسـتخدم مرهم اوكسـيد الزنك في معالجة الطفح الجلدي والعدوى السطحية بالبكتريا والفطريات.

2-) الزئبق Mercury:- اســتخدمت مركبات الزئبق العضــوية وغير العضــوية كمبيدات للفطريات وكمواد مطهرة. وقد تم ايقاف اســـتخدامها حاليا من قبل وكالة حماية البيئة لخطورة الزئبق. ومن اهم مركبات الزئبق التي تســـتخدم من وقت لآخر في بعض محاليل التطهير او التعقيم كلوريد الزئبق الثنائي Mercuric ($HgCl_2$) dichloride.

3-) النحاس Copper:- تعد مركبات النحاس من اشد المركبات فاعلية ضد كل من الفطريات والبكتريا والطحالب. من اهم مركبات النحاس المستخدمة Copper sulphate, Copper ethylenediaminetetra-acetate والتركز 2 جزء/ مليون من هذه المركبات كاف لمنع نمو الطحالب والفطريات في كل من حمامات السباحة وخزانات الماء.

4-) الفضة Silver:- تستخدم مركبات الفضة على نطاق واسع كمواد مطهرة للأنسجة الحية Antiseptics وتوجد اما على صورة املاح ذائبة او على صورة محاليل غروية. الاملاح غير العضوية فعالة كمبيدات للبكتريا الا ان استخدامها تسبب تهيج وحرق للأنسجة المعاملة. تعتبر نترات الفضة Silver nitrate من المركبات الشائعة الاستخدام للحماية من مرض السيلان Gonococcal والاصابات الميكروبية في عيون الاطفال حديثي الولادة.

آلية التأثير السام للمعادن الثقيلة Mode of action of heavy metals

تحدث المعادن الثقيلة تأثيرها السام في الخلايا نتيجة قيامها بترسيب بروتين الخلية، كما قد تتفاعل هذه المعادن مع بعض الانزيمات الموجودة في الخلية وتؤدي الى تثبيطها وموت الخلية نتيجة ذلك او قد تتفاعل مع مكونات الخلية الاخرى.

المواد الحافظة للأخشاب Wood Preservatives

تشكل المواد الحافظة للأخشاب جزء مهما من مبيدات الاحياء او الجراثيم Germicides او الـ Biocides، حيث ان الاخشاب والمواد المنتجة منها تستخدم في جميع مجتمعات العالم مثال ذلك الاخشاب المقطوعة من البيوت والمنشآت الخشبية وأعمدة التلفون والسكك الحديد وغيرها. كما ان الكثير من بلدان العالم يعتمد اقتصادها على انتاج وتصدير الاخشاب. هذه الاخشاب تتعرض في كثير من الأحيان للإصابة بالآفات وخاصة الحشرات والكائنات الدقيقة المحللة للأخشاب ومنها الفطريات والبكتريا. لذلك فان حماية هذه الاخشاب ومنتجاتها يعد امرا مهما للحفاظ عليها، لذلك سنحاول في الصفحات اللاحقة الاشارة الى اهم الكيميائيات المستخدمة في هذا المجال والتي تعمل على قتل الآفات ومنعها من اكمال دورة حياتها.

تدهور الاخشاب بواسطة المايكروبات Microbial Degradation of Wood

ان جميع مكونات الخشب ومنتجاته قابلة للاستخدام من قبل الكائنات الدقيقة كمصدر للطاقة كالسليلوز والهيميسليلوز واللكنين والتي تشكل الجزء الرئيس والاساس للخشب، هذه المكونات يتم تكسيرها او تحليلها بواسطة الانزيمات التي تفرزها الكائنات الدقيقة وخاصة الفطريات والبكتريا او الاوالي حيث تعمل على تحليلها الى مركبات بسيطة مثل السكريات، هذه المركبات البسيطة يتم امتصاصها وتأييضها من قبل الكائنات الدقيقة، وان قسما من هذه الكائنات قد توجد متعايشة مع كائنات أكبر منها مثل الارضة. تمتاز بعض انواع الاخشاب بمقاومتها لعمليات التحلل المايكروبي ويعزى ذلك الى وجود بعض مركبات الايض الثانوية السامة او المثبطة لتلك المايكروبات، وعليه فان هذه المركبات تعد بمثابة مواد حافظة طبيعيةNatural - Preservatives تهاجم الفطريات الاخشاب المختلفة في الاجواء الرطبة وعادة تحصل عمليات تحلل الخشب في الاخشاب الملاصقة للأرض. ان الاضرار التي تسببها الكائنات الدقيقة للأخشاب يمكن ان تقع في أحد المجاميع الاربعة الاتية:

1-) العفن البني Brown rat:- ويمكن تمييز هذا النوع من العفن في ان الاخشاب المصابة تصبح داكنة اللون او بنية وعند جفاف الاخشاب المصابة تصبح هشة وسهلة الانكسار. ان الفطريات المسببة لهذا النوع من العفن، وهي الفطريات الشائعة في عفن وتحلل الاخشاب المستخدمة في بناء المنازل ومن هذه الفطريات: فطر العفن الجاف *Serpula lacrymans*، فطر العفن الرطب *Coniophora puteana*.

2-) العفن الابيض White rot:- ان الاخشاب المصابة بهذا النوع من العفن تصبح ذات لون فاتح مبيض خاصة الخشب الصميم (Hard wood) ان الفطريات المسببة لهذا النوع من العفن هي الفطريات التي تعمل على تحلل المفاصل الخارجية للخشب.

3-) العفن الطري Soft rot:- ويمتاز هذا العفن بان الخشب يصبح رطبا وطريا خاصة في الطبقة السطحية ويحدث هذا العفن في الاخشاب المستخدمة في ابراج التبريد او المغروسة في الارض ويكون الخشب الصميم الجزء الاكثر عرضة للإصابة بهذا العفن.

4-) العفن والصبغات Stains α Moulds:- ان الفطريات المسببة لتلون وعفن الخشب تنمو سطحيا ولا تؤثر على الصفات الميكانيكية للخشب، ولكنها تعمل على تغير لون الخشب وخفض قيمته التجارية. البكتريا هي الاخرى تهاجم الاخشاب وتعمل على تحللها عندما تكون رطبة او تخزن في احواض الماء او تدفن في التربة او تستخدم في ابراج التبريد.

الحشرات وتدهور الاخشاب Insect and Wood Degradation

تشكل الحشرات المجموعة الثانية من الكائنات التي تعمل على تدهور الاخشاب وتحللها. ان عامل الرطوبة الذي يشكل أحد العوامل المشجعة لنمو فطريات العفن والتي تشجع ايضا الاصابة الحشرية ومن امثلة الحشرات التي تهاجم الاخشاب العديد من انواع الخنافس الثاقبة للأخشاب التابعة لعائلة Lyctidae والمسماة بالـ Powder Beetles Post وديدان الخشب من عائلة Anobiidae وكذلك خنافس عائلة Bostrichidae والخنافس طويلة القرون من عائلة Cerambycidae وخنافس القلف من عائلة Scolytidae وPlatypodidae. ان الخشب عرضة للإصابة الحشرية في أي مرحلة من مراحل وجوده، كذلك فان بعض الحشرات تفضل القلف فيما حشرات اخرى تهاجم الخشب الصميم او الخشب الطري. في بعض انواع الحشرات يكون الطور الكامل هو المسبب الرئيس للضرر بينما في انواع يكون الطور اليرقي هو الطور الضار للأخشاب، وبشكل عام وجد ان ضرر الفطريات على الاخشاب يكون أكبر في المناطق المعتدلة بينما في المناطق الاستوائية تكون الحشرات هي المسبب الرئيس لتدهور وتحلل الاخشاب. ان ضرر الحشرات السابقة قد لا يمكن مقارنته بما تحدثه حشرات الارضة من تلف وتحلل للأخشاب حيث انها تتغذى على السليلوز وتهاجم الاخشاب الجافة والطرية على حد سواء.

تحلل الاخشاب في البيئة المائية Aquatic Wood Degradation

في البيئات المائية (البحار والمستنقعات والانهار) هناك ثلاثة مجاميع من الحفارات التي تهاجم الاخشاب وتعمل على تدهورها وتحللها هذه المجاميع هي:

1-) ديدان السفن Shipworm

2-) الطيور المائية

3-) الحيوانات المائية

ان حفارات الاخشـــاب البحرية تنتشـــر في مناطق العالم المختلفة خاصـــة في مياه المناطق الاســتوائية والحارة. حيث ان جميع الحفارات من الرخويات تنشـط في المياه الاســـتوائية وان الانواع التابعة للجنس *Toredo* وجدت في المياه الباردة فقط. ان ركائز الاخشاب المغروسة في مياه البحر تتأثر بشكل خاص بهذا النوع من الحفارات التي تحفر داخل هذه الركائز. كذلك فان العديد من الانواع الرئيســـة من القشـــريات خاصة *limonaria* و *Sphaeroma* هذه الانواع صغيرة الحجم وتصنع انفاقاً صغيرة لذلك فان الخشب المصاب يبدو كالإسفنج.

مما ســـبق يتبين ان العوامل الحيوية تلعب دورا مهما في تدهور وتحلل الاخشـــاب ومنتجاتها وان الحفاظ عليها يتطلب اعتماد العديد من الطرائق والتقنيات والمركبات الكيميائية لوقايتها من الاصابة والحفاظ عليها لأطول فترة ممكنة.

مواصفات المواد الحافظة للأخشاب Wood Preservatives Characteristic

قبل الاشارة الى مواصفات المواد الحافظة لا بد من التمييز بين مفهوم المواد الحافظة Preservatives والمواد الواقية للأخشـــاب Wood Protectants. اذ ان المواد الحافظة للأخشـــاب هي مجمل مبيدات الاحياء Biocides التي تســـتخدم لمعاملة الاخشـــاب لمنع اصـــابتها بالفطريات والحشـــرات والحفارات البحرية. هذه المبيدات تضـاف للخشـب قبل اسـتعماله او تصـنيعه وذلك يهدف منع او تأخير عملية التحلل الحيوي للخشـــب. اما المواد الواقية للأخشـــاب فتعني مجمل المواد المســـتخدمة في المعاملة السـطحية للخشـب كمادة مغلفة وهدفها الرئيس هو حماية سـطوح الاخشـاب من العوامل الفيزيائية خاصـة التحلل الضـوئي بواسـطة الاشـعة فوق البنفسـجية، هذه المواد تضـاف عادة للأخشـاب المصـابة. بشـكل عام يمكن القول ان المواصـفات المطلوبة في تجهيزات المواد الحافظة هي:

1-) ذات كفاءة جيدة في مكافحة عوامل التحلل الحيوي للأخشاب.

2-) قدرة جيدة على النفاذ الى داخل الخشب لتوفير الحماية الجيدة.

3-) ثابتة كيميائيا لكي تبقى فعالة لأطول فترة ممكنة.

4-) امينة الاستخدام لكي يسهل تداولها.

5-) رخيصة الثمن للتشجيع على استخدامها.

6-) ان لا تعمل على خفض قوة الخشب.

7-) لا تعمل على تغيير ابعاد او قياسات الخشب.

8-) الاخشاب المعاملة بهذه المواد يجب ان لا يكون لها تأثيرات سلبية على البيئة.

انواع المواد الحافظة للأخشاب Types of Wood Preservatives

مركبات عديدة جدا استخدمت في مجال حفظ الاخشاب من عوامل التدهور الحيوي، هذه المركبات تعود لمجاميع كيميائية مختلفة وتخضع للعديد من الاختبارات والفحوصات قبل الحصول على رقم تسجيل لاستخدامها في مجال حفظ الاخشاب. تقسم المواد الحافظة للأخشاب الى ثلاثة مجاميع يحسب الغرض من الاستخدام والجهة المستخدمة الى:

أولا) مواد حافظة تستخدم في صناعة الاخشاب Industrial:- وتضم العديد من المركبات الكيميائية التي تستخدم بعد قطعه وتجهيزه لعمليات التصنيع، كما قد تستخدم ايضا لمعاملة الاخشاب اثناء عملية التصنيع ومن هذه المركبات ما يأتي:

Acid Copper chromate (ACC), Ammoniacal copper arsenate (ACA), Ammoniacal copper zinc arsenate (ACZA), Ammoniacal copper alkylammonium compounds (ACQ), Ammoniacal copper carboxylate (e.g.caprylic acid),Ammoniacal copper dithiocarbamate (CDDC) Ammonicl copper citrate, Bis (N-cyclohexyldiazenium-oxy) copper (CuHDO), Bis (N-cyclohexyldiazenium-oxy) copper (CuHDO)

Bis (N-cyclohexyldiazenium-oxy) copper (CuHDO), Borate rods, Carbamates, Chlorothalonil, Chromated zinc chloride, Chromated copper arsenate (CCA), Copper chrome boron (CBC), Copper HDO Copper azole, Copper naphthenate, Copper quats (ammoniacal copper/ didecyldimethylammonium chloride),

Creosote, Disodium octaborate tetrahydrate, Glycol solutions containing borates, Inorganic boron
Polymeric betains, Quaternary ammonium compounds, Substituted isothiazolines, Thiazoles, Triazoles.

ثانياً) مواد حافظة علاجية Remedial:- مركبات مجهزة يشكل معاجين او اربطة او يشكل مدخنات او سوائل للمعاملة الداخلية وتستخدم مع الاخشاب المصابة لعلاجها ومن هذه المواد ما يلي:

1-) المواد المجهزة بشكل معاجين Pastes ومنها:

Creosote grease, Dichromate, Fluorides, Pentachlorophenol.

2-) المواد المجهزة بشكل مدخنات Fumigants ومنها:

Trichloronitromethane, Sodium methyldithiocarbamate, Methylisothiocyanate.

3-) المواد المجهزة بشكل سوائل Liquid ومنها:

Fluorides , Borates , Pentachlorophenol , Dichromates , Copper naphthenate, Arsenates, Alkyl ammonium compounds, Permethrin, Cypermethrin

4-) المواد المجهزة بشكل قضبان صلبة Solid Rods وتضم:

Borates, Fluorides

ثالثـــاً) مواد حافظة تستخدم من قبل الهواة Amateur:- وهذه المواد تجهز عادة بشكل سائل لذلك فهي تستخدم بواسطة الفرشاة او التغطيس من قبل الاشخاص غير المحترفين ومن هذه المواد ما يأتي: Dichlofluanid , Disodium octaborate , Zinc octate Propiconazole, Tributylin naphthenate , Permethrin Alpha-cypermethrin

آلية التأثير السام لبعض المواد الحافظة للأخشاب

Mechanism of Toxic Action of Some Wood Preservatives

تحدث المواد الحافظة للأخشاب تأثيرها السام في الكائنات الحية المحللة للأخشاب بطريقة مختلفة تبعا للمجموعة الكيميائية التي تنتمي اليها، وفيما يلي عرض لاهم هذه المركبات وطرائق تأثيرها:

1-) الكريوزوت Creosote:- يختلف تركيب الكريوزوت في دول العالم، اذ ان تركيبه معقد ويضم اكثر من 200 مركب تم تشخيصها لحد الان وهذه المركبات تقع في ثلاث مجاميع رئيسية هي:

أ-) الزيوت القطرانية Tar oils: مثل الفينول والكريزول وزايلينول Xylenol

ب-) القواعد القطرانية Tar Bases: مثل الـ Quinoline Pyridine و Acidine

ت-) الزيوت المتعادلة Neutral oils: مثل خليط النفثالين، الانثراسين Anthracene والهيدروكاربونات المتعادلة. مما سبق يتبين ان المكون الاساس والفعال في الكريوزوت هي المركبات الفينولية، هذه المركبات تحدث تأثيرها السام من خلال ارتباطها بالجدار الخلوي للمايكروبات وتتفاعل مع عمليات الايض الاساسية مسببة تجلط البروتين، وذوبانية دهون الاغشية الخلوية وموت الخلية نتيجة لذلك.

2-) المركب اورثوفينايل فينول Orthophenyl Phenol:- يعمل هذا المركب من خلال اختراقه لجدار الخلية والتفاعل مع بروتين الخلية وتثبيط عمل الانزيمات ومن هذه الانزيمات انزيم الـ Oxide-reductase وانزيمات الكاربوهيدرات وانزيمات تصنيع البروتينات.

3-) المركب كاربوكساميد Carboximide:- يعمل هذا المركب من خلال تأثيره في عملية نقل الالكترون وايقاف عملية التنفس وموت الخلية.

4-) المركب بنتا كلوروفينول Pentachloro phenol:- يعمل هذا المركب عن طريق ايقافه لعملية الفسفرة التأكسدية ومنع انتاج وحدات الطاقة ATP.

5-) مركبات النحاس Copper Compounds:- ايون النحاس (Cu^{++}) يعمل من خلال تداخله مع نظام الـ Pyruvate Dehydrogenase حيث يثبط عملية تحول الـ Pyruvate الى Acetyl CoA داخل المايتوكوندريا. ومن اهم مركبات النحاس المستخدمة كمواد حافظة للأخشاب ما يأتي:

أ-) **مركب نفثانات النحاس Copper Naphtenate:-** يتفاعل النحاس مع معظم المكونات الاساسية في الخلية ويتفاعل مع الـ Ligands الموجودة على سطح الخلية ويتداخل مع وظيفة الغشاء الخلوي بما يؤدي الى موت الخلية.

ب-) زرنيخات النحاس الكروماتيدية Chromated Copper Arsenate:- في هذا المركب يعمل النحاس خارج الخلية الحية من خلال تثبيطه لعملية انتاج الانزيمات خارج الخلوية، كذلك فان الفطر مثلا قد يعمل على تحريك النحاس واذابته مما يؤدي الى اختراقه للخلية الحية والتفاعل مع المحتويات الاساسية للخلية وتثبيط عملها. كذلك من خلال تثبيطها لعمل بعض الانزيمات فضلا عن ترسيبها لبروتين الخلية.

6-) مركب الزرنيخ Arsenic:- يعمل ايون الزرنيخ من خلال تثبيط او ايقاف عملية الفسفرة التأكسدية ومنع تكوين وحدات الطاقة ATP، كذلك فانه يعمل من خلال تثبيطه لأنزيم α-Ketoglutarate dehydrogenase في دورة الـ TCA او تثبيط معقد انزيم Pyruvate dehydrogenase.

7-) حامض البوريك Boric Acid:- يعمل هذا الحامض على تثبيط العديد من الانزيمات منها انزيمات ايض الفوسفات وتكوين معقدات ثابتة مع العديد من الجزيئات الحيوية.

8-) الازولات Azoles:- من الامثلية هذه المركبات Azaconazole و Propiconazole و Tebuconazol تحدث هذه المركبات تأثيرها السام من خلال تثبيطها لعملية تصنيع الـ Ergosterol وهو الستيرول الرئيس في العديد من أنواع الفطريات حيث يمنع تحول الـ lanosterol الى Ergosterol من خلال تثبيطه لأنزيم C14 Demethylase الذي يعمل على ميثلة Demethylation الـ Lanosterol.

9-) مركبات الكارباميت Carbamates:- وتضم العديد من مبيدات الفطريات، هذه المركبات تعمل على تثبيط انزيم Pyruvate dehydrogenase وانزيم α- Ketoglutarate والـ Succinate dehydrogenase.

10-) ايزوثايازولونات Isothiazolones:- هذه المركبات تعمل من خلال تفاعلها مع مكونات الخلية المحبة للنواة، لذلك فهي تظهر نشاط مضاد للجراثيم، كما انها تتخصص على انزيمات الـFlavoenzymes في دورة Tri carboxylic (TCA)

Acid ومن المركبات الممثلة لهذه المجموعة Dichlofluanid و Tolyfluanide. حيث ان للآصرة (N-S) في هذه المركبات القدرة على الانفتاح والتفاعل مع المكونات المحبة للنواة في الخلية المايكروبية.

11-) المركب Trihexyleneglycolbiborate:- هذا المركب يستخدم كمركب علاجي للأخشـــاب المصـــابة ويعد من مبيدات المايكروبات حيث يعمل من خلال تثبيطه لعملية الفسفرة التأكسدية.

مبيدات اللزوجة والمخاط Slimicides

ان واحدة من اهم مشاكل صناعة الورق في العالم هو عدم القدرة على السيطرة على نمو المايكروبات خلال عملية التصـــنيع، حيث تعمل هذه المايكروبات على خفض القيمة الاقتصادية للورق نتيجة تغير لون الورق وظهور تبقعات او ألوان غير مرغوب فيها وذلك لان نظام صناعة الورق يوفر بيئة مناسبة لنمو وتكاثر هذه المايكروبات، اذ ان المايكروبات تحتاج الى الماء والعديد من الايونات الضرورية ومصدر للكاربون والنتروجين والفسفور والبيئة المناسبة. خاصة درجة الـــ PH والحرارة، كما ان بعض المايكروبات تحتاج الى الاوكســـجين. هذه المتطلبات تتوفر بشـــكل جيد في عجينة الورق. عامل اخر يمكن ان يساهم بشكل كبير في تلون عجينة الورق بالمايكروبات هو عمل العجينة من الورق والكاربون المستخدم ان نمو هذه المايكروبات وتكاثرها في عجينة الورق ومكائن تصـــنيع الورق يؤدي الى تراكم المواد المخاطية واللزجة على الورق ومعدات ومكائن تصـــنيع الورق حيث تظهر المواد المخاطية متدلية من مكائن تصـــنيع الورق. ان من اهم المايكروبات المنتجة للمخاط والمواد اللزجة والتي وجدت في مصـــانع الورق، هي البكتريا والفطريات والطحالب، هذه الانواع وجدت ايضـــا في ابراج التبريد Towers Coohing المستخدمة في المصانع والمنشآت الكبيرة.

مبيدات اللزوجة والمخاط Slimicides:- تتوفر اليوم العديد من مبيدات الاحياء Biocides التي يمكن اســـتخدامها كمبيدات للمايكروبات المنتجة للمواد المخاطية واللزجة، حيث تجهز هذه المبيدات بصـــور تجهيز مختلفة Formulations منها

الغازية او السائلة منها مثلا الكلور السائل الذي يستخدم في ابراج التبريد ومشاريع تنقية المياه وفيما يأتي عرض لأهم مبيدات الاحياء Biocides المستخدمة كمبيدات للزوجة والمخاط Slimicides:

1,4- bis(beomoacetoxy) -2-butene
1-bromo-3-chloro-5,5-dimethylhydantoin(BCDMH)
2,2-dibrome-2-cyanoacetamide(DBNPA)
2-bromo-2-nitroethenylbenzene+MBT
2-bromo-2-nitropropan-1,3-diol (bronopol)
2-bromo-4-hydroxyacetophenone(BHAP)
2-methyl-4-isothiazolin-3-one(kathon component)
3,5-dimethyl-1,3,5-2H-tetrahydrothiadiazne-2- thione (dazomet)
5-choro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one(kathon component)
5-oxo-3,4-dichloro-1,2-dithiol (Dithiol)
alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride(ADBAC)
ammonium bromide
ammonium ethylenebisdithiocarbamate
chlorine dioxide
chloroacetamide
dichloride (POIDC)
didecyldimethyl ammonium chloride(DIDAC)
disodium cyanodithioimidocarbonate(DCDIC)
disodium methylenebisdithiocarbamate(nabam)
glutaraldehyde
hydrogen peroxide
K-*N*-methyldithiocarbamate
methylenebisthiocyanate (MBT)
N,4-dihydroxy-oxo-benzenethanimidoyl chloride
N-[alpha(nitroethyl)-benzoyl)ethylene diamine]
peracetic acid
poly(oxyethylene)bis(dimethyliminoethylene)
potassium-N- hydroxymethyldithiocarbamate sodium bromide
sodium dimethyldithiocarbamate (Dibam)
sodium hypochlorite
tetrakishydroxymethylphosphonium sulfate

الفصل الرابع

مبيدات الفايروسات Virucides

- المقدمة
- مبيدات الفايروسات الكيميائية المصنعة
- مبيدات الفايروسات الكيموحيوية
- مبيدات الفايروسات الكيموحيوية نباتية المصدر
- مبيدات الفايروسات الكيموحيوية مايكروبية المصدر
- مبيدات الفايروسات الكيموحيوية حيوانية المصدر
- مبيدات الفايروسات الحيوية
- السلالات الفايروسية الضعيفة
- الفايروسات التابعة
- مبيدات الفايروسات الجينية

المقدمة

تشكل الفايروسات النباتية مجموعة مهمة ومميزة من الطفيليات الاخرى المسببة لإمراض النبات كالبكتريا والفطريات والديدان الثعبانية، حيث تمتاز طريقة تطفل الفايروسات وارتباطه وتضاعفه بآلية تخليق البروتين الخلوي وعدم امتلاك الفايروسات لآليات ايضيه يمكن مهاجمتها من قبل المركبات الكيميائية حيث من الصعب جدا استعمال المبيدات الكيميائية في مكافحة امراض النبات الفايروسية على مستوى الوقاية والعلاج من الاصابة ولم يطرح في الاسواق لحد الان أي مبيد فايروسي رغم وجود الكثير من الكيميائيات الطبيعية والصناعية التي اثبتت نجاحا في اتلاف الفايروسات او تثبيطها على المستوى المختبري او الحقلي البسيط. هذه المركبات تسمى بالمضادات الفايروسية Antiviral chemicals هذه الكيمائيات يتوقع ان يكون لها مستقبلا جيدا لان تستعمل في الحقل بشكل مبيدات فايروسية، الا ان هذه الكيميائيات لم تحقق النجاح المطلوب للعديد من الاسباب اهمها:

1-) ان تثبيط تضاعف الفايروسات داخل الخلايا يعني ايقاف النشاط الحيوي لها وخاصة آلية تخليق البروتين مما يعني تدمير الخلايا النباتية.

2-) صعوبة الحصول على مواد مثبطة للفايروسات تتحرك جهازيا في النبات.

3-) ان معظم هذه المواد تفقد فاعليتها في النبات بعد فترة قصيرة من الرش.

مما سبق يتبين ان مشكلة استخدام مبيدات الفايروسات لمكافحة أمراض النبات الفايروسية لازالت واحدة من المشاكل المستعصية لمكافحة الفايروسات، وان عملية مكافحتها تكاد تقتصر على إتلاف الفايروسات وتثبيطها خارج الخلية الحية.

مبيدات الفايروسات الكيميائية المصنعة

أولا) مبيدات الاحياء Biocides:- وتضم مجموعة كبيرة من المركبات التي تنتمي لمجاميع كيميائية مختلفة تندرج تحت مسميات عديدة منها مبيدات الجراثيم Germicides والمطهرات Disinfectants والمعقمات الكيميائية Chemosterilants وغيرها، وهي في الغالب مركبات غير متخصصة ومؤثرة في كل اشكال الحياة ومن هذه المركبات ما يأتي:

1-) الاحماض Acids:- ومنها حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك والنتريك والفسفوريك وغيرها.

2-) المركبات القلوية Alkali compounds:- ومن اهمها هيدروكسيد الصوديوم.

3-) المركبات ثنائية الكواندين Bigunides:- ومنها المركب Chlorhexidine.

4-) المركبات الفينولية Phenolic Compounds:- وتضم مجموعة كبيرة من المركبات المستخدمة في عمليات التطهير والتعقيم ومنها الفينول والـ O-cresol والـ Cresylacetate والـ Hexachlorophen وغيرها كثير.

ان من اهم المركبات الفينولية المستخدمة كمواد مثبطة للفايروسات مايأتي:

أ-) **مركب البارامينو فينول P-aminophenol**:- وهو مركب عضوي ناتج من نترتة الفينول بعد اختزاله بمركبات الحديد ويستخدم كمركب وسطي في صناعة الباراسيتول وذلك بتفاعله مع مركب انهيدريد الخلات. ان للفينولات اهمية كبيرة في اتلاف او تثبيط فايروسات النبات، إما بارتباطها مع البروتين الفايروسي مباشرة واتلافه وتثبيط عمله او انها تعمل على تحفيز المقاومة الجهازية المستحثة للنبات. كذلك فان الفينولات البسيطة قد تتأكسد بواسطة انزيم البيروكسيديز الى كينونات Quinones والتي تعد أكثر سمية لفايروسات النبات اذ تتحد مع البروتين الفايروسي بواسطة الاواصر الهيدروجينية والروابط التساهمية من خلال مجموعة السلفاهيدريد (SH) ومجموعة الامين الحرة فتعمل على تثبيط عمل الفايروس.

ب-) **مركب النفثالين Naphthalene**:- وهو مركب هيدروكاربوني اروماتي صلب ابيض بشكل بلورات وهو المكون الاساسي لكرات النفثالين المستخدمة لحماية الملابس من العثة كونه مركب متطاير يكون بخار قابل للاشتعال ويتم تصنيعه من قطران الفحم وتحويله الى فثاليك لامائي Phthalic anbydride ويستخدم كمطهر وكمبيد للحشرات. ولم يسبق استعمال هذا المركب في تثبيط الاصابة الفايروسية لاي من فايروسات النبات.

5-) الهالوجينات Halogens:- ومن اهمها مركبات الكلور واليود ومركبات الفلور والبروم.

6-) البيروكسيدات Peroxides:- ومنها بيروكسيد الهيدروجين.
7-) الكحولات Alcohols:- مثل الميثانول والايثانول والايزو بروبانول وغيرها.
8-) الالدهيدات Aldehydes:- ومنها الفورمالديهيد وغيرها.
9-) مواد التنظيف Detergents:- ومنها مركبات الامونيوم الرباعية Quaternary, Ammonium Compunds.
10-) العناصر المعدنية الثقيلة Heavy Metals:- مثل الزنك والزئبق والنحاس والفضة.

ان جميع هذه المركبات تعد مبيدات فعالة في اتلاف وتثبيط الفايروسات خارج الخلية فقط، ولا يمكن استخدامها على النبات لانها ستؤدي الى موت الخلية واحداث حروق وحالات تسمم للنبات Phytotoxicity تؤدي الى موته. (لمزيد من المعلومات حول هذه المركبات راجع فصل مبيدات الاحياء)

ثانياً) مبيدات الفطريات Fungicides:- اظهرت الدراسات ان لبعض مبيدات الفطريات الجهازية تأثير مثبط لظهور الاعراض التي تسببها عدة انواع من الفايروسات، ولكن من دون التأثير على تضاعفها داخل النباتات ومنها المبيدين الـ Benlate والـ Bavistin واللذان يتحللان عند اذابتها في الماء وينتج عن الاول المركب Methylbenzimidazol-Z-Carbamate (MBC) وعن المركب الثاني المركب Carbendazim. وكلا المركبين يماثلان في خواصهما السايتو كاينينات. كذلك وجد ان اضافة هذه المبيدات الى التربة ادت الى حدوث خفض واضح في الاعراض التي يسببها فايروس موزائيك التبغ.

ثالثاً) مشابهات ومشتقات القواعد البيورينية والبيريميدينية:- تم اختبار تاثير عدد من مشابهات القواعد النتروجينية المكونة للاحماض النووية واهمها المركبات:

1-) المركب ثايو يوراسيل-2: 2-Thiouracil ويختصر (2-TU)
2-) المركب ازاكوانين-8: 8-Azaguanine ويختصر (8-AZ)
3-) المركب فلورو يوراسيل-5: 5-Fluorouracil ويختصر (5-FU)

هذه المركبات استخدمت لتثبيط تضاعف فايروسات موزائيك التبغ (TMV) والبطاطا اكس (PVX) والبطاطا واي (PVY) حيث تحل محل القواعد النتروجينية في الـ RNA الفايروسي وتثبط تضاعفه، كما وجد ان معدل استبدال القاعدتين البديلتين 2–TU و 5–FU للقاعدة الاصلية وهي اليوراسيل Uracil في مجين فايروس موزائيك التبغ بين 3–10 و 28–48% على التوالي وهذا يعني انخفاض في ناتج تضاعف الفايروس بنسبة تصل الى 50%. اضافة لما سبق فقد استعملت مشتقات القواعد النتروجينية لمكافحة الفايروسات واهمها المركب المعروف باسم الترايازول Triazole او الفيرازول Virazole او الريبا فيرين Ribavirin وهو أحد مشتقات الاميدازول Imidazole وهو المركب السلفي لحلقة البيورين واسمه الكامل Amino triazole Carboxyamide والذي استعمل بنجاح لمنع اصابة نباتات التبغ بفايروس موزائيك التبغ والطماطه بفايروس الذبول المبقع للطماطه (TSWV) برشها المسبق به قبل الاصابة، كما سبب خفضا لتركيز فايروسي موزائيك الخيار (CMV) وموزائيك الجت (AMV) في الزراعة النسيجية.

رابعاً) الزيوت المعدنية Mineral Oils:– هي زيوت خاملة قابلة للامتزاج بالماء وتكون مستحلبات وتستخرج من النفط وقد اشارت نتائج العديد من الدراسات الى قدرة هذه الزيوت على تثبيط نقل الفايروسات غير الباقية عند رشها على اوراق النبات كما انها منخفضة السمية على النبات والحيوان، وقد اكتشف تاثيرها التثبيطي لاول مرة عام 1956 واستعملت بعد ذلك بنجاح مع العديد من الفايروسات غير الباقية عند استعمالها بمستويات حقلية محدودة ومنها فايروسات موزائيك الخس (LMV) وموزائيك البنجر (BtMV) والبطاطا واي (PVY) وموزائيك الرقي الثاني (WMV–2)، كما استعملت الزيوت المعدنية بنجاح مع بعض انواع الفايروسات شبه الباقية ومنها فايروس اصفرار البنجر، الا انه لم يكن لها أي تاثير على نقل الفايروسات الباقية. ان الزيوت المعدنية التي اظهرت قدرة على تثبيط بعض فايروسات النبات جهزت في الاساس لمكافحة الافات الحشرية والاكاروسية وخاصة الحشرات القشرية

والحلم على اشجار الحمضيات واشجار الفاكهة المتساقطة الاوراق. وقد استخدمت فيما بعد على البطاطا والطماطة وبعض محاصيل الخضر الاخرى لمكافحة حشرات المن والذباب الابيض والحلم ذو البقعتين.

ان الزيوت المعدنية عبارة عن خليط من هيدروكاربونات مشبعة وغير مشبعة والهيدروكاربونات الحلقية وتحتوي على نسبة عالية من الكبريت، ان نسب هذه المكونات ودرجة نقاوة الزيت تلعب دورا مباشرا في التاثير على النبات، حيث تسبب هذه الزيوت في كثير من الاحيان حروق على اوراق النبات. وعليه فان الزيوت البترولية المستخدمة في مكافحة الحشرات والفايروسات النباتية يجب ان تكون بدرجة عالية من النقاوة ومن مشتقات البترول الخفيفة، بحيث لا تزيد فيها نسبة الهيدروكاربونات غير المشبعة عن 8% وعلى العموم فان هناك العديد من الصفات التي تحدد صلاحية الزيت للاستخدام كمبيد لمكافحة امراض النبات الفايروسية وهي:

1-) درجة اللزوجة Viscosity:- وهي تعبر عن سيولة الزيت وتعرف بانها عدد الثواني اللازمة لمرور 60 سم^3 من الزيت على درجة حرارة 37.8°م خلال فتحة قياسية محددة بجهاز Saybolt. حيث كلما كانت درجة اللزوجة قليلة كانت الزيوت أكثر امانا واقل خطرا على النباتات لذلك يفضل استخدام الزيوت ذات اللزوجة المرتفعة للاستخدام في الشتاء بعكس الحال عند ارتفاع درجات الحرارة.

2-) درجة الغليان Boiling Point:- وهي صفة مهمة للزيوت وتدل بصورة غير مباشرة على فاعلية الزيت للتطاير Volatility وتتحدد بذلك المدة التي يبقى خلالها الغشاء الزيتي على الحشرة واوراق النبات وعليها ايضا يتوقف مقدار التأثير على الحشرة ومقدار الضرر الذي يحدثه للنبات، حيث كلما كان التطاير بطيئا كان الزيت ثقيلا واكثر تاثيرا على الحشرة واكثر ضررا للنبات، لذلك يجب ان تكون درجة تطاير الزيت مناسبة لقتل الحشرة دون ان تحدث ضررا للنبات.

3-) اختبار الكبرتة Sulfonation Test:- والغرض منه تحديد المكونات غير المكبرتة unsulfonated residue وتقاس كنسبة مئوية لتحديد درجة نقاوة الزيت

وذلك لكونها المسـؤولة عن التأثير السـام للنبات، ويمكن اجراء هذا الاختبار بمعاملة الزيوت بحامض الكبريتيك المركز حيث تبقى الهيدروكاربونات غير المشـبعة لتتفاعل مع الحامض وتستقر في قعر الاناء.

4-) رقم التعادل .Neutralization No:- والغرض منه تحديد درجة قابلية الزيت للاكسـدة حيث يبين هذا الرقم كمية الحموضـة الموجودة في الزيت والناتجة من الاكسدة ويجب ان لا تزيد الحموضـة في الزيت المستعمل في مكافحة الحشرات عن 0,03% مقدرا على أساس الملغرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم لكل غرام واحد من الزيت، وتحدث عملية الاكسـدة عادة للهيدروكاربونات المشـبعة عندما تتعرض على هيئة غشاء رقيق لضوء الشمس والعوامل الجوية الاخرى فيصبح تأثيرها حامضيا مما سبب حروقا للنباتات المعاملة به. ان فاعلية الزيوت المعدنية في مكافحة فايروسـات النبات تعتمد على صفاتها الفيزيائية والكيميائية والتي سبق الاشارة اليها، وان الزيوت المعدنية الجيدة المسـتعملة في تثبيط نقل الفايروسـات يجب ان تمتاز بالمواصـفات الاتية:

1-) ان تكون قيمـة ثـابـت لزوجـة السـريـان او الجريـان Viscosity Gravity Constant بين 0.790 – 0, 819.

2-) ان تكون درجة اللزوجة بين 66-150SUS (Saybolt Universal Seconds)

3-) ان تتراوح درجة الغليان بين 370-420 م

4-) متوسط الوزن الجزيئي لها يتراوح بين 340-380 دالتون

5-) المكونات غير المكبرتة Unsulfonated Residue يجب ان تتراوح بين 95-100% وهذا يعني غياب التراكيب الحلقية او العطرية والتي تكون غير فعالة وسامة للنبات.

6-) نقطة انسـكاب البارافين Paraffin–pour point يجب ان تكون تحت درجة الصفر المئوي والتي تشير الى ان الـ N–paraffins لا تشكل جزء مهم من الزيت وذلك لعدم فاعليتها.

7-) انخفاض محتوى الزيت المعدني من المركبات النفثانية لانها تعد مواد خاملة وتزيد من لزوجة الزيت.

اضـافة لما سـبق من صـفات فان للمواد المسـتحلبة المضـافة للزيوت المعدنية تاثير معنوي مهم في فاعلية الزيت في عملية تثبيط نقل الفايروس وقد وجد ان نسـبة المواد المسـتحلبة يجب ان لا تزيد عن 0.75-1.25% وان زيادتها عن هذه النسـبة يؤدي الى خفض فاعلية الزيت.

تقسيم الزيوت المعدنية Mineral Oils Classification

هناك العديد من الاسس التي يمكن اعتمادها لتقسيم الزيوت المعدنية منها:

أولا) بحسب المصدر وتقسم الى:

1 -) زيوت برافينية Paraffinic:- وتكون غنية بالهيدروكاربونات المشـبعة وخالية تقريبا من الكبريت.

2-) زيوت اسـفلتية Naphthenic:- وتحوي نسـبة كبيرة من المركبات الحلقية والعطرية والكبريت.

ثانيـاً) على اساس نسبة المكونات غير المكبرتة Unsulfonated Residue وتقسم الى:

1-) زيوت خفيفة Light:- وتكون نسبة المواد غير المكبرتة فيها 90% كحد ادنى.

2-) زيوت متوسـطة Medium:- وتبلغ نسـبة المواد غير المكبرتة فيها 92% كحد ادنى.

3-) زيوت ثقيلة Heavy:- وتبلغ نسبة المواد غير المكبرتة فيها 94% كحد ادنى.

ثالثاً) بحسب وقت الاستخدام وتقسم الى نوعين:

1-) زيوت الرش الشـتوية Dormant-Oils:- وهي الزيوت التي تتراوح فيها نسـبة الهيدروكاربونات المشـبعة بين 50-90% وتسـتخدم للرش على الأشـجار النفضـية واشـجار الظل خلال فترة السـبات الشـتوي لمكافحة الحلم والبق الدقيقي والحشـرات القشرية. وترش عادة بتراكيز 2-3%.

2-) زيوت الرش الصيفية Summer-Oils:- وتحتوي هذه المجموعة من الزيوت على نسـبة تتراوح بين 90- 96% من الهيدروكاربونات المشـبعة ، وتمتاز هذه الزيوت بقلة ضـررها على الاجزاء الخضـرية، وتسـتخدم لمكافحة الحلم والحشـرات

القشـرية على اشـجار البرتقال. كما يمكن اسـتخدامها كمواد منشـطة لبعض مبيدات الحشرات.

رابعاً) بحسب صورة التجهيز تباع مستحضرات هذه الزيوت بصور التجهيز الاتية:

1-) زيوت قابلة للخلط بالماء Emulsible Oils:- وتجهز هذه الزيوت بشـكل زيت يكون محلولا مستحلبا عند خلطه بالماء.

2-) مستحلب زيتي مركز Concentrated Emulsion:- وهو مستحضر يحوي الزيت مضـافا اليه مادة تسـاعد على الاسـتحلاب مع قليل من الماء. يمكن عند الاستعمال تخفيفه بالماء ليكون محلولا مستحلبا لاغراض المكافحة.

امثلة لبعض الزيوت المعدنية Examples Of Some Mineral Oils

اسـتعملت العديد من الزيوت المعدنية في العديد من دول العالم لخفض الاصـابة بامراض النبات الفايروسية على العديد من المحاصيل، وخاصـة البطاطا، وفيما يلي عرض لبعض الزيوت المعدنية المستعملة في هذا المجال:

1-) زيت B43 Wax:- استعمل هذا الزيت على البطاطا لمكافحة فايروس البطاطا واي (PVY) في كندا وقد ثبط انتشـار الفايروس بنسـبة 60% عند تغطية اوراق البطاطا بالزيت بشكل كامل.

2-) زيت البارافين Paraffin Oil:- يمتاز هذا الزيت بدرجة لزوجة تتراوح بين 125-135 وهو من انتاج شركة Fisher Scientific الكندية. استعمل هذا الزيت على التبغ لمكافحة فايروس البطاطا واي (PVY) بنسـبة 0,13 ملغم/ 10سـم^2 وقد عمل هذا الزيت على تثبيط نقل الفايروس بنسبة تزيد عن الـ 60%.

3-) زيت Sunoco 7E:- اسـتعمل هذا الزيت لمكافحة فايروس البطاطا واي (PVY) على الفلفل بتركيز 7500 جزء بالمليون، حيث ثبيط عملية نقل الفايروس بنسبة 45% وذلك بعد ستة ايام من المعاملة.

4-) زيت امبريال Imperial Oil:- من انتاج شـركة Imperial اسـتخدم في كندا لمكافحة فايروس البطاطا واي (PVY) على البطاطا وقد ادى هذا الزيت الى خفض انتشار الاصابة بالفايروس بنسبة 88% عند رش محصول البطاطا ستة مرات يفصل بين رشة واخرى مدة اسبوع وبمعدل 4 غالون/ اكر.

5-) الزيت المعدني فايرول Virol:- ويتكون من 80% زيت متوسط الى خفيف مضافا اليه 20% مواد مستحلبة استعمل هذا الزيت بتركيز 1% لمكافحة فايروس البطاطا واي (PVY) على الفلفل في فلسطين وادى الى خفض انتشار الاصابة بالفايروس في حقل الفلفل بنسبة 65%.

اضافة لما سبق فان هناك اليوم مجموعة جيدة من الزيوت المعدنية المستخدمة في تثبيط عملية نقل الفايروسات بواسطة الحشرات منها زيت الـ Sunspray والـ Biolid والـ Sc811 و JMS Stylet Oil وغيرها كثير.

النقاط الواجب مراعاتها عند استعمال الزيوت المعدنية

Conditions For Applying Mineral Oils

ان كفاءة الزيوت المعدنية في تثبيط انتشار الفايروسات الممرضة للنبات لا تعتمد فقط على المواصفات الكيميائية والفيزيائية للزيت وانما ايضا على الظروف المحيطة بعملية استعمال الزيت المعدني والتي من اهمها ما ياتي:

أولا) عوامل مرتبطة بالرش Spray Related Factors:- هناك العديد من العوامل المرتبطة بعملية الرش والتي قد تؤثر بشكل مباشر او غير مباشر في كفاءة الزيت المعدني في تثبيط انتشار الفايروسات وهي كما ياتي:

1-) التركيز Concentration:- دراسات عديدة اشارت الى ان كفاءة الزيت المعدني في خفض انتشار ونقل فايروس البطاطا واي (PVY) تأثرت بشكل كبير بالتركيز المستعمل من الزيت في عملية الرش، وعليه فان اختيار التركيز المناسب تعد مسألة مهمة في هذا المجال. وينصح عادة بان لا يقل التركيز عن 1% ولا يزيد على 3% لانه يسبب حروق للنباتات المعاملة.

2-) معدل الاطلاق والضغط Spray Pressure α Delivary Rates:- ان نتائج العديد من البحوث اظهرت ان زيادة معدلات اطلاق محلول رش الزيت المعدني وزيادة ضغط المرشة اديا الى زيادة كفاءة الزيت في تثبيط عملية نقل الفايروسات.

3-) التغطية الجيدة للنبات Good Coverage:- ان التغطية الكاملة للنباتات بمحلول الرش تعد مسألة مهمة واساسية لزيادة كفاءة الزيت في تثبيط عملية نقل

الفايروســـات، وان التغطية الجيدة تعتمد على حجم قطرة الرش وهذا بدوره يتطلب اختيار النوزل المناسب لهذه العملية. كذلك وجد ان رش النباتات وهي رطبة يقلل من كفاءة الزيت البترولي في تحقيق تغطية جيدة للنبات، لذلك يفضــل اجراء عملية رش الزيت البترولي عندما تكون اوراق النبات غير مبللة بالماء. في ولاية فلوريدا الامريكية يوصــي الباحثون عند اســتخدام الزيوت البترولية في الســيطرة على فايروس البطاطا واي PVY في حقول الفلفل، باستعمال الزيوت بتركيز 1-2% والرش بضغط يتراوح بين (200-400-Psi) مع اضـــافة مواد مســـتحلبة بنســـبة 0.75 - 1.25% واستعمال نوزلات تعطي قطرات رش صغيرة الحجم.

4-) عدد مرات الرش:- تعد عملية الرش الاسـبوعي للزيوت البترولية مسـألة مهمة لتحقيق سـيطرة جيدة على انتشـار الفايروسـات الممرضـة للنبات، كما يوصـي بعض الباحثين باجراء رشـتين في الاسـبوع في حالة المحاصـيل السـريعة النمو. ان تكرار عمليات الرش يهدف بالدرجة الاســـاس الى اســـتمرار تغطية اجزاء النبات بالزيت خاصـة النموات الحديثة. ان عدد مرات الرش ترتبط بفترة نمو المحصـول وفترة نشـاط الحشرات الناقلة للفايروس.

ثانيـــاً) درجة الحرارة Temperature:- ان درجة ثبات الزيت البترولي وفترة بقائه على النباتات المعاملة تعتمد على درجة الحرارة، وقد وجد ان الزيت Sunoco 7E بقى فعالا لفترة اطول عند درجة حرارة 16م° مقارنة بدرجتي الحرارة 24 و32م°. ان تباين كفاءة هذا الزيت عند درجات الحرارة المختلفة يمكن ان يرجع الى:

1-) ان النباتات تنمو بشـكل أسـرع عند درجات الحرارة المرتفعة وهذا يعني ظهور نموات جديدة غير محمية بالزيت.

2-) انخفاض فاعلية الزيت في تثبيط الفايروس لتغير خواص الزيت جراء ارتفاع درجة الحرارة.

ثالثـــاً) اشعة الشمس Sunlight:- لأشعة الشمس تأثير سلبي على درجة ثبات الزيت البترولي على سطوح النباتات المعاملة، حيث اشارت العديد من الدراسات الى حدوث تحلل ضـوئي للزيت المعدني بفعل الاشـعة فوق البنفسـجية مما يفقده خواصـه

التثبيطية للفايروس، كما قد تحدث عملية اكسدة للهيدروكاربونات المشبعة عندما تتعرض على هيئة غشاء رقيق لضوء الشمس فيصبح تاثيرها حامضيا مما يسبب حروقا للنباتات المعاملة به.

العوامل المحددة لاستعمال الزيوت المعدنية Limitations Of Using Mineral Oils:- هناك العديد من العوامل التي تحد من استعمال الزيوت المعدنية في السيطرة على انتشار الفايروسات الممرضة للنبات وهي:

أولا) ثبات الزيت Mineral Oils Persistence:- يتفق اغلب العاملين في هذا المجال على انخفاض كفاءة الزيوت المعدنية في خفض او منع عملية نقل الفايروسات الممرضة للنبات في الحقل مقارنة بالنتائج المختبرية، وقد يرجع ذلك الى ما ياتي:

1-) العوامل الجوية والامطار Weather and Rainfall:- تلعب الامطار والعوامل الجوية الاخرى الى التدهور السريع او غسل الزيوت المعدنية من على اوراق النباتات المعاملة بالزيت مما يقلل من كفائتها.

2-) نمو النبات Plant Growth:- ان سرعة نمو النبات تعد من العوامل المؤثرة في بقاء الزيت المعدني حيث ان ظهور اوراق حديثة غير معاملة تشكل نقاط ضعف النبات لانها تكون غير محمية بالزيت، كذلك فان الفايروسات النباتية تتضاعف بشكل كبير في النموات الحديثة والاوراق الصغيرة وهي مفضله ايضا للتغذية من قبل حشرات المن الناقلة للفايروس.

3-) خفض الانتاجية Yield Reduction:- دراسات عديدة اشارت الى وجود علاقة بين زيادة عدد مرات رش الزيوت المعدنية وانخفاض انتاجية المحصول، وهذا قد يدفع بالمزارع الى تقليل عدد مرات رش الزيوت المعدنية مما يؤثر في درجة بقاء الزيت في الحقل .

ثانياً) تسمم النباتات Phytotoxicity:- ان احدى اهم مشاكل استعمال الزيوت المعدنية هو تسببها في احداث حروق على النباتات المعاملة، خاصة عند استعمالها

بتراكيز تزيد عن 3%. مما يؤدي الى خفض انتاجية المحصـــول، وعليه لابد من اختيار التركيز المناسب للمحصول، قبل القيام بعمليات الرش على نطاق واسع.

ثالثاً) عدم التوافق Incompatibitity:- ان تسمم النباتات بالزيوت المعدنية قد لا يكون نتيجة زيادة التركيز وانما ايضـــا يســـبب عدم توافق خلط الزيوت مع بعض المبيدات مثال ذلك وجد ان خلط الزيت المعدني JMS Stylet Oils مع مبيدات الفطريـات مثـل الكبريـت Sulfur وكلوروثـالونيـل Chlorothalonil والـدايكلون Dichlone كان خلطا غير متوافقا ادى الى احداث حروق على النباتات المعاملة وخفض انتاجيتها لذلك ينصح برش مبيدات الفطريات بعد 24 ساعة من الانتهاء من رش الزيوت المعدنية. في فرنسا وجد ان استخدام الزيوت المعدنية مخلوطة مع مبيد الفطريات Fluazinam أدى الى تقزم نباتات المحصول.

رابعـــــاً) التاثيرات البيئية Environmental Impacts:- تعد الزيوت المعدنية وخاصـــة البارافينية Paraffinic من الزيوت الثابتة بطيئة التحلل. كذلك فان الزيوت المعدنية هي مبيدات حشرات غير متخصصة حيث تؤثر على الاعداء الحيوية وبذلك فان الزيوت المعدنية تكون غير مفضلة في برامج ادارة الافات.

أليــة عمل الزيوت المعدنية في تثبيط نقل الفايروسات Mode Of Action Of Mineral Oils In Inhibiting Virus Transmission

منـذ اكتشـــاف Bradley عـام 1962 لتـأثير الزيوت المعـدنيـة في تثبيط نقـل الفايروســـات الممرضـــة للنبات، والعمل مســـتمر من اجل معرفة آلية عمل الزيوت المعدنية في تثبيط نقل الفايروسات وقد طرحت العديد من الفرضيات في هذا المجال والتي يمكن اجمالها فيما يأتي:

1-) تعمل الزيوت المعدنية على قتل الحشرات الناقلة للفايروسات غير الباقية non-persistents من خلال:

أ-) يعمل الزيت كحاجز يمنع وصـــول الاوكســـجين اليها فتموت الحشـــرات اختناقا نتيجة سد الفتحات التنفسية.

ب-) تحوي الزيوت العديد من المواد الكيميائية التي تؤثر في انســـجة الحشـــرة كأي مادة كيميائية سامة.

ان خفض اعداد الحشـرات الناقلة للفايروسـات والذي سـيؤدي حتما الى تثبيط عملية نقل الفايروسات.

2-) فرضـية Bradley:- هذه الفرضـية جاءت من خلال ملاحظة Bradley حول حدوث تثبيط لعملية نقل فايروس البطاطا واي (PVY) بحشرات المن المتعرضة للزيوت المعدنية قبل عملية اخذ الفايروس من النبات المصـــاب وتلقيح النبات السليم وان الزيت عمل على خفض عملية اكتساب المن للفايروس وخفض عملية التلقيح بالـ (PVY) وقد عزى Bradley ذلك الى:

أ-) يعمل الزيت المعدني على ازاحة جسيمات الفايروس من مواقع ارتباطها باجزاء فم المن، وبذلك تفشل عملية نقل الفايروس.

ب-) او ان يعمل الزيت على زيادة قوة التصاق جسيمات الفايروس باجزاء الفم بحيث تبقى ملتصـقة اثناء تغذية المن ولا تتحرر جسـيمات الفايروس الى داخل الخلية النباتية.

ت-) دخول الزيت المعدني المحمول على اجزاء الفم مع الفايروس الى داخل الخلية النباتية حيث يعمل الزيت على منع تضـــاعف الفايروس نتيجة تداخله مع الفعاليات الحيوية للخلية.

3-) ان العديد من الدراسات اشارت الى ان الزيوت المعدنية تعمل على تحوير سطح اجزاء فم الحشـــرة (الرمح) او تغيير شـــحنته وبذلك تعيق عملية اد مصـــاص جسيمات الفايروس على الرمح وبذلك تتم عملية تثبيط نقل الفايروس.

4-) دراسات حديثة اشارت الى ان عملية التثبيط تحدث بسبب تأثير الزيت المعدني في سـلوك تغذية المن على النباتات المعاملة بالزيت المعدني. حيث لوحظ مثلا ان من الخوخ الاخضر *Myzus persicae* احتاج الى وقت اطول لبدء التغذية على النباتات المعاملة بالزيت مع حدوث انخفاض في الكمية التي امتصـها المن من العصـارة النباتية وهذا ادى الى خفض فرصـة الفايروس للانتقال الى النباتات السليمة.

5-) فرضـية اخرى اشـارت الى احتمال تداخل الزيت مع كيمياء بقاء الفايروس على مستقبلات اجزاء فم المن (الرمح) مما يؤدي في النهاية الى تثبيط نقل الفايروس.

مبيدات الفايروسات الكيموحيوية Biochemieal Virucedes

وهي مجموعة المركبات الكيميائية المستخلصة من كائنات حية (نباتات، كائنات دقيقة وحيوانات) والتي تعمل على قتل او اتلاف او تثبيط الفايروس ومنعه من احداث الضرر. هذه المركبات يمكن تقسيمها الى عدة مجاميع بحسب المصدر الذي اشتقت منه الى:

أولا) مبيدات الفايروسات الكيمو حيوية نباتية المصدر Plant Origin Biochemical Virucides:- وتضم مجموعتين هما

المجموعة الاولى المستخلصات النباتية Plant Extracts: وهي مركبات نواتج ايض ثانوية ينتجها النبات واظهرت تاثيرا متباينا في تثبيط الفايروسات حيث توجد اليوم محاولات حثيثة في العمل على انتاجها على المستوى التجاري وتجهيزها للاستخدام الحقلي ومنها ما يأتي:

1-) مستخلص الثويا Thuja Extract:- ينتمي نبات الثويا *Thuja orientalis* الى العائلة السروية Cupressaceae ويطلق عليه باللاتيني Arborvitaes وتعني شجرة الحياة وهي اشجار تتراوح اطوالها بين 3-8م وتستعمل كأشجار زينة، كما ان لها فوائد طبية عديدة، اذ تستعمل مستخلصات اوراقها كمطهر ومضاد للبكتريا وطاردا للديدان وتستعمل لعلاج نزلات الشعب الهوائية وسلس البول والتهابات المثانة والصدفية وسرطان الرحم والروماتزم، تحوي اوراق الثويا على الكاربوهيدرات Carbohydrates والقلويدات Alkaloids والكلايكوسيدات Glycosides والفلافونيدات Flavonoids والتانينات Tannins والصابونينات Saponins وتحوي على الزيوت الطيارة وهي α-Thujene و α- Pinene و Fenchene- α و Sabinene و Pinene و Myrcene و α-Phellandrene و 3-Carene- ▲ و Limonene و ϒ-Terpinene و α - Terpinolene و ol- Terpinene-4 و Bornyl acetate و α-Terpinyl acetate و Elemene و Cedrene و Caryophyllene و α-Humulene و Neoalloocimene

و Cadinene- ▲ و Elemol و Cedrol- α لقد وجد ان المستخلص Thuja 30 ثبط تضاعف فايروس موزائيك اصفرار عروق القرع العسلي (PYVMV) Pumpkin Yellow vein mosaic virus وان استعمال مستخلص الثويا بتركيز 3 غم/ لتر على أوراق الطماطة ثبط الإصابة بفايروس تجعد واصفرار اوراق الطماطة Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) بنسبة 100% كذلك وجد ان استعمال مستخلصات نباتية من بينها المستخلص المائي للثويا اعطى فعالية عالية في تثبيط فايروسي موزائيك التبغ TMV وموزائيك الطماطة (ToMV) *Tomato mosaic virus* وان رش مستخلص الثويا الكحولي بتركيز 6غم/ لتر اعطى حماية ضد فايروس التنقط المبرقش على EBMV الباذنجان لمدة 12 يوما بعد تلقيح النبات بالفايروس وقد يرجع ذلك الى تفاعل المستخلص مع الفايروس في المراحل الاولى من الاصابة والذي يعمل على منع تحرر الحامض الرايبي مما يؤدي الى وقف تضاعف الفايروس وايضا الى استحثاث المقاومة الجهازية في النبات.

2-) مستخلص الرغيلة Rugila Extract:- ينتمي نبات الرغيلة *chenopodium. album* الى العائلة الرمرامية Chenopodiaceae وله اسماء انكليزية شائعة كثيرة منها Whitegoose و Lambsquarters، الاوراق السفلى والوسطى معينية الشكل او بيضوية متطاولة وتامة الحافة والنورة عنقودية كثيفة، الازهار صغيرة مخضرة اللون، ويعد من النباتات الطبية اذ يستخدم كمضاد للبكتريا وطارد للديدان ومنها الديدان الخطافية Hookworm ومفيد للاسهال والسعال، ويستخدم كعلاج لفقدان الشهية. تحوي اوراق الرغيلة على الفلافونيدات Flavonoids والكلايكوسيدات Glycosides والكاربوهيدرات Carbohydrates والبروتينات Proteins والتانينات Tannins كذلك تحتوي اوراق الرغيلة على زيوت طيارة منها α- pinene و Thujene و Camphene و Thymol و Carvacrol و Trpineol - α و Cineole 1.8. عزلت بروتينات مثبطة للتضاعف الفايروسي من اوراق دغلي

الرغيلة *C.album* و*quinoa* .C بوزن جزيئي 25–38 كيلو دالتون على التوالي والتي تتنافس مع الكابسيد الفايروسي في العمليات الحيوية التي يمارسها الفايروس بسبب امتلاكه للمجموعة الكيميائية E–amino وقد تم عزل نوعين من البروتينات هي CAP– 1 و CAP–11 من دغل الرغيلة *C.album* بوزن جزيئي 17و26 كيلو دالتون على التوالي لهما تاثير تثبيطي على فايروس موزائيك التبغ TMV وفايروس تورد القنب (SRV) *Sunnhemp rosette* virus عند استعمالها بتركيز 20–22 مايكرو غرام/ مل وكلاهما لهما قدرة تحمل للحرارة تصل الى 90م وقد تم عزل وتنقية بروتين تثبيطي من اوراق نبات *C.aculeatum* وهو ذو وزن جزيئي مقداره 34 كيلو دالتون ولقد ادت معاملة النبات بهذا البروتين الى حثها على تطوير مقاومة جهازية عالية جدا ضد العديد من الاصابات الفايروسية والتي أظهرت تأثيرها بعد ساعات قليلة من عدوى النبات بالفايروس اذ كانت البقع الموضعية اقل عددا من نباتات المقارنة او غائبة تماما.

3–) مستخلص اليوكالبتوس Eucalyptus Extracts:– تنتمي انواع اشجار اليوكالبتوس الى الجنس *Eucalyptus* والعائلة الآسية Myrtaceae ويطلق عليها نهر الصمغ الاحمر River red gum وتزرع في الاراضي المائية المراد استصلاحها اذ ان جذورها الطويلة المتعطشة للماء قادرة على تجفيف الارض وهي منتشرة في جميع انحاء العالم وموطنها الاصلي استراليا. يصل ارتفاع الشجرة الى أكثر من 45م وقطرها 120–160 سم، الاوراق بسيطة رمحية متبادلة معنقة بطول 10–15 سم ومتجهة نحو الاسفل عادة، الثمار كروية او بيضاوية يغلف الساق قلف ناعم ولامع ويتساقط في القسم الوسطي من الجذع في كل سنة بشكل صفائح متطاولة. يعد نبات اليوكالبتوس من النباتات الطبية اذ يحتوي الزيت الطيار فيه على مركب رئيسي هو السينول 1.8–cineole الذي يعد مضادا للبكتريا والفايروسات والفطريات ومضاد للاكسدة وللالتهابات الرئوية ويعمل على تنشيط جهاز المناعة ومفيد لأمراض الجهاز التنفسي كأمراض الربو والتهاب الشعب الهوائية المزمن كذلك

يعد الزيت الطيار في اليوكالبتوس ذو فعالية حيوية واسعة ضد الحشرات والنيماتودا والحلم والادغال. تحتوي اوراق اليوكالبتوس على فينولات والكلايكوسيدات والتانينات والصابونينات اما الزيوت في اوراق اليوكالبتوس *E.camaludlensis* فتحوي على مركبات عديدة منها *p*- cymene و1,8- cineole و Y-terpinene و α- pinene و Terpinen-4-ol و α- terpineol و Thymol و Carvacrol. وقد اختبر التأثير التثبيطي للعصير الخام لاوراق اليوكالبتوس *E.lanceolatus* ضد فايروس الموزائيك العادي للفاصوليا BCMV اذ انخفضت الاصابة بنسبة 20% كما تم اختبار تأثير عشرة مستخلصات ومن بينها مستخلص اوراق *E. camaludlensis* على فايروس موزائيك التبغ TMV في نبات التبغ اذ اعطى نسبة تثبيط للاصابة بالفايروس بلغت 85-100%.

4-) مستخلص اللكية Pockweed Extracts:- دراسات عديدة جدا اشارت الى ان المستخلص الخام لنبات اللكية *Phytolacca americana* من عائلة Phytollaceae يحتوي على مادة مثبطة لفايروس موزائيك التبغ.

اضافة لما سبق فقد وجد ان النباتات التابعة لعائلة اللكية Phytollaceae والباذنجانية Solanaceae والرمرامية Chenopodceae تحوي على الكثير من مثبطات الفايروسات كذلك فان دراسات عديدة اشارت الى وجود مواد مضادة للفايروسات الحيوانية والنباتية وان اغلب هذه المواد او المركبات موجودة اصلا في النباتات السليمة ولم تتكون كرد فعل للاصابة الفايروسية لذا فهي مركبات عامة التاثير وغير متخصصة تؤثر على مدى واسع من الفايروسات ومن هذه النباتات ابرة الراعي *Pelargonium hortrum* والرغيلة والزرنيخ *Chenopodium amaranticolor* والفلفل الدغلي *Capsicum frutescens* وغيرها كثير.

5-) الصبغات الحساسة للضوء Photosensitizing Agents:- اظهرت العديد من الصبغات الحساسة للضوء ومنها الاكريدين البرتقالي Acridine Orange وازرق التوليدين Toluidin blue والاحمر المتعادل Neutral Red تاثيرا مثبطا

للاصـــابة بفايروس موزائيك التبغ (TMV) عند مزجها مع عصـــير النبات المصـــاب وتعريضه للضوء، حيث يسبب انشطار واحدة او اكثر من قواعد الكوانين في خيط الـ RNA الفايروســي. ان معظم لا بل ان جميع هذه المســتخلصــات لا زالت في مرحلة البحث والتطوير، ولم تنتج على المستوى التجاري لحد الان.

اهم المواد الفعالة في المستخلصات النباتية

Plant Extracts Active Materials

لا شـك ان تاثير بعض المسـتخلصـات النباتية في تثبيط الفايروسـات يرجع بالدرجة الأسـاس الى وجود مركب او عدد من المركبات الفعالة التي تؤثر بطريقة او أكثر في آلية عمل الفايروس او اتلافه. لذلك فقد اهتم الباحثون في محاولة تحديد المركبات الفعالة في تلك المســتخلصــات كخطوة اولية في مســار ايجاد مركبات فعالة تعمل كمبيدات او مضادات للفايروسات ومن اهم مجاميع المركبات التي تم الكشف عنها ما يأتي:

أولا) الفينولات Phenols:- من اهم المركبات الفينولية التي وجدت في العديد من المســتخلصــات النباتية هي التانينات Tanlins وهي من اكثر المركبات الفينولية النباتية تعقيدا وتاثيرا على الفايروســات، حيث عرف تاثيرها المثبط للفايروســات منذ ثلاثينات القرن الماضــي، عندما اســتعمل تورنبري Thornberry عدة تراكيز من حامض التانيك لتثبيط فايروس موزائيك التبغ TMV. ومن المركبات الفينولية الاخرى المثبطة للفايروسات هي الفلوروكلسينول Flouroglucinol وحامض الكالك Galic Acid وحامض السالسلك Salicylic acid.

ثانياً) البروتينات:- تحتوي مستخلصات العديد من النباتات على العديد من المركبات البروتينية والانزيمات التي تعمل على تثبيط الفايروسات ومنها المركب البروتيني الذي وجد في مستخلص جذور نباتات لالة عباس *Mirabilis jalapa* حيث اطلق على هذا البروتين اســم بروتين الميرابيليس المضــاد للفايروس Mirabilis Antiviral Protein، وقد ثبط هذا البروتين عند رشــه على نباتات البطاطا المصــابة بفايروس البطاطا اكس Potato Virus x وفايرويد الدرنة المغزلية في البطاطا Potato

Spindle Tuber Viroid الاصابة بنسبة 100% اضافة الى البروتينات CAP-1 و CAP-11 المستخلصين من نبات الرغيلة كما سبق الاشارة اليهما في مستخلص الرغيلة.

ثالثاً) الكلايكوبروتينات Glycoproteins:- مركبات معقدة من البروتين والكاربوهيدرات وجدت في مستخلصات العديد من النباتات واظهرت قدرات تثبيطية للعديد من الفايروسات ومنها الكلايكوبروتين الذي تم عزله من دغل اللكية *Phytolacca americana* المتكون من 116 حامض اميني ووزنه الجزيئي 13 ألف دالتون. اضافة لما سبق فان المستخلصات النباتية تحتوي ايضا على العديد من القلويدات والتربينات وغيرها من مركبات الايض الثانوية التي يمكن ان تلعب دورا مباشراً او غير مباشر في تثبيط الفايروسات واتلافها.

آلية عمل المستخلصات النباتية Plant Extracts Mode Of Aetion

تتباين آلية عمل المستخلصات النباتية في عملية تثبيطها للفايروسات النباتية وذلك تبعا لنوع المستخلص الذي يتباين في محتواه من حيث نوعية المواد الفعالة او المركبات الكيميائية التي يحتويها ذلك المستخلص. يمكن اجمال الية عمل المستخلصات النباتية فيما ياتي:

أولا) تثبيط الفايروس:- تعمل العديد من المركبات الفعالة الموجودة في المستخلصات النباتية على تثبيط الفايروس. وعليه فان اليات التثبيط ستتباين تبعا لنوع المركب الفعال الموجود في المستخلص. مثال ذلك وجد ان حامض التانيك Tannic acid يعمل على تثبيط فايروس موزائيك التبغ (TMV) من خلال ارتباطه مع البروتين الفايروسي بأواصر هيدروجينية توقف عمله الحيوي، كما تتأكسد التانينات بأنزيم الـPolyphenol oxidase لتتحول الى كينونات Quinones وهي مركبات اكثر سمية للفايروسات. فضلا عن ارتباط التانينات مع أيون النحاس وتحدث بالتالي كسرا في سلسلة الـ DNA المزدوج والمفرد الخيط. كذلك وجد ان البروتينات المثبطة للتضاعف الفايروسي والمعزولة من اوراق دغلي الرغيلة *Chenopodium album*

و *C. quinoa* وبوزن جزيئي 38.25 كيلو دالتون على التوالي تعمل على التنافس مع الكابسيد Capsid الفايروسي في العمليات الحيوية التي يمارسها الفايروس بسبب امتلاكه المجموعة الكيميائية E-amino.

ثانياً) استحثاث المقاومة الجهازية ضد الفايروسات:- للعديد من المستخلصات النباتية القدرة على استحثاث المقاومة الجهازية ضد الفايروسات في النباتات المعاملة بها قبل العدوى بالفايروس. فمثلا وجد ان مستخلصات نباتات الفلفل والجيرانيوم والداتورة تمتلك القدرة على استحثاث المقاومة الجهازية في نباتات الطماطة ضد الاصابة بفايروس البطاطا واي (PVY) وقد ترجع الية عمل تلك المستخلصات الى استحثاث بروتينات نبات الطماطة ضد فايروس البطاطا واي (PVY) الى امتلاكها صفات انزيمية محطمة للبروتين شبيهه بعمل انزيم Protase حيث تقوم بتحطيم الغلاف البروتيني للفايروس حال دخوله او تقوم بتحطيم المستقبلات الفايروسية الخلوية الامر الذي يؤدي الى عدم قدرة الفايروس على الالتصاق بجدار الخلية والدخول اليها وبذلك تصبح الخلية مقاومة للاصابة.

المجموعة الثانية الهرمونات النباتية Plant Hormones: دراسات عديدة اشارت الى ان لبعض الهرمونات النباتية تاثير مثبط لبعض فايروسات النبات منها:

1-) هرمون الكانيتين Kinetin:- وجد ان رش هذا الهرمون والمركبات المشتقة منه على النباتات بتركيز لا يقل عن 50% مايكروغرام/ لتر مباشرة بعد الاصابة تثبط الاصابة بالفايروس كما اعطى نتائج تثبيطية جيدة مع عدد من الفايروسات منها فايروس الذبول المبقع على الطماطة (TSWV)، ولكنه اعطى نتائج عكسية مع فايروسات اخرى ومنها فايروس موزائيك التبغ، ويرجع تاثيره التثبيطي للفايروسات الى تشجيعه لتحليق انزيم الرايبونيوكليز Ribonuclease المحلل للاحماض النووية.

2-) هرمون نفثالين حامض الخليك Naphthalene Acetic Acid:- اظهر هذا الهرمون فاعلية جيدة في تثبيط الاصابة بفايروس موزائيك التبغ (TMV) وفايروس البطاطا واي (PVY) وفايروس البطاطا اكس (PVX) عند رشه على النباتات.

3-) هرمون الجبرلين Gibrellen:-اظهر هذا الهرمون عند رشه بالتركيز 0.001% على النباتات قبل عدة ساعات من التلقيح بعدد من الفايروسات قدرة هذا الهرمون على تثبيط تلك الفايروسات.

4-) منظم النمو B-q:- واسمه الكيميائي N-dimethylamino Succinamic حيث ثبط هذا المنظم الاصابة بفايروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV) عند خلطه مع عصير النبات المصاب قبل 45 دقيقة من التلقيح.

5-) هرمون الـ 2-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid:- اظهر هذا الهرمون تاثيرا تثبيطيا لعدد من الفايروسات وقد وجد بشكل عام ان اغلب هذه الهرمونات وخاصة الجبريلين تسبب اختفاء الاعراض من النباتات ولكن من دون شفاء من الفايروس الذي يبقى في النباتات المصابة بتركيز عالي.

ثانياً) مبيدات الفايروسات الكيموحيوية مايكروبية المصدر:- هي مجموعة المركبات الكيميائية التي تنتجها الكائنات الحية الدقيقة والقادرة على تثبيط الفايروسات واتلافها. هذه المركبات عرف تاثيرها التثبيطي للفايروسات منذ عشرينات القرن الماضي عندما اكتشف وجود مواد مثبطة في مزارع الفطر *Aspergillus niger* ومزارع نوعين من البكتريا هما: *Agrobacter aerogenes* ، *Bacillus uniflagellatus*. وقد تم التعرف على المواد المثبطة الموجودة في مزارع العديد من البكتريا والفطريات والتي تعرف بالمضادات الحيوية Antibiotics: وهي عبارة عن مركبات كيميائية معقدة تنتجها الكائنات الحية ولها القدرة على تثبيط نمو اوقتل الجراثيم بتراكيز مخففة جدا، وان من اهم المضادات الحيوية التي اظهرت فاعلية في تثبيط الفايروسات الممرضة للنبات ما يأتي:

1-) المضاد الحيوي سايتوفيرين Cytovirin:- تم عزل هذا المضاد من عدة انواع من الـ *Streptomycis* spp وقد اظهر هذا المضاد فاعلية في تثبيط اصابة الطماطة والتبغ بفايروس موزائيك التبغ عند رش النباتات به مباشرة بعد التلقيح بالفايروس، حيث اعطى حماية للنباتات من الفايروس لمدة سبعة ايام ولكن لم يكن له تاثير علاجي.

2-) المضـاد الحيوي البلاسـتيدين اس Blasticidin-S:- ويسـمى اختصـارا (BcS) وقد تم اسـتخلاصـه من *Streptomyces griseochromogens*، وقد عمل هذا المضـاد على تثبيط عملية تصـنيع بروتين فايروس موزائيك التبغ وذلك لتشـابهه تركيبيا مع الـ aminoacyl-tRNA، كما سـجل تاثيره التثبيطي للنقل الحشري لفايروس تخطط الرز (RSV).

3-) المضـاد الحيوي نوفورميسـين Noformicin:- تم اسـتخلاص هذا المضـاد الحيوي من الفطر *Norcardia formicans*، واستطاع هذا المضاد تثبيط فايروسي موزائيك التبغ وموزائيك الفاصوليا الجنوبي (SBMV) وقد لوحظ ان هذا المضاد ينتقل جهازيا في اوراق النباتات المعاملة.

4-) المضـاد الحيوي ناراميسـين Naramicin:- وهو مناظر للمضـاد الحيوي سـايكلوهكسـامايد Cyclohyxamide حيث ثبط فايروس موزائيك التبغ، وكلا المضـادين يثبطـان تخليق البروتين الفـايروسـي لتـداخلهمـا مع نقـل المركـب aminoacyl-RNA، الا ان رش النباتات بالسـايكلوهكسـامايد لفترة طويلة وتركيز عالي قد ادى الى تسمم النباتات.

5-) المضاد الحيوي ميتومايسين سي Mitomycin-C:- ينتمي هذا المضاد الى مجموعـة الازدرين Azidrine ويعزل طبيعيـا من البكتريـا *Streptomyces caespitosus* حيث اسـتخدم في علاج انواع عديدة من السـرطانات، منها سـرطان المعدة والقولون والمستقيم والبنكرياس. كما وجد ان هذا المضاد يثبط فايروس موزائيك التبغ TMV في انسـجة اوراق التبغ المصـابة، بكفاءة عالية عند اسـتعماله بتركيز 25 جزء بالمليون. وترجع الية عمل هذا المضـاد في تاثيره على الحامض النووي الرايبي الفايروسي Viral RNA وفي قدرته على تحطيم الاواصر في الحامض النووي الرايبي منقوص الاوكسـجين DNA. اما عند اسـتعماله بتراكيز عالية فانه يثبط الحامض الرايبي RNA والبروتين.

6-) المضـاد الحيوي ترايكوثيسـين Trichothecin :- مركب كاربوهيدراتي عزل من الفطر *Trichothecin roscum* الذي اظهر تـاثير تثبيطي لفـايروس موزائيك التبغ.

7-) المركبات الكاربوهيدراتية المثبطة للفايروسات:- تم عزل العديد من المركبات الكاربوهيدراتية المثبطة للفايروسات، حيث وجد ان الفطر *Physacum polycephalum* ينتج مثبطات كاربوهيدراتية بوزن جزيئي 35-55 ألف دالتون ضد فايروس موزائيك التبغ وفايروسات اخرى. وتبين بالفحص المجهري ان الية عمل هذه المثبطات تتم من خلال تغليفها لجسيمات الفايروس فتمنع نزع الكابسيد او الغلاف البروتيني وبالتالي توقف تضاعفه. كذلك تم عزل المركب Glucan من السلالة Glucinea للفطر *Phytophthora megasperma* والذي اظهر تثبيطا واضحا للعديد من انواع الفايروسات وبآلية تثبيط غير معروفة. ان معظم المركبات الكيمو حيوية المضادة للفايروسات والمعزولة من الكائنات الدقيقة هي مركبات ذات تاثير تثبيطي رجعي يتوقف عند التخفيف، وان الية التثبيط تعتمد على نوع النبات العائل المعامل وليس نوع الفايروس وتتم بتكوين معقد مع الفايروس، وان اضافتها بعد فترة طويلة من حدوث الاصابة يضعف تاثيرها باستثناء المضادات الحيوية وخاصة المضاد الحيوي Trichothecin الذي يتغلغل في النسيج النباتي وينتقل من السطح المقابل من الاوراق المرشوشة وذلك يسبب صغر جزيئاته وهو مؤثر حتى عند اضافته بعد يوم من الاصابة.

ثالثاً) مبيدات الفايروسات الكيموحيوية حيوانية المصدر:- هي مجموعة المركبات الكيميائية التي تنتجها الحيوانات وتلعب دورا في تثبيط الفايروسات ومنها ما يأتي:

1-) الانزيمات Enzymes:- وجد ان للانزيمات المحللة للبروتينات تاثير تثبيطي للفايروسات خارج النسيج الحي وخاصة انزيمات البيبسين Pepsin والتريسين Trypsin والبابابين Papain والكيموتريسين Chemotrypsin، كما اظهرت الانزيمات المحللة للاحماض النووية تاثيرا تثبيطيا للفايروس ايضا ومنها انزيم الرايبونيكليز البنكرياسي Pancreatic ribonuclease. ووجد ان تاثير هذه الانزيمات هو تاثير غير متخصص.

ان الية عمل هذه الانزيمات في تثبيط الفايروسات يمكن ان تتم من خلال ما ياتي:

أ-) تعمل الانزيمات المحللة للبروتينات على تحليل الغلاف او الكايسيد الفايروسي وايقاف الاصابة.

ب-) يعمل انزيم الرايبو نيكليز على ايقاف فاعلية الفايروس عند استعماله بتركيز واطئ بادمصاصه على سطح الكايسيد وبالتالي اعاقته لعملية تفكيكه حيث يعمل كأي جزئ بروتيني غريب يتداخل مع عمل الكايسيد الفايروسي. كما ان هذا الانزيم يحطم بشدة الجينوم (المجين) الفايروسي عندما تكون عارية بدون غطاء بروتيني.

ان فاعلية هذه الانزيمات تتوقف على ما يأتي:

أ-) التركيز ب-) درجة PH المحلول ت-) درجة الحرارة التي تزيد عن 70م°

2-) مستخلصات مفصليات الارجل Arthropods Extracts:- بعض الدراسات اشارت الى ان مستخلصات حشرات من الخوخ الاخضر وبعض انواع قفازات الاوراق ومستخلص العنكبوت الاحمر وبيضه احتوت على مثبطات للاصابة بفايروسات موزائيك التبغ (TMV) وموزائيك الخيار (CMV) وموزائيك الجت (AMV).

3-) مصل دم الارانب Rabbit Serum:- وجد ان المصل الطبيعي لدم الارانب ثبط الاصابة بفايروس موزائيك التبغ، الا انه كان اضعف تاثيرا من المثبطات النباتية وهو ذو تاثير مباشر، اذ يعمل عند اضافته لعصير النبات المصاب على تثبيط الفايروس، وان كل مكونات المصل كانت مثبطة للفايروس.

4-) الحليب المقشود Skim Milk:- او حليب الشرش الذي ادت اضافته الى عصير النبات المصاب بفايروس موزائيك التبغ الى تثبيط الفايروس، وقد وجد ان بروتين الكازين في الحليب هو المادة الفعالة المثبطة للفايروس ولكنه ذو تاثير رجعي، حيث يتوقف التاثير التثبيطي عند التخفيف.

مبيدات الفايروسات الحيوية Biovirucides

هي مجموعة الكائنات الحية او أحد اجزائها والتي تعمل على اتلاف الفايروسات او تثبيطها وتضم ما يأتي:

أولا) السلالات الفايروسية الضعيفة Avirulent Strains:- وجد ان اصابة النبات اولا بسلالة معتدلة او ضعيفة القدرة الامراضية من الفايروس تؤدي الى اكتساب النبات مقاومة ضد السلالات الشديدة التي ستصيبه لاحقا. هذه الظاهرة أطلق عليها العديد من المصطلحات مثل الحماية المتبادلة Cross Protection او التضاد Antagonism او المناعة المكتسبة او المستحثه Acquired or Induced Immunity. هذه الظاهرة استغلت تجريبيا كحماية للنباتات من الاصابة الجهازية بالسلالات الشديدة وذلك بالتلقيح المسبق للنبات بسلالة فايروسية ضعيفة او غير ممرضة Hypovirulent Strain، يطلق عليها السلالة الحاميةProtecting Strain والتي استعملت بنجاح لحماية انواع كثيرة من النباتات من الفايروسات الخطرة المؤثرة على انتاجها الزراعي. وقد استعملت مثل هذه السلالات لمكافحة فايروس التبقع الحلقي للبابايا (PRSV) في اشجار البابايا وفايروس موزائيك التبغ على محصول الفلفل وفايروس الموزائيك الاصفر للزكيني (ZYMV) في القرعيات وفايروس موزائيك الطماطة (TOMV) كحماية نباتات الطماطة في البيوت الزجاجية. ان الحصول على السلالات الفايروسية الضعيفة وانتاجها يتم من خلال:

أ-) اصطيادها من الحقول عند ظهورها الطبيعي التلقائي على بعض نباتات المحصول ثم نقلها الى نباتات تربية في البيت الزجاجي.

ب-) صناعيا عن طريق تطفير السلالات الشديدة او المعتدلة بالمطفرات الكيميائية مثل حامض النتروز او بالتعريض لدرجات حرارة عالية نسبيا مختبريا ثم تنقل الى نباتات التربية وتلقح بها النباتات المطلوب حمايتها.

مميزات السلالات الضعيفة المستعملة كمبيدات حيوية

ان السلالات الفايروسية الضعيفة التي يتم اختيارها للاستعمال كمبيد حيوي يجب ان تمتلك المميزات الاتية:

1-) ان تسبب اعراض مرضية ضعيفة على جميع هجن واصناف المحصول ولا تغير من صفاته التسويقية المعروفة.

2-) ان تسبب اصابة جهازية كاملة وليس موضعية.

3-) ثابتة جينيا.
4-) تنقل بسهولة بالناقلات التي تنقل النوع الفايروسي الذي تنتمي اليه.
5-) توفر حماية للمحصول ضد جميع سلالات النوع الفايروسي الذي تنتمي اليه او معظمها على الأقل.
6-) سهلة التجهيز التجاري للمزارعين.

العوامل المحددة لأستعمال السلالات الضعيفة

ان السلبيات التي ظهرت جراء تطبيق هذه التقنية في مكافحة امراض النبات الفايروسية يمكن ان تشكل محددات لأستعمالها، وهي كما يأتي:

1-) تسبب هذه السلالات خسارة في انتاجية المحصول بين 5-10%.
2-) يصبح المحصول المصاب مستودعا لهذه السلالات والتي قد تكون شديدة على انواع نباتية اخرى ضمن المدى العائلي للفايروس.
3-) قد تتحول السلالة الضعيفة الى سلالة شديدة بسبب التغايرية الفايروسية وقد يحصل تهجين بين جينومها وجينوم نوع فايروسي اخر، مما يؤدي الى انتاج نوع فايروسي جديد.
4-) قد تسبب اصابة شديدة عندما تكون هناك اصابة خليطة مع نوع فايروسي اخر بعيد القرابة.
5-) ان عدوى او تلقيح المحاصيل الحقلية بالسلالات الضعيفة تعد طريقة باهضة التكاليف وتتطلب جهدا بشريا.

آليـــة عمل السلالات الضعيفة Avirulent Strain Mode Of Action

ان الية عمل هذه السلالات في مكافحة امراض النبات الفايروسية او الية تاثير السلالة الضعيفة على السلالات الشديدة وتثبيطها غير معروف لحد الان. الا ان العديد من الدراسات ترجح على ان ذلك يمكن ان يحدث من خلال الدور الذي تلعبه الية الاسكات او الاخماد الجيني عقب الاستنساخي Post transcriptional gene Silencing في التداخل بين السلالة الضعيفة والشديدة. هذا التداخل يحدث من

افتراض وجود تماثل بين التعاقب النيوكليوتايدي للسلالة الضعيفة مع مثيلة في السلالة الشديدة، وقد ثبت هذا عند تحليل تعاقب جينومات سلالات فايروس ترستيزا الحمضيات، الا ان العديد من الباحثين يعتقدون الى احتمال تدخل اليات دفاعية اخرى فيها حيث تتنافس السلالة الضعيفة على المواقع الحيوية التي يستغلها الفايروس في تطفله داخل الخلايا مع السلالة الشديدة، كما قد يلعب الكابسيد دورا مهما في هذا المجال.

ثانياً) الفايروسات التابعة Satellite Viruses:- وهي كائنات اصغر حجما وتركيبا من الفايروسات ولكنها تماثلها تركيبيا كونها تتكون من احماض نووية عارية او مغلفة بغطاء بروتيني والفايروسات التابعة هي فايروسات ذات جينومات رايبية PNAs مفردة الخيط متطفلة على النباتات ومرتبطة حيويا بفايروسات كاملة معينة تعتمد عليها في تضاعفها تسمى بالفايروسات المساعدة او Supporting or Associated Viruses. او تسمى الـ Helper Viruses وبالتالي فان الفايروسات التابعة لا تستطيع التضاعف واكمال دورة الاصابة الخاصة بها في النباتات الا بوجود الفايروسات المساعدة في اصابة خليطة في النبات، وذلك لان الفايروسات التابعة تنقصها جينات تشفير انزيمات تضاعف غطائها البروتيني بشكل مستقل عن الفايروس المساعد، كما ان التعاقب النيوكليوتايدي لجينوماتها مختلف عن مثيله في جينومات الفايروسات المساعدة، لذلك فهي تعتبر فايروسات لها خصوصييتها واستقلاليتها التصنيفية عن الفايروسات المساعدة لها رغم اعتمادها عليها في نشاطات التضاعف وربما حركتها في النبات ونقلها بالناقلات، لذا فان علاقتها بالفايروس المساعد هي علاقة التبعية Satellitism. تسميات عديدة أطلقت على الفايروسات التابعة منها Satellite agents و RNA agents و Satellite Atype و RNA agents.

انواع الفايروسات التابعة Kinds of Satellite Viruses

سجل وجود اربعة انواع من الفايروسات التابعة مع اربعة من فايروسات النبات المساعدة التابعة لأجناس وعوائل فايروسية مختلفة وهي كما يلي:

1-) الفايروس التابع Satellite TNV (STNV) والفايروس المساعد له هو Tobacco Necrosis Virus (SPMV).

2-) الفايروس التابع Satellite PMV (SPMV) والفايروس المساعد له هو Panicum Mosaic Virus (PMV).

3-) الفايروس التابع Satellite TMV (STMV) والفايروس المساعد له هو Tobacco Mosaic Virus (TMV).

4-) الفايروس التابع Satellite MWLMV(SMWLMV) والفايروس المساعد له هو Maize White Line Mosaic Virus.

تاثير الفايروسات التابعة في الفايروسات المساعدة:- تحدث هذه التاثيرات على المستوى الجيني، وهي على ثلاثة انواع:

1-) تاثير تأزري:- وفيها يعمل الفايروس التابع على تنشيط الفايروس المساعد الممرض للنبات وبذلك يزيد من شدة الاصابة في النبات العائل. وذلك نتيجة ما يقدمه الفايروس التابع من مساعدة للفايروس المساعد في معالجة الدفاعات النباتية والتغلب عليها.

2-) تاثير محايد:- وفي هذه الحالة لا يؤثر الفايروس التابع على شدة الاصابة التي يسببها الفايروس المساعد او المتبوع.

3-) تاثير تثبيطي:- وفيها يعمل الفايروس التابع على تثبيط اصابة النبات بالفايروس المساعد ويضعفه، حيث يعمل الفايروس التابع بمثابة طفيل جزيئيMolecular Parasite ضد الفايروس الممرض. هذه الظاهرة استغلت في مكافحة امراض النبات الفايروسية عن طريق تلقيح النباتات بالفايروسات التابعة المثبطة للفايروسات المساعدة او المتبوعة. ان المشكلة التي تواجه هذه العملية هو عملية تلقيح النباتات على المستوى الحقلي حيث تحتاج الى يد عاملة كثيرة ومدربة.

الفايروسات التابعة، الاستخدام والمحاذير

استعملت الفايروسات التابعة الاربعة التي سبق الاشارة اليها في مكافحة الفايروسات المساعدة لها، الا ان اكثرها استعمالا هو الفايروس التابع لفايروس موزائيك الخيار

(Sat-CMV) لمكافحة الفايروس المتبوع، وهو فايروس موزائيك الخيار في محصول الفلفل والطماطة. ان من محاذير استعمال التوابع الفايروسية انها قد تنتج سلالات شديدة التاثير على النبات، وهذا ما حصل مع الفايروس التابع لفايروس موزائيك الخيار بوجود السلالة الشديدة للفايروس المساعد او المتبوع وهي السلالة المميتة Necrogenic Strain حيث تحول الى فايروس شديد التاثير.

ثالثاً) مبيدات الفايروسات الجينية Genetic Virucides:- هي مجموعة الجينات التي تعمل على اتلاف او تثبيط تضاعف الفايروسات او تمنيع النباتات ضد الفايروسات الممرضة للنبات ويتم تجهيزها للاستعمال الحقلي بشكل نباتات معدلة وراثيا. هذه المبيدات تؤثر في الفايروسات داخل الخلية الحية النباتية.

تقسيم مبيدات الفايروسات الجينية Genetic Virucides Classification

يمكن تقسيم مبيدات الفايروسات الجينية حسب المصدر الذي اشتقت او اخذت منه الى ثلاث مجاميع هي:

المجموعة الاولى: مبيدات فايروسات جينية نباتية المصدر

المجموعة الثانية: مبيدات فايروسات جينية فايروسية المصدر

المجموعة الثالثة: مبيدات فايروسات جينية حيوانية المصدر

المجموعة الاولى: مبيدات فايروسات جينية نباتية المصدر Plant Origin Genetic Virucides:- لقد تم تحديد وعزل العديد من الجينات من الانواع النباتية التي اظهرت مقاومة ضد بعض فايروسات النبات وذلك بعد معرفة الخارطة الجينية للنباتات، وان اول جين مقاومة تم عزله هو الجين المسؤول عن مقاومة فايروس موزائيك اللوبيا (CpMv) والذي عزل من صنف اللوبيا (Arlington)، وقد استمرت عملية اكتشاف وعزل الجينات من مختلف انواع النباتات ضد العديد من الفايروسات، وقد وصل عدد الجينات المكتشفة لحد الان الى ما يقرب من 179 جينا منها 139 جين مقاومة مفرد Monogene و40 منها جينات مقاومة متعددة Polygene.

امثلة للجينات النباتية المقاومة لفايروسات النبات:- ان الجينات النباتية المقاومة للفايروسات يمكن ان تقسم تبعا لنوع السيادة الى ما يأتي:

1-) جينات كاملة السيادة: ومن امثلتها

أ-) الجين (N) المقاوم لفايروس موزائيك التبغ (TMV) والمعزول من نبات التبغ *Nicotiana glutinosa*.

ب-) الجين (N) المقاوم لفايروس موزائيك التبغ (TMV) والمعزول من نبات التبغ *N. sylvestris*

ت-) الجين (Zym) المقاوم لفايروس موزائيك قرع الزكين الاصفر (ZYMV) والمعزول من نبات القرع *Cucurbita moschata*.

ث-) الجين (Tm-2) المقاوم لفايروس موزائيك الطماطة (ToMv) والمعزول من نبات الطماطة *Lycopersicon esculentum*.

ج-) الجين ($Tm-2^2$) المقاوم لفايروس موزائيك الطماطة (ToMv) والمعزول من نبات الطماطة *L. esculentum*

ح-) الجين (Nx,Nb) المقاوم لفايروس البطاطا اكس (Pvx) والمعزول من نبات البطاطا *Solanum tuberosum*.

خ-) الجين By, By-2 المقاوم لفايروس الموزائيك الاصفر للفاصوليا (BYMV) والمعزول من نبات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris*.

ز-) الجين ($RSV1,RSV_2$) المقاوم لفايروس موزائيك فول الصويا (SMV) والمعزول من نبات فول الصويا *Glycine max*.

2-) جينات ناقصة السيادة: منها

أ-) الجين (Tm-1) المقاوم لفايروس موزائيك الطماطة (ToMv) والمعزول من نبات الطماطة *L. esculentum*.

ب-) الجين ($L1,L,L_3$) المقاوم لفايروس موزائيك التبغ.

3-) جينات متنحية: ومنها

أ-) الجين (By^3) المقاوم لفايروس الموزائيك الاصفر للفاصوليا (BYMV) والمعزول من نبات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris*.

ب-) الجين (SW_2,SW_3, SW_4) المقاوم لفايروس الذبول المبقع للطماطة (TSWV) والمعزول من *L. esculentum*.

تجهيزات مبيدات الفايروسات الجينية نباتية المصدر

Plant Origin Genetic Virucides Formulation

لقد ساعدت تقانات الهندسة الوراثية كثيرا في هذا المجال، حيث تم تجهيز مبيدات الفايروسات الجينية بشكل نباتات معدلة وراثيا مقاومة للفايروسات Transgenic plants وذلك عن طريق ادخال جين او جينات المقاومة بعد قطعها وادخالها في كائن دقيق حامل مثل البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* والفاجات البكتيرية Bacteriophages حيث يقوم الحامل الحيوي بعد ذلك بادخال ذلك الجين في بروتوبلاست النبات المراد تحويره، حيث يتكامل مع جينوم النبات، وبذلك يتم انتاج مبيدات الفايروسات الجينية بشكل نباتات معدلة وراثيا مقاومة للفايروس الذي يعمل ضده ذلك الجين. هذه التقنية ساعدت كثيرا في ادخال أي تعاقب نيوكليو تايدي غريب الى النبات او المحصول لأظهار ذلك التعاقب الوراثي المتمثل بجين المقاومة.

مبيدات الفايروسات الجينية نباتية المصدر في التسويق

Marketing of Plant Origin Genetic Virucides

تتوفر العديد من اصناف المحاصيل الحقلية والخضراوات المجهزة بشكل محاصيل معدلة وراثيا ومقاومة لبعض فايروسات النبات منها:

1-) اصناف شعير مقاومة لفايروس الموزائيك الاصفر للشعير (BaYMV).

2-) اصناف تبغ مقاومة لفايروس موزائيك التبغ (TMV).

3-) اصناف بطاطا مقاومة لفايرويد الدرنة المغزلية (PsTVd).

4-) اصناف طماطة مقاومة لفايروس موزائيك الطماطة (ToMV).

5-) اصناف فلفل مقاومة لفايروس البطاطة واي (PVY).

6-) اصناف البنجر المقاومة لمرض الرايزومانيا الفايروسي.

أليــة عمل مبيدات الفايروسات الجينية نباتية المصدر

Mode of Action of Plant Origin Genetic Virucides

ان وجود جين مقاومة واحد او أكثر في النبات سيعيق تاثير جين الامراضية الفايروسية ويعمل بالضد منه مما يعني ان النبات الذي يمتلكه سيكون مقاوما او

متحملا للفايروس، وتعبر جينات المقاومة نباتية الاصـــل عن فعلها الجيني باليات مختلفة منها:

1-) يعمل جين المقاومة في الطماطة Tm-1 على منع تضـــاعف فايروس موزائيك الطماطة ToMV.

2-) جين المقاومة لفايروس موزائيك الطماطة ToMV يعمل على اعاقة حركة الفايروس بين الخلايا وتصبح الاصابة موضعية.

3-) يعمل جيني المقاومة لمرض موزائيك التبغ TMV في التبغ على مقاومة هذا الفايروس بألية الحســاســية المفرطة Hypersensitive reaction والتي كان يعتقد ســـابقا ان الناتج الجيني لجين المقاومة (N) وهو البروتين KDa 126/183 هو المسؤول عن حدوثها ولكن تبين ان جزءا منه فقط هو المسؤول عن ذلك وهي القطعة المحصـورة بين الحامضـين الامينين وثم 692 و1116، فيما يستحث الجين (N) بواسطة بروتين الغطاء الذي يعمل كمستحث Elicitor لاحداث الحساسية المفرطة.

4-) انتاج المركبات الدفاعية: تنتج النباتات المقاومة مركبات دفاعية تظهر بعد الاصـــابة بالفايروس والتي تســمى بالعوامل المضـــادة للفايروســات (AVF) Antiviral Factors وهي عبارة عن كلايكوبروتينات Glycoproteins غير متخصـصـة تشـبه في عملها الانترفيرون الذي تنتجه الخلايا الحيوانية المصـابة بالفايروس، حيث تعمل هذه المركبات على اعاقة حركة الفايروس في النبات، فضـلا عن قدرتها في الانتقال من نبات لأخر بواسـطة التطعيم لانها تتحرك في الاوعية الناقلة للنبات، وهي ذات تاثير عام على الفايروســات الوثيقة القرابة من الفايروس الذي تكونت ضده.

المجموعة الثانية: مبيدات فايروسـات جينية فايروسـية المصـدر Virus Origin Genetic Virucides:- وهي مجموعة الجينات التي تعمل على اتلاف وتثبيط عملية تضاعف الفايروس او تمنيع النبات ضد الفايروسات الممرضة للنبات والمشتقة

من الفايروسـات. وقد تم انتاج بعض هذه المبيدات بشـكل نباتات معدلة وراثيا متوفرة على المســـتوى التجاري والبعض الاخر منها لازال قيد البحث والتطوير. ومن اهم مبيدات الفايروسات الجينية مايأتي:

1-) جينات الفايروس المشفرة لبروتيناته التركيبية والوظيفية:- تم انتاج العديد من النباتات المعدلة وراثيا باسـتعمال جينات الفايروس المسـؤولة عن تصـنيع بروتيناته التركيبية او الوظيفية، وقد عرفت هذه الطريقة (بالحماية المستعينة بالغطاء البروتيني) الا ان التسـمية الاصـح هي الحماية المسـتندة على البروتين Protein – based Protection والتي تعتمد على اظهار البروتين الفايروسي في النبات والذي سيتداخل مع دورة الاصـابة الفايروسـية ويوقفها، هذه التقنية اسـتخدمت في انتاج العديد من مبيدات الفايروسات المجهزة بشكل نباتات معدلة وراثيا ومتوفرة على المستوى التجاري وهي:

أ-) جين الغلاف البروتيني لبوتفايروس البقعة الحلقية لنبات البابايا

Papaya Ringspot Potyvirus Coat Protein

التسمية Nomenclature: من الاسماء المعتمدة لهذا الجين

Papaya ringspot potyvirus coat protein gene
Papaya ringspot Virus coat protein gene
PRSV coat protein gene

الفايروس المعزز Promoter:

Cauliflower Mosaic Virus 355(CaMV335)

المصدر Source: تم عزل هذا الجين من السلالة المعتدلة لفايروسPRSV strain 1-5 والتي اظهرت فاعلية في حماية نبات البابايا من السـلالة الشـديدة للفايروس عندما تم حقن كل نبات بالسـلالة المعتدلة. اسـتعمل هذا المبيد الجيني بنجاح في مكافحة فايروس البقعة الحلقية على نباتات البابايا (PRSV) يتوفر هذا المبيد تجاريا بشكل اصناف معدلة وراثيا تحت العديد من الاسماء التجارية منها Sun Up 55-1 و Sun Up 63-1 و Rainbow.

ب-) جين الغلاف البروتيني لفايروس التفاف اوراق البطاطا

Potato Leafroll Virus Coat Protein Gene

التسمية Nomenclature: من الاسماء المعتمدة لهذا الجين

Potato leafroll virus luteovirus coat protein gene
PLRV coat protein gene

الفايروس المعزز Promoter:

Cauliflowes mosaic Virus 355(CaMV355)

المصـــدر Source: تم عزل هذا الجين من الـــــ Potato Leafroll virus luteovirus ثم تم مضاعفته غي البكتريا *E. coli* ثم تم نقله الى محصول البطاطا. اســتعمل هذا الجين بنجاح لمكافحة فايروس Potato leafroll virus luteovirus على البطاطا. يتوفر هذا المبيد الجيني بشكل نباتات بطاطا معدلة وراثيا تسوق تجاريا تحت الاسمين Nature Mark و New leaf Plus.

ت-) جين الغلاف البروتيني لفايروس البطاطا واي

Potato Virus Coat Protein Gene

التسمية Nomenclature: من الاسماء المعتمدة لهذا الجين:

Potato virus Y potyvirus coat protein gene.
PVY coat protein gene.

الفايروس المعزز Promoter:

Cauliflower mosaic virus 355 (CaMV355)

المصدر Source: ان مصدر هذا الجين من الـــ Potato virus Y potyvirus حيث تم عزله واكثاره في بكتريا الـــــ *E. coli* ثم تم نقله مع الفايروس المعزز الى نباتات البطاطا. اســـتعمل هذا المبيد بنجاح في مكافحة فايروس البطاطا Y على محصـــول البطاطا، يتوفر هذا المبيد تجاريا بشـــكل نباتات بطاطا معدلة وراثيا تباع تحت الاسم التجاري (Newleafy).

ث-) جين الغلاف البروتيني لفايروس القرع

Squash Virus Coat Protein Genes

التسمية Nomenclature: لهذا الجين عدة اسماء معتمدة هي

Squash virus coat protein gene.
Cucumber mosaic virus cucumovirus plus Zuncchini yellow mosaic potyvirus plus water melon mosaic virus 2 potyvirus coat proteins genes.
CMV plus ZYMV plus WMV2 coat protein genes.

الفايروس المعزز Promoter: Caulflower mosaic virus 355

المصـــدر Source: تم عزل جينات الغلاف البروتيني من ثلاثة فايروســـات مهمة تصيب الخيار وتم مضاعفتها في بكتريا الـــ *E.coli* وتم بعد ذلك نقلها الى نباتات القرع. تم استعمال هذا المبيد بنجاح في مكافحة الفايروسات

Cucumber mosaic virus cucumovirus (CMV)
Zucchini yellows mosaic potyvirus (ZYMV)
Water melon mosaic virus 2 potyvirus (WMV2)

في حقول القرع. يتوفر هذا المبيد تجاريا بشكل اصناف قرع معدلة وراثيا تباع تحت الأسم التجاري Freedom II Squash ان المبيدات الاربعة المذكورة سابقا متوافقة مع جميع الكيميائيات المستعملة في الزراعة، وهي غير سامة للبائن ولم تسجل لها أي تأثيرات بيئية سلبية.

اليـــــة عمل جينات الغلاف البروتيني Mode of Action of coat protein genes:- ان الية عمل هذه الجينات تعتمد على ان البروتين الذي سيقوم بتصنيعه النبات نتيجة ادخال هذه الجينات ســيؤدي الى ارباك عمل الـــــ RNA المراســل الفايروســـي او يتداخل مع بروتين الغطاء الذي يصـــنعه الفايروس داخل الخلايا او بفعل المواقع الخلوية التي يتم فيها تفكيك كابســـيد الفايروس ويســـبب كل ذلك منع عملية التضاعف الفايروسي داخل النبات المعدل وراثيا.

2-) جينات مشتقة من التعاقب النيو كليوتايدي للفايروس:- تم استعمال هذا المبيد الجيني لانتاج نباتات معدلة وراثيا وذلك يأخذ الجين او تعاقبات نيوكليوتايدية معينة من جينوم الفايروس ويتم ادخالها في جينوم العائل فتظهر حالة المقاومة في النبات والتي يطلق عليها المقاومة المشـــتقة من الطفيل Pathogen derived (PDR) resistance. وتتلخص اليتها باســـتهداف مواقع محددة على الجينوم الفايروســـي

وتدميرها بواسطة اطلاقات جزيئية وهي قطع رايبية متخصصة تتلف تلك المواقع باليات عديدة، منها الية الاسكات الجيني Gene Silencing.

3-) جينات الفايروس التابع Satellite Viruses genes:- استعملت جينات الفايروس التابع بشكل مبيدات جينية جهزت بشكل نباتات معدلة وراثيا.

مبيدات الفايروسات الجينية حيوانية المصدر

Animsl Origin Genetic Virucides

ويمثل هذه المجموعة من المبيدات جينات اظهار الاضداد المضادة للفايروسات، اذ من المعروف ان النباتات لا تمتلك نظاما مناعيا ينتج اضداد كما في الحيوانات اللبونة والفقريات. وفي عام 1989 تمكن الباحث Hiatt وآخرون اثبات امكانية حصول ذلك عندما نجح في انتاج نباتات تبغ معدلة وراثيا بادخال نسخ الدنا cDNAs المشتقة من تعاقبات الـ RNA المراسل للفئران Mrna، أي تعديل النباتات وراثيا بجينات حيوانية وبذلك تمكنت هذه النباتات من انتاج سلاسل بيتيدية ثقيلة وخفيفة مماثلة لتركيب الاضداد والتي تكونها اللبائن وسميت الاضداد النباتية Plantibodies، وبذلك اصبح بالامكان ادخال الجينات الحيوانية المسؤولة عن تخليق الاضداد المتخصصة ضد الفايروسات في النباتات المعدلة وراثيا ونجحت هذه الطريقة في مكافحة فايروس التجعد التبرقشي في الخرشوف (AMCV) باستعمال نباتات معدلة وراثيا لانتاج اضداد متخصصة ضد الغطاء البروتيني الفايروسي.

الفصل الخامس

مبيدات البكتريا Bactericides

- المقدمة
- مبيدات البكتريا، مفهومها ومجاميعها
- مبيدات البكتريا اللاعضوية
- مبيدات البكتريا العضوية المصنعة
- مبيدات البكتريا الحيوية
- مبيدات البكتريا الكيموحيوية
- مبيدات البكتريا المايكروبية

المقدمة

تعد عملية مكافحة امراض النبات البكتيرية من العمليات الصعبة التي تتطلب استخدام جميع الطرائق المتاحة للسيطرة عليها وذلك بدءاً من زراعة بذور او نباتات سليمة واتخاذ الإجراءات الوقائية لتقليل اللقاح البكتيري في الحقل، بالتخلص من النباتات او الأنواع المصابة وتقليل انتشار البكتريا من نبات لأخر بمنع تلوث الادوات الزراعية والايدي بعد التعامل مع النباتات المصابة، كما يمكن مكافحة الامراض البكتيرية في التربة الملوثة بواسطة التعقيم بالبخار الساخن او بالحرارة، لقد أظهرت طرائق المكافحة الزراعية والفيزيائية درجات متباينة من النجاح في السيطرة على امراض النبات البكتيرية في دول العالم المختلفة، الا ان الملاحظ ان الطريقة المعول عليها في مجال مكافحة الامراض البكتيرية هو استعمال المبيدات الكيميائية والحيوية للسيطرة على هذه المجموعة من الامراض وذلك لكفاءة تلك المبيدات في تحقيق مكافحة وسيطرة جيدة في منع انتشار وتطور المرض البكتيري من جهة وسرعة الحصول على نتائج جيدة في هذا المجال، لذلك ستكون مهمة هذا الفصل بيان اهم المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في مكافحة امراض النبات البكتيرية.

مبيدات البكتريا، مفهومها ومجاميعها

Bactericides, Definition and Classification

هي مجموعة المركبات الكيميائية اللاعضوية والعضوية الطبيعية والمصنعة والمركبات الكيموحيوية والعناصر الحيوية التي تعمل على قتل البكتريا وتسمى بالـ Bactericides او تعمل على إيقاف نموها وتثبيطها وتسمى بالـBacteriostatic.

وعلى ضوء التعريف السابق، فان مبيدات البكتريا يمكن ان تقسم الى المجاميع الاتية:

أولا) مبيدات البكتريا اللاعضوية Inorganic Bactericides

ثانياً) مبيدات البكتريا العضوية المصنعة Synthetic Organic Bactericides

ثالثاً) مبيدات البكتريا الحيوية Biobactericides وتضم

1-) مبيدات البكتريا الكيموحيوية Biochemical Bactericides

2-) مبيدات البكتريا المايكروبية Microbial Bactericides

مبيدات البكتريا اللاعضوية Inorganic Bactericides

ان معظم المركبات اللاعضـــوية التي تم ذكرها في الفصـــل الثالث الخاص بمبيدات الاحياء Biocides يمكن ان تســـتخدم بنجاح لقتل البكتريا واتلافها والتخلص منها عندما تكون خارج اجســـام الكائنات الحية كمواد معقمة ومطهرة للمختبرات والادوات الزراعية. اما بالنسبة لمبيدات البكتريا اللاعضوية التي يمكن استخدامها حقليا لمكافحة امراض النبات البكتيرية فتضـــم مجموعة كبيرة من المركبات التي أصـــبحت في طي النسيان وذلك لسميتها الشديدة لجميع صور الحياة وعدم تخصصها وبطئ تحللها في البيئة كمركبات الزرنيخ والفلور والزئبق والفسفور اللاعضوي وغيرها الا اننا سنحاول التطرق الى اهم مبيدات البكتريا اللاعضوية والتي لازالت تستخدم في مكافحة امراض النبات البكتيرية تلك هي:

مجموعة مركبات النحاس Copper Compounds

وتمتاز مركبات هذه المجموعة بكونها مبيدات فطريات وبكتريا وقائية تحدث تأثيرها عن طريق الملامسة، وهي ذات كفاءة جيدة في تثبيط عملية نمو السبورات البكتيرية والفطرية وتعتمد فترة بقائها فعالة على نوع وطبيعة الســـطح المعامل بها، وعموماً تتراوح فترة متبقياتها بين 10–20 يوم، وقد اســـتخدمت مركبات هذه المجموعة في مكافحة امراض النبات البكتيرية والفطرية، ومن عيوب هذه المركبات انها تحدث تأثيراً ســـاماً على النباتات المعاملة Phytotoxicity كلما زادت نســـبة الرطوبة. ان الحد المسموح به من مركبات النحاس على الثمار يجب ان لا تزيد عن 5 ملغم/ كغم لذلك ينبغي جني الثمار بعد 10–15 يوم من المعاملة. ومن أهم المركبات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

1–) كبريتات النحاس Copper Sulfate:– استخدمت كمساحيق لمعاملة البذور خاصة الحنطة ضد مرض التفحم المغطى والبكتريا الممرضة كما أمكن استخدامها كمحاليل تغمر فيها الحبوب وهي ســـهلة الذوبان بالماء ومحلولها في الماء له تأثير حامضي خفيف يضر النبات كما يسبب نقصاً في قوة انبات البذور لذلك تستخدم مع

مركبات النحاس مادة الجير او أي مادة قلوية لمعادلة الحامض وتستخدم كبريتات النحاس حالياً في معاملة أوراق تغليف الثمار المشحونة منعاً لأصابتها بالفطريات والبكتريا وكذلك في تعقيم صناديق التعبئة وجدران المخازن ولا تستخدم على الجدران لأنها تكون حامض الكبريتيك.

2-) مخلوط بوردو Bordeaux Mixture:- اكتشف هذا المركب من قبل Millardet في عام 1882 حيث استخدم لمكافحة مرض البياض الزغبي على العنب في فرنسا، ولا يزال يستخدم كمركب وقائي لطلاء الجروح الناتجة عن التقليم لمنع دخول المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية. وهو عبارة عن خليط ذي لون ازرق جلاتيني يتكون من كبريتات النحاس واكسيد الكالسيوم والماء، وتخلط هذه المكونات بنسب خلط مختلفة واتضح ان استخدام النحاس واكسيد الكالسيوم والماء بنسبة (4: 4: 50) أعطت نتائج جيدة في مكافحة الامراض النباتية دون التأثير على النبات. ان هذه النسبة قد تتغير بحسب نوع المسبب المرضي حيث تستخدم النسبة (2: 3: 4) لمكافحة البياض الزغبي على الخس والنسبة (50: 5: 5) لمكافحة مرض اللفحة المبكرة والمتأخرة على البطاطا. ويفضل تحضيره في الحقل مباشرة قبل الاستخدام وذلك لأنه قد يتحلل عند تركه لمدة طويلة بعد الخلط. كذلك فان تغير لونه الى اللون الأخضر يدل على وجود كمية من النحاس القابل للذوبان في الماء والذي يضر النبات، كما ان تغير اللون الى الأزرق الطباشيري يدل على وجود زيادة في نسبة الجير وهذا يقلل من كفاءة المادة الفعالة علاوة على انه يضر بالنبات. ولا يمكن خلطه مع مبيدات الحشرات العضوية لان معظمها يتحلل في الوسط القلوي، وقد يمزج مع عدد من الزيوت، ويمتاز هذا المخلوط برخص ثمنه وفاعليته في مكافحة العديد من الامراض النباتية الفطرية والبكتيرية وقابليته الجيدة للالتصاق بالأجزاء المعاملة من النبات إضافة الى انعدام سميته للبائن. وبالرغم من المميزات السابقة الا ان هناك بعض المساوئ الناتجة عن استخدامه منها تأثيره السام في بعض النباتات وخاصة التفاح والخوخ وتأخيره لنضج الثمار كما ان عملية تحضيره وخلطه غير مريحة نوعاً ما وقد يؤدي الى تآكل أدوات الرش والمكافحة.

3-) مخلوط بيرجاندى Burgundy Mixture:- ويستخدم كبديل لمخلوط بوردو عند عدم توفر أوكسيد الكالسيوم حيث يستعاض عنها بمادة كاربونات الصوديوم وقد وجد ان خلط كبريتات النحاس وكاربونات الصوديوم والماء بنسبة (50 :4: 4) كان فعالاً في مكافحة الامراض النباتية.

4-) اوكسي كلوريد النحاس Copper Oxychloride:- وهو عبارة عن بلورات صلبة تتركب من ($3Cu(OH)^{-2}$ X $CuC12.H_2O$) غير قابلة للذوبان في الماء او في المذيبات العضوية ولكنها تذوب تحت تأثير اشعة الشمس والرطوبة والحرارة كما تتحلل في الوسط القلوي، ويوجد هذا المركب بشكل مسحوق قابل للبل 90% لونه ازرق مخضر وهو عديم الرائحة. ويستخدم رشاً لوقاية أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر من الإصابة المرضية ولكنه لا يلتصق على النبات بشدة وهو اقل تأثيرا على النباتات المعاملة من مخلوط بوردو. وهو ذو سمية متوسطة حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 470 ملغم/ كغم من وزن الجسم. يفضل عدم جني المحصول الا بعد فترة 20-25 يوم من المعاملة.

5-) نفثنات النحاس Copper Naphthenates:- المادة الفعالة منها تكون بشكل عجينة زيتية لزجة ليس لها القابلية للذوبان بالماء ولكنها تذوب بشكل جيد في الزيوت المعدنية وباستخدام الحرارة. المادة التجارية تباع بشكل عجينة 50% تذوب بالماء لتكوين محلول رش مستحلب، يمكن خزنها لفترة طويلة وتستخدم عادة لمكافحة الفطريات المسببة لأمراض الجرب والتبقع البني الذي يصيب الكمثرى والتفاح. ومن مساوئها انها تؤدي الى حرق الأجزاء المعاملة بها وهي ذات سمية منخفضة للبائن، ويتم جني المحصول بعد 20 يوماً من اخر معاملة.

6-) كبريتات النحاس الامونية Ammonical Copper Sulfate:- مبيد بكتريا جيد واسع التأثير استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الامراض البكتيرية على محاصيل الخضر واشجار الفاكهة، يباع تجاريا تحت اسم (Copac E) ويسمى ايضا Tetra ammine copper sulfate، الا ان من عيوبه انه يعتبر مادة مهيجة للعيون وتركيبه الكيميائي :- ($Cu\ (NH_3)_4\ So_4$).

ان من اهم العوامل التي حدت من اســـتخدام مركبات النحاس في مكافحة امراض النبات البكتيرية والفطرية والتي سجلت على المركبات السابقة هو تسببها في احداث حروق على النباتات المعاملة بها، وذلك نتيجة وجود النحاس بصـــورة ذائبة في الماء مما يســمح له بالنفاذ الى داخل الانســجة النباتية وتســببه في حالات تســمم النبات Phytotoxicity. لذلك اتجهت المحاولات حديثاً الى انتاج مركبات النحاس بشـــكل هيدروكســيد نحاس غير قابل للذوبان في الماء لإنتاج مبيدات بكتريا وفطريات جديدة من أهمها:

المبيد كوساید Kocide:- هذا المبيد انتجته شركه Griffin ويحتوي على 77% من مادة هيدروكســـيد النحاس وهو غير قابل للخلط مع مبيدات الحشـــرات والفطريات والاســمدة الورقية، مجهز بشــكل مســحوق قابل للبل حيث يكون محلول معلق نتيجة لصــغر حجم حبيباته وعندما يرش فوق النبات يبقى بشــكل طبقة رقيقة تمنع او تقتل سبورات الفطريات والبكتريا استخدم بنجاح في مكافحة مجموعة واسعة من الامراض الفطرية والبكتيرية على مختلف أنواع المحاصـــيل. يباع تجارياً ايضـــاً تحت اســـم Champion.

HO—— Cu —— OH
Cupric hydroxide

ونظرا لفاعلية مركبات النحاس الشـــديدة في مكافحة امراض النبات البكتيرية وعدم تسجيل أي سلالة مقاومة من البكتريا لمركبات النحاس تقوم بعض الشركات بإضافة نســـبة قليلة من مركبات النحاس الى مبيدات الفطريات العضـــوية المصـــنعة لزيادة فاعليتها من جهة ومكافحة الفطريات المقاومة لذلك المبيد مثال ذلك إضـــافة النحاس الى المبيد Ridomil حيث يباع تجاريا تحت الاســم Ridomil Gold عند إضـــافة النحاس اليه.

الية التأثير السام لمركبات النحاس

Mechanism of Toxic Action of Copper Compounds

اشارت العديد من الدراسات الى ان لأيونات النحاس الأحادية والثنائية التكافؤ القابلية للارتباط بالعديد من المجاميع الكيميائية الموجودة في الخلية الفطرية مثل مجموعة

الأمين ومجموعة الكاربوكسيل ومجموعة SH لتكوين مركبات معقدة معها وهذا الارتباط مصحوب في الغالب بتثبيط الانزيمات الرئيسة في الخلية وبما يؤدي في النهاية الى موت الفطر.

مبيدات البكتريا العضوية المصنعة Synthetic Organic Bactcricid

هي مجموعة المركبات الكيميائية العضوية المصنعة التي تعمل على قتل البكتريا وتستخدم لمكافحة امراض النبات البكتيرية على المحاصيل المختلفة وان من اهم مجاميع مبيدات البكتريا العضوية المصنعة ما يأتي:

أولا) مجموعة حامض الفثالميك Phthalmic Acid تضم هذه المجموعة مبيدا بكتيريا واحدا هو تيكلوفتالام Tecloftalam:- ويكتب ايضاً Tecloftalame يعود الى مجموعة حامض الفثالميك. منخفض السمية للبائن، ويباع تحت الاسم التجاري Shirahgen_S واسمه الكيميائي:

3,4,5,6_ tetrachloro _N_(2,3 _dichlorophenyl) Phthalmicacid

ثانياً) حامض اوكسولينك Oxolinic Acid:- مبيد بكتريا وقائي وعلاجي يستخدم لمكافحة الامراض البكتيرية على الرز ويجهز بشكل مسحوق تحضير ومسحوق قابل للبل كما يستخدم لتغليف البذور. ويعود لمجموعة حامض Oxolinic اسمه الكيمائي:

5- Ethyl_5,8 _ dihydro_8_ oxo[1,3] dioxolo [4,5-g] quinolone -7-Carboxylic acid

يؤثر هذا المبيد في البكتريا من خلال تثبيطه لعملية تصنيع الاحماض النووية في البكتريا مما يؤدي الى قتلها. وهو من المبيدات الشديدة السمية على اللبائن.

ثالثاً) منظمات النمو النباتية Plant Growth Regulators:- أظهرت العديد من الدراسات ان لبعض منظمات نمو النبات تأثير قاتل للبكتريا الممرضة للنبات. ومن هذه المنظمات:

1-) كلورميكوات كلورايد Chlormequat Chloride:- منظم نمو نباتي يستخدم على القطن والعنب ومحاصيل الخضر والعديد من نباتات الزينة ويعرف تجاريا كمنظم نمو تحت العديد من الأسماء التجارية منها: , Cycocel, CCC, Boost

Cyco_ stalk وغيرها. وقد اشـــارت العديد من المصـــادر الى فاعليته في مكافحة العديد من امراض النبات البكتيرية اســـمه الكيميائي: 2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride، ولا يعرف لحد الان الية تأثيره السام في البكتريا.

2-) اســيبنزولار _اس Acibenzolar-S:- منشــط نباتي، يســتخدم لتســريع نمو النباتات المختلفة، اسمه الكيميائي S_ methyl benzo[1,2,3] thiadiazol_7_ carbothioate يباع تحت العديد من الأســـماء التجارية منها :Actigard و Bion وBlokade. استخدم هذا المركب بنجاح لمكافحة العديد من الامراض البكتيرية على نبــاتــات الزينــة منهــا مرض تبقع أوراق الجيرانيوم المتســـبــب عن البكتريــا *Xanthomonas* sp.

رابعاً) مبيدات الفطريات Fungicides:- أظهرت العديد من مبيدات الفطريات العضــوية المصــنعة تأثيرا قاتلا للبكتريا الممرضــة للنبات وقد يرجع ذلك الى تشــابه الأهداف التي تعمل عليها تلك المبيدات في الفطريات والبكتريا، سيتم الإشارة اليها في فصل مبيدات الفطريات.

مبيدات البكتريا الحيوية Biobactericides

I-) مبيدات البكتريا الكيموحيوية Biochemical Bactericides

وهي مجموعة المركبات الكيمائية الحيوية المســتخلصــة من مصــادر حيوية (نباتات، كائنات دقيقة، حيوانات) وتعمل على قتل البكتريا او تثبيط نموها بشكل مباشر وغير مباشــر، وتســمى أيضــا بالعوامل المضــادة للبكتريا Antimicrobial Agents هذه العوامل او المركبات يجب ان تمتلك العديد من المميزات التي تجعل منها مبيدات بكتريا كيموحيوية ناجحة وهي:

1-) ان تكون منتخبة او متخصصة على الهدف الذي تعمل عليه.

2-) ان تكون لها القدرة على قتل البكتريا.

3-) ذات مدى ضيق أي متخصصة على نوع او مجموعة أنواع معينة من البكتريا.

4-) ان تكون ذات دليل علاجي مرتفع High Therapeutic Index وهي قيمة النســبة بين الجرعة الســامة والجرعة العلاجية وكلما كانت قيمة الدليل العلاجي عالية كلما زاد امان الجرعة العلاجية لمعالجة الحالة المرضية.

5-) قلة التأثيرات المعاكسة مثل السمية والحساسية.
6-) يمكن اخذها عن طريق الملامسة او جهازيا.
7-) ذات امتصاصية جيدة.
8-) لها قدرة الانتشار والوصول الى مكان الإصابة.
9-) بطئ ظهور السلالات المقاومة لها.

هذه المركبات تقسم الى ثلاثة مجاميع بحسب المصدر الذي اشتقت منه وهي:

أولا) مبيدات بكتريا كيموحيوية نباتية المصدر
ثانياً) مبيدات بكتريا كيموحيوية مايكروبية المصدر
ثالثاً) مبيدات بكتريا كيموحيوية حيوانية المصدر

أولا) مبيدات بكتريا كيموحيوية نباتية المصدر

Plant Origin Biochemicl Bactericides

للعديد من المركبات الكيموحيوية المستخلصة من بعض النباتات تأثير قاتل او مثبط لنمو البكتريا الممرضة للنبات هذه المركبات قد تكون مركبات أساسية موجودة في النبات او قد تكون مركبات ايض ثانوية ناتجة عن عمليات الايض التي تحدث في النبات. ان اغلب او معظم المستخلصات النباتية المستخدمة كمبيدات للبكتريا لازالت في مرحلة الدراسة المختبرية والحقلية وأنها لم تسوق على المستوى التجاري لحد الان الا ان هذا لا يعني عدم وجود مثل هذه المستخلصات على النطاق التجاري، ولعل من اهم المستخلصات النباتية التي اختبر تأثيرها على البكتريا ما يأتي:

1-) مستخلص أوراق نبات الداتورة Datura Plant Leaf Extract:- هذا النبات معروف محليا بالاسم العلمي *Datura metel* ويتنشر على نطاق واسع في الطرق ويعود الى العائلة الباذنجانية وقد أظهرت نتائج العديد من الدراسات كفاءة هذا المستخلص في قتل او تثبيط النمو البكتيري للبكتريا الموجبة او السالبة لصبغة كرام والمعروفة بقابليتها على مقاومة المضادات الحياتية بسبب امتلاكها لطبقة الغشاء الحيوي Biofilm. ان فاعلية مستخلص أوراق الداتورة في قتل البكتريا المرضية يرجع الى احتواء أوراق هذا النبات على مستوى عالي من الفلويدات والتي من أهمها الـــ

Scopolamine والـ Hyoscyamine و الـTropane ولهذه الفلويدات القدرة على التداخل مع سلسلة التفاعلات الايضية اللازمة لنمو الكائنات الدقيقة وتكاثرها، مما يؤدي الى تثبيط النمو البكتيري. ان من أكثر الآراء قبولاً في مجال تفسير الية عمل هذه الفلويدات في قتل البكتريا المرضية هو انها قامت بتثبيط بناء البروتينات الأساسية والاحماض النووية DNA و RNA او تحطيم الغشاء البلازمي وما يحتويه من دهون وبروتينات وبالتالي تثبيط عمل القنوات والنواقل الايونية مما يؤدي الى تراكم القلويدات داخل الخلية البكتيرية وذلك لكونها كارهة للماء.

2-) زيت شجرة الشاي Tea Tree Oil:- دراسات عديدة اكدت فاعلية زيت شجرة الشاي Tea Tree oil (*Melaleuca alternifolia*) ضد العديد من أنواع البكتريا، حيث ينصح العديد من الباحثين استخدام زيت شجرة الشاي لتعقيم الأدوات والسطوح الملوثة بالبكتريا.

3-) مستخلص أوراق البوكالبتوس Eucalyptus Leaf Extracts:- تقارير عديدة اشارت الى فاعلية المستخلص المائي لأوراق البوكالبتوس في تثبيط نمو العديد من أنواع البكتريا الموجبة لصبغة كرام، وذلك لاحتواء المستخلص على العديد من المركبات الكيميائية مثل الراتنجات والتانينات والكلابكوسيدات والصابونينات والفينولات والفلافونات. وترجع قدرة المستخلص على تثبيط نمو البكتريا الموجبة لصبغة كرام الى احتواء أوراق البوكالبتوس على الفلافونات من نوع Rutin و Quercitrin و Hyperoside، فضلا عن احتوائها على المركبات الفينولية والتي لها دور مهم في تثبيط نمو البكتريا حيث تعمل على تثبيط الانزيمات المسؤولة عن التفاعلات الايضية الأساسية نتيجة تداخلها غير المتخصص مع البروتينات مما يؤدي الى مسح البروتين Protein denaturation ومن ثم عدم قدرة البكتريا على الاستمرار. باحثون اخرون فسروا فاعلية المستخلص الى احتوائه على مادة التانين الفعالة في تثبيط البكتريا والفايروسات الى قدرتها على تحفيز الخلايا الملتهمة Phagocytic cells والى قدرته على تحطيم البروتينات والتركيب الأخرى المتواجدة على جدار الخلية البكتيرية التي

تستخدمها البكتريا للالتصاق. دراسات أخرى اشارت الى ان فاعلية مستخلص أوراق البوكالبتوس ترجع الى احتوائه على التربينات التي لها فاعلية تثبيطه للبكتريا لأنها تعمل على تمزيق الاغشية الخلوية بواسطة المواد المحبة للشحوم Lipophilic compounds. إضافة لما سبق فان هناك كم كبير من الدراسات والبحوث التي استخدمت فيها المستخلصات المائية والكحولية للعديد من النباتات منها الفلفل والدفله والحرمل والكبابه *Piper cubeba* والكافور *Cinnamomum camphora* والمر *Commiphora molmol* وبذور الحلبة *Trigonella foenum_ graecum* وبذور الحبة الحمراء *Lepidium sativum* والشاي الأخضر *Camellia sinensis* وغيرها من النباتات والتي أظهرت تأثيرا قاتلاً ومثبطا لنمو العديد من أنواع البكتريا وبدرجات متباينة، وهي لازالت في مرحلة الدراسة والبحث ولم تطلق على المستوى التجاري. الا ان هذا لا يلغي وجود بعض المركبات نباتية الأصل التي جهزت للاستخدام على المستوى التجاري منها:

1-) البربيرين أي اس Berberine AS:- مبيد للبكتريا نباتي الأصل من انتاج شركه .Beijing Kingbo Biotect CO وهو عبارة عن مجموعة من المركبات الفلويدية المسماة بالـ Berberine، نسبة المادة الفعالة في المبيد التجاري لا تقل عن 0.5% استخدم هذا المبيد بنجاح في مكافحة العديد من امراض النبات البكتيرية، مثل امراض العفن الطري Soft rot ومرض لفحة القطن الزاوية Cotton Angular Blight ومرض عفن البطاطا الحلقي Potato Ring Rot Bacteria ومرض ذبول التبغ البكتيري Tobacco Bacterial Wilt وغيرها من امراض النبات البكتيرية. ويستخدم هذه المبيد بمعدل نصف لتر/ للدونم.

2-) بايولايف Biolife:- مبيد بكتريا جهازي التأثير فضلا عن عمله كمبيد للفايروسات النباتية والفطريات. ويستخدم لمكافحة مدى واسع من امراض النبات المتسببة عن البكتريا والفطريات والفايروسات على المحاصيل الزراعية المختلفة ونباتات الزينة مادته الفعالة خليط من مستخلصات نباتية مختلفة وتعد من المواد الصديقة للبيئة.

ثانياً) مبيدات بكتريا كيموحيوية مايكروبية المصدر

Microbial Origin Biochemical Bactericides

هي عبارة عن مواد كيموحيوية بروتينية ننتجها الفطريات والبكتريا ولها القدرة وبتركيزات واطئة على قتل البكتريا والفطريات او تثبيط نموها. وتمتلك هذه المضادات سمية اختيارية ضد الأنواع المختلفة من الاحياء المجهرية. ان نجاح البنسلين Penicillins في السيطرة على الكثير من المسببات المرضية البكتيرية والفطرية التي تصيب الانسان، دفعت الباحثين الى محاولة استخدامها في مجال مكافحة المسببات المرضية البكتيرية والفطرية للنبات، خاصة وان هناك اليوم مجموعة كبيرة من المضادات البكتيرية التي ننتجها فطريات الجنس *Streptomyces* التابعة لمجموعة الـ Actinomycetes وكذلك فطريات الجنس *Penecillium* وبكتريا الجنس *Bacillus*، وقد ينتج الفطر اكثر من مضاد واحد كما في النوع *Streptomyces griseus*. ان مبيدات البكتريا الكيموحيوية مايكروبية المصدر تضم مجموعتين رئيستين هما:

المجموعة الأولى: المضادات الحيوية Antibiotics

المجموعة الثانية: البكتريوسين Bacteriocin

مجموعة المضادات الحيوية Antibiotics

هي مجموعة المركبات الكيموحيوية البروتينيه التي تنتجها الفطريات والبكتريا ولها القدرة وبتركيزات واطئة على قتل البكتريا والفطريات او تثبيط نموها. ان مصطلح المضادات الحياتية Antibiotics استخدم لأول مرة عام 1942 من قبل الدكتور سيلمان Selman A. Waksman وهو من العاملين في مجال احياء التربة الدقيقة Soil Microbiology، وقد اكتشف هو وفريق عمله العديد من المضادات الحياتية التي تطلقها مجموعة الـ Actinomycetes.

الأسس المعتمدة في تقسيم المضادات الحياتية

Antibiotics Classification Principles

هناك العديد من الأسس المعتمدة في تقسيم المضادات الحياتية، الا ان من اهم هذه الأسس ما يأتي:

الأساس الأول: تقسيم المضادات الحياتية بحسب المجموعة الكيميائية التي تنتمي اليها Antibiotics Classification According To their Chemical Groups

وعلى هذا الأساس تقسم المضادات الحياتية الى المجاميع الاتية:

أولا) مجموعة الأمينوكلايكوسايد Aminoglycosides:- ومن اهم المضادات الحياتية التي تنتمي الى هذه المجموعة ما يأتي:

Amikacin, Gentamicin, Neomycin, Netilmicin, Tobramycin, Paromomycin, Spectinomycin, Kanamycin

ثانياً) مجموعة كارباسيفيم Carbacephem:- وتضم مضاداً حيويا واحدا وهو الـ Loracarbef

ثالثاً) مجموعة كاربابنييمات Carbapenems:- وتضم العديد من المضادات الحياتية التي تمتاز بتأثيرها القاتل للبكتريا الموجبة والسالبة لصبغة كرام وهي:

Ertapenem, Doripenem, Imipenem, Meropenem.

رابعاً) مجموعة السيفالوسبورينات Cephalosporins:- وهي من مجاميع المضادات الحياتية الكبيرة، لذلك فهي تقسم الى خمسة أجيال تبعا لتسلسل ظهورها الزمني وكما يأتي:

1-) سيفالوسبورينات الجيل الأول 1st Generation Cephalosporins

هذا الجيل يضم أربعة مضادات حياتية هي:

Cefadoxil, Cefazolin, Cefalotin, Cefalexin,

2-) سيفالوسبورينات الجيل الثاني 2nd Generation Cephalosporins

ويضم: Cefaclor, Cefamandole, Cefoxitin, Cefprozil, Cefuroxime

3-) سيفالوسبورينات الجيل الثالث 3rd Generation Cephalosporins

هذا الجيل يضم عشرة مضادات حياتية وهي:

Cefixime, Cefdinir, Cefditoren, Cefoperazone, Cefotaxime, Cefpodoxime, Ceftazidime, Ceftibuten, Ceftizoxime, Ceftriaxone.

4-) سيفالوسبورينات الجيل الرابع 4th Generation Cephalosporins

ويضم مضادا حيويا واحد هو Cefepime.

5-) سيفالوسبورينات الجيل الخامس 5th Generation Cephalosporins

ويضم هذا الجيل المضادين الحيويين:- Ceftaroline fosamil, Ceftobiprole

خامساً) مجموعة كلايكوبتييدات Glycopeptides

وتضم المضادات الاتية: Teicoplanin, Vancomycin, Telavacin

سادساً) مجموعة لينكوساميدات Lincosamides

وتضم: Clindamycin, Lincomycin

سابعاً) مجموعة اللايبوببتيدات Lipopetides:- وتضم المضاد الحيوي Daptomycin

ثامناً) مجموعة الماكروليدات Macrolides:- وتضم ثمانية مضادات حيوية هي Azithromycin, Clarithromycin, Dirithromycin, Erythromycin, Roxithromycin, Trolenandomcin, Telithromycin, Spiramycin

تاسعاً) مجموعة المونوباكتام Monobactams:- وتضم المضاد الحيوي Aztreonam

عاشراً) مجموعة نايتروفيوران Nitrofurans:- وتضم ستة مضادات حيوية هي Furazolidone, Nitrofurantion, Linezolid, Posizolid, Radezolid, Torezolid.

حادي عشر) مجموعة البنسيلين Penicillins:- وتضم

Amoxicillin, Ampicillin, Azlocillin, Carbenicillin, Cloxacillin, Dicloxacillin, Flucloxacillin, Mezlocillin, Methicillin, Nafcillin, Oxacillin, Penicillin G, Penicillin V, Piperacillin, Penicillin G, Temocillin, Ticarcillin.

ثاني عشر) مجموعة اليولي بيتيدات Polypeptides:- وتضم

Bacitracin, Colistin, Polymyxin.

ثالث عشر) مجموعة الكوينولونات والفلوروكويتولون

Quinolones and Fluroquinolone

وتضم مجموعة كبيرة من المضادات الحيوية وهي:

Ciprofloxacin, Enoxacin, Gatifloxacin, Gemifloxacin, Levofloxacin, Lomefloxacin, Moxifloxacin, Nalidixic acid, Norfloxacin, Ofloxacin, Trovafloxacin, Grepafloxacin, Sparfloxacin, Temafloxacin.

رابع عشـر) مجموعة السـلفونااميدات Sulfonamides:- وتضـم المضـادات الحيوية الاتية

Mafenide, Sulfacetamide, Sulfadiazine, Silver Sulfadiazine, Sulfadimethoxine, Sulfamethizole, Sulfamethoxazole, Sulfanilimide, Sulfasalazine, Sulfisoxazole, Trimethoprim Sulfamethoxazole,Sulfonamido chrysoidin.

خامس عشـر) مجموعة التتراسـيكلينات Tetracyclines:- وتضـم المضـادات الحيوية الاتية:

Demeclocycline, Doxycycline, Minocycline, Oxytetracycline, Tetracycline.

الأساس الثاني:- تقسيم المضادات الحيوية بحسب طريقة تأثيرها

Antibiotics Classification According To their Mode of Action

وعلى هذا الأساس تقسم المضادات الحيوية الى المجاميع الاتية:

أولا) المضادات الحيوية المثبطة لتصنيع جدار الخلية

Inhibitors of Cell Wall Synthesis

وتضم المضادات الحيوية التي تعود للمجاميع الاتية:

Penicillins, Cophalosporins, Monobactlams, Carbapenems, Glycopeptides, Fosfomycins.

ثانياً) المضادات الحيوية المثبطة لتصنيع البروتين

Inhibitors of Protein Synthesis

وتضم المضادات الحيوية التي تعود للمجاميع الاتية:

Aminoglycosides, Macrolides, Lincosamides, Tetracyclines, Phenicols (Chloramphenicol).

ثالثاً) المضادات الحيوية المثبطة لوظائف الغشاء الخلوي

Inhibitors of Membrane Functions

وتضم المضادات الحيوية التي تعود للمجاميع الاتية:

Lipopeptides, Cyclic Lipopeptides, Polymyxins

والـ Polymyxin هو مضاد حيوي مستخلص من البكتريا *Bacillus polymyxa*.

رابعاً) المضادات الحيوية المثبطة لعمليات التمثيل الضوئي Anti_ Metabolite

وتضم المضادات الحيوية التابعة للمجاميع الاتية:

Sulfonamides, Sulfamethoxazole, Trimethoprim.

خامساً) المضادات الحيوية المثبطة لتصنيع الاحماض النووية

Inhibitors of Nucleic Acid Synthesis

ومنها المضادات الحيوية التابعة لمجموعة الـ Quinolones.

الأساس الثالث:- تقسيم المضادات الحيوية بحسب المصدر

Antibiotics Classification According To origin

وعلى هذا الأساس تقسم المضادات الحيوية الى ثلاثة مجاميع هي:

أولا) مضـــادات حيوية طبيعية Natural Antibiotics:- هذه المجموعة تنتجها العديد من الفطريات طبيعيا وعادة تتمكن البكتريا والكائنات الدقيقة من اظهار سلالات مقاومة لها بسـرعة وذلك بسـبب تعرض هذه الكائنات المسـبق لهذه المضـادات في الطبيعية، وتكون المضـادات الحيوية الطبيعية أكثر سـمية من المضـادات الحيوية المصـنعة. ومن المضـادات الحيوية الممثلة لهذه المجموعة ,Benzylpencillin Gentamicin.

ثانياً) مضـادات حيوية شـبه طبيعية Semi_synthetic Antibiotics:- وهي مضادات حيوية طبيعية محورة صناعيا لتقليل سميتها للكائنات غير المستهدفة وزيادة فاعليتها ومن المضـادات الحيوية الممثلة لهذه المجموعة ما يأتي: _ Ampicillin Amikacin .

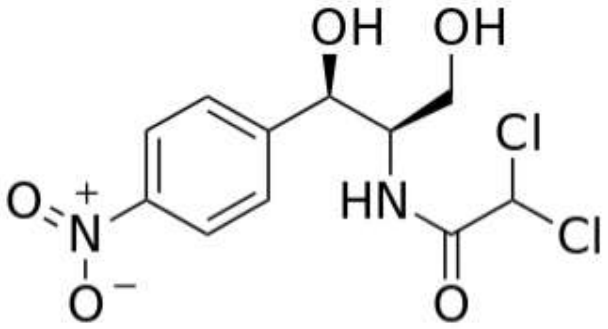
ثالثاً) مضـادات حيوية مصـنعة Synthetic Antibiotics:- هذه المجموعة من المضـادات يتم تصـنيعها وتحضـيرها صـناعياً وتمتاز بعدم تعرض البكتريا لها سـابقاً حتى يتم استعمالها في الحقل وهي بذلك تكون اكثر فاعليه ضد البكتريا ومنها:

Moxifloxacin, Norfloxacin.

اهم المضادات الحيوية المستخدمة في مجال مكافحة امراض النبات

تستخدم العديد من المضـادات الحيوية في مختبرات امراض النبات لمنع تلوث المزارع الفطرية بالبكتريا، كما تسـتخدم ايضـاً في مكافحة امراض النبات البكتيرية ومن هذه المضادات ما يأتي:

1-) المضـــاد الحيوي كلورامفينيكول Chloramphenicol:- مضـــاد حيوي من مجموعة الـ Phenicols وهو فعال جدا في مكافحة البكتريا الموجبة والسالبة لصبغة كرام، كما اظهر فاعلية جيدة ضـــد المايكوبلازما Mycoplasma والريكتســـيا Rickettsiae، ذو سمية عالية للبائن. اسمه وتركيبه الكيميائي:

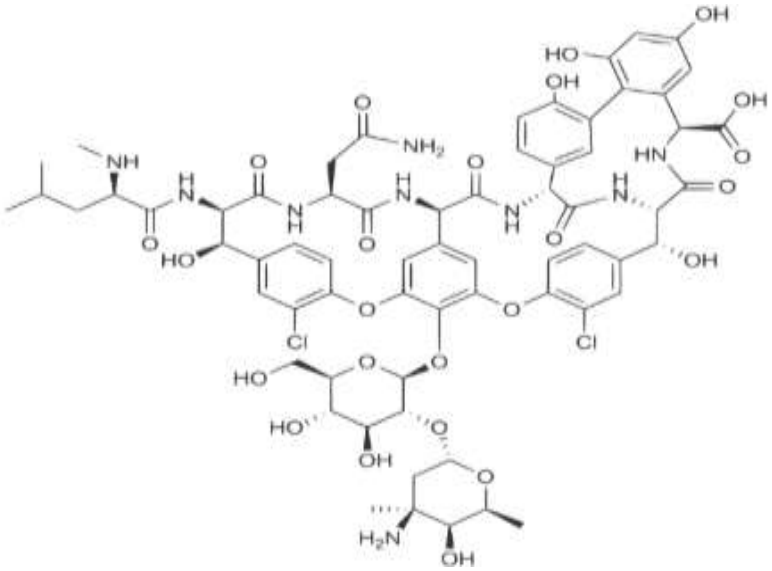


Dichloro-N-[1,3-dihydrooxy-1-(4-nitrophenyl)propan—2,22-yl]acetamide

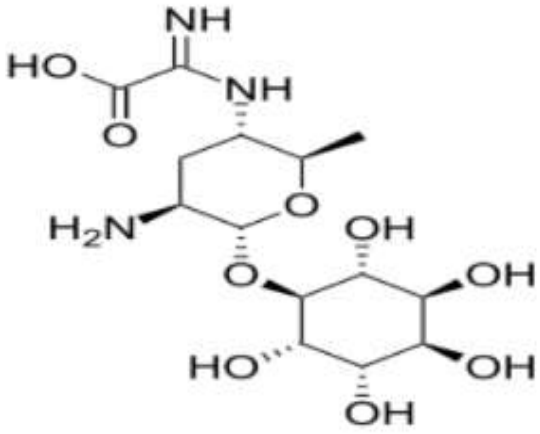
ويؤثر هذا المضـــاد من خلال تثبيطه لعملية تصـــنيع البروتين حيث يرتبط بوحدة الرايبوســـوم الكبيرة المســـماة 50S ويثبط الخطوة الخاصـــة باســـتطالة البروتين Elongation في عملية تصنيع البروتين.

2-) المضاد الحيوي فانكومايسين Vancomycin

مضـــاد حيوي ذو تأثير واســـع على البكتريا الســـالبة والموجبة لصـــبغة كرام. تركيبه الكيميائي

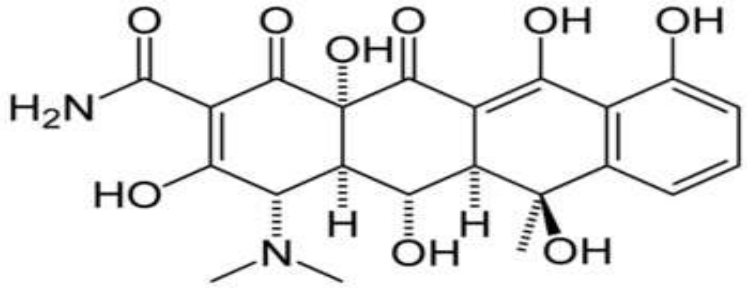


يوثر هذا المضـاد في البكتريا الموجبة لصـبغة كرام من خلال تثبيطه لعملية تصـنيع جدار الخلية حيث يدخل هذا المضـــاد الى الخلية البكتيرية الموجبة لصـــبغه كرام بسهوله وذلك لان الـPeptidoglycan لا يعمل كحاجز لمنع دخول هذا المضاد الى الخلية البكتيرية. وتركيبه الكيميائي:



3-) اوكسي تبتراسايكلين Oxytetracycline

مبيـد بكتيري تم انتـاجـه عن طريق تخمير بكتيريـا *Streptomyces rimosus*، واسـتخدم بنجاح لمكافحة مرض اللفحة النارية على التفاحيات والمتسـببة عن البكتريا *Erwinia amylovora Winsl* وكذلك الامراض المتسـببة عن أنواع البكتريا التابعة للأجناس *Pseudomonas* spp و *Xanthomonas* spp. كما يمتاز بفاعليته في مكافحة الامراض المتسببة عن المايكوبلازما Mycoplansma. تركيبه الكيميائي:

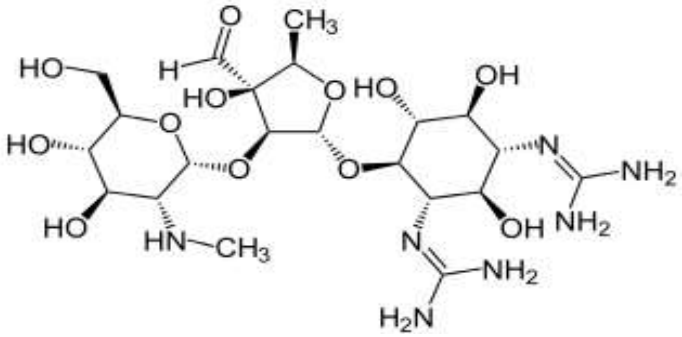


ان فاعلية الاوكسـي تبتراسـايكلين في النبات تتمثل بسـرعة امتصـاصـه وانتقاله عبر أجزاء النبات المختلفة ويفضـــل خلطه مع الســـتربتومايســـين لمنع ظهور المقاومة للسـتربتومايسـين. اظهرت الداراسـات ان Oxytetracycline يحدث تأثيره السـام في

البكتريا عن طريق تثبيطه لعملية التصـــنيع الحيوي Biosynthesis للبروتين وذلك عن طريق ربطه للوحدات المكونه للرايبوســـوم Ribosomal Subunit رقم 30S و50S وتثبيطــه لعمليــة ارتبــاط Aminoacyl-tRNA والعوامــل الطرفيــة Termination Factor RF1 وRF2 مع الموقع A في رايبوســـوم البكتريـا. ان فاعلية الاوكسـي تبتراسـايكلين في اللبائن تكون ضـعيفة نسـبياً. يباع هذا المبيد تجارياً بشـــكل مســـحوق ذواب في الماء ويباع تحت العديد من الأســـماء التجارية منها Mycoshield و Phytomycin و Tetramycin.

4-) الستربتومايسين Streptomycin

تم عزل هذا المركب من الفطر *Streptomyces griseus* وقد أظهر فاعلية جيدة في مكافحة الامراض البكتيرية المتســـببة عن البكتريا التابعة للأجناس *Erwinia* و *Pseudomonas* و*Xanthomonas* على أشـــجار الفاكهة ذات النواة الحجرية واللفحة النارية في الكمثرى إضـــافة الى فاعليته ضـــد العديد من الفطريات الطحلبية Phycomycetes وخاصـــة فطريات الجنس *Phytophthora* المســـببة لأمراض اللفحة في البطاطا والطماطة ويمتاز هذا المضـاد بخواصـه الجهازية حيث يمتص من قبل النبات وينقل الى أجزاء النبات المختلفة وخاصـة النموات الحديثة حيث يبقى لمدة طويلة يوفر خلالها الوقاية اللازمة من الإصـــابة ومن اكثر مشـــتقات هذا المضـــاد فاعلية هي كبريتات الستربتومايسين. يؤثر هذا المضاد بتركيزات منخفضة تتراوح بين 2-4 جزء في المليون ويمكن زيادة فاعليته بزيادة التركيز ولكن قد يرافق ذلك ظهور علامات ســـمية للنبات عن طريق تأثيره على عملية التركيب الضـــوئي لذلك يراعى استخدام الجرعة المناسبة منه. وتركيبه الكيميائي:



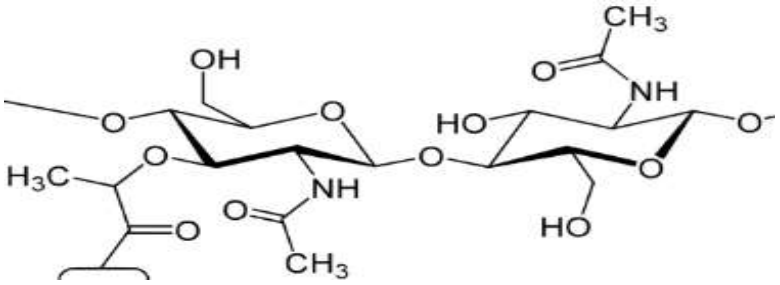
اليه التأثير السام للستربتومايسين

Mechanism of Toxic Action of Streptomycin

يتفق الكثير من الباحثين على ان الستربتومايسين يؤثر بشكل رئيس في ايض حامض RNA وفي صناعة البروتين في الخلية وقد وجد ان أكثر أنواع RNA تأثرا هو m– RNA الذي ينقل الشفرة من حامض DNA الى الرايبوسومات. كذلك يؤثر هذا المركب في الصفات الفيزيائية للرايبوسومات ويقلل من كفاءتها في تصنيع البروتين كما ان التأثير على m–RNA يؤدي الى القراءة الخاطئة للشفرة.

5–) كاسوكامايسين Kasugamycin

مبيد بكتريا وفطريات جهازي تم انتاجه بتخمير البكتريا *Streptomyces kasugaensis* واستخدم بنجاح لمكافحة مرض الشري في الرز Rice Blast المتسبب عن الفطر *Pyricularia oryzae* ومرض تبقع الأوراق في البنجر السكري والكرفس المتسبب عن فطريات الجنس *Cercospora* spp فضلا عن استخدامه في مكافحة الامراض البكتيرية في الرز والخضروات ومرض جرب التفاح والكمثرى. يباع تجاريا بشكل مسحوق قابل للبل وكمركز ذواب وبشكل محببات كما يوجد مجهزاً للاستخدام بالرش المتناهي في الصغر Ultra Low Volume (ULV) ويباع تحت الأسماء Kasugamin و Kasumin ويستخدم رشاً على المجموع الخضري او كمسحوق تعفير، كما يستخدم لمعاملة البذور بمعدل 20 ملغم/ لتر. تركيبه الكيميائي:



يحدث المبيد كاسوكامايسين تأثيره السام عن طريق تثبيطه عملية التصنيع الحيوي للبروتين في الفطريات والبكتريا وذلك عن طريق تداخله مع عملية ارتباط Aminoacyl – TRNA الى كل من mRNA–30S و mRNA–70S في معقد وحدات الرايبوسوم وذلك من خلال منعها ادخال الاحماض الامينية في البروتين.

مجموعة البكتريوسين Bacteriocin

هي عبارة عن سموم بروتينية تنتجها البكتريا لتثبيط نمو سلالات البكتريا المشابهة او القريبة الصلة بالبكتريا المنتجة لها وهي بذلك تعد من المضادات الحيوية المتخصصة او ذات التأثير المحدود Narrow spectrum، هذه المواد تعد من مشابهات الخمائر وتعد من المواد القاتلة للبرامسيوم. وتمتاز البكتريوسينات باختلاف تركيبها الكيميائي وتباين وظائفها. تم اكتشاف هذه المركبات لأول مرة عام 1925 من قبل A. Gratia وجماعته، عندما كانوا يبحثون عن طرائق لقتل البكتريا، وقد قادتهم ابحاثهم الى اكتشاف الـــ Bacteriocin وكذلك العاثي Bacteriophage فضلا عن تطوير المضادات الحيوية. وقد قام بتسمية اكتشافه الأول Colicine لأنه أدى الى قتل البكتريا *E. coli*.

الأسس المعتمدة في تقسيم البكتريوسين

Bacteriocins Classification Principles

هناك العديد من الأسس التي اعتمدت في تقسيم البكتريوسينات وهي:

1-) بحسب طريقة تأثيرها القاتل.

2-) بحسب السلالة البكتيرية المنتجة لها.

3-) بحسب الية مقاومتها.

4-) بحسب تركيبها الوراثي.

5-) بحسب تركيبها الكيميائي.

6-) بحسب اوزانها الجزيئية.

7-) بحسب طريقة انتاجها.

الا ان التقسيم الأكثر شيوعاً واستعمالا هو تقسيم البكتريوسين الى أربعة صفوف وكما يأتي:

أولا) بكتريوسين الصف الأول Class I Bactreiocins:- وتضم مجموعة من البيتيدات الصغيرة Tiny Peptides المثبطة لنمو البكتريا ومنها Nisin وكذلك الـLantibiotics.

ثانياً) بكتريوسين الصف الثاني Class II Bactreiocins:- وتضم البكتريوسينات التي تقل اوزانها الجزيئية عن (10) كيلودالتون، وهي مقاومة للحرارة. ويقسم هذا الصف الى خمسة مجاميع هي:

1-) مجموعة الـ Pediocin-like Bacteriocins:- وهي المجموعة الأكبر. وتستخدم هذه المجموعة في حفظ الأغذية وفي المجال الطبي ومثالها الـ Pediocin PA-1.

2-) مجموعة Two_Peptide Bacteriocins:- ومن امثلها الـ Lactococcin G والتي تعمل على زيادة نفاذية اغشية الخلية البكتيرية.

3-) مجموعة الـ Cyclic Peptides:- ويمثلها الـ Enterocin AS_48.

4-) مجموعة الـ Single_Peptide Bacteriocins:- ومنها البكتريوسين Aureocin A53.

5-) مجموعة الـ 3 or 4 Non_pediocin like Peptides:- ومن افضل الأمثلة على هذه المجموعة البكتريوسين Aureocin A70.

ثالثاً) بكتريوسين الصف الثالث Class III Bactreiocins:- وتضم البكتريوسينات التي يزيد وزنها الجزئي عن (10) كيلودالتون، وبروتينها غير ثابت عند الحرارة المرتفعة هذا الصف يقسم الى مجموعتين هما:

1-) المجموعة المحللة للبكتريا Bacteriolysins:- وتعمل على قتل البكتريا عن طريق تحليلها لجدار البكتريا الخلوي ومن امثلها الـ Lysostaphin وهو ببتيد وزنه الجزئي (27) كيلودالتون ويعمل على تحليل جدر العديد من أنواع البكتريا الـ *Staphylococcus* spp.

2-) المجموعة المخلة بجهد الغشاء الخلوي Disrupt Membran Potential:- هذه المجموعة من البكتريوسينات لا تحلل جدر الخلايا ولكنها تؤثر في جهد الاغشية الخلوية مما يتسبب في سريان وحدات الطاقة الـ ATP.

رابعاً) بكتريوسين الصف الرابع Class IV Bactreiocins:- وتسمى البكتريوسينات المعقدة وتحتوي على الدهون والكاربوهيدرات ويمثلها البكتريوسين Sublancin والـ Glycocin.

استعمالات البكتريوسين **Bacteriocins Usage**

للبكتريوسين العديد من الاستعمالات

1-) تستعمل كمضادات حياتية ضد بعض سلالات وأنواع البكتريا.

2-) لها العديد من الاستعمالات الطبية.

3-) مضادات لتلوث المزارع البكتيرية والفطرية.

4-) يستعمل في عمليات تشخيص البكتريا وسلالاتها.

5-) تستعمل في تشخيص ومعالجة بعض أنواع السرطانات.

6-) تستخدم في مكافحة مدى واسع من الجراثيم.

اهم البكتريوسينات **Important Bacteriocins**

تتوفر اليوم مجموعة جيدة من البكتريوسينات التي تستخدم في الحالات الطبية والغذائية والصناعية والزراعية ومن أهمها ما يأتي:

Acidocin, Actagardine, Agrocin, Alveicin, Aureocin, Aureocin A53, Aureocin A70, Carnocin, Carnocyclin, Colicin, Curvaticin, Divercin, Duranvcin, Enterocin, Enterolysin, Epidermin/Gallidermin, Erwinocin, Glycinecin, Halocin Haloduracin, Lacticin, Lactocin S,A, Lactococin, Leucoccin, Macedocin, Marsacidin, Mesentericin, Microbisporicin, Microcin S, Paenibacillin, Pediocin, Pentocin, Planosporicin, Plantaricin, Pyocin, Reutricin, Sakacin, Salivaricin, Subtilin, Sulfolobicin, Thuricin 17, Trifolitoxin, Variacin, Vibriocin, Warnericin, Warnerin.

ثالثاً) مبيدات بكتريا كيموحيوية حيوانية المصدر

Animal Origin Biochemical Bactericides

هذه المجموعة من مبيدات البكتريا لازالت في مراحلها الأولى من البحث والتطوير لإيجاد مضادات حياتية جديدة وهناك العديد من الإشارات في هذا المجال جاءت من نتائج بحوث أجريت على الحشرات لإنتاج مضادات حياتية من الحشرات ومنها استخدام دماغ الصرصر الأمريكي لإنتاج مضادات حياتية حشرية المنشأ، وان نتائج هذه الدراسات تبشر بالحصول على مضادات حياتية جديدة تعود لمجاميع كيميائية

جديدة. مما يساعد في عملية استخدامها ضد البكتريا المقاومة للمضادات الحيوية التقليدية.

المضادات الحياتية في مكافحة امراض النبات البكتيرية

ان استخدام المضادات الحياتية في مكافحة البكتريا الممرضة للنبات لازال استخداماً محدوداً جدا ويكاد ينحصر في الدراسات المختبرية وذلك لسببين:

1-) ان الحد الفاصل بين التركيز القاتل للبكتريا والمؤثر في النبات ضيق جدا واي خطأ في حساب التركيز قد يؤدي الى موت النبات أيضا.

2-) الخوف من ظهور سلالات بكتيرية مقاومة للمضادات الحياتية وانتقال صفة المقاومة للبكتريا الممرضة للإنسان والحيوان خاصة وان هناك العديد من التقارير التي أصدرتها منظمة الصحة العالمية والتي تشير فيها الى ظهور العديد من السلالات البكتيرية الممرضة للإنسان والحيوان المقاومة للمضادات الحيوية وتحذر من الافراط في استخدامها.

II-) مبيدات البكتريا المايكروبية Microbial Bactericides

مبيدات البكتريا المايكروبية هي المبيدات التي تكون مادتها الفعالة عبارة عن ممرض حي يعمل على قتل البكتريا او تثبيط نموها. وعلى ضوء التعريف السابق فان مبيدات البكتريا المايكروبية تقع في مجموعتين هما:

أولا) العاثي Bacteriophage

ثانياً) مبيدات البكتريا البكتيرية Bacterial Bactericides

أولا) العاثي Bacteriophage

هو عبارة عن فايروس يصيب ويتضاعف داخل البكتريا وكلمة Bacteriophage مشتقة من البكتريا Bacteria وكلمة Phagein اليونانية والتي تعني مُلتهم أي ملتهم البكتريا. ويتكون من غلاف بروتيني يحيط بالـ DNA او الـ RNA ويحتوي مجبينه الوراثي Genome على 4- عدة مئات من الجينات وعند دخوله الى داخل البكتريا يبدأ بالتضاعف في سايتوبلازم الخلية البكتيرية، يوجد العاثي عادة في أماكن وجود وتكاثر البكتريا كالتربة والجهاز الهضمي ومياه البحار. استخدم العاثي لأكثر من 90 سنة كبديل للمضادات الحياتية في الاتحاد السوفيتي السابق ودول وسط أوربا وفرنسا.

العاثي تاريخ اكتشاف واستخدام

Bacteriophage, Use and Discovery History

قديماً اشـــارت العديد من التقارير الى ان لمياه الأنهار القدرة على شـــفاء بعض الإصـــابات المرضـــية، مثال ذلك مرض الجذام Leprosy، وفي عام 1896 أشـــار الباحث Ernest Hanbury Hankin الى ان هناك شـيئاً في مياه نهري Ganges و Yamune يجعلها تعمل كمضـادات بكتيرية Antibacterial ضـد الكوليرا وان هذا العامل المضـــاد للبكتريا الموجود في مياه النهرين يســتطيع المرور عبر المرشـــحات الدقيقة وفي عام 1910 تمكن البريطاني Frederik Twort من اكتشـــاف عامل صـــغير يصـــيب البكتريا ويقتلها، وقد أشـــار الى ان هذا العامل ربما يكون واحدا من العوامل الثلاثة الاتية:

1-) مرحلة او طور في دورة حياة البكتريا.

2-) انزيم تنتجه نفس البكتريا.

3-) فايروس ينمو داخل البكتريا ويعمل على تحطيمها.

في عام 1917 أعلن الباحث Felixd Herelle من معهد باســتور في فرنســا عن اكتشـافه لمايكروب غير مرئي مضـاد لبكتريا الديزانتري Dysentery Bacillus وقد أشـار فيما بعد الى انه فايروس يتطفل على البكتريا وأطلق عليه Bacteria-eater، وفي عشـــرينات وثلاثينات القرن العشـــرين اســـتخدم العاثي كمضـــاد بكتيري جيد في معالجة العديد من الامراض البكتيرية التي تصـــيب الانســـان والحيوان في الولايات المتحدة الامريكية. في مجال مكافحة امراض النبات البكتيرية وجد العاثي أيضا مرافقاً للبكتريا الممرضـــة للنبات، ويعد الباحثان Mallman و Hemstreet اول من رشـــحا الســـائـــل الـــذي تم جمعـــه من أوراق اللهـــانـــة المصـــابـــة ببكتريـــا العفن المســـماة *Xanthomonas campestris* وذلك في عام 1924 ووجدا ان لهذا الراشـح القدرة على تثبيط البكتريا المسـببة لعفن أوراق اللهانة، وفي عام 1925 تمكن الباحثان Kotila و Coon's من عزل البكتريوفاج من التربة ووجدا انه كان قادراً على تثبيط نمو البكتريـا *Pectobacterium carotovorum* subsp atrosepticum

المسببة لمرض القدم السوداء في البطاطا Potato Blackleg Disease. كما قاما ايضاً بعزل Bacteriophage من مياه النهر والتربة ووجدا انه كان فعالا في مكافحة البكتريا المسببة لمرض القدم الأسود في البطاطا وبكتريا الـــ *Agrobacterium tumefaciens* في الحقل تعتبر تجربة Thomasهي الأولى من نوعها لاختبار الـBacteriophage في مكافحة مرض ذبول Stewart's على الذرة Stewart's Wilt of corn حيث قام بمعاملة بذور الذرة المصابة بالبكتريا *Pantoea stewartii* بالكتريوفاج الذي تم عزله من نبات ذرة مريض واظهرت نتائج الدراسة فاعلية معاملة بذور الذرة بالـ Bacteriophage في السيطرة على مرض ذبول الذرة. في عام 1969 قام الباحثان Civerolo و Keil باستخدام العاثي رشاً على المجموع الخضري لمكافحة بكتريا تبقع أوراق الخوخ *Xanthomonas pruni* وقد أدت العملية الى خفض الإصابة بنسبة 86% على شتلات الخوخ.

تقسيم العاثي Bacteriophage Classification

تم تقسيم العاثي من قبل الجمعية العالمية لتقسيم الفايروسات International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) حسب الشكل ونوع الحامض النووي الى ثلاثة مجاميع هي:

أ-) **رتبة كاودوفيرالس Caudovirales**:- او الفايروسات الذنبية وتضم ثلاثة عوائل هي :

1-) عائلة مايوفيريدي Myoviridae:- فايروسات هذه العائلة عارية وذات ذنب يتقلص وينبسط Contractile وحامضها النووي يحتوي على DNA خطي مزدوج Linear ds DNA ومن اهم أنواع العاثي التي تعود الى هذه العائلة ما يأتي:

T_4 phage _Mu _PBSX, P_1 Pune _like, P_2 ,13, Bcep 1, Bcep 43, Bcep 78.

2-) عائلة سيفوفيروي Siphoviridae او الفايروسات طويلة الذنب:- وهي من الفايروسات العارية ذات الذنب الطويل غير المتقبض والمنبسط Noncontractile وحامضها النووي يحتوي على DNA خطي مزدوج، وتضم العواثي الاتية:

λ Phage, T_5 Phage , Phi, C_2 , L5 , HK97 , N15

3-) عائلة بودوفيردي Podoviridae:- وتسمى ايضاً الفايروسات القدمية وهي فيروسات عارية قصيرة الذنب وهو من النوع غير المتقلص وغير المنبسط Noncontractile، حامضه النووي يحوي على DNA خطي مزدوج ومن اهم العواثي التي تعود لهذه العائلة:T7 phage, T3 phage, P22, P37

ب-) رتبة ليكامنفيرالس Ligamenvirales :- او الفايروسات المقيدة او المربوطة وتضم عائلتين هما :

1-) عائلة ليبوثركسفيريدي Lipothrixviridae:- من الفايروسات المغلفة، قضيبيه الشكل حامضها النووي ذو DNA خطي مزدوج . وتحوي نوعاً واحدا من العاثي هو الـ Acidanus filamentous virus 1.

2-) عائلة روديفيريدي Rudiviridae:- فايروسات عارية قضيبيه الشكل، حامضها النووي ذو DNA خطي مزدوج ويمثلها العاثي هو الـSulfolobus islandicus rod shaped virus 1.

ت-) مجموعة العوائل غير محددة الرتبة Unassigned:- وتضم ثلاثة عشر عائلة هي كما يأتي :

1-) عائلة امبيولافيريدي Ampullaviridae:- من الفايروسات المغلفة قضيبيه الشكل Bottle shaped، حامضها النووي يحوي DNA خطي مزدوج.

2-) عائلة بايكاودافيريدي Bicaudaviridae:- من الفايروسات العارية ليمونية الشكل Lemon_ shaped حامضها النووي يحوي DNA دائري مزدوج.

3-) عائلة كلافافيردي Clavaviridae:- من الفايروسات العارية او غير المغلفة، قضيبيه الشكل Rod- shaped حامضها النووي ذو DNA دائري مزدوج.

4-) عائلة كورتيكوفيريدي Corticoviridae:- من الفايروسات العارية متساوية الابعاد Isometric، حامضها النووي ذو DNA دائري مزدوج.

5-) عائلة سيستوفيريدي Cystoviridae:- او عائلة الفايروسات الكيسية، وهي فايروسات مغلفة كروية الشكل، حامضها النووي يحوي RNA معقل Segmented ومزدوج.

6-) عائلة فوزيلوفيريدي Fuselloviridae:- وتضم فايروسات عارية ليمونية الشكل، حامضها النووي ذو DNA دائري مزدوج.
7-) عائلة كلوبيولوفيريدي Globuloviridae:- وتضم فايروسات مغلفة متساوية الابعاد، حامضها النووي ذو DNA خطي مزدوج.
8-) عائلة كوتافايروس Guttavirus:- وتضم فايروسات عارية بيضوية الشكل Ovoid، حامضها النووي ذو DNA دائري مزدوج.
9-) عائلة اينوفيردي Inoviridae:- وهو من الفايروسات العارية الخيطية Filamentous ذات الحامض النووي الدائري المفرد (Circular ss DNA).
10-) عائلة ليفيفيردي Leviviridae:- وتضم فايروسات عارية متساوية الابعاد، حامضها النووي ذو RNA دائري مفرد الخيط ويمثلها العاثيان QB, MS2.
11-) عائلة مايكروفيريدي Microviridae:- وتضم الفايروسات عارية متساوية الابعاد وحامضها النووي ذو DNA دائري مفرد ويمثلها العاثي QX174.
12-) عائلة بلازمافيريدي Plasmaviridae:- وتضم فايروسات مغلفة متغيرة الشكل Pleomorphic حامضها النووي ذو DNA دائري مزدوج الخيط.
13-) عائلة تيكتيفريدي Tectiviridae:- وتضم فايروسات عارية متساوية الابعاد، حامضها النووي يحوي DNA خطي مزدوج.

العوامل المحددة لاستخدام العاثي في مكافحة امراض النبات البكتيرية

Deterministic Factors of Using Bacteriophages

ان عدم شيوع استخدام البكتريوفاج في مكافحة امراض النبات البكتيرية، ربما يرجع الى ما يأتي:

1-) التخصص العالي للعاثي ضد سلاله معينة ضمن النوع البكتيري الواحد.
2-) سرعة ظهور السلالات البكتيرية المقاومة للعاثي.
3-) الحاجة الى وجود كثافة عالية من العاثي بالقرب من البكتريا المستهدفة بعملية المكافحة.
4-) صعوبة اختيار وتحديد العاثي المناسب لمكافحة نوع بكتيري معين.
5-) سرعة تدهور وتلاشي اعداد العاثي بفعل اشعة الشمس والاشعة فوق البنفسجية وبذلك يفقد كفاءته في الحقل بسرعة كعامل مكافحة حيوية.

ثانياً) مبيدات البكتريا البكتيرية Bacterial Bactericides

تتوفر اليوم بعض مبيدات البكتريا المايكروبيه التي تستخدم فيها البكتريا او سبوراتها لمكافحة بعض امراض النبات البكتيرية التي تصيب المحاصيل الزراعية المختلفة، ولعل من اهم مبيدات البكتريا البكتيرية المتوفرة على المستوى التجاري ما يأتي:

1-) المبيد البكتيري *Agrobacterium radiobacter*:- وهي بكتريا نافعة تعود لرتبة Eubacteriales ولعائلة Rhizobiaceae. والاسم المصادق عليه Approved

Agrobacterium radiobacter (Beijerink and Van Delden) conn, strain K_84 and strain K1026.

مصدر البكتريا:- موجودة في الطبيعية بشكل واسع وقد تم اكتشاف السلالة K1026 في استراليا وتم تطويرها من قبل شركه Bio_Care Technology. وتم انتاجها على المستوى التجاري بواسطة التخمير Fermentation. تستخدم هذه البكتريا حالياً لمكافحة مرض التدرن التاجي Crown Gall المتسبب عن البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* conn. على أشجار الفاكهة والبندق والعنب ونباتات الزينة ويمكن استخدامها داخل وخارج البيوت الزجاجية.

الية عمل البكتريا Mode of Action:- تقوم البكتريا *A. radiobacter* بالمنافسة مع البكتريا المسببة لمرض التدرن التاجي على مواقع الإصابة او الاجتياح Invasion site على السيقان والافرع المجروحة وتمنع البكتريا الممرضة من تثبيت نفسها على العائل كما تقوم بإفراز مواد مضادة للبكتريا Antibacterial Compounds تعمل على تثبيط نمو البكتريا الممرضة للنبات. يتوفر هذا المبيد المايكروبي على المستوى التجاري بشكل مسحوق قابل للانتشار بالماء يحوي سبورات الفطر ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها:

Galtrol .A, Norbac 84C, Nogall

يستخدم هذا المبيد عن طريق تغطيس العقل والبذور والشتلات في المحلول المعلق للبكتريا وذلك بإذابة 250 غم من المبيد في 12 لتر من الماء وهي كمية كافية

لمعاملة عشرة الاف عقلة او قلم. ولضمان فاعلية المبيد البكتيري يفضل عدم خلطه مع المبيدات الكيميائية وكذلك عدم استخدام الماء الحاوي على الكلور في تخفيفه. ليس للمبيد أي تأثيرات جانبية ضارة على البيئة والانسان.

2-) المبيد البكتيري *Erwinia carotovora*:- بكتريا تعود لرتبة Eubacteriales ولعائلة Bacillaceae والاسم المصادق عليه *Erwinia carotovora Holl* ولهذه البكتريا أسماء أخرى هي *Bacillus carotovora Jones* و*Pectobacterium carotovora Jones*.

مصدر البكتريا:- سلالة غير ممرضة للنوع *E. carotovora* تم عزلها من اللهانه الصينية وتم انتاجها تجاريا بالتخمير. استخدمت هذه البكتريا لمكافحة مرض العفن الطري Soft Rot على اللهانة الصينية. ان طريقة عمل السلالة البكتيرية غير الممرضة يتمثل باحتلالها لمواقع اجتياح البكتريا الممرضة للهانه الصينية ومنع حدوث الإصابة يتوفر هذا المبيد تجاريا بشكل معلق سبورات Spore Suspension تحت الاسم التجاري Biokeeper ويستخدم رشاً على الأجزاء الخضرية. لا ينصح بخلط المبيد مع المبيدات الكيميائية والماء الحاوي على الكلور. ليس للمبيد أي تأثيرات ضارة على الانسان والبيئة.

3-) المبيد البكتيري *Pseudomonas fluorescens*:- بكتريا من رتبة Pseudomonales وعائلة Pseudomonaceae والاسم المصادق عليه هو *Pseudomonas fluorescens* (Trevisan).

مصدر البكتريا:- توجد في الطبيعية بشكل واسع، وتنتج تجاريا بواسطة التخمير. وتستخدم لمكافحة البكتريا *Erwinia amylovora* المسببة لمرض اللفحة النارية كما تستخدم لمكافحة فطريات التربة. يستخدم هذا المبيد بالدرجة الأساس على أشجار الكمثرى والتفاح. تتوفر تجاريا بشكل مسحوق لمعاملة البذور او بشكل مسحوق قابل للبل يحوي سبورات البكتريا. للمبيد العديد من الأسماء التجارية منها: _ Dagger Biocurc _ Blight Ban. لا ينصح بخلط المبيد مع المبيدات الكيميائية والماء الحاوي على الكلور وهو امين على الانسان والبيئة

الفصل السادس

مبيدات الفطريات تاريخ واسس

- المقدمة
- التاريخ التطوري لمبيدات الفطريات واستخدامها
- مفاهيم عامة في مبيدات الفطريات
- الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الفطريات
- بحسب طريقة تغطيتها للأجزاء المعاملة بها
- بحسب طريقة الاستخدام
- بحسب تركيبها الكيميائي
- بحسب المصدر والتركيب الكيميائي
- بحسب طريقة تأثيرها
- الية التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات
- الانتخابية في مبيدات الفطريات

المقدمة

ان عملية فصـــل علم امراض النبات قبل ما يزيد عن قرن من الزمان عن علم النبات، شـكلت حدثا مهماً في علم امراض النبات وذلك بعد عدة عقود من قبول فكرة ان الفطريـات هي أحـد مســـببـات امراض النبـات. وبعـد دحر فكرة التوالـد الـذاتي (Spantaneous Generation). ان النظريـة الجـديـدة القـائلـة بـان الجراثيم او المايكروبات هي مسـببات لأمراض النبات أصـبحت امرا حتميا وبديهيا نتجة الاعمال والدراســات التي قام بها الباحثون الأوائل من أمثال Tillet عام 1755م و Prevost عام 1807 و Berkeley و Debary في عام 1850م، وفي عام 1860 قام كل من Pasteur و Koch عند عملهما على مسببات امراض الانسان بتطوير نظرية الجراثيم كمسببات للأمراض وكيفية التأكد من ان نوعاً معيناً من الجراثيم هو وراء تلك الظاهرة المرضية.

مما ســـبق يتبين انـه في خلال تلك الفترة لم يكن هناك ما يســـمى مبيد الفطريات Fungicides وان ولادة مبيدات الفطريات جاءت بعد ان أصـــبحت نظرية الجراثيم امرا مؤكدا لدى العاملين في مجال امراض النبات. ان مبيدات الفطريات وكأي اختراع جديد فانـه يبدأ وينمو ويتطور من خلال الملاحظـات والبحث العلمي، حيث كـانـت المحاولة الأولى في أواسـط القران السـابع عشـر حيث لوحظ ان معاملة حبوب القمح بالماء المالح ثم تعفيرها بالجير كانت ناجحة لمكافحة الفطر المســـبب لمرض التفحم النتن Bunt. وقد أكد هذه الحقيقة الباحث Tillet عام 1755م حيث قال انـه يمكن مكافحة فطريات البذور مثل *Tilletia tritici* و *T. laevis* المســـببة لمرض التفحم النتن Buntsmut عن طريق معاملة البذور بالجير او بالجير والملح. هذا الاكتشـاف اعقبه اكتشـاف ثاني في فرنسـا من قبل الباحث Millardet عام 1882م الذي لاحظ ان رش شـــجيرات العنـب بمحلول من خليط كبريتـات النحـاس Copper sulfate والجير Lime أدى الى مكافحـة مرض البياض الزغبي على العنـب، في عام 1923 أشـــار الباحث Hooker ان هيدروكســـيد النحاس الغروي Colloidal Copper

Hydroxide ومخلوط بوردو Bordeaux mixture والكبريت الجبري لم تكن مبيدات للفطريات بالمستوى المطلوب، وقد استمر الحال على ما هو عليه ولغاية اربعينيات القرن العشرين حيث كانت المكافحة الكيميائية لأمراض النبات تعتمد على استخدام مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic Fungicides، لذلك سنسعى في الصفحات اللاحقة من هذا الفصل الإشارة الى مراحل تطور مبيدات الفطريات واستخدامها في مكافحة امراض النبات الفطرية.

التاريخ التطوري لمبيدات الفطريات واستخدامها

History of Fungicides Development and Usage

يمكن تقسيم تاريخ تطور مبيدات الفطريات الى المراحل الاتية:

أولا) مرحلة ما قبل الاربعينيات:- في هذه المرحلة لم يكن هناك أي اهتمام بموضوع تأثير الكيميائيات او المبيدات المستخدمة في مكافحة الفطريات على البيئة وعلى القائمين على عملية المكافحة، وان تجهيز مبيدات الفطريات آنذاك كان يتم من قبل المستخدم. ان الجدول (6-1) يوضح اهم مبيدات الفطريات وسنوات استخدامها والغرض الرئيس الذي استخدمت من اجله.

الجدول (6-1): مبيدات الفطريات المستخدمة لمكافحة مسببات امراض النبات الفطرية لغاية عام 1940.

مبيدات الفطريات		السنة	الغرض من الاستخدام
الاسم العربي	الاسم الإنكليزي		
الماء المالح	Brine	1637	لمعاملة الحبوب للقضاء على الفطريات
الزرنيخ	Arsenic	1755	لمعاملة الحبوب للقضاء على الفطريات
كبريتات النحاس	Copper sulfate	1760	لمعاملة الحبوب للقضاء على الفطريات
مسحوق الكبريت	Sulfate dust	1824	لمكافحة فطريات البياض الدقيقي وغيرها من الفطريات الممرضة للنبات.

الكبريت الجيري	Lime sulfur	1833	لمكافحة فطريات المجموع الخضري.
مخلوط بوردو	Bordeux Mix	1855	
كلوريد الزئبق	Mercury chloride	1891	لمكافحة الفطريات على الثيل
اوكسي كلوريد النحاس	$Cuocl_2$	1900	استخدم لمكافحة الفطر *Phytophthora infestans* على البطاطا
كلوريد الزئبق الفنيلي	Phenylmercury chloride	1914	لمعاملة الحبوب لمكافحة فطريات التفحم
ثاني أوكسيد النحاس	Cu_2o	1932	لمعاملة الحبوب، كما يستخدم على المجموع الخضري
داي ثايوكارباميت	Dithiocarbamate	1934	استخدم كمبيد وقائي عام ضد الفطريات الممرضة للنبات
كلورانيل	Chloranil	1940	استخدم لمعاملة الحبوب
دايكلون	Dichlone	1940	استخدم لمعاملة الحبوب

ان الذي يميز مبيدات هذه المرحلة ماعد مجموعة الـ Dithiocarbamate انها سامة لجميع صور الحياة وهي مركبات غير متخصصة وكانت تستخدم بنسب مرتفعة تصل الى 3-5 كغم/ دونم، ومع ذلك فهي لم تكن فعالة في كثير من الأحيان ضد مسببات امراض النبات الفطرية، فضلا عن تسببها في احداث حروق على النباتات المعاملة بها.

ثانياً) مرحلة الاربعينيات ولغاية السبعينات:- في هذه المرحلة ظهرت العديد من مبيدات الفطريات التي تعود لمجاميع كيميائية مختلفة وان المبيدات التابعة لمجموعة Dithiocarbamate ومجموعة Phthalimides تمثل المجموعة الأكبر من المبيدات المستخدمة في هذه المرحلة، والتي امتازت بفاعليتها وانخفاض سميتها للنباتات وسهوله تجهيزها للاستخدام الحقلي، والجدول (6-2) يضم اهم مبيدات الفطريات المستخدمة في هذه المرحلة ومجاميعها الكيميائية.

الجدول (6-2): المجاميع الكيميائية والمبيدات التابعة لها المستخدمة في مكافحة الفطريات الممرضة للنبات خلال المدة من 1940-1970.

المجموعة الكيميائية	المبيد وسنه الظهور
Dithiocarbamate	Thiram،1942 _ Zineb و Nabam، 1943 Maneb، 1955 _ Mancozeb ، 1961
Aromathic Hydrocarban	Biphenyl، 1944
phthalmides	Captan وFolpet ، 1952
Fentin	Fentinacetate و Fentinhydroxide، 1954
Antibiotic	Blasticidin S، 1955 وKasugamycin وPolyoxin، 1965
Triazine	Anilazine ، 1955
Guaidine	Dodine ، 1957
Nitroanalinr	Dichleran ، 1960
Benzinidazoles	Thiabendazole، 1964 ، Benomyl، 1968 وThiophanate methyl ، 1970
Phthalonitrile	Chlorothalonil ، 1964
Morpholine	Dodemorph، 1965 ، Tridemorph، 1969
Carboxanilide	Carbexin، 1966 و Oxycarboxin، 1966

ان المبيدات المثبتة في الجدول (6-2) استخدمت بمعدل 0.75-1 كغم لكل دونم وهي أكثر تخصصاً وفاعلييه في مكافحة الفطريات الممرضة للنبات.

ثالثاً) مرحلة السبعينات وما بعدها:- ان مبيدات الفطريات الأكثر حداثة هي تلك التي ظهرت في سبعينات القرن الماضي والسنوات التي أعقبت ذلك والجدول (6-3) يوضح اهم هذه المبيدات.

الجدول (6-3): مجاميع مبيدات الفطريات حسب الية تأثيرها السام منذ عام 1970 مع اهم المبيدات التي تمثلها واستخداماتها

الية التاثير السام	السنة	الاسم الشائع للمركب	الاستخدام
مجموعة مثبطات تصنيع الستيرول Sterol Biosynthesis	1973	Tridimefom	يستخدم لمكافحة امراض ما بعد الحصاد ومعاملة البذور لمكافحة فطريات البياض الدقيقي
	1975	Imazalil(Imidazole) Fenarimol(pyrimidine)	
	1977	Triadimenol	

	Prochloraz(Imidazole)		لمعاملة البذور والحبوب
	Propiconazole	1979	لوقايتها من الفطريات
	Biteranol		مبيدات فطريات ذات مدى تأثير
	Fenpropimorph		واسع تستخدم لمعاملة الحبوب
	(Morpholine)		
	Triflumizole	1982	
	Flutrifol	1983	مبيد فطريات عام
	Diniconazol		مبيدات فطريات عامة
	Fluzilazole		
	Penconazole		
	Fenpropidin	1986	
	Hexaconazole		مبيدات فطريات ذات مدى تأثير
	Cyproconazole		واسع تستخدم لمكافحة امراض
	Myclobutanil		التبقعات على المجموع
	Pyrifenox		الخضري
	Tebuconazole		
	Difenoconazole	1988	
	Tetraconazole		مبيدات فطريات عامة تستخدم
	Fenbuconazole		لمعاملة المجموع الخضري
	Epoxiconazole	1990	والبذور
	Metconazole,	1992	تستخدم لمعاملة الحبوب
	Fluquinconazole,		مبيدات ذات مدى تأثير واسع
	Triticonazole		لمكافحة امراض المجموع
	Prothioconazole	2002	الخضري والبذور
مجموعة مثبطات	Azoxystrobin	1992	مبيد فطريات عام
الـCytochrome bc1	Kresoxim_methyi		مبيدات فطريات عامة لمعاملة
	Famexadone	1996	الحبوب
	(Azolone)		

	Trifloxystrobin		لمكافحة الفطريات البيضية
	Picoxstrobin	2000	Oomycetes
	Pyraclostrobin		
	Fluoxastrobin		مبيدات فطريات عامة لمعاملة
	Cyazofamid	2001	الحبوب
	Cyanoimidazole		
مجموعة منشطات النبات	(Dicarboximides)		لمكافحة الفطريات البيضية
Plant Activators	Iprodione	1974	Oomycetes
	Vinclozolin	1975	
	Procymidione	1976	تستخدم لمكافحة فطريات
	(Phenylamides)		الـBotryis والـ Monilinia
	Metalaxyl	1977	
	Benalaxyl	1981	
	Oxadixyl	1983	لمكافحة فطريات البيضة
	Mefenoxam	1996	
	(Phenylpyrroles)		
	Fenpiclonil	1990	
	Flndioxonil	1990	
	(Anilinopyrimides)		لمكافحة الفطريات على
	Pyrimethanil	1992	المجموع الخضري ومعاملة
	Cyprodinil	1994	البذور
مصنعات الميلانين	Tricyclazole	1975	مبيدات فطريات عامة
Melanin synthesis	Pyroquilone	1985	
	Carproamide	1997	لمكافحة امراض الرز الفطرية
مجموعة منشطات النظم	Probenazole	1979	كما تستخدم لمكافحة فطريات
الدفاعية Defense	Acibenazolar	1996	المجموع الخضري
Activators	S-methyl		تستخدم لمكافحة الفطريات
	Dimethomorph	1988	والبكتريا والفايروسات

مجموعة مبيدات الفطريات CAA	1998	Iprovalicarb	لمكافحة الفطريات البيضيه Oomycetes
	2003	Benthiavalicarb	
	2005	Mandipropamid	
مجموعة مختلفة التأثير	1976	Cymoxanil	لمكافحة الفطريات البيضية Oomycetes
	1977	Fostyl-A	
	1978	Propamocarb	
	1976	Carbendazim	مبيدات فطريات عامة
	1992	Fluazinam	
	1997	Quinoxyfen	لمكافحة فطريات البياض الدقيقي

سوق مبيدات الفطريات Fungicides Market

تحتل مبيعات مبيدات الفطريات المرتبة الرابعة من نسبة مبيعات الكيميائيات الزراعية الخاصة بمكافحة الآفات الزراعية بعد مبيدات الجراثيم او المطهرات ومبيدات الادغال والحشـــرات، وقد بلغت مبيعات مبيدات الفطريات في عام 2005 بحدود (8916) مليون دولار امريكي وقد توزع هذا المبلغ على مجاميع مبيدات الفطريات وفق النسب الاتية:

1-) مجموعة الترابازول Triazoles = 20.3 %

2-) مجموعة الازول Azoles = 5%

3-) مجموعة الـ DMIS = 0.8%

4-) مجموعة المورفولاين Morpholines = 3%

5-) مجموعة الستروبيلورين Strobilurines = 15.3%

6-) مجموعة الفثالميدات Phthalimides = 4.2%

7-) مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic = 4.4%

8-) مجموعة دايثيوكارباميت Dithiocarbamate = 6.5%

9-) مجموعة فينابل امايد Phenylamides = 2.8%

10-) مجموعة البنزميدازول Benzimidazole = 3.8%

11-) مجموعة كاربوكسامايد Carboxamides = 2.9%

12-) مجموعة داي كاربوكسامايد Dicarboxamides = 2.6%

13-) مجموعة انيلينو بيريميدين Anilinopyrimidines = 2.2%

14-) مبيدات فطريات متعددة الأهداف Multisite = 3.8%

15-) مجاميع أخرى = 12.4%

16-) مبيدات فطريات لا تستخدم على المحاصيل = 10.1%

منافع ومضار مبيدات الفطريات Benefits and Risks of Fungicides

لا شـــك ان اســـتخدام أي مركب كيميائي على المحاصـــيل الزراعية والمواد الغذائية يجعلنا نتساءل عن الفوائد والاضرار التي يمكن ان يسببها هذا الاستخدام. ان مخاطر اســتخدام مبيدات الفطريات تبدأ من مخاطر تســمم الأشــخاص القائمين بعملية رش مبيدات الفطريات ثم مخاطر وصــولها الى المســتهلك نزولا الى مســتوى تلوث البيئة وعناصرها المختلفة بمبيدات الفطريات وما يترتب على هذا التلوث من اخطار، فضلا عن تكاليف اصــلاح وتنظيف البيئة من تلك المبيدات. ان الخوف من مخاطر تسـمم وتلوث البيئة بمبيدات الفطريات دفعت الدول ووكالات حماية البيئة والمنظمات الدولية الى وضـع وإصـدار العديد من التشـريعات الخاصـة بإنتاج مبيدات الفطريات وتداولها واســتخدامها وأصـــبح لزاما على الشـــركات المنتجة لمبيدات الفطريات ان تقدم لتلك الجهات ما يثبت ان المبيد الذي قامت بتصـنيعه هو مبيد فعال ضـد مسـببات امراض النبات الفطرية وهو أمين على الانسـان والبيئة فيما لو استخدم وفق التعليمات المثبتة في علامـة المبيد. هذه التشـــريعات والقوانين زادت من كلفة انتاج مبيدات الفطريات نتيجة قيام الشـركات بأجراء المزيد من الدراسـات والبحوث لتحسـين منتجها للحصـول على رقم التسـجيل الخاص بالمبيد، وقد وصـلت تكاليف عملية تسـجيل أي مبيد اليوم الى مـا يقـارب 300 – 400 مليون دولار. لا شـــك اليوم ان المنـافع او الفوائـد

المتحصل عليها من استخدام مبيدات الفطريات تفوق كثيرا المخاطر والاضرار الناتجة عن استخدامها، إذا ما استخدمت تلك المبيدات بشكل صحيح ووفق التعليمات التي تصدرها الشركات، خاصة إذا علمنا ان أكثر من 80% من المحاصيل المختلفة في الولايات المتحدة الامريكية يتم رشها موسميا بواحد او أكثر من مبيدات الفطريات على الأقل. ان فوائد استخدام مبيدات الفطريات في الولايات المتحدة أدى الى زيادة الحاصل بمقدار (13) مليار دولار في الموسم الواحد.

مستقبل مبيدات الفطريات The Future of Fungicides

ان نظرة بسيطة الى تاريخ مبيدات الفطريات يمكن ان تعطي القارئ فكرة متوقعة عن مستقبل مبيدات الفطريات في مجال مكافحة امراض النبات الفطرية، وان هذا المستقبل يعتمد الى حد كبير على مدى انتشار الفطريات الممرضة للنبات وعلى زيادة المساحات الزراعية وكلفة عمليات المكافحة، مثال ذلك دخول فطريات العفن الأزرق على التبغ Tobacco Blue Mold الى اوربا وكذلك مرض صدأ فول الصويا Soybean Rust الى أمريكا أثر بشكل مباشر على استخدام مبيدات الفطريات على تلك المحاصيل. وعلى سوق مبيدات الفطريات على المحاصيل المختلفة وان مبيدات الفطريات المستخدمة رشاً على محاصيل الحبوب تشكل النسبة الأكبر من مجمل مبيدات الفطريات المستخدمة عام 2005 حيث بلغت 22.4% تليها تلك المستخدمة على محاصيل الخضر والفاكهة والبالغة 22.1%. اما بالنسبة لمبيدات الفطريات المستخدمة على محصول قول الصويا Soybean فكانت ضئيلة، الا ان دخول مرض صدأ فول الصويا الى الولايات المتحدة الامريكية التي تزرع مساحات كبيرة جدا من هذا المحصول، أدى الى زيادة الطلب على مبيدات الفطريات لمكافحة هذا المرض حيث احتلت ما نسبته 8.3% من تجارة مبيدات الفطريات عام 2005 والنسبة في زيادة مستمرة. كما تشير الاحصائيات الى ان التوسع في زراعة محاصيل الحبوب في فترة ما بعد ستينات القرن الماضي والفترة التي اعقبتها نتيجة الزيادة الحاصلة في اعداد السكان أدى الى حدوث قفزة كبيرة في تجارة مبيدات

الفطريات المستخدمة في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض الحبوب. ان مستقبل مبيدات الفطريات لازال اليوم موضع نقاش، بالرغم من ان الكثير من العاملين في مجال تجارة المبيدات يعتقدون ان العوامل التي أدت الى زيادة التوسع في انتاج مبيدات الفطريات واستخدامها لازالت قائمة وذلك على الرغم من التطور الحاصل في مجال انتاج الأصناف المقاومة لممرضات النبات الفطرية بفضل التطور الحاصل في مجال الهندسة الوراثية من جهة وظهور مبيدات الفطريات الحيوية Biofungicides التي تحتل اليوم نسبة 1% من تجارة مبيدات الفطريات والتي يعتقد انها ستحتل نسبة اكبر في المستقبل القريب فضلا عن دور ومستقبل مبيدات الفطريات الكيموحيوية الأخرى والمضادات المايكروبية اليبتيديةAntimicrobiol peptides، هذه العوامل دفعت الشركات العالمية الى التركيز على التكامل ما بين المبيدات ومنتجات الهندسة الوراثية في خططها المستقبلية.

مفاهيم عامة في مبيدات الفطريات Fungicides General outlines

تعد الفطريات من اهم وأكثر المسببات المرضية النباتية التي تحدث خسائر اقتصادية كبيرة في الإنتاج الزراعي. ان المكافحة الكيميائية للفطريات مازالت هي الطريقة الأكثر نجاحاً وشيوعاً في مجال السيطرة على الامراض الفطرية للنبات مقارنة ببقية الطرائق المستخدمة كاستخدام الدورات الزراعية وزراعة الأصناف المقاومة وغيرها من الطرائق. ان فاعلية مبيدات الفطريات تعتمد بالدرجة الأساس على مدى قابليتها للذوبان بالماء وهذا يساعد بدرجة كبيرة على غسلها من الأجزاء المعاملة بها عند سقوط الامطار او استخدام طريقة الري بالرش لذلك فقد اتجهت الشركات الى انتاج مبيدات قليلة الذوبان نسبياً في الماء وذات قابلية جيدة للالتصاق على الأجزاء المعاملة.

الامراض النباتية واستخدام مبيدات الفطريات

Plant Disease and Fungicides Use

ان طريقة الوقاية او العلاج باستخدام مبيدات الفطريات تختلف باختلاف طبيعة الإصابة ومكان وجود المسبب المرضي في انسجة العائل. وبناء على ذلك يمكن تقسيم الامراض النباتية الى:

1-) الامراض التي تنتقل بالبذور Seed Born Disease:- وفيها يوجد المسبب المرضي على سطح البذور كما في التفحم المغطى في القمح او داخل البذور كما في حالة امراض التفحم السائب والعديد من الامراض الفايروسية.

2-) امراض الجذور Root Disease:- تهاجم جذور البادرات والنباتات عدة أنواع من الفطريات منها *Fusarium* و *Rhizoctonia* وغيرها.

3-) امراض الاوعية الناقلة Vascular Disease:- وهي من الامراض التي يصعب مكافحتها ومن امثلها مرض ذبول الطماطة الفيوزاريومي.

4-) امراض المجموع الخضري Foliar Disease:- وتعتبر من اسهل الامراض التي يمكن مكافحتها مقارنة بالنوع السابق وهي كثيرة الانتشار مثل امراض اللفحة والتبقعات والبياض الدقيقي والزغبي وغيرها.

5-) امراض الابصال والدرنات والثمار Bulbs,Tubers and Fruit Disease:- هذه الامراض تنتشر في الغالب اثناء التخزين او الشحن كأمراض تعفن الثمار والابصال والدرنات.

الأسس المعتمدة في تقسيم مبيدات الفطريات

Principles of Fungicides Classification

يمكن تقسيم مبيدات الفطريات الى العديد من المجاميع باعتماد العديد من الأسس منها:

الأساس الأول: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة تغطيتها للأجزاء المعاملة بها According To The Coverage Method

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الفطريات الى مجموعتين كبيرتين هما:

1-) مبيدات الفطريات الوقائية Protective Fungicide:- وتضم بدورها

أ-) المبيدات الوقائية غير الجهازية Non-Systemic Protective Fungicides:- وتستخدم لوقاية النبات قبل الإصابة وتمتاز هذه المجموعة من المبيدات ببقائها لفترة طويلة فوق الأجزاء المعاملة حيث تعمل على قتل الفطر وتحمي النبات من الإصابة فضلا عن قدرتها العالية للالتصاق بالسطوح المعاملة.

ب-) المبيدات الوقائية الجهازية Systemic Protective Fungicides:- وتمتاز هذه المبيدات بقدرتها على النفاذ الى داخل النبات وانتقالها الى جميع اجزائه حيث تعمل على وقاية النبات من الإصابة بالفطريات.

2-) مبيدات الفطريات العلاجية Curative Fungicides:- وتضم بدورها مبيدات جهازية ويشترط فيها القدرة على القضاء على الفطر أينما وجد وليس من الضروري ان تكون اثاره باقية لفترة طويلة. والحقيقة ان الذي يميز بين ما هو وقائي او علاجي من مبيدات الفطريات هو التركيز المستخدم حيث ان عملية استئصال الإصابة المرضية يتطلب استخدام تراكيز عالية نسبياً مقارنة بالتراكيز المستخدمة للأغراض الوقائية وبعبارة أخرى ان المبيد العلاجي قد يستخدم كمبيد وقائي بعد خفض التركيز المستخدم، من الناحية الأخرى نحتاج الى تراكيز عالية لكي تبقى لفترة طويلة وفعالة بالرغم من العوامل المختلفة المؤثرة عليها لكي توفر الوقاية.

الأساس الثاني: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة الاستخدام

According To Method Use

وعلى هذا الأساس تقسم الى:

1-) مبيدات فطريات لوقاية الأجزاء الخضرية Foliar Protective Fungicides وتضم مجموعة من المبيدات التي تستخدم لوقاية الأجزاء الخضرية من الإصابة بالفطريات والبكتريا حيث ترش او تعفر بها الأجزاء الخضرية وذلك لوقايتها من الإصابة لذلك يفضل استخدامها بوقت مناسب وقبل انتشار المسبب المرضي ومن الضروري تغطية أجزاء النبات بكاملها وإعادة عملية الرش او التعفير بين فترة وأخرى او بعد سقوط الامطار لضمان حماية النباتات من الإصابة المرضية ومنها مبيد الكاراثين والدايثين وغيرها.

2-) مبيدات فطريات لوقاية البذور Seed Protective Fungicides:- وتضم مجموعة من المبيدات التي تستخدم لمعاملة البذور والدرنات والابصال لوقايتها من الإصابة المرضية في المخازن او عند الزراعة. وتستخدم هذه المبيدات عادة بشكل مساحيق تعفير او بشكل سوائل حيث تغطس فيها البذور وتترك بعد ذلك لتجف

ويشـترط في مبيدات هذه المجموعة القدرة على الالتصـاق والبقاء لفترة طويلة نسـبياً. وقد تسـتخدم في بعض الأحيان المبيدات الجهازية لهذا الغرض وذلك لوقاية البذور بعد الانبات من الإصابات المرضية ومنها مبيد الكاربوكسين والكلورانيل وغيرها.

3-) مبيدات فطريات لمعاملة التربة Soil Treatment Fungicides:- وتضـم مجموعة المبيدات التي تسـتخدم لمعاملة التربة المطلوب زراعتها وعادة تسـتخدم المبخرات Fumigants لهذا الغرض لمكافحة الفطريات وغيرها من المسـببات المرضـية الموجودة في التربة تسـتخدم المبخرات عادة قبل عدة أيام من موعد زراعة المحصـول ومن المبيدات المسـتخدمة في هذا المجال بروميد المثيل Methyl Bromide و Vapam و Vorlex و Zinophose وغيرها.

الأساس الثالث: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب تركيبها الكيميائي

According To The Chemical Structure

وتقسم الى:

1-) مبيدات الفطريات غير العضوية Inorganic Fungicides

2-) مبيدات الفطريات العضـوية Organic Fungicides:- وتضـم العديد من المجاميع منها:

أ-) مركبات الزئبق العضوية Organic Mercury Compounds

ب-) مركبات الكبريت العضوية Organic Sulfur Compounds

ت-) مشتقات النايتروفينول Nitrophenol Derivatives

ث-) مجموعة الكينونات Quinons Group

ج-) المضادات الحيوية Antibiotics

الأساس الرابع: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب المصدر والتركيب الكيميائي

According to Origin and Chemical Structure

وهو التقسيم الأكثر شيوعاً لمبيدات الفطريات، لذلك سنحاول الإشارة هنا الى معظم المبيدات التي تقع ضـمن كل مجموعة من مجاميع هذا التقسـيم الذي يضـع مبيدات الفطريات في مجموعتين رئيستين هما:

– مجموعة مبيدات الفطريات غير العضوية Inroganic Fungicides وتضم:

أولا) مركبات النحاس Copper Fungicides:– وتضـــم Burgandy mixture، Bordeaux mixture، Acypetacs - Copper، Copper carbonate، Copper acetate، Cheshunt mixture ، Copper oleate ، Copper naphthenate ، Copper hydroxide ، Copper sulfate، Copper oxychloride، silicate.

ثانياً) مركبات الزئبق اللاعضوية Inroganic Mercury:– وتضم

Mercurous chloride Mercuric oxide, Mercuric chloride,

ثالثاً) الكبريت Sulfur

رابعاً) مركبات البوتاسيوم Potassium compounds:– وتضم

Potassium azide, Potassium thiocyanate

خامساً) أزيد الصوديوم Sodium azide

سادساً) مركبات الزرنيخ Arsenical Compounds:– Asomate,Urbacide

مجموعة مبيدات الفطريات العضوية Organic Fungicides

وتقسم بدورها الى ما يأتي:

I) مبيدات فطريات كيموحيوية Biochemical Fungicides وتضم:

أولا) مبيدات فطريات كيموحيوية نباتية المصدر

Plant Origin Biochemical Fungicides

وهي مجموعة المركبات الكيموحيوية المســتخلصــة من بعض النباتات وتعمل على قتل الفطر او تثبيط نموه وتضم هذه المجموعة المبيدات الاتية:

Allicin, Berberine, Carvacrol, Carvone, Osthol, Sanguinarine, Santonin.

ثانياً) مبيدات فطريات كيموحيوية مايكروبية المصدر

Microbial Origin Biochemical Fungicides

وهي مجموعة المركبات الكيموحيوية التي تنتجها الكائنات الدقيقة وتعمل على قتل الفطريات او تثبيط نموها وتسمى بالمضادات الحيوية، وتضم هذه المجموعة:

Blasticidin-S, Kasugamycin, Natamycin, Polyoxins, Polyoxorim, Validamycin.

ثالثاً) مبيدات فطريات كيموحيوية حيوانية المصدر

Animal Origin Biochemical Fungicides

وهي مجموعة المركبات الكيموحيوية المستخلصة من بعض الحيوانات وخاصة الحشرات والاكاروسات وتعمل على قتل الفطريات او تثبيط نموها ومنها: Chitosan, Fatty Acids.

II) مبيدات فطريات مايكروبية Microbial Fungicides

وهي مبيدات حيوية مادتها الفعالة عبارة عن كائنات حية دقيقة او سبوراتها وتجهز بشكل مبيدات الآفات وتستخدم في مكافحة الفطريات، وتمتاز بتخصصها في مكافحة النوع المستهدف ومنها:

Ampelomyces quisqualis, Burkholderia cepacia, Coniothyrium minitans, Endothia parasitica, Fusarium oxysporum strain Fo47 Gliocladium catenulatum, Gliocladium virens, Phlebiopsis gigantean, Pseudomonas chloraphis, Pseudomonas fluorescens Pseudomonas syringae, Pythium oligandrum, Streptomyces griseoviridis, Trichoderma harzianum, Trichoderma viride.

- مجموعة مبيدات الفطريات العضوية المصنعة Synthetic Biofungicides

وتضم المركبات الكيميائية العضوية المصنعة والتي تعمل على قتل الفطريات او تثبيط نموها، وتضم مركبات عديدة جدا ويمكن تقسيمها حسب تركيبها الكيميائي الى المجاميع الاتية:

أولا) مبيدات الفطريات النايتروجينية الاليفاتية Aliphatic Nitrogen Fungicides وتضم:

Butylamine, Cymoxanil, Dodicin, Dodine, Guazatine, Iminoctadine,

ثانياً) مبيدات الفطريات الأميدية Amide Fungicides

Benzovindiflupyr, Carpropamid, Chloraniformethan Cuflufenamid, Diclocymet, Diclocymet, Dimoxystrobin, Fenaminstrobin Fenoxanil, Flumetover, Furametpyr, Isofetamid, Isopyranzam, Mandestrobin, Mandipropamid, Metominostrobin, Orysastrobin, Penthiopyrad, Prochloraz,Quinazamid,Silthiofam, Triforine.

هذه المجموعة تضم ايضاً

1-) مبيدات الفطريات من مجموعة حامض الاسيل امين Acylamino acid

Benalaxyl, Benalaxyl-M, Furalaxyl, Metalaxyl, Metalaxyl-M, Pefurazoate, Valifenalate

2-) مبيدات فطريات الأنيليدية Anilide Fungicides

Benalaxyl, Benalaxyl-M, Bixafen, Boscalid, Carboxin, Fenhexamid, Fluxapyroxad, Isotianil, Metalaxyl, Metalaxyl-M, Metsulfovax, Ofurace, Oxadixyl, Oxycarboxin, Penflufen, Pyracarbolid, Sedaxane, Thifluzamide, Tiadinil, Vanguard.

إضافة لما سبق فان هناك ثلاثة مجاميع تنضوي تحت المجموعة الأنيليدية هي:

أ-) مبيدات الفطريات من مجموعة البنزين – اتيليد Benzanilide Fungicides

Benodanil, Flutolanil, Mebenil, Mepronil, Salicylanilide, Tecloftalam

ب-) مبيدات الفطريات من مجموعة فيوران –انيليد Furanilide Fungicides

Fenfuram, Furalaxyl, Furcarbanil, Methfuroxam

ت-) مبيدات الفطريات من مجموعة السلفون–انيليدSulfonanilide

Flusulfamide

3-) مبيدات الفطريات من مجموعة البنزين –امايد Benzamide Fungicides

Benzohydroxamic Acid, Fluopicolide, Fluopyram, Tioxmid, Trichlamide, Zarilamid, Zoxamide

4-) مبيدات الفطريات من مجموعة فيورا- امايد Furamide Fungicides

Cyclafuramid, Furmecyclox

5-) مبيدات الفطريات من مجموعة الفينايل سلفاميد Phenylsulfamide:

Dichlofluanid, Tolyfluanid

6-) مبيدات الفطريات من مجموعة السلفون امايد Sulfonamide Fungicides

Amisulbrom, Cyazofamid

7-) مبيدات الفطريات من مجموعة فاليناميد Valinamide Fungicides

Benthiavalicarb, Iprovalicarb

ثالثاً) مبيدات الفطريات الأرومانية او العطرية Aromatic Fungicides

Biphenyl, Chlorodinitronaphthalenes, Chloroneb, Chlorothalonil, Cresol, Dicloran, Feniuntong, Hexachlorobenzene, Pentachlorophenol, Quintozene, Sodium Pentachlorophenoxide, Tecnazene, Trichlorotrinitrobenzenes, Urbacide.

رابعاً) مبيدات الفطريات من مجموعة اريل فينايل كيتون Aryl Phenyl ketone: Metrafenone, Pyriofrnone

خامساً) مبيدات الفطريات من مجموعة البنزيميدازول Benzimidazole

Albendazole, Benomyl, Carbendazim, Chlorfenazole, Cypendazole, Debacarb, Fuberidazole, Mecarbinzid, Rabenzazole, Thiabendazole

سادساً) مبيدات الفطريات من مجموعة البنزيميدازول برويكوسر

Benzimidazole Precursor Fungicides

Furophanate, Thiophanate-Methyl, Thiophante

سابعاً) مبيدات الفطريات من مجموعة بنزوثايازول

Benzothiazole Fungicides

Bentaluron, Benthiavalicarb, Benthiazole, Chlobenthiazone, Probenazone

ثامناً) مبيدات الفطريات من مجموعة ثنائية الفينابل المجسرة

Bridged Diphenyl Fungicides

Bithionol, Dichlorophen, Diphenylamine, Hexachlorophene, Parinol

تاسعاً) مبيدات الفطريات الكاربامات Carbamate Fungicides

Benthiavalicarb, Furophanate, Iodecarb, Iprovalicarb, Picarbutrazox, Propamocarb, Pyribencarb, Thiophanate, Thiophanate-Methyl, Tolprocarb

هذه المجموعة تضم ايضاً مجموعتين هما:-

1-) مبيدات الفطريات من مجموعة بنزيميدازول كاربا ميت

Benzimidazolycarbamate Fungicides

Albendazole, Benomyl, Carbendazim, Cypendazole, Debacarb, Mecarbinzid

2-) مبيدات الفطريات من مجموعة كاربانيلات Carbanilate Fungicides

Diethofencarb, Pyametostrobin, Pyraclostrobin, Triclopyricarb

عاشراً) مبيدات الفطريات من مجموعة الكونازول Conazol Fungicides

وتضم ما يأتي:

1-) مبيدات الفطريات من مجموعة الأيميدازول Imidazole Fungicides

Climbazole, Clotrimazole, Imazalil, Oxpoconazole, Prochloraz, Triflumizole

2-) مبيدات الفطريات من مجموعة الترابازولTriazole Fungicides

Azaconazole, Bromuconazole, Cyproconazole, Diclobutrzol, Difenoconazole, Diniconazole, Diniconazole-M, Epoxiconazole, Etaconazole, Fenbuconazole, Fluquinconazole, Flusilazole, Flutriafol, Furconazole, Fuurconazole-cis, Imibenconazole, Ipconazole, Metconazole, Myclobutanil, Penconazole, Propiconazole, Prothioconazole, Quinconazole, Simeconazole, Tebuconazole, Tetraconazole, Triadimefon, Triadimenol, Trticonazole, Uniconazole, Uniconazole-P.

حادي عشـــر) مبيدات فطريات من مجموعة ســـيانواكرلات Cyanoacrylate:

Benzamacril, Phenamacril

ثاني عشـر) مبيدات فطريات من مجموعة داي كاربوكسـيمايدDicarboximide:

Famoxadone, Fluoroimide

وتضم هذه المجموعة أيضا ما يأتي:

1-) مبيدات الفطريات من مجموعة داي كلوروفينايل داي كاربوكسيمايد

Dichlorophenyl Dicarboximide Fungicides

Chlozolinate, Dichlozoline, Iprodione, Isovaledione, Myclozolin Procymidone, Vinclozolin

2-) مبيدات الفطريات الفثالميدية Phthalimide Fungicides

Captafol, Captan, Ditalimfos, Folpet, Thiochlorfenphim

ثالث عشر) مبيدات الفطريات من مجموعة دانيتروفينول

Dinitrophenol Fungicides

Binapacryl, Dinobuton, Dinocap, Dinocap-4, Dinocap-6, Dinocton, Dinopenton, Dinosulfon, Dinoterbon, DNOC, Meptyldinocap

رابع عشر) مبيدات الفطريات من مجموعة داي ثايو كاربااميت

Dithiocarbamate Fungicides

Amobam, Asomate, Azithiram, Carbamorph, Cufraneb, Cuprobam, Disulfiram, Ferbam, Metam, Nabam, Tecoram, Thiram, Urbacide, Ziram.

وتضم ايضاً:

1-) مبيدات الفطريات من مجموعة الداي ثايوكاربااميت الحلقية Cyclic dithiocarbamate: Dazomet, Etem, Milneb

2-) مبيدات الفطريات من مجموعة الداي ثايوكاربااميت البوليميريه

Polymeric dithiocarbamate

Mancoper, Mancozeb, Maneb, Metiram, Polycarbamate, Propineb, Zineb.

خامس عشر) مبيدات الفطريات من مجموعة داي ثايولان Dithiolane:

Isoprothiolane, Saijunmao

سادس عشر) مبيدات الفطريات المدخنة Fumigant Fungicides

Carbon Disulfide, Cyanogen, Dithioether, Methyl Bromide Methyl Iodide, Sodium tetrathiocarbonate

سابع عشر) مبيدات الفطريات الهايدرازيدية Hydrazide Fungicides

Benquinox, Saijunmao

ثامن عشر) مبيدات الفطريات الأميدازولية Imidazole Fungicides

Cyazofmid, Fenamidone, Fenapanil, Glyodin, Iprodione, Isovaledione, Pefurazoate, Triazoxide

وتضم أيضا مجموعة الـ Conazole ومنها المبيدات

Climbazole, Clotrimazole, Conazole Fungicides (imidazoles), Imazalil, Oxpoconazole, Prochloraz, Triflumizole

تاسع عشر) مبيدات الفطريات من مجموعة الزئبق العضوية

Organcomercury Fungicides

(3-Ethoxypropyl) Mercury Bromide, 2-Methoxyethylmercury Chloride, 8-Phenylmercurioxyquinoline, Ethylmercury 2,3-Dihydroxypropyl Mercaptide, Ethylmercury Acetate, Ethylmercury Bromide, Ethylmercury Chloride, Ethylmercury Phosphate, Hydragaphen, Methylmercury Benzoate, Methylmercury Dicyandiamide, Methylmercury Pentachlorophenoxide,*N*-(Ethylmercury)-*P*-Toluenesulphonanilide Toluenesulphonanilide Phenylmercuriurea, Phenylmercury Acetate, Phenylmercury Chloride, Phenylmercury Derivative Of Pyrocatechol, Phenylmercury Nitrate, Phenylmercury Salicylate, Thiomersal, Tolylmercury Acetate

عشرون) مبيدات الفطريات المورفولينية Morpoline Fungicides

Aldimorph, Benzamorf, Carbamorph, Dimethomorph, Dodemorph, Fenpropimorph, Flumorph, Tridemorph

واحد وعشرون) مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية

Organophosphorus Fungicides

Ampropylfos, Ditalimfos, EBP, Edifenphos, Fosetyl, Hexylthiofos, Inezin, Iprobenfos, Izopamfos, Kejunlin, Phosdiphen, Pyrazophos, Tolclofos-Methyl, Triamiphos.

اثنان وعشرون) مبيدات الفطريات من مجموعة القصدير العضوية

Organotin Fungicides

Decafentin, Fentin, Tributyltin Oxide

ثلاثة وعشرون) مبيدات الفطريات الأوكساثينية Oxathiin Fungicides

Carboxin, Oxycarboxin

اربع وعشرون) مبيدات الفطريات الأكسازولية Oxazole Fungicides

Chlozolinate, Dichlozoline, Drazoxolon, Famoxadone, Hymexazol, Metazoxolon, Myclozolin, Oxadixyl, Oxathiapiprolin, Pyrisoxazole, Vinclozolin.

خمس وعشرون) مبيدات الفطريات متعددة الكبريت Polysufide Fungicides

Barium Polysufide, Calcium Polysulfide, Potassium Polysulfide Sodium Polysulfide

ست وعشرون) مبيدات الفطريات البيرازوليه Pyrazole Fungicides

Benzovindiflupyr, Bixafen, Fenpyrazamine, Fluxapyroxad, Furametpyr, Isoptrazam, Oxathiapiprolin, Penflufen, Penthiopyrad, Pyaclostrobin, Pyrametostrbin, Pyraoxystrobin, Rabenzazole, Sedaxane

سبع وعشرون) مبيدات الفطريات البيريدينية Pyridine Fungicides

Boscalid, Buthiobate, Dipyrithione, Fluazinam, Fluopicolide, Fluopyram, Parinol, Picarbutrazox, Pyribencarb, Pyridintril, Pyrifenox, Pyrisoxazole, Pyroxychlor, Pyroxyfur, Triclopyricarb

ثامن وعشرون) مبيدات الفطريات البريميدينية Pyrimidine Fungicides

Bupirimate, Diflumetorim, Dimethirimol, Ethirimol, Fenarimol, Ferimzone, Nuarimol, Triarimol

وتضم مجموعة واحدة هي Anilinopyrimidine Fungicides

Cyprodinil, Mepanipyrim, Pyrimethanil

تاسع وعشرون) مبيدات الفطريات البابروليه Pyrrole Fungicides

Dimetachlone, Fenpiclonil, Fludioxonil, Fluoroimide

ثلاثون) مبيدات الفطريات من مجموعة الامونيوم الرباعية

Quaternary Ammonium fungicides

Berberine, Sanguinarine

واحد وثلاثون) مبيدات الفطريات الكوينولينية Quinoline Fungicides

8-Hydroxyquinoline Sulfate, Ethoxyquin, Halacrinate, Quinacetol, Quinoxyfen, Tebufloquin

اثنان وثلاثون) مبيدات الفطريات الكينونية Quinone Fungicides

Chloranil, Dichlone, Dithianon

ثلاثة وثلاثون) مبيدات الفطريات الكوينوكزالينيه Quinoxaline Fungicides

Chinomethionat, Chlorquinox, Thioquinox

أربعة وثلاثون) مبيدات الفطريات الثايدايازولية Thiadiazole Fungicides

Etrdiazole, Saisentong, Thiodiazole-Copper, Zinc Thiazole

خمسة وثلاثون) مبيدات الفطريات الثايازوليه Thiazole Fungicides

Athaboxam, Isootianil, Metsulfovax, Octhilinone, Oxathiapiprolin, Thiabendazole, Thifluzamide

ستة وثلاثون) مبيدات الفطريات الثايازوليدنية Thiazolidine Fungicides

Flutianil, Thiadifluor

سبعة وثلاثون) مبيدات الفطريات الثابوكاربماتية Thiocarbamte:

Methasulfocarb, Prothiocarb

ثمانية وثلاثون) مبيدات الفطريات الثايوفينية Thiophene Fungicides

Ethaboxam, Isofetanmid, Silthiofam

تسعة وثلاثون) مبيدات الفطريات الثايازولوبريميدينيه Thiazolopyrimidine Fungicides: Ametocatradin

أربعون) مبيدات الفطريات من مجموعة اليوريا Urea Fungicides

Bentaluron, Pencycuron, Quinazamid

واحد واربعون) مبيدات فطريات غير مصنفة Unclassified Fungicides

2-Phenylphenol, Acibenzolar, Acypetacs, Allyl Alcohol, Benzalkonium Chloride, Bethoxazin, Bromothalonil, Chitosan, Chloropicrin, DBCP, Dehydroacetic Acid, Diclomezine, Diethyl Pyrocarbonate, Ethylicin, Fenaminosulf, Fenpropidin, Fentitropan, Formaldehyde, Furfural, Hexachlorobutadiene, Methyl Isothiocyanate, Nitrostyrene, Nitrothal-Isopropyl, OCH, Pemachlorophenyl Laurate, Phthalide, Piperalin, Propamidine, Proquinazid, Pyroquilon, Sodium Orthophenylphenoxide Spiroxamine, Sultropen, Thicyclazole, Thicyofen

الأساس الخامس: تقسيم مبيدات الفطريات بحسب طريقة تاثيرها

Classifieation According To Mode of Action

وعلى هذا الأساس تقسم مبيدات الفطريات الى المجاميع الاتية:

أولا) مبيدات الفطريات المثبطة لعملية التنفس الخلوي

Inhibitors of Cell Respiration

ومن اهم مبيدات الفطريات التي تعمل بهذه الطريقة:

Iprodione _ Vinclozolin _ Boscalid _ Carboxin _ Flutolanil _ Azoxystrobin _ Picoxystrobin _ Pyraclostrobin _ Kresoxim-

methyl _ Trifloxystrobin _ Famoxzdone _ Fluoxastrobin _ Fenamidone _ Cyazofamid _ Fluazinam _ Fentin hydroxide.

ثانياً) مبيدات الفطريات المثبطة لعملية تصنيع الجدار الخلوي

Inhibitors of Cell Wall Synthesis

ومن مبيدات الفطريات التي توثر بهذه العملية:

Polyoxin _ Dimethomorph _ Mandipropamid

ثالثاً) مبيدات الفطريات المثبطة لتصنيع البروتينات

Inhibitors of Protein Synthesis

ومنها المبيدات

Cyprodinil _ Kasugamycin _ Streptomycin _ Oxytetracycline

رابعاً) مبيدات الفطريات المثبطة لتصنيع الستيرولات

Inhibitors of Sterol Synthesis

وتضم المبيدات

Imazzalil _ Triforine _ Fenarimol _ Bitertanol _ Cyproconazole _ Difenoconazol _ Fenbuconazole _ Fusilazole _ Ipconazole _ Metconazole _ Myclobutanil _ Propiconazole _ Tebuconazole _ Tetraconazole _ Triadmefon _ Triadimenol _ Triticonazole.

خامساً) مبيدات الفطريات المثبطة لتصنيع الاحماض النووية

Inhibitors of Nucleic Acid Synthesis

وتضم المبيدات Metalaxyl _ Metalaxyi-M

سادساً) مبيدات الفطريات المثبطة لانقسام الخلية Inhibitors of Cell Division

ومنها المبيدات Thiabendazol _ Zoxamide _ Thiophanate-methyl

سابعاً) مبيدات الفطريات المثبطة لتصنيع الدهون والاغشية الخلوية

Inhibitors of Lipids and Membran Synthesis

ومنها المبيدات Chloroneb _ Dicloran _ Quintozene _ Etridiazole

ثامناً) مبيدات الفطريات المؤثرة في نفاذية الاغشـــية الخلوية Cell Membrane Permeability: ويمثلها المبيد Propamocarb.

تاسعاً) مبيدات الفطريات المستحثة للدفاعات النباتية

Host Plant Defense Induction

ويمثلها المبيد Acibenzolar_S_Methyl.

الية التأثير السام العامة لمبيدات الفطريات

General Mechanism of Toxic Action of Fungicides

لكي يحقق مبيد الفطريات تأثيره القاتل لابد له من النفاذ الى داخل الخلية الفطرية أولا ولو انه في بعض الحالات النادرة قد يعمل مبيد الفطريات على احداث تغير معين في الوسط الذي ينمو فيه الفطر بحيث يصبح غير ملائم لنمو الفطر. ان الخلية الفطرية محاطة بغشاء بروتوبلازمي يتحكم في عملية نفاذ المركبات الكيميائية ويتكون الغشاء من مواد دهنية، لذلك فان المواد المحبة للدهون يكون نفادها سريعاً خلال هذا الغشاء ومنها المركبات الهيدروكاربونية ومشتقاتها الهالوجينية وتقل قابلية المركب على النفاذ كلما زادت مجاميع الهيدروكسيد، كذلك فان زيادة طول السلسلة الهيدروكاربونية يؤدي الى زيادة قابلية المركب للذوبان في الدهون ويزداد بذلك نفادها خلال الغشاء البروتوبلازمي، ويتفق الكثير من الباحثين على ان عامل الذوبان في الدهون ليس وحده المتحكم في النفاذ خلال الغشاء البروتوبلازمي وانما شكل جزئ المبيد الذي يحوي قسمين احدهما يحدث السمية والأخر يعطي لجزيء المبيد الشكل المناسب لاختراق الغشاء وقد اعتبر الجزء القطبي من أي مبيد للفطريات هو الجزء السام اما الجزء العضوي الباقي فهو ضروري لإعطاء الجزيء الشكل اللازم للنفاذ خلال الغشاء البروتوبلازمي. كما تساعد الزيوت والمذيبات العضوية على زيادة نفاذ جزئ مبيد الفطريات إضافة الى العديد من المواد التي يمكن خلطها مع مستحضرات مبيدات الفطريات لتحسين خصائص النفاذية لها خلال الغشاء.

بعد نفاذ مبيد الفطريات خلال الغشاء البروتوبلازمي يبدا بأحداث تأثيره السام داخل الخلية الفطرية والذي لم يتم تحديده بشكل نهائي لمعظم مبيدات الفطريات لحد الان الا ان بعض المصادر اشارت الى ان بعض مبيدات الفطريات قد تزيد من مقاومة العائل النباتي للإصابة بالمسبب المرضي وذلك عن طريق احداثها تغييرا في جدران

خلايا الانسـجة النباتية بحيث يصـعب اختراقه من قبل الفطريات المسـببة لأمراض النبات. بالإضـافة الى ذلك فان هناك العديد من التفسـيرات المتحملة للتأثير السـام لمبيدات الفطريات وهي:

1-) تفاعل مبيدات الفطريات مع الانزيمات الحيوية وتعمل على تثبيطها.

2_) التأثير على تفاعلات الاكسدة والاختزال بما يوثر على انتاج الطاقة.

3-) التأثير على العمليات الحيوية من خلال تشـابه التركيب في بعض المركبات الحيوية الموجودة في الخلية الفطرية حيث يؤدي ذلك الى دخولها عن طريق الخطأ في العديد من التفاعلات الحيوية وربما تؤدي في النهاية الى موت الفطر.

4-) قد يتحد المبيد مع بعض المركبات الحيوية بما يؤثر في الصـناعة الحيوية للمركبات التي تحتاجها الخلية الفطرية حيث ان اتحاده مع بعض الاحماض الامينية يؤثر في عملية صناعة البروتين.

الانتخابية في مبيدات الفطريات Selectivity of Fungicides

يقصد بالفعل الاختياري لمبيدات الفطريات هو قابليتها للتأثير على المسبب المرضي دون التأثير على النبات بحدود التراكيز الموصى باستخدامها، وذلك لان زيادة تركيز مبيد الفطريات عن المقرر يؤدي الى حدوث تأثيرات سـامة على النبات ولهذا فان الاختيارية يمكن ان تكون عن طريق التراكيز المسـتخدمة او قد تكون ناتجة عن الاختلاف في تركيب الجدران الخلوية للفطريات والنبات حيث ان الجدار الخارجي لمعظم خلايا الفطريات يتكون من Acetyl_glucosamine في حين ان جدار خلايا النبات يتكون من السـيليلوز لذلك فان مبيدات الفطريات الجهازية تسـتطيع ان تحطم جدران خلايا الفطر من دون ان تؤثر على سـيليلوز النبات. كذلك قد يلعب التركيب الكيميائي لمبيد الفطريات دوراً في الاختيارية حيث نجد ان لبعض مبيدات الفطريات القدرة على التجمع في انسـجة الفطر بكميات اعلى من تجمعها في انسـجة النبات وبذلك تسـتطيع التأثير على الفطريات من دون ان تلحق أي ضـرر بالنبات. اما فيما يتعلق بتخصـص مبيد الفطريات Sepecifity فيقصـد به قدرة المبيد في التأثير على

مجموعة معينة من الفطريات فقط وعدم التأثير في فطريات أخرى تعود الى مجاميع مختلفة أخرى. مثلا نجد ان لمستحضرات النحاس تأثيرا جيداً في الفطريات المسببة لمرض البياض الزغبي في حين نجد ان مركب Dichlofluarid يمتاز بانه ذو تأثير واسع في معظم أنواع الفطريات المرضية، ان التخصص في مبيد الفطريات قد يرجع الى الاختلاف في المواقع الحساسة التي يعمل عليها في الفطريات المختلفة، او قد يرجع الى الاختلاف في درجة امتصاصه وتجمعه وعمليات إزالة سميته في الفطريات المختلفة وقد وجد فعلا ان امتصاص مبيد Carboxin كان أسرع في الفطريات الحساسة لم مقارنة بامتصاصه في الفطريات غير الحساسة.

الفصل السابع

مبيدات الفطريات الكيميائية

- المقدمة
- مبيدات الفطريات اللاعضوية
- مبيدات الفطريات العضوية المصنعة
- مركبات الزئبق العضوية
- مركبات البوتاسيوم العضوية
- مركبات القصدير العضوية
- مركبات الكبريت النايتروجينيه العضوية
- مبيدات الفطريات الكاربامانية
- مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول
- مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية
- مشتقات Toluanilide
- مشتقات Quinoline
- مشتقات Benzine
- مشتقات Alanine
- مشتقات Furane
- مبيدات الحشرات والأكاروسات كمبيدات للفطريات

المقدمة

تشـكل مبيدات الفطريات الكيميائية العضـوية منها وغير العضـوية، مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية التي تستخدم لمكافحة الفطريات التي تعد من اهم وأكثر المسـببات المرضـية النباتية التي تحدث خسـائر اقتصـادية كبيرة في الإنتاج الزراعي. ان المكافحة الكيميائية للفطريات مازالت هي الطريقة الأكثر نجاحاً وشيوعاً في مجال السـيطرة على امراض النبات الفطرية مقارنة ببقية الطرائق المسـتخدمة في المكافحة كاسـتخدام الدورات الزراعية وزراعة الأصـناف المقاومة وغيرها من الطرائق، لذلك سـنحاول في هذا الفصـل التركيز على اهم المبيدات الكيميائية المسـتخدمة في مجال مكـافحـة الامراض الفطريـة في العراق والـدول العربيـة والتي تقسـم الى مجموعتين رئيستين هما:

المجموعة الأولى: مبيدات الفطريات اللاعضوية Inorganic Fungicides

المجموعة الثانية: مبيدات الفطريات العضوية المصنعة .Synthetic Organic F

مبيدات الفطريات اللاعضـوية Inorganic Fungicides

تضـم هذه المجموعة العديد من المركبات غير العضـوية المسـتخدمة في مكافحة الفطريات والبكتريا المسـببة لأمراض النبات وقد اسـتخدمت هذه المركبات منذ فترة طويلة في السيطرة على امراض النبات الفطرية والبكتيرية ومن أهمها:

أولا) الكبريت Sulfur:- وهو من اقدم مبيدات الفطريات المعروفة ولا يزال يسـتخدم حتى الان بنجاح في مكافحة امراض النبات وهو متوفر حالياً بصـور تجهيز عديدة أهمها:

1-) مسـحوق تعفير Dust:- وهو عبارة عن زهر الكبريت الذي يتم الحصـول عليه بالتسـامي وتحوي هذه الصـورة علاوة على الكبريت على مادة التالك او الطين بنسبة تتراوح بين 1-5% وتستخدم هذه الصورة في الغالب كمادة حاملة لمبيدات الفطريات والحشرات.

2-) الكبريت الغروي Colloidal Sulfur:- ويمتاز بنعومة حبيباته ويوجد بشـكل عجينة يمكن مزجها بالماء.

3-) الكبريت القابل للبلل Wettable Sulfur:- وتحضـــر هذه الصـــورة بطريقة الترسيب وتضاف اليه مواد مبللة وناشرة ويفضل ان لا تزيد حجم حبيباته عن 7 مايكرون.

4-) الكبريت الجبري Lime Sulfur:- ويحضر من تفاعل الكبريت مع هيدروكسيد الكالسيوم رشاً او تعفيراً على النبات.

وتتوفر في العراق كميات هائلة من الكبريت لذا ينبغي توجيه المزيد من العناية والبحث في محاولة لإيجاد أفضل السبل للاستفادة من هذه الثروة في مجال مكافحة الآفات الزراعية. خاصـــة ان للكبريت العديد من المميزات المشـــجعة في هذا المجال، حيث تمتاز مركبات الكبريت بفعاليتها العالية في مكافحة الفطريات المسـببة لأمراض البياض الدقيقي على العنب والتفاح فضلا عن فاعليتها ضد معظم المسببات المرضية الفطرية كما تمتاز بفاعليتها الجيدة ضد الاكاروسات وبعض الأنواع الحشرية الرهيفة كالمن وتمتاز كذلك بعدم سميتها للإنسان والحيوان وتوافقها للخلط مع معظم مبيدات الفطريات والحشـرات عدا الزيوت. ان هذه المميزات الإيجابية يجب ان لا تنسـينا ان من اهم مشـاكل اسـتخدام الكبريت كمبيد للفطريات هو تسـببه في اظهار حروق على أوراق النباتات المعاملة كالتفاح والكمثرى كما قد يؤدي الى حدوث تقزم في النباتات المعاملة ويزداد ضـــرره بارتفاع درجة الحرارة لذلك لا ينصـــح باســـتخدامه عند ارتفاع درجة الحرارة لأكثر من 30مْ.

اليه التأثير السام لمركبات الكبريت

Mechanism of Toxic Action of Sulfur

هناك أكثر من نظرية تفسر ميكانيكية التأثير السام للكبريت وهي:

1-) نظرية التأثير المباشـــر Direct Action Theory:- وتقول بان بخار الكبريت يمكن ان يوثر في الفطريات والحلم حيث تكون للبخار القابلية على اختراق ســـبورات او هايفات الفطر ومن ثم الذوبان في محتويات الخلية، وبالنســـبة للحلم يمكن لأبخرة الكبريت ان تدخل عن طريق الفتحات التنفسية لتحدث تأثيرها السام.

2-) نظرية الاكسدة Oxidation Theory:- وتعتمد هذه النظرية على أساس تأكسد عنصـــر الكبريت الى ثاني او ثالث أوكســـيد الكبريت وبتوفر الرطوبة يتحول الى

حامض خماسي الكبريت Pentathionic Acid السام للفطريات ومما يدحض صحة هذه النظرية هو ان المواد المؤكسدة مثل برمنكنات البوتاسيوم لا تزيد من سمية الكبريت.

3-) نظرية الاختزال Reduction Theory:- وتتلخص هذه النظرية في ان الكبريت يختزل الى كبريتيد الهيدروجين (H_2S) والذي يعتبر مادة سامة للفطريات، اذ تؤدي الى إيقاف نشاط بعض الانزيمات المهمة فيها مثل انزيم Catalase و Lactase وغيرها.

4-) تحول الكبريت داخل الخلية الفطرية الى حامض الكبريتيك الذي يعمل على ترسيب البروتين وقتل الفطر.

ثانياً) مركبات الزئبق Mercuric Compounds:- استخدمت مركبات الزئبق غير العضوية في معاملة البذور لمكافحة امراض التفحم المغطى في الحنطة والشعير بينما كان استخدامها رشاً على الأجزاء الخضرية محدوداً جداً ولا ينصح به مطلقاً في الوقت الحاضر وذلك لما تسببه من اضرار للنبات علاوة على سميتها العالية لجميع صور الحياة ومن اهم المركبات التابعة لهذه المجموعة:

1-) كلوريد الزئبقيك $HgCl_2$:- ويسمى بالسليماني أيضاً حيث استخدم كمبيد فطريات لمعاملة بذور الحنطة كما يستخدم في التربة لمكافحة فطريات الذبول ومعاملة درنات البطاطا ضد مرض الجرب، كذلك فان لهذا المركب تأثيرا جيداً في مكافحة بعض الحشرات والديدان الموجودة في التربة ويمتاز بسميته العالية للثدييات لذلك حل محله كلوريد الزئبقوز لأنه اقل سمية للثدييات.

2-) كلوريد الزئبقور (الكالوميل) Calomel:- استخدم كمبيد فطريات في المساحات الخضراء وفي المشاتل ويتوفر عادة بصورة مسحوق قابل للبلل، ومن عيوبه انه يؤدي الى ظهور حروق واعراض تسمم على النباتات المعاملة به غير قابل للخلط مع الجير المطفأ وبقية المواد القلوية.

اليه التأثير السام لمركبات الزئبق

Mechanism of Toxic Action of Mercury Compounds

يعتقد بعض الباحثين بان مركبات الزئبق تكون معقدات مع مجموعة الثايول (SH) بما يؤدي الى تثبيط العديد من الانزيمات الحيوية، كما ان مركبات الزئبق تمنع الفطريات من استهلاك الاوكسجين وموتها في النهاية.

ثالثاً) مركبات النحاس Copper Compounds:- وتعد من اكثر المركبات اللاعضوية فاعلية في مكافحة امراض النبات البكتيرية والفطرية وقد تم الإشارة اليها في فصل مبيدات البكتريا بالتفصيل.

رابعاً) مركبات البوتاسيوم Potassium Compounds:- ومن اهم مبيدات الفطريات التابعة لهذه المجموعة المبيد فوسفات البوتاسيوم، الذي استخدم بنجاح لمكافحة مرض البياض الزغبي على العنب، ويتوفر تجاريا بشكل محلول مائي تحت الاسم التجاري Rampart وكان يباع سابقاً تحت الاسم Vital.

خامساً) مركبات الزرنيخ Arsenic Compounds:- وهي مركبات سامة لجميع صور الحياة واستخدامها يقتصر حالياً على معاملة الاخشاب لوقايتها من الحشرات وفطريات عفن وتحلل الاخشاب ومن اهم المركبات المستخدمة في هذا المجال ما يأتي:

1-) حامض الزرنيخ Arsenic Acid:- ويستخدم كمادة حافظة للأخشاب وتركيبه الكيميائي عبارة عن حامض الـ Orthoarsenic Acid (H_3Aso_4).

2-) الزرنيخ ثلاثي الاوكسيد Arsenic Trioxide:- ويستخدم لحماية الاخشاب من فطريات تحلل الاخشاب، ويسمى أيضا الزرنيخ الأبيض.

سادساً) مركبات الصوديوم Sodium Compounds:- ومن أهمها مبيد الفطريات صوديوم ازايد (NaN_3) Sodium Azide ويستخدم أيضا كمادة مدخنة للقضاء على الفطريات والادغال ويتوفر تجاريا تحت الأسماء Kazoe و Simte.

مبيدات الفطريات العضوية المصنعة Synthetic Organic Fungicides

وهي مجموعة المركبات الكيميائية العضوية المصنعة والتي تعمل على قتل الفطريات او تثبيط نموها، وتضم مجموعة كبيرة من مبيدات الفطريات التي تعود لمجاميع

كيميائية مختلفة وسنحاول في الصفحات اللاحقة تناول اهم مجاميع مبيدات الفطريات العضوية المصنعة مع الإشارة الى اهم المبيدات الممثلة لكل مجموعة وكما يأتي:

أولا) مركبات الزئبق العضوية Organic Mercury Compounds

استخدمت هذه المركبات كمواد معقمة للبذور من سبورات الفطريات المرضية للنبات وتمتاز عن مركبات الزئبق غير العضوية بانها أكثر تخصصاً في إبادة الفطريات واقل سمية واستخدمت بصورة محددة رشاً على الأجزاء الخضرية. ان التركيب العام للمبيدات الزئبقية العضوية هو:

R- Hg - X

حيث ان:

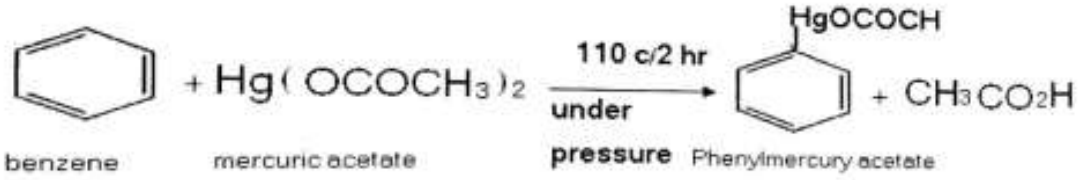
R = مجموعة مثيل، او ايثايل، او ميثوكسي، او ايثوكسي

X = الاميدات، والفينولات والتي قد يكون منشأها عضوياً او غير عضوي وتسلك سلوك الاملاح في عملها.

ومن أهم مركبات الزئبق العضوية:

1-) كرانوسان Granosan:- تركيبه الكيميائي Ethyl Mercury Chloride (C_2H_5Hgcl) وهو عبارة عن بلورات بيضاء تنصهر عند درجة حرارة 198 مْ، درجة ذوبانه في الماء متوسطة ويذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية ويعد من المواد الثابتة ولكنه يتطاير بسهولة عند درجة حرارة 20 مْ، المادة الفعالة تكون محمولة على مادة التالك وتتراوح نسبتها بين 1.8-2.3% مع إضافة بعض الصبغات. ويعد Granosan من مبيدات الفطريات الابادية والوقائية ويستخدم لتعقيم البذور لمكافحة امراض التفحم والذبول الفيوزاريومي وكذلك لمكافحة مرض اسوداد جذور البنجر السكري. ويمتاز بسميته العالية للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران حوالي 30-50 ملغم/ كغم وهو ذو تأثير سمي ومزمن في نفس الوقت لذلك يحرم استخدام المواد المعاملة به لغرض الاستهلاك.

2-) خلات الزئبق الفينيلية Phenyl Mercury Acetate (PMA):- وهو من اكثر مركبات الزئبق العضوية استخداماً في الوقت الحاضر لمعاملة البذور والتقاوي ويحضر كالاتي:



وهذا المركب أكثر ثباتا من مركب Phenyl Mercury Chloride وأكثر سمية وبقاء في البيئة ويسمى ايضاً Agrox و Leytosan.إضافة لذلك فان هناك العديد من المركبات الزئبقية العضوية الأخرى والتي تستخدم كمواد معقمة للبذور منها:

Cresyl Mercury Acetate $(CH_3) – Hg\ O.CO.CH_3$
Methoxyethyl Mercury Acetate CH_3OCH_2- Hg $–SiO_3$
Tolylmercuric Acetate
Ethylmercuric p-toluena sulfanilide

سمية المركبات الزئبقية للبائن

Toxicity of Mercury Compounds To Mammals

ان أحد العوامل المحددة لاستخدام مركبات الزئبق هو سميتها العالية للبائن ومن اعراض التسمم الحاد بهذه المركبات هو الإحساس بحرقة في الفم والحنجرة والتقيؤ والاسهال ثم الانهيار العصبي، في حين تتلخص اعراض التسمم المزمن في تضخم الفم والغدة اللعابية وتصبح اللثة رخوة إسفنجية وتساقط الاسنان وفقدان الذاكرة، ومن الأعضاء الرئيسة التي تتضرر بهذه المركبات الكبد والكلية والدماغ والأجهزة التناسلية وتسبب تشوهاً في الاجنة.

الية التأثير السام لمركبات الزئبق العضوية

Mechanism of Toxic Action of Organic Mercury

من المعروف ان الزئبق كبقية المعادن الثقلية يؤثر على عملية التنفس من خلال ارتباطه بمجاميع الثايول (SH) في الانزيمات ومما يؤيد ذلك هو انخفاض سميتها عند إعطاء المصابين مادة BAL (British Anti Lewsti) والتي تحوي على مجموعتين (SH). كذلك وجد ان البكتريا المقاومة للمركبات الزئبقية تمتلك نسبة عالية من المركبات الحاوية على مجاميع ثايول (SH). كما تمنع مركبات الزئبق استهلاك الاوكسجين من قبل الفطر وتمنع امتصاصه لسكر الكلوكوز. كما وجد ان

سـمية مركبات الزئبق العضـوية أكثر من سـمية الزئبق غير العضـوي وذلك بسـبب قابلية الأولى للذوبان في المواد الدهنية والذي يساعد على سرعة نفادها خلال الغشاء البروتوبلازمي. إضـــافة لذلك فان لمركبات الزئبق العديد من التأثيرات الفســـيولوجية منها:

1-) تعتبر مركبات الزئبق من المواد المخدشة للجلد.

2-) التأثير في عملية صـــناعة البروتين من خلال ارتباطها بالأحماض النووية ولاسيما حامض DNA.

3-) ان مركبات Alkyl Mercury تتلف انسجة الدماغ والانسجة العصبية.

4-) ان بعض مركبات الزئبق تتحلل وتعطي املاحا زئبقية غير عضـوية تتجمع في الكلية وتحدث لها التسمم.

ثانياً) مركبات البوتاسيوم العضوية Organic Potassium Compounds

ومن اهم مبيدات الفطريات البوتاسية ما يأتي:

1-) ثنائي كاربونات البوتاســـيوم Potassium Bicarbonate:- مبيد فطريات استخدم بنجاح لمكافحة امراض الانثراكنوز Anthracnose والتبقع الأسود وفطريات الـ Botryis والبياض الدقيقي على أشجار الفاكهة والخضروات ونباتات الزينة، يتوفر تجاريا تحت العديد من الأسماء منها: Aemicarb 100, Kaligreen, Milstop, Firststep.

2-) المبيد Potassium Ammonium Ethylene Bisdithiocarbamate:- مبيد فطريات عام اســـتخدام لمكافحة العديد من امراض الفطريات على المحاصـــيل المختلفة.

ثالثاً) مركبات القصدير العضوية Organotin Compounds

وتضـم عدد من المبيدات التي تحتوي في تركيبها على القصـدير، ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

1-) المبيد ديكافنتن Deacafentin:- مبيد فطريات ومادة طاردة للطيور والحشرات. ذو سمية منخفضة للبائن. واسمة الكيميائي:

Decyltriphenyl phosponium bromochloro triphenyl stannate.

2-) أوكسيد الفننبيوتاتين Fenbutatin oxide:- مبيد فطريات واكاروسات، يستخدم على المحاصيل المختلفة واسمه الكيميائي

Bis[tris(2-methyl-2-phenylpropyl) tin]oxide

يؤثر هذ المبيد في الفطريات والحلم من خلال تثبيطه لعملية الفسفرة التأكسدية ومنه عملية تصنيع الـــ ATP. ذو سمية متوسط للبائن. يباع تجاريا تحت العديد من الأسماء منها: Osadan, Torque, Vendex, Fentin, Lexitin وغيرها.

3-) خلات القصـــدير ثلاثي الفينايل Triphenyltin Acetate:- مبيد فطريات يستخدم لمكافحة اللفحة المبكرة والمتأخرة على البطاطا وفطريات الـ *Crercospora* على البنجر السكري وفستق الحقل، كما يستخدم لمكافحة الجرب على البيكان. يجهز بشكل مسحوق قابل للبلل وبشكل معلق انسيابي Flowable suspension. اسمه الكيميائي:Acetoxy triphenyl stannane ، يعمل هذا المبيد من خلال تثبيطه لعملية التنفس الخلوي، ويتوفر تجاريا تحت العديد من الاســـماء منها: Agrotin, Fence، إضافة لما سبق فان هناك مبيدات أخرى تعود لمركبات القصدير العضوية هي:

Triphenyltin Chloride
Triphenyltin Hydroxide.

رابعاً) مركبات الكبريت النايتروجنينه العضوية Organic Nitrogen Sulfur:-

ان السبب الرئيس وراء تصنيع هذه المجموعة هو نجاح الكبريت كمبيد للفطريات منذ زمن طويل. وقد عرف اســـتخدام هذه المجموعة ومشـــتقاتها منذ عام 1960، اذ استخدمت في مكافحة مختلف امراض النبات الفطرية. هذه المجموعة تقسم الى أربعة اقسام هي:

القسم الأول:- مركبات داي ثايوكارباميت

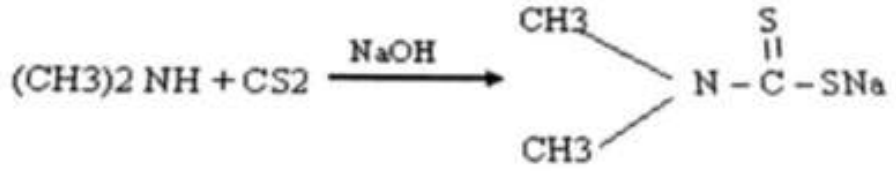
القسم الثاني :- المركبات النتروجينيه الحلقية غير المتشابهة.

القسم الثالث :- المركبات النتروجينية الحلقية

القسم الرابع :- المركبات النتروجينيه الأليفافية

القسم الأول: مركبات داي ثايوكارباميت Dithiocarbamate

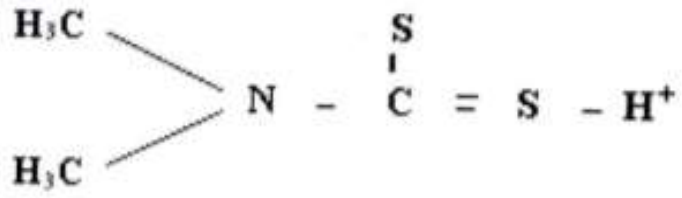
هذه المركبات هي مشتقات لحامض الـ ($NH_2 - CS_2 - H$) Dithiocarbamic وهو يمثل الوحدة البنائية الأساسية لمركبات هذه المجموعة، ويمكن تحضير مركبات هذه المجموعة من تفاعل الأمين ثنائي المثيل Dimethyl amine مع ثاني كبريتيد الكاربون بوجود هيدروكسيد الصوديوم، وكما في المعادلة الاتية:



Sodium dimethyl dithiocarbamate

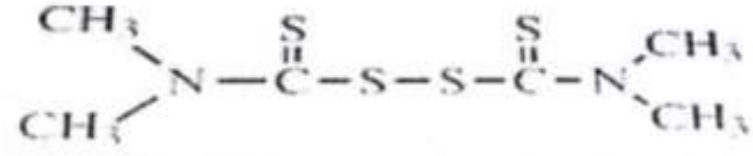
ان مبيدات هذه المجموعة من مبيدات الفطريات التي تؤثر بالملامسة ويمكن استخدامها كمبيدات وقائية وهي ذات فاعلية علاجية جيدة عند استخدامها حال ظهور العلامات المرضية، وهي امينة الاستخدام على النبات بالتراكيز الموصى بها ويفضل جني المحصول بعد مرور 10–20 يوماً من تاريخ اخر معاملة. ويمكن تقسيم مركبات هذه المجموعة الى:

1–) المجموعة Dialkyl Dithiocarbamat:– وهي المجموعة التي لا ترتبط فيها النتروجين بذرة هيدروجين وتركيبها العام :



ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة:

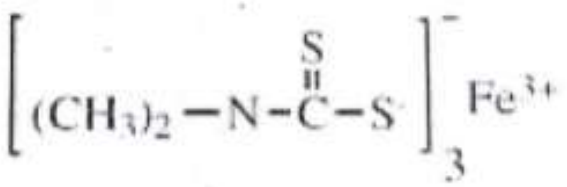
أ–) ثايرام Thiram:– ويتكون هذا المبيد من ارتباط جزيئين من حامض Dithiocarbamic مع بعضها.



Tetramethyl thiuram disulfide

وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران 780 ملغم/ كغم من وزن الجسم. يباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل 3–90% او بشكل مسحوق تعفير 60% لوقاية البذور وقد يجهز بشكل محببات 2.25–5% تضاف للتربة او قد يستخدم رشاً على أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر لمكافحة العديد من الامراض الفطرية إضافة الى تأثيره الطارد لبعض الآفات الحيوانية كالقوارض ويمتاز كذلك بتأثيره القاتل لبعض أنواع الحشرات.

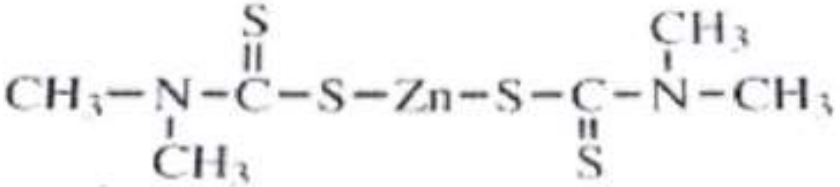
ب–) فيربام Ferbam:– ولهذا المبيد العديد من الأسماء Ferberk و Fermocide و Niacide. ويتكون من ارتباط ثلاثة جزئيات من حامض Dithiocarbamic مع ذرة حديد (Fe) اسمه وتركيبه الكيميائي:



Ferric dimethyl dithiocarbamate

تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 4000 ملغم/ كغم من وزن الجسم ويباع تجارياً بشكل مسحوق تعفير 6–25% او بشكل مسحوق قابل للبلل 3–98%، ويستخدم لمكافحة الامراض الفطرية التي تصيب الأجزاء الخضرية للنبات كأمراض التبقع وجرب التفاح والصدأ وامراض البياض الزغبي وغيرها. ويمكن خلطه مع العديد من مبيدات الحشرات والفطريات وكذلك الزيوت المعدنية وله تأثير طارد لبعض أنواع الحشرات.

ت–) زيرام Ziram:– ويسمى أيضا Cumin و Zirasan و Zirex و Zitox. اسمه وتركيب الكيميائي:



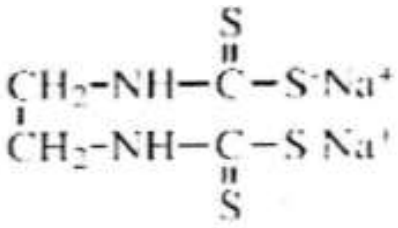
Zinc dimethyl dithiocarbamate

تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 1400 ملغم/ كغم ويجهز بشكل مسحوق تعقير 3.5–75% وبشكل مسحوق قابل للبلل 30–96% او بشكل عجينة 1% ويستخدم رشاً على

النبات لمكافحة مرض اللفحة المبكرة على الطماطة وامراض تبقع الأوراق واللفحة المبكرة على البطاطا ومرض البياض الدقيقي وجرب التفاح وغيرها من الامراض الفطرية.

2-) المجموعة Dialklen Dithiocarbmate:- وفي هذه المجموعة ترتبط ذرة النتروجين بذرة الهيدروجين، ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

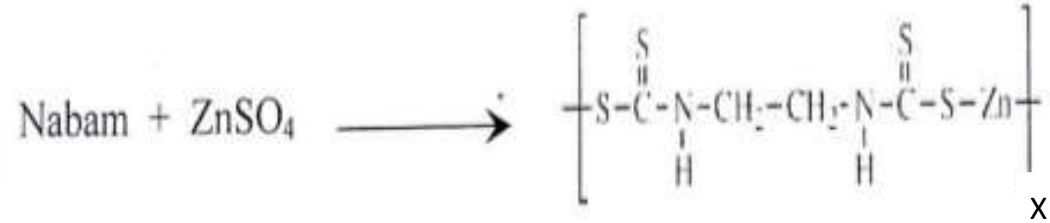
أ-) نابام Nabam:- ويسمى أيضا بملح الصوديوم او Dithane A 40 او Diathane D-14. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Disodium ethylene bis-dithiocarbamate

المركب النقي عبارة عن بلورات عديمة اللون ويذوب بسهوله في الماء لذلك فان قابليته على الثبات على أوراق النبات ضعيفة علاوة على تسببه في احداث حروق على الأجزاء الخضرية بسبب شدة ذوبانه بالماء وقابليته للامتصاص من خلال كيوتكل النبات لهذه الأسباب فان استخدامه كمبيد للفطريات أصبح محدداً لسهولة غسله من على الأجزاء المعاملة به وحساسيته للضوء والحرارة والرطوبة لذلك يضاف اليه الزنك لتكوين مبيد زينب للاستخدامات الحقلية.

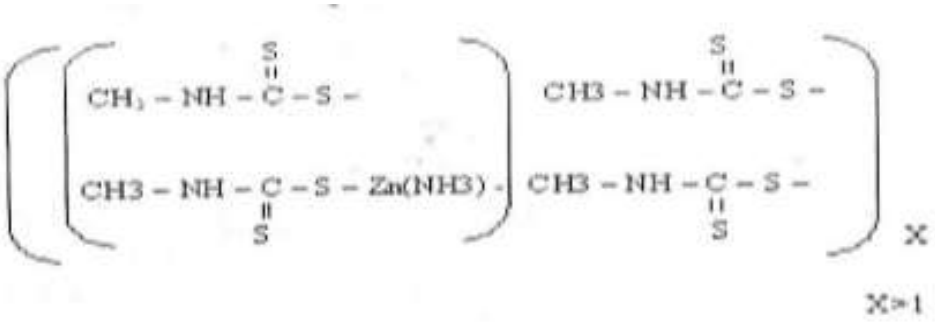
ب-) زينب Zineb او Dithane Z-78 :- ويسمى أيضا Enozin و Kypzin و Ziden و Zimate و Zinosan ويحضر من تفاعل النابام مع كبريتات الزنك.



وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران 5200 ملغم/كغم من وزن الجسم. المركب الناتج قليل الذوبان جداً في الماء ويتحلل في البيئة القلوية ويجهز بصورة مسحوق تعفير 3.25-

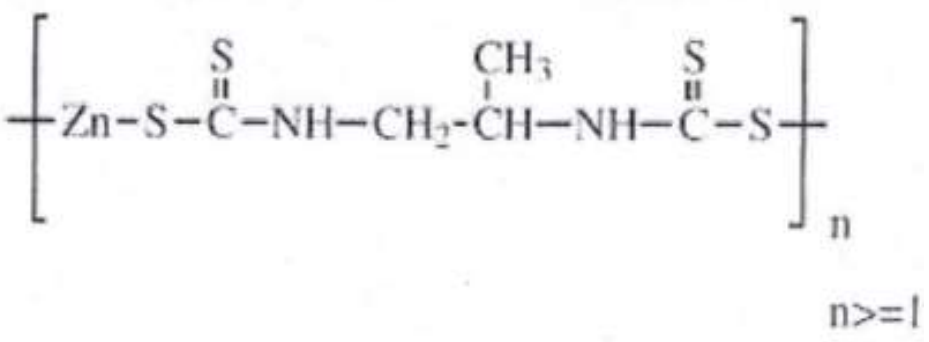
15% او بشكل مسحوق قابل للبلل 1.4-75% واظهرت الدراسات ان اضافته للتربة أعطت نتائج جيدة في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض البادرات كما يمكن استخدامه لمكافحة امراض اللفحة المبكرة والمتأخرة في البطاطا والطماطة ومرض صدأ الساق والأوراق على الحنطة وغيرها من الامراض.

ت-) ميترام Metiram:- مبيد فطريات غير جهازي يستخدم لمكافحة اللفحة المبكرة على الطماطة قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Polyram و Polyram combi. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Zinc ammoniate ethylene bis (dithiocarbamate) poly ethylene thiuram disulfide

ث-) بروبينيب Propineb:- مبيد فطريات لمكافحة العديد من الامراض الفطرية من أهمها امراض البياض الزغبي والانثراكنوز وامراض التبقع واللفحة المبكرة وعفن التاج. يباع تحت العديد من الأسماء التجارية من أشهرها Antracol و Medacol وهو قابل للخلط مع اغلب المبيدات المجهزة بشكل مساحيق. اسمه وتركيبه الكيميائي:



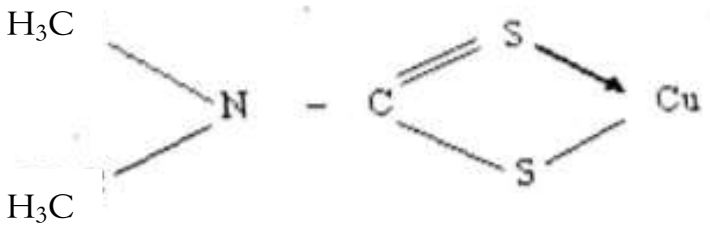
Polymeric zinc propylene bis dithiocarbamate

اليه التأثير السام لمركبات داي ثايوكارباميت

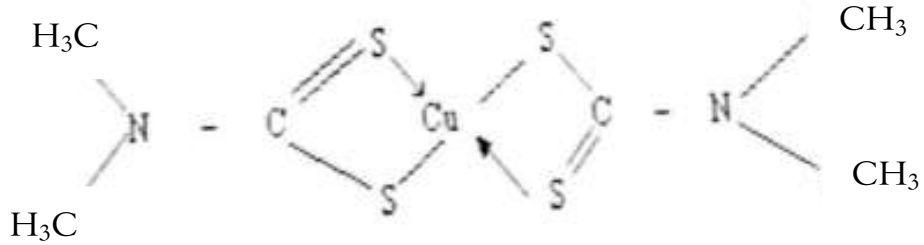
Mechanism of Toxic Action of Dithiocarbamate

ان الاختلاف في استجابة الفطريات لمبيدات هذه المجموعة أدى الى صعوبة تحديد موقع التأثير بدقة في الخلية الا ان احد التفسيرات يقول ان مركبات هذه المجموعة تعمل على حرمان الخلية الفطرية من المعادن كالنحاس والتي تحتاجها في الأنظمة الانزيمية وذلك لقابلية هذه المركبات على إزاحة المعادن الثقيلة في حين تشير الدراسات الحديثة الى ان وجود المعادن الثقيلة في الخلية مسالة ضرورية لتحقيق التأثير السام لهذه المركبات وقد وجد ان التفاعل بين أيونات النحاس ومحلول مخفف من المبيد Sodium Dimethyl (Vapam) Dithiocarbamate أدى الى تكوين نوعين من المعقدات الأول سام غير مشبع اطلق عليه معقد 1:1 والثاني اقل سمية مشبع اطلق عليه معقد 1:2 .

معقد 1:1



معقد 1:2



ان المعقد 1:1 هو المسئول عن سمية مبيدات هذه المجموعة وذلك لقابليه على الارتباط بالأنزيمات والمركبات الحيوية في الخلية الفطرية ويؤدي الى منع النمو.

ايض مركبات داي ثايوكارباميت Metabolism of Dithiocarbamete

يتم تاييض مركبات هذه المجموعة كيميائيا وضوئيا، فضلا عن تاييضها ببعض النظم

الانزيمية في الفطريات والنباتات حيث يتم تحطيمها الى العديد من المركبات مثل: Ethylenthiouram disulphide و Ethylene disocyanat السام و Ethylenthiouren ونواتج اكسدتها، كما قد ينتج عن تحطيمها لبعض نواتج التمثيل الثانوية الأخرى مثل الكبريت وثاني كبريتيد الكاربون وبعض مشتقات تركيب Imidazoline ويعتبر العديد من هذه النواتج نواتج تحطيم كيميائي أكثر منها نواتج تمثيل حقيقية. وقد أظهرت بعض الدراسات ان مركب Maneb تتحول منه كميات كبيرة الى Ethylenethiourea عند طهي الطعام المعامل به. وعليه فان من المتوقع ان تكون نواتج التمثيل المماثلة لمركبات Dithiocarbamete الأخرى مما يزيد من مخاطر استخدام هذه المركبات على محاصيل الخضر. لزيادة احتمالات حدوث تشوهات الاجنة Teratogenic وتقتحم الغدة الدرقية Goitrogenic وفي حالة النيتريت Nitrate فان هناك زيادة في نسبه احتمال حدوث اورام سرطانية مما دفع العديد من الدول الى وضع القيود في كيفية استخدام هذه المركبات.

القسم الثاني:- المركبات النتروجينية الحلقية غير المتشابهة

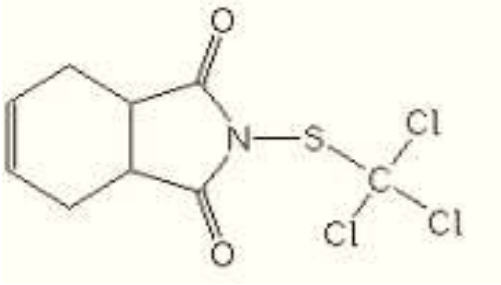
Heterocyclic Nitrogen Compounds

وتضم العديد من المجاميع:

1-) مجموعة دايكاربوكسامايد Dicarboximide :- وتضم المبيدات التالية

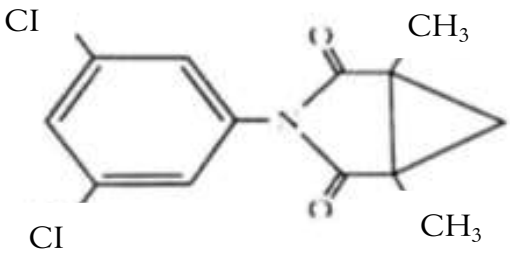
أ-) كابتان Captan:- اشتق هذا المبيد من حامض فثاليك Phthalic acid $C_6H_4(CooH)_2$ وقد حضر هذا المبيد في عام 1952 من تفاعل Potasium salt of tetrahydro phthalimide مع Trichloromethyl mercaptyl chloride. المادة النقية تكون بشكل بلورات بيضاء صلبة درجة انصهارها 172مْ لا تذوب في الماء وتتحلل في الوسط القلوي وهي تذوب بشكل جيد في المذيبات العضوية وتجهز تجارياً بشكل مسحوق تعفير 3.5-75% او بصورة مسحوق قابل للبلل 80% ويستخدم لمكافحة العديد من الامراض الفطرية والبكتيرية منها امراض التبقع والجرب واللفحة النارية على الكمثرى وتستعمل رشاً على الأجزاء الخضرية او لمعاملة البذور وقد يضاف للتربة. يمتاز بانخفاض سميته للبائن وقد ارتبطت ظاهرة

نقص البروتين في الحيوان بحساسية اللبائن لهذا المبيد لذا يراعى عدم استخدامه في المناطق التي يكون فيها مستوى البروتين منخفضاً في الغذاء. ان مستوى الحد المسموح به من المبيد على المنتجات الغذائية حوالي 0.3 ملغم/كغم.



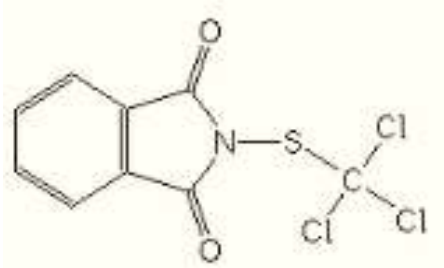
N-trichloromethyl thioterahydro- Phthalimide

ب-) سوميلكس Sumilex:- مبيد فطريات جهازي ويسمى أيضا Procymidone و S-7191 و Sumisclex. ظهر في عام 1969 في اليابان ويباع بشكل مسحوق قابل للبلل ويمتاز بسميته المنخفضة للبائن حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران 6800 ملغم/كغم. ويستخدم رشاً على الأجزاء الخضرية ضد الفطريات التي اكتسبت مقاومة لمبيد Benomyl و Topsin-M. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N-(3,5-dichlorophwnyl)-1,2-dimthylcyylopropane-1,2-dicarboximide

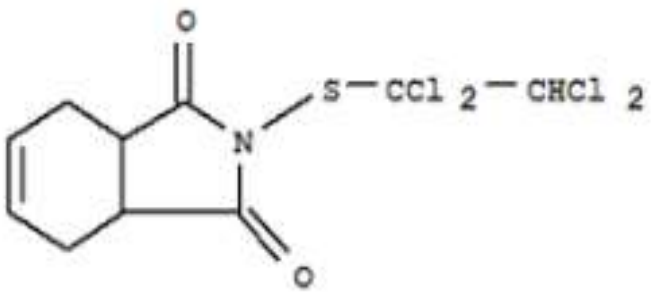
ت-) فولبيت Folpet:- يباع هذا المبيد تحت اسماء تجارية مختلفة Folnit و Folpan و Phthalan. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N-(Trichloromethylthio) Phthalamide

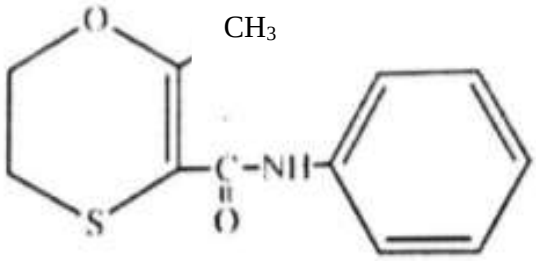
ويجهز بشكل مسحوق قابل للبلل 50% و75% او بصورة مسحوق تعفير 10% ويستخدم بنفس طرائق استخدام مبيد الكابتان لمكافحة امراض اللفحة على البطاطا كما يستخدم كبديل لمسحوق مخلوط بوردو ويؤثر بالملامسة. اقصى حد مسموح به من المبيد على الخضروات هو 2 ملغم/ كغم.

ث-) دايفولتان Difolatan:- ويباع تحت أسماء تجارية عديدة مثل Captafol و Difosan و Haipen و Kenofol وغيرها ويجهز بشكل مسحوق قابل للبلل 80% ويستخدم رشاً على الأجزاء الخضرية لمكافحة فطريات البياض الزغبي واللفحة المبكرة والمتأخرة وامراض التبقع وغيرها. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Cis_N_(1,1,2,2-Tetrachlororthylthio)cis-N-(1,1,2,2-Tetrachlororthylthio) -4-cyclohexene-1,2dicarboximide

جـ-) الكاربوكسين Carboxin:- ويسمى أيضا DMOC و Vitavax. ويعود الى مجموعة الانااليدات او الاوكساثينات ويمتاز هذا المبيد بذوبانه العالي وانتقاله الى الأعلى في النبات ويؤثر بالدرجة الأساس على الفطريات البازيدية ويؤثر على الفطريات الأخرى بدرجة اقل ويستخدم في مكافحة امراض التفحم السائب والصدأ بالدرجة الأساس. اسمه وتركيبه الكيميائي:



5,6-dihydro-2-methyl –N-phenyl-1,4-oxathiin-3-carboxamide (CAS)

اليه التأثير السام لمبيد الكاربوكسين

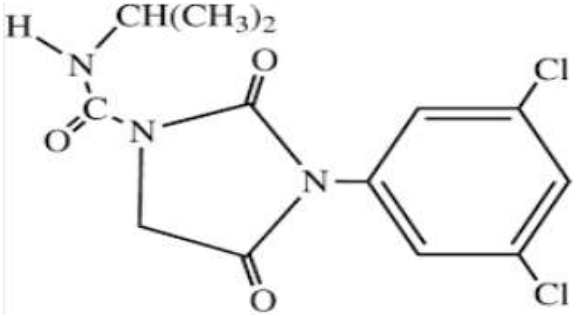
Mechanism of Toxic Action of Carboxin

تعمل مركبات هذه المجموعة على إيقاف نمو الفطريات الحساسة لمركبات هذه المجموعة وذلك نتيجة امتصاص كميات كبيرة منها في هذه الفطريات بينما لا تستطيع الفطريات غير الحساسة امتصاص الكميات الكافية لأحداث التسمم. وتؤثر هذه المركبات في الفطريات الحساسة لها عن طريق تثبيط عملية تكوين البروتينات نتيجة ارتباطها بالريبوسومات كما تثبط مركبات هذه المجموعة عملية اكسدة السكينات Succinate في المايتوكوندريا.

ايض المبيد كاربوكسين **Metabolism of Carboxin**

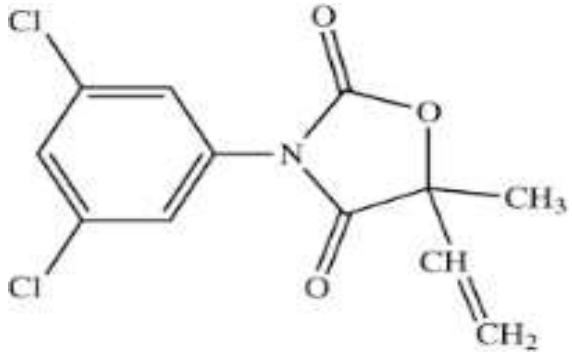
أظهرت الدارسات ان لعملية التمثيل الضوئي لمركب Carboxin طرائق مختلفة تحدث في نباتات الفول السوداني بواسطة عملية الهدركسلة Hydroxylation على الموقع Para في جزئ Phenyl من الكاربوكسين، اما في نباتات الشعير فتحدث بالإضافة الى عملية الهدركسلة عملية اكسدة للكبريت وتحوله الى Sulfoxide المنخفض السمية للنبات. وفي التربة وجد ان الكاربوكسين يختفي خلال ثلاثة أسابيع من المعاملة بسبب الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحويله الى Sulfoxhde.

ح-) ابروديون Iprodione:- مبيد فطريات استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الامراض الفطرية خاصة امراض العفن الرمادي على الطماطة واللفحة المبكرة على الطماطة. يباع تحت العديد من الأسماء التجارية منها Rovral و Rover وهو قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات اسمه وتركيبه الكيميائي:



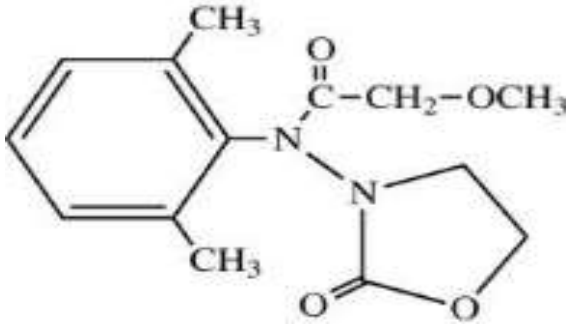
3-(3,5-dichlorophenyl)-N-(1-methylethyl)-2,4-dioxo-1-imidazolidine carboxamide

خ-) فينكلوزولين Vinclozolin:- مبيد فطريات لمكافحة العفن الأبيض على الخضروات والفواكه. يباع تجارياً تحت اسم Ronilan قابل للخلط مع العديد من مبيدات الفطريات والحشرات. اسمه وتركيبه الكيميائي:



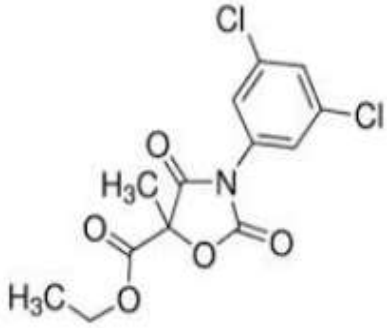
(RS)-3-(3,5-dichlorophenyl)-5-methyl-5-vinyl-1,3-oxazolidine-2,4 dione

د-) الميبد اوكساديكسيل Oxadixyl:- اشتهر هذا المبيد في العراق باسم Sandofan وهو مبيد جهازي وقائي وعلاجي لعدد من الفطريات البيضية Oomycetes ومنها فطريات المسببة للبياض الزغبي واللفحات على العنب والخضر ونباتات الزينة كما يستخدم لمكافحة المسببات المرضية في التربة مثل Botrutis و Pythium. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-methoxy-N-(2-oxo-1,3-oxazolidin-3y)acet-2' ,6'-xylidide

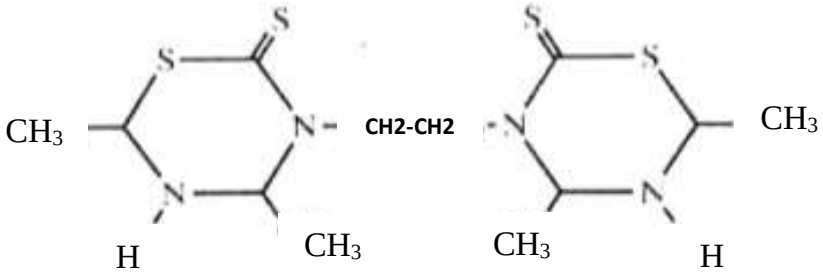
ذ-) كلوزولينيت Chlozolinate:- مبيد فطريات استخدم بنجاح في مكافحة مرض العفن الرمادي والأبيض على العديد من محاصيل الخضر والفاكهة بمعدل 2 غم/ لتر وله خواص جهازية ، في العراق يباع تحت اسم Serinal. وهو قابل للخلط مع مبيدات الفطريات الاخرى اسمه وتركيبه الكيميائي:



Ethyl (RS)3-(3,5-dichlorophenyl)-5-methyl-2,4-dioxo-1,3-oxazolidine-5-carboxylate

2-) مجموعة ثاياديازين Thiadizine :-ومن المبيدات التابعة لهذه المجموعة:

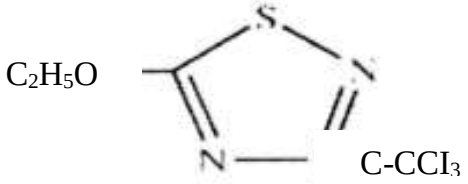
أ-) ملنيب Milneb:- مبيد فطريات يستخدم لمكافحة العديد من الامراض الفطرية. اسمه وتركيبه الكيميائي:



3,3'-ethylene-bis(tetrahydro-4,6-dimethyl)-2H-1,3,5-thiadiazine-2-thione

ب-) دازوميت:- انظر مبيدات الديدان الثعبانية .

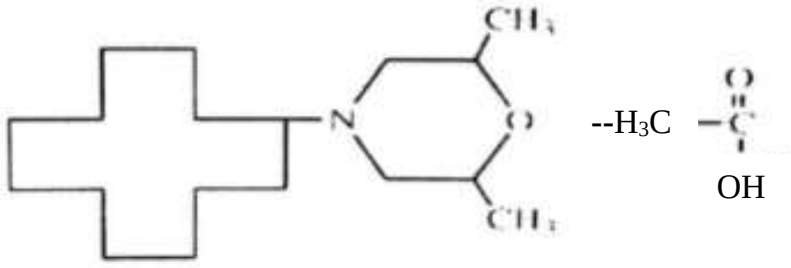
3-) مجموعة ثاياديازول Thidiazol:- ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Ertidiazole حيث يستخدم لمعاملة التربة لمكافحة الفطريات البيضية Oomycetes التي تسبب امراض سقوط البادرات ومنها العديد من أنواع الجنس *Phytophthora* و *Pythium* و*Rhizoctonia* ولهذا المبيد تأثير سام على الكائنات الدقيقة في التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



5-Ethoxy-3-trichloromethyl-1,2,4-thidiazole

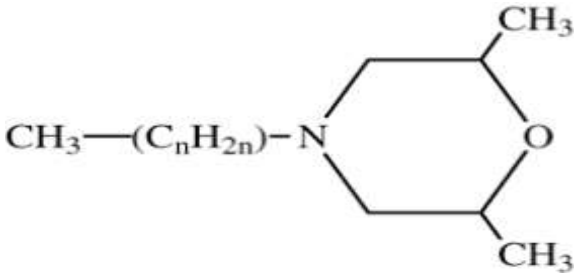
4-) مجموعـة مورفولاين Morpholine :- من اهم المبيـدات التـابعـة لهـذه المجموعة:

أ-) المبيد خلات الدوديمورف Dodemorph Acetate:- الذي استخدم في مكافحة مرض البياض الدقيقي على نباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



4-Cyclododrcyl-2-6-dimethyl-morpholiniium acetate

ب-) المبيد ترايديمورف Tridemorph:- الذي يباع تجاريا تحت اسـم Calixin ويمتاز بانخفاض سـميته للبائن وهو مبيد جهازي وقائي وعلاجي اسـتخدم لمكافحة مدى واسـع من الامراض ومن أهمها البياض الدقيقي على الحبوب واشـجار الفاكهة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N-tridecyl-2,6-dimethylmorpholine

اليه التاثير السام للمورفولينات Mode of Toxic Action of Morpholine

تحدث هذه المركبات تأثيرها السام عن طريق تثبيط التفاعلات الحيوية اللازمة لتكوين هورمون Ergosterol أحد مركبات السـتيرولات الهامـة جدا في حياة الفطريـات. ولمعرفة ميكانيكية عمل المورفولينات لابد من تسـليط الضـوء على كيفية تكوين Ergosterol في الفطريـات، حيث تبدأ عمليـة التكوين بواسـطـة المرافق الانزيمي Acetyl Co-A الـذي يؤدي الى تكوين حـامض Melavonic حيـث يتحول هـذه الحامض الى مركب Squatene الذي تحدث له إعادة تنظيم ليعطي Lanosterol

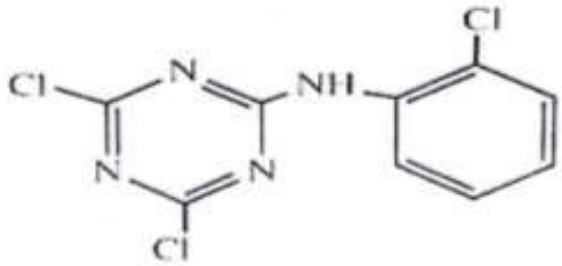
وهو المركب الأســـاس لتصـــنيع جميع مركبات الســـتيرولات في كل من الفطريات والحيوانات، وان الناتج النهائي في الفطريات هو هورمون Ergosterol الذي تعمل مركبات هذه المجموعة على منع عملية تكوينه.

القسم الثالث:- المركبات النتروجينية الحلقية

Cyclic Nitrogen Compounds

وتتكون هذه المركبات من حلقة كاربون سداسية او خماسية وتحتوي على ذرة نتروجين او أكثر، كما تختلف درجة التشبع في الحلقة وتضم هذه المركبات عدد من المجاميع من اهمها:

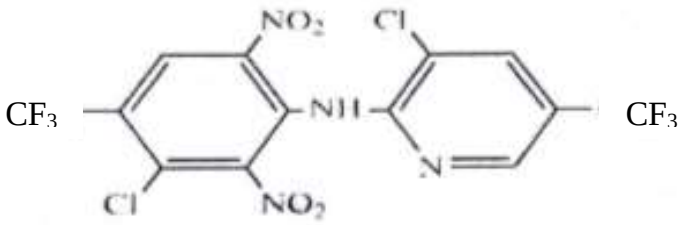
1-) المجموعة Triazine:- وتحتوي على حلقة سداسية وبها ثلاث ذرات نتروجين واغلب مركبات هذه المجموعة هي مبيدات ادغال الا ان هناك مركب واحد يتبع هذه المجموعة كمبيد فطريات هو Anilazine وهو مبيد وقائي غير جهازي يســـتخدم لمكافحة اللفحة المبكرة والمتأخرة على الطماطة والبطاطا وامراض تبقع الأوراق على الخضار ونباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



4,6-Dichloro-N-(2-chlorophenyl)-1.3.5-triazine-2-amine

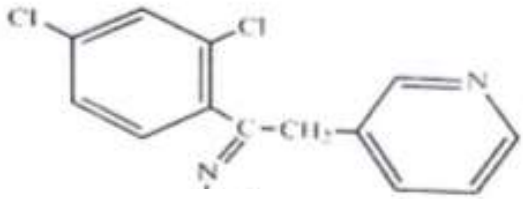
2-) المجموعة بريديل Pyridyl:- وتحوي حلقة بنزين بها ذرة نايتروجين، ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة:

أ-) المبيد فلوازينام Fluazinam:- وهو ذو مدى واســـع من التأثير على العديد من الفطريـــات مثـــل *Alternaria* و*Botrytis* و*Phytophthora* و*Plasmopara* و*Sclerotinia* و*Venturia*، كما يؤثر على الحلم الذي يهاجم الحمضـــيات. اســـمه وتركيبه الكيميائي:



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

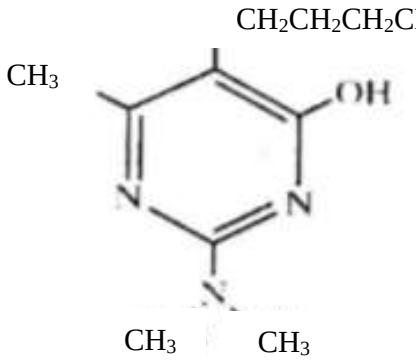
ب-) المبيد بايرفينوكس Pyrifenox:- ويباع تجاريا تحت اسم Corado وهو مبيد جهازي وقائي وعلاجي استخدام لمكافحة امراض البياض الدقيقي والجرب ولفحة الازهار وبعض تبقعات الأوراق على أشجار الفاكهة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2,4-Dichloro-2-(3-Pyridl) acetophenone 0-Methyloxime

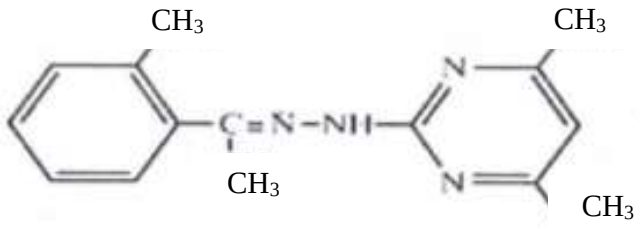
3-) المجموعة بيريميدين Pyrimidine:- ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة:

أ-) المبيد دايمثريمول Dimethrimol:- مبيد جهازي يباع تحت اسم Milcurb استخدم بنجاح لمكافحة البياض الدقيقي على القرعيات وبعض نباتات الزينة كما قد يضاف للتربة ويعطي وقاية لمدة ستة أسابيع. اسمه وتركيبه الكيميائي:



5-Butyl-2-dimethyl amino-6-methyl pyrimidine

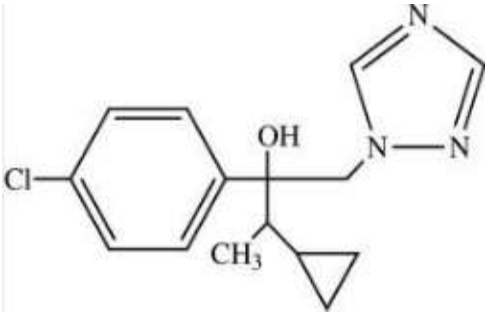
ب-) المبيد فيريميزون Ferimzone:- استخدم بنجاح في مكافحة تبقعات الأوراق المتسببة عن فطريات الجنس *Cercospora* و *Helminthosporium*. اسمه وتركيبه الكيميائي:



(z)-2-Methyl acetophenone 4,6-dimethy pyrimidine 2-yl-hydrazine

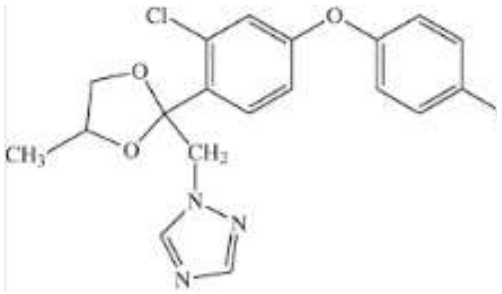
4-) مشتقات الترايازول Triazoles Derivatives:- تضم هذه المجموعة عدد من المبيدات التي استخدمت بنجاح في العراق لمكافحة امراض البياض الدقيقي على محاصيل الخضر واشجار الفاكهة ونباتات الزينة، فضلا عن استخدامها في مكافحة امراض الجرب على التفاح والتفحم على الحنطة، وتمتاز مبيدات هذه المجموعة بانخفاض سميتها للبائن وهي قابلة للخلط مع اغلب مبيدات الفطريات والحشرات وفيما يلي استعراض لاهم مبيدات هذه المجموعة.

أ-) Cyproconazole:- يباع تجارياً تحت اسم Atemi. اسمه وتركيبه الكيميائي:



(2RS,3RS,3SR)-2-(4-chlorophenyl)-3-cyclopropyl-1-(1H-1,2,4-triazol-lyl)butan-2-01

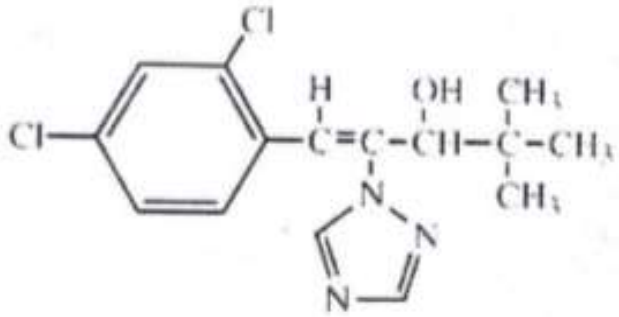
ب-) Diffenoconazole:- يباع تجارياً تحت اسم Dividend و Score. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Cis,trans3-chloro-4-[4-methlyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-lmethyl)-1,3-dioxlan-2yl]phenyl4-chlorophenylether

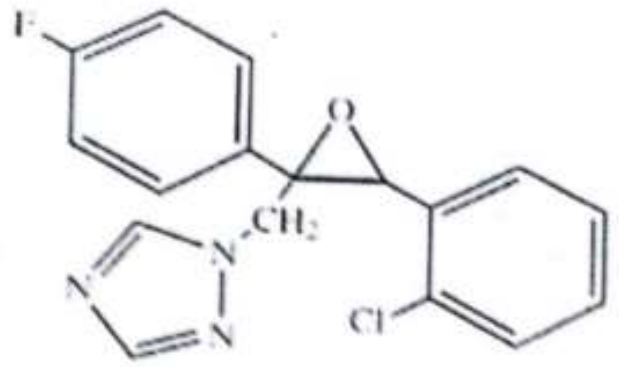
استخدم في العراق بنجاح لمعاملة البذور ضد امراض التفحم.

ت-) Diniconazole:- يباع تجارياً تحت اسم Sumi-8. اسمه وتركيبه الكيميائي:



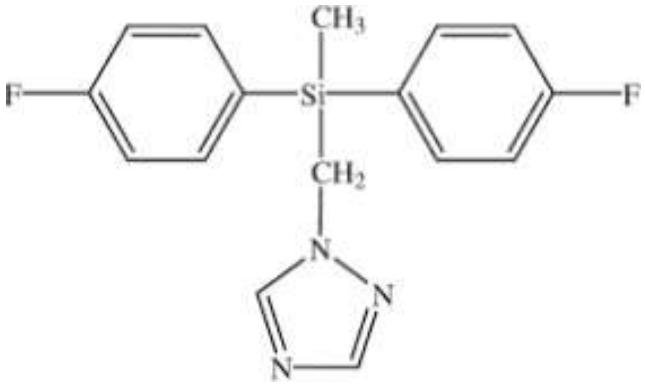
(E)-(RS)-1(2,4-dichlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazole-1-yl)pent-1-en-3-ol

ث-) Epoxiconazole:- عرف في السوق العراقية باسم Opus. اسمه وتركيبه الكيميائي:



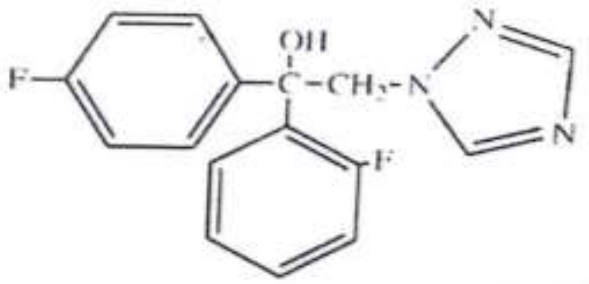
(2RS,3SR)-1-[3-(2-chlorophenyl)-2,3-epoxy-2-(4-flourophenyl)propyl]-1H,2,4-triazole

ج-) Flusilazole:- يباع تجارياً تحت اسم Punch. اسمه وتركيبه الكيميائي:



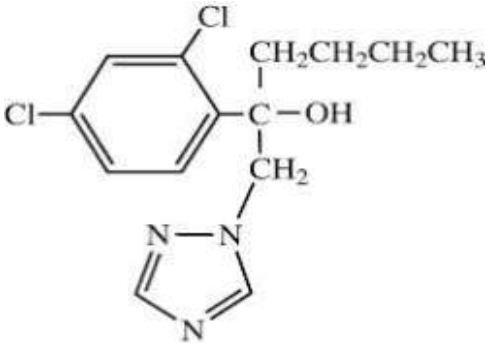
Bis(4-flurophenyl)(methyl)(1H-1H,2,4-triazole-1-ylmethyl)silane

ح-) Flutriafol:- يباع تجارياً تحت اسم Impact. اظهر فاعلية جيدة في مكافحة مرض تخطط الشعير والتفحم المغطى على الشعير. اسمه وتركيبه الكيميائي:



(RS)-2,4-difluro-(x-(1H-1H,2,4-triazole-1-yl methyl)benzhydrylalcohol

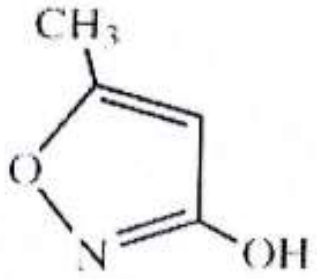
خ-) Hexaconazole:- يباع تجارياً تحت اسم Anvil و Canvil. اسمه وتركيبه الكيميائي:



(RS)-2-(2,4-dichlorophenyl)-1-(1H-1,2,4-triazole-1-yl)hexan-2-ol

د-) Hymexazol:- في العراق عرف هذا المبيد باسم Tachigazole كذلك يباع تحت الأسماء Tachigaren و Himex وقد استخدم بنجاح في مكافحة فطريات

التربة التي تصيب جذور محاصيل الخضر عند استخدامه بمعدل 1.5–2 مل/لتر ماء. اسمه وتركيبه الكيميائي:



5-methylisoxazol-3-ol

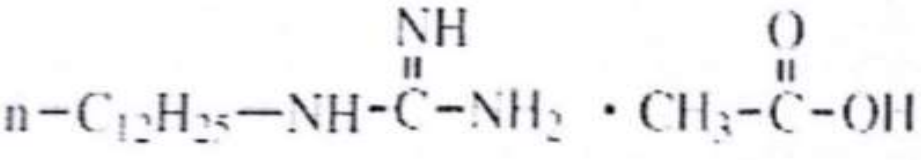
هناك مبيدات أخرى تابعة لهذه المجموعة هي Myclobutanil (Systhane) و Tebuconazole (Raxil) وTetraconzole (Domark) و (Bayleton) Triadimefon و Triadimenol (Bayfidan) و Triforine (Saprol) وTriticonazole (Real) وجميعها أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة امراض البياض الدقيقي والجرب والتفحم.

القسم الرابع:– المركبات النتروجينية الاليفاتية

Aliphatic Nitrogen Compounds

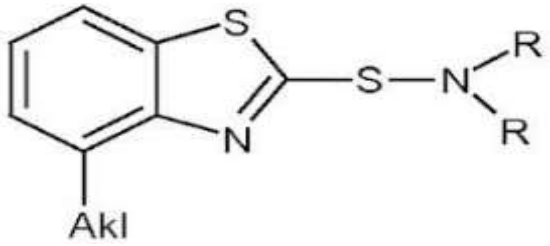
وتضم العديد من المجاميع من أهمها:

1–) المجموعة Guanidine:– ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة هو المبيد Dodine الذي استخدم بنجاح في العراق لمكافحة جرب التفاح والكمثرى ومرض تجعد أوراق الخوخ كذلك استخدم لمكافحة مرض تبقع أوراق الخوخ البكتيري. ويباع تجارياً أيضا تحت اسم Venturol وهو قابل للخلط مع اغلب مبيدات الفطريات والحشرات. تركيبه الكيميائي:



2–) المجموعة Sulfenamide:– ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Tolylfluanid وهو مبيد وقائي جيد لمكافحة البياض الزغبي على العنب والعفن الرمادي على الخضروات كما استخدم لمكافحة البياض الدقيقي على الورد والصدأ

وتبقع الأوراق على نباتات الزينة ويباع تجارياً تحت اســـم Euparen M. اســـمه وتركيبه الكيميائي:



N-dichlorofluoromethyl thio-N-dimethyl-N-P-tolylsulfamide

اليه التأثير السام لمركبات الكبريت النتروجينية العضوية

Mechanism of Toxic Action of Organic Nitrogen Sulfur Compounds

تحدث مركبات هذه المجموعة تأثيرها الســـام عن طريق ارتباطها بالمركبات الحاوية على مجموعة الثايول (SH) في الخلية الفطرية ومما يثبت ذلك هو انخفاض سـميتها للفطريـات المربـاة في وســـط غـذائي يحوي مركبـات تحوي على مجـاميع ثـايول كـالحوامض الامينيـة مثـل Systine و Glutathion. ان تفـاعل هـذه المركبـات مع المركبات الحيوية الحاوية على مجموعة الثايول يؤدي الى توقف نشاط عدد كبير من الانزيمات وقد أظهرت بعض الدراســـات ان مبيد الكابتان قد يتفاعل مع المركبات الحاوية على الثايول لتكوين مركب ســـام للخلية الفطرية هو Thiophosgen. كما يعمل مبيد الكابتان على منع عملية التنفس في كثير من الفطريات ويؤدي الى تجمع الفسـفور غير العضـوي ويقلل من الحوامض الامينية والنووية ويؤثر على الصـناعة الحيوية للسترات من الخلات ويخل بعملية انتاج الطاقة. مما سبق يتضح ان مركبات هذه المجموعة توثر على مجمل العمليات الحيوية في الفطر بما يؤدي في النهاية الى موته.

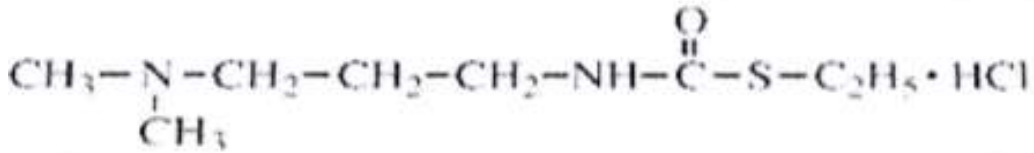
خامساً) مبيدات الفطريات الكارباماتية Carbamate Fungicides

وتضم مجموعتين:

1-) مبيدات فطريات كارباماتية بدون بنزيميدازول وتضم:

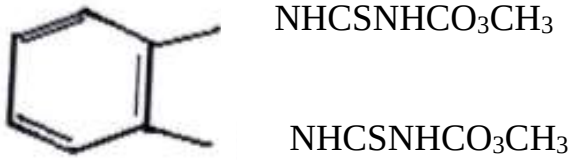
أ-) بروباموكارب هايدروكلورايد Propamocarb:- مبيد فطريات جهازي اســـتخدم لمكافحة البياض الزغبي على الخيار عند اســـتخدامه بتركيز 1 مل/ لتر ماء ويجهز

بشـــكل ســـائل ذواب تركيز المادة الفعالة فيه 70.72% يباع تجارياً تحت اســـم Previcur N و Proplant. اسمه وتركيبه الكيميائي:



S-ethyl N-(3-dimethylaminopropyl)thiocarbamate hydrochloride

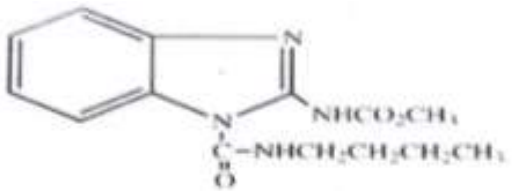
ب-) ثـايوفينيـت – ميثـايـل Thiophenate – Methyl:- مبيـد فطريـات وقـائي اسـتخدام بنجاح لمكافحة مرض موت البادرات المتسـبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* ومرض اللفحة المبكرة على الطماطة. وبتركيز 1 غم/ لتر ماء. يباع تجارياً تحت اسم Topsin-M. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Dimethyl[1,2-phenylenebis(imino carbonothioyl)]bis[caramate]

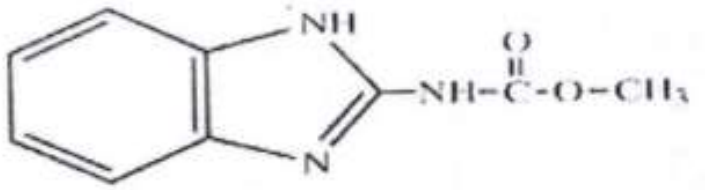
2-) مبيدات فطريات كارباماتية تحوي بنزيميدازول وتضم:

أ-) بينوميل Benomyl:- وهو مبيد فطريـات جهـازي يســـتخدم لمعاملـة الأجزاء الخضـــريـة، ظهر عـام 1967 في الولايـات المتحدة الامريكيـة وهو من المبيـدات المتخصصة لمكافحة الفطريات الكيسية Ascomycetes فيما تعد الفطريات البيضية غير حســاســة له. يباع تجارياً تحت العديد من الأسـماء منها: Benlate و Benlin و Vapcomil و Yamamyl. اســـتخدم في العراق بنجـاح لمكـافحـة التفحم المغطى والسائب على الشعير كما استخدام لمكافحة خياس طلع النخيل والبياض الدقيقي على الخيار. اسمه وتركيبه الكيميائي:



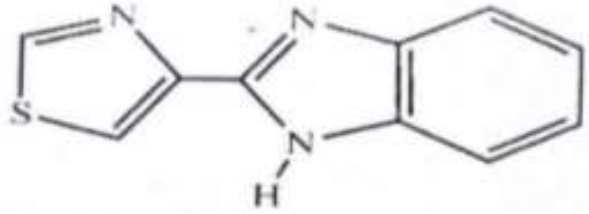
Methyl l-(butylcabamoyl)benzimidazol-2-ylcarbamate(IUPAC)

ب-) كاربندازايم Carbendazim:- مبيد فطريات وقائي اســـتخدم لمكافحة مرض صدأ الثوم وخياس طلع النخيل والبياض الدقيقي على العنب وبمعدل 1.5-2 غم/لتر ماء وفي العراق عرف هذا المبيد باســـم Bavistin و Derosal. اســـمه وتركيبه الكيميائي:



Methyl benzimidazol -2-yl carbamate

ت-) ثايابندازول Thiabendazole:- مبيد فطريات وقائي اســـتخدم بنجاح في مكافحة التفحم المغطى على الحنطة وفي معاملة درنات البطاطا لمكافحة فطريات العفن بمعدل 2 غم/كغم بذور. يباع تجارياً تحت العديد من الأسـماء منها Mertect و Tecto. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-(thiazol-4yl)benzimidazole

ومن المبيدات الأخرى التابعة لهذه المجموعة المبيد Iprodione والذي سبق الإشارة اليه ضمن المركبات النايتروجينية ذات الحلقة غير المتشابهة.

اليه التأثير السام لمركبات بنزيميدازول

Mechanism of Toxic Effect of Benzimidazole

أظهرت الدارسـات ان المبيد Benomyl يتحول داخل انسـجة النباتات المعاملة الى مركب Carbendazim عن طريق خروج مجموعة Butylcarbomyl من المركب Benomyl، والـــ Carbendazim يكون اكثر سمية من المركب الأصـلي ونفس الحالة سـجلت في المبيد Thiophanate-methyl حيث يتحول عبر سـلسـلة من التفاعلات الحيوية داخل خلايا الفطر الى مركب Carbendazim ولهذا المركب

القدرة على تثبيط نمو المايسيليوم اكثر من قدرته على تثبيط نمو سبورات الفطر حيث يرتبط هذا المركب مع البروتين المكون للخيوط المغزلية مما يؤدي الى عدم انتظام توزيع المادة الوراثية على تلك الخيوط وبالتالي التأثير في جميع العمليات الخاصة بانفصال وتوزيع الكروموسومات وانقسام الخلايا.

ايض مركبات بنزيميدازول Metabolism of Benzimidazole

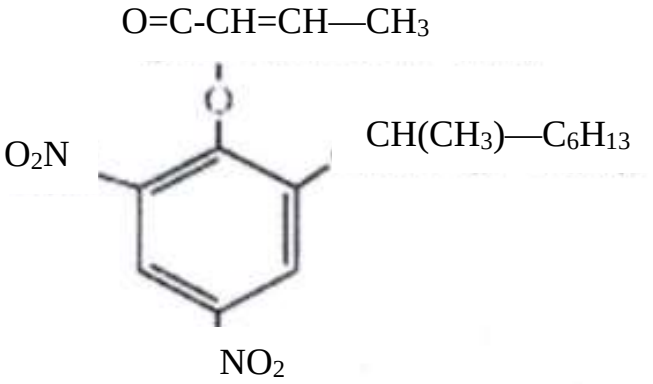
اظهرت الدارسات ان استخدام Benomyl في التربة أدى الى حدوث زيادة في اعداد الكائنات الحية الدقيقة، نفس الظاهرة سجلت عند استخدام مبيدات هذه المجموعة ويعزى ذلك الى انفصال الـN.butylamin من ذرة الكاربون رقم 1 الذي يشكل مصدرا للكاربون لهذه الكائنات. وفي النترات وجد ان نواتج تمثيل هذه المركبات كان Butylamin وحامض Glucuronic مما يدل على حدوث تحلل عند الاصرة CO– NH بعملية هدركسلة على الحلقة العطرية.

سادساً) مبيدات الفطريات من مشتقات النايتروفينول

Nitrophenol Derivatives Fungicides

من المعروف ان معظم الفينولات الحاوية على الكلور في تركيبها تكون ذات تأثير سام للكائنات الحية الدقيقة اذ ان مفعولها كمواد سامة للمسببات المرضية البكتيرية قد عرف منذ زمن بعيد إضافة الى ان لكثير من مركبات الفينول تأثير ضد المسببات المرضية ومن المركبات التي أظهرت فاعلية جيدة في هذا المجال ما يأتي:

1–) كاراثين Karathane:– يباع تجارياً تحت أسماء مختلفة مثل Caprane و Crotothane و Dinocap. وظهر هذا المبيد عام 1946 وهو من مبيدات الفطريات المستخدمة في مكافحة امراض البياض الدقيقي على التفاح والقرعيات وله تأثير قاتل لحشرة المنِ. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2,4-Dinitro-6-octyl-pheny-crotonate, 2,6-dinitro-4-octyphenyl crotonate and nitro-octyl-octyl-phenols

وهذ المبيد عبارة عن:

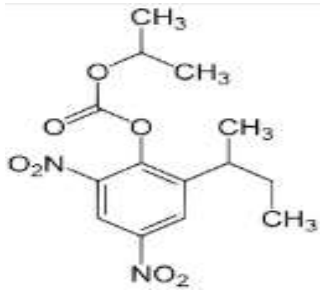
2,4-Dinitro -6 – octylphenyl crotonate

+

2,6-Dinitro -4 – octylphenyl crotonate

وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران 980 ملغم/ كغم. ويباع بشكل مسحوق قابل للبلل 25% او بشكل محلول قابل للاستحلاب 4% ويمتاز بانخفاض سميته للبائن ونحل العسل.

2-) Dinofen:- ويسمى أيضا Acrex و Dinobuton ويمتاز بتأثيره الجيد على الاكاروسات علاوة على كونه مبيد فطريات جيد لمكافحة امراض البياض الدقيقي كما يلعب دوراً مهماً في وقاية المحاصيل من الإصابة المرضية خاصة تلك التي تصيب أشجار التفاح والكمثرى ويفضل جني المحصول بعد 20–30 يوماً من تاريخ اخر معاملة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-(1-methyl-2-propyl)-4,6-dinitropeny-isopropyl carbonate

يتحلل في الوسط القلوي لذلك لا يمكن خلطه مع المبيدات قلوية التأثير مثل مبيد سيفين.

ميكانيكية التأثير السام لمشتقات النايتروفينول

Mechanism of Toxic Action of Dinitrophenol

يعتقد العديد من الباحثين ان لمركبات هذه المجموعة القابلية على منع الاكسدة الفسفورية Oxidative phosphorylation حيث تمنع مشاركة مركبات الفسفور غير العضوية في مركب ATP وهذه العملية لا يمكن ان تحصل من دون التأثير على النقل الالكتروني بما يؤدي في النهاية الى توقف نمو الخلايا الفطرية.

ايض مركبات النايتروفينول Metabolism of Nitrophenols

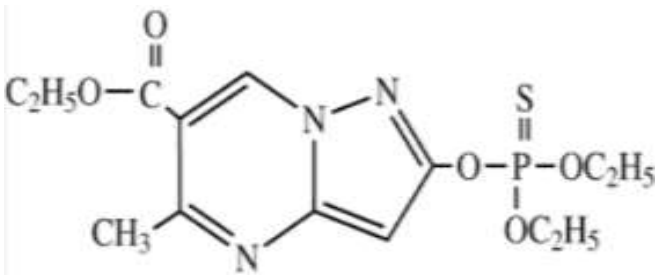
ان المعلومات الخاصة بتابيض او تمثيل هذه المجموعة قليلة نسبياً، الا ان احدى الدراسات اشارت الى تحطم الكاراثين بسرعة في نباتات الخيار حيث انخفضت كمية متبقياته من 10 جزء بالمليون الي 1 جزء بالمليون خلال فترة سبعة أيام وذلك نتيجة التحلل المائي الى ذرة الكاربون رقم واحد ويؤدي الى تحرر الفينول يتبعه اختزال احدى مجموعتي النايترو (NO_2) او المجموعتين الى مجاميع امين (NH_2).

سابعاً) مبيدات الفطريات الفسفورية العضوية

Organophosphorus Fungicides

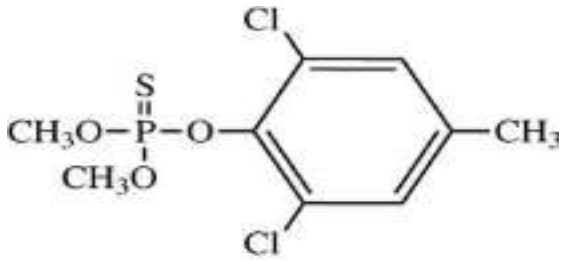
تضم هذه المجموعة عدداً من المركبات التي استخدمت كمبيدات للفطريات، الا ان العديد من الشركات المصنعة لها توقفت عن انتاجها، ومن اهم المبيدات التي لازالت في الاستخدام ما يلي:

1-) بايرازوفوس Pyazophos:- مبيد فطريات استخدم بنجاح لمكافحة البياض الدقيقي على الخيار والعنب والبنجر السكري بتركيز 1 مل/لتر ماء يباع تجارياً تحت اسم Afugan. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Ethyl 2-diethoxyphosphinothinoyloxy-5-methylpyrazolo [1,5-a] pyrimidine-6-carboxylate

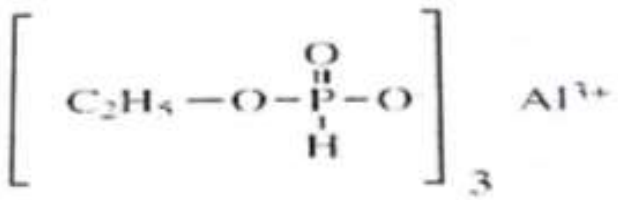
2-) تولكوفوس-ميثايل Tolcofos – Methyl:- مبيد فطريات وقائي استخدم لمكافحة مرض موت بادرات القطن والباميا المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia* spp بمعدل 1.5 غم/كغم بذور، يباع تجارياً تحت اسم Rizolex. اسمه وتركيبه الكيميائي:



O-(2,6-dichloro-p-tolyl)O,O-dimethylphosphorothioate

3-) حامض الفسفوريك Phosphoric Acid:- مبيد فطريات يباع تجارياً تحت اسم Agrifos استخدم بنجاح لمكافحة البياض الزغبي على الخيار في البيوت الزجاجية ويجهز بشكل سائل ذواب 40% ويستخدم بمعدل 3مل/ لتر ماء.

4-) المبيد Fosetyl – aluminum:- والذي عرف بالعراق باسم Aliette وهو مبيد فطريات وبكتريا لمكافحة الامراض المتسببة عن الفطريات البيضية مثل البياض الزغبي واللفاحات على عدد من المحاصيل الخضرية واشجار الفاكهة ونباتات الزينة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



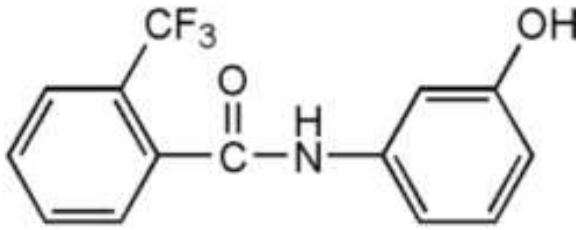
Aluminum tris (O-ethyl phosphonate)

تؤثر مركبات هذه المجموعة في الفطريات عن طريق تثبيطها لعملية تكونين الحامض النووي RNA وخاصة Rrna.

ثامناً) مشتقات توليونيليد Toluanilide

من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Flutolanil وهو مبيد جهازي لمكافحة الحراشف السوداء على البطاطا نتيجة الإصابة بالفطر *Rhizoctonia* sp وكذلك

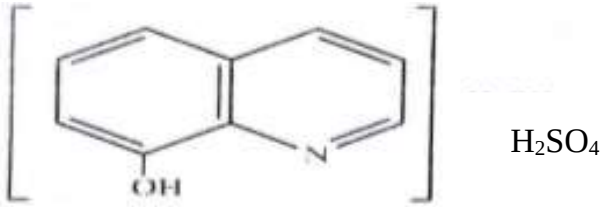
مكافحة امراض المسطحات الخضراء التي يسببها الفطر *Rhizoctonia* sp وبعض الفطريات البازيدية. اسمه وتركيبه الكيميائي:



3'-isopropoxy-2-(trifluoromethyl)benzanilide

تاسعاً) مشتقات كوينولاين Quinoline

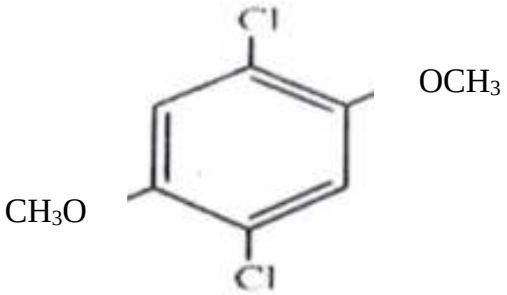
من المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Hydroxyquinoline Sulfate والذي اشتهر بالعراق باسم Beltanol وهو مبيد فطريات وبكتريا استخدم في مكافحة بعض امراض الذبول على الحمضيات واشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر. اسمه وتركيبه الكيميائي:



8-hydroxyquinoline sultate

عاشراً) مشتقات بنزين Benzine

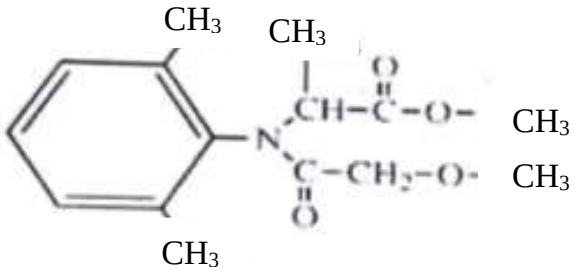
ويتبع هذه المجموعة مبيد واحد هو المبيد Chloroneb. اسمه وتركيبه الكيميائي:



1,4-Dichloro-2,5-dimethoxy benzene

حادي عشر) مشتقات الانين Alanine

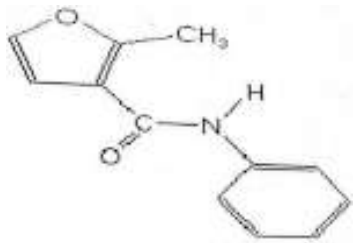
وهي مشـــتقات الحامض الاميني Alanine ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Metalaxyl الذي اشتهر بالعراق باسم Ridomil. اسمه وتركيبه الكيميائي:



N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(methoxyacetyl)-DL-alanine methyl ester

ثاني عشر) مشتقات فيوران Furan

مركبات هذه المجموعة تحتوي على حلقة فيوران وهي حلقة خماسية تضم ذرة اوكسجين في تركيبها ومن الأمثلة للمبيدات التابعة لهذه المجموعة المبيد Fenfuran وهو مبيد جهازي استخدم لمعاملة البذور لمكافحة التفحم في محاصيل الحبوب. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-Methyl furan-3-carboxanilide

مبيدات الحشرات والاكاروسات كمبيدات الفطريات

لقد أظهرت الدراسات المختبرية والحقلية لمجاميع من مبيدات الحشرات والاكاروسات ان للعديد منها تأثيرات قاتلة ومثبطة لنمو الفطريات ومن اهم هذه المبيدات ما يأتي:

أولا) مبيدات الحشرات والاكاروسات اللاعضوية

Inorganic Insecticides and Acaricides

ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة والمؤثرة في الفطريات ما يأتي:

1-) مركبات الزرنيخ Arsenical:- تشكل مركبات الزرنيخ مجموعة كبيرة من المواد السامة لجميع صور الحياة ومنها الحشرات والفطريات، ان سمية هذه المركبات جعلت من عملية استخدامها اليوم مقتصراً على حالات معينة وذلك لشدة سميتها على الانسان والحيوان والنبات، ويكاد يقتصر استخدامها اليوم في حماية الاخشاب من فطريات عفن وتحلل الاخشاب. ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة والمستخدمة كمواد حافظة للأخشاب:

Arsenic acid
Arsenic trioxide
Sodium arsenite

اليه التأثير السام لمركبات الزرنيخ Arsenical Mode of Action

تؤثر مركبات الزرنيخ في الفطريات من خلال ارتباطها بالأنزيمات الحاوية على مجموعة السلفاهيدربل(SH) وتثبيط عملها ومن هذه الانزيمات Cytochrome oxidase والـPhosphatase و Dehydrogenase. كما تعمل مركبات الزرنيخ على منع حدوث عملية الفسفرة التأكسدية ومنع تكوين الـATP المهمة في تخزين الطاقة.

2-) مركبات الفلور Fluride Compounds:- استخدمت كبديل لمركبات الزرنيخ وذلك لما تسببه الأخيرة من مخاطر على الحيوان والنبات، وهي مركبات سامه لجميع صور الحياة ومنها الفطريات، كما ان استخدامها يؤدي الى تلوث البيئة وذلك لبطئ تحللها في البيئة ومن اهم مركبات الفلور المستخدمة في المكافحة :

أ-) فلوريد الصوديوم
ب-) فلوسيليكات الصوديوم
ت-) فلوسيليكات الباريوم

اليه التأثير السام لمركبات الفلور Mode of Toxic Action

هناك بعض التفسيرات التي توضح التأثير السام لمركبات الفلور في الكائنات الحية ومنها الفطريات:

أ-) ان لعنصر الفلور دوراً كبيرا في تثبيط انزيم الفوسفاتيز مما يؤدي الى إعاقة مركب الـATP من اخذ الكمية الكافية من الكالسيوم، مما يؤثر في عمله كمادة خازنة للطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية.

ب-) ان مركبات الفلور تكون معقدات مع بعض الانزيمات الحاوية على معادن في تركيبها كالحديد والكالسيوم والمغنيسيوم وتثبيط عملها مثل انزيمات ATPase و Enolase و Catalase والـ Cytochrome oxidase.

ت-) ان الجرعات العالية من مركبات الفلور تؤدي الى قتل الخلية الفطرية كما ترسب جذر الخلية من الكالسيوم.

ثانياً) مبيدات الحشرات والاكاروسات العضوية المصنعة

Synthetic Organic Insecticides and Acaricides

ان من اهم مجاميع مبيدات الحشرات والاكاروسات العضوية المصنعة والتي يمكن استخدامها في مكافحة بعض مجاميع الفطريات هي مجموعة المبيدات المثبطة لتصنيع الكاتين حيث تؤثر هذه المركبات في الفطريات التي تحتوي على الكاتين، لمزيد من المعلومات انظر الفصل التاسع (مبيدات الديدان الثعبانيه).

الفصل الثامن

مبيدات الفطريات الحيوية

- المقدمة
- تقسيم مبيدات الفطريات الحيوية
- مبيدات الفطريات الكيموحيوية
- نباتية المصدر
- مايكروبية المصدر
- حيوانية المصدر
- مبيدات الفطريات المايكروبية
- مبيدات فايروسيه
- مبيدات بكتيرية
- مبيدات فطرية
- مبيدات الفطريات الجينية

المقدمة

لقد لاحظنا في الفصـول الفصـلين الأخيرين، ان مبيدات الفطريات الكيميائية تضـــم عدد كبير جداً من المركبات الكيميائية التي تنتمي لمجاميع كيميائية متباينة جداً، هذه المركبات اسـتخدمت بشـكل واسـع في مكافحة امراض النبات الفطرية وان هذا الاستخدام الواسع أدى الى زيادة تلوث البيئة بالمبيدات وظهور السلالات الفطرية المقاومة لتلك المبيدات. هذه المشـــاكل دفعت العاملين في مجال مكافحة امراض النبات الفطرية الى البحث عن مبيدات بديلة تكون أكثر فاعلية واقل ضرراً على البيئة والانســان، فكان الاتجاه نحو مبيدات الفطريات الحيوية، هذه المبيدات تشــمل جميع المركبات الكيموحيوية المســتخدمة من الكائنات الحية فضـــلا عن الكائنات الدقيقة والجينات المستخدمة في مكافحة الفطريات الممرضة للنبات.

تقسـيم مبيدات الفطريات الحيوية Biofungicides Classification

تقســم مبيدات الفطريات الحيوية بحســب مكوناتها والمصــدر الذي اشــتقت منه الى المجاميع الاتية:

أولا) مبيدات الفطريات الكيموحيوية Biochemical Fungicides وتضـــم ما يأتي:

1-) مبيدات فطريات كيموحيوية نباتية المصدر
Plant Origin Biochemical Fungicides

2-) مبيدات فطريات كيموحيوية مايكروبية المصدر
Mircobial Origin Biochemical Fungicides

3-) مبيدات فطريات كيموحيوية حيوانية المصدر
Animal Origin Biochemical Fungicides

ثانياً) مبيدات الفطريات المايكروبية Mircobial Fungicides

ثالثاً) مبيدات الفطريات الجينية Geneal Fungicides

مبيدات الفطريات الكيموحيوية Biochemical Fungicides

أولا) مبيدات فطريات كيموحيوية نباتية المصدر

Plant Origin Biochemical Fungicides

تحتوي معظم النباتات على العديد من المركبات الكيميائية الأســاســية، فضــلا عن مركبات الايض الثانوية والتي تلعب دوراً مهماُ في الدفاعات الكيموحيوية للنبات ضـد

الآفات المختلفة ومنها الفطريات الممرضة للنبات، هذه المركبات أصبحت في العقود الخمسة الأخيرة مجالا خصبا للباحثين الذين بذلوا جهودا جبارة في ملاحظة النباتات المتحملة والمقاومة للآفات ومحاولة استخلاص وتنقية المركبات الموجودة فيها وتشخيصها ومن ثم دراسة تأثيرها الحيوي في الآفات ومنها الفطريات الممرضة للنبات، وقد اثمرت هذه الجهود عن اكتشاف العديد من المركبات التي أظهرت فاعلية جيدة ضد العديد من أنواع الفطريات والبكتريا الممرضة للنبات، الا ان المركبات التي اخذت طريقها للاستخدام الحقلي لا زالت قليلة مقارنة بالمستخدم منها في مكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية. ان من مبيدات الفطريات الكيموحيوية نباتية المصدر المتوفرة على المستوى التجاري ما يأتي:

1-) المبيد لافا Laava:- هذا المبيد من انتاج شركه Eagle Plant Protect Private Lmtd وهو عبارة عن زيت بذور نباتات برية وتجهز بنسبة 100% ويستخدم بتركيز 1-1.5 مل لكل لتر ماء لمكافحة الامراض الفطرية مثل البياض الزغبي والتبقع الحلقي والانثراكوز Anthracose والعفن الطري وتبقع الأوراق يمتاز هذا المبيد بعدم سميته للبائن وعدم تركه لأي تأثيرات ضارة في البيئة لذلك ينصح باستخدامه في الزراعة العضوية، كما يمتاز بقدرته الجيدة على الالتصاق بالسطوح المعاملة وتغطيته الجيدة لها وهو عديم الرائحة.

2-) المبيد فيكارد أي اس Vegard AS:- مبيد من انتاج شركه Beijing Kingbo Biotechnologg يحتوي المبيد على 0.5% من المادة الفعالة Physcion وهي عبارة عن قلويدات Alkaloids مستخلصة من النباتات وهو فعال في مكافحة العديد من امراض النبات الفطرية على الخضروات، خاصة فطريات البياض الدقيقي والانتراكنوز وذلك عند تخفيفه بمعدل 1 لتر مبيد/ 600 لتر ماء وهو عديم او منخفض السمية للبائن ويصلح للاستخدام في الزراعة العضوية.

3-) القلويدات العضوية Organic Alkaloids:- من انتاج شركة Arihant Biochemicals هذا المبيد يتوفر بشكل مسحوق ابيض قابل للبلل يحتوي على المكونات الاتية:-

Origin Alkaloids Solution 8%
Surface active ingredient 24%
Plant Protein hydrolysate 18%
Inert carrier 50%

هذا المبيد استخدم بنجاح لمكافحة العديد من امراض النبات الفطرية على الرز والفلفل والطماطة والبطاطا والمانجو والعنب والرمان ونباتات الزينة وغيرها من محاصـــيل الخضر، يرش هذا المبيد بمعدل 2.5 غم/ لتر ماء.

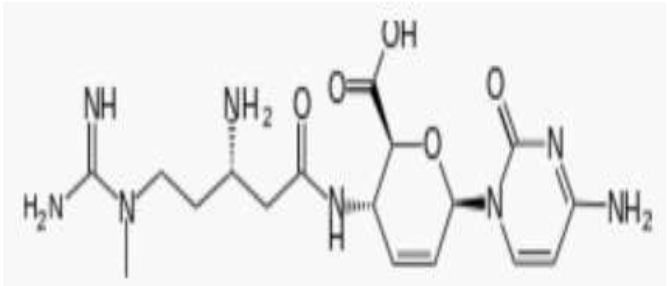
إضـــافة لما ســـبق تتوفر اليوم على المســـتوى التجاري العديد من مبيدات الفطريات نباتية المصدر تضم خلائط لمستخلصات العديد من الأنواع النباتية منها على سبيل المثال لا الحصـــر Allicin و Carvacrol و Carvone و Osthol و Santonin وغيرها كثير.

ثانياً) مبيدات فطريات كيموحيوية مايكروبية المصدر

Microbial Origin Biochemical Fungicides

هي مجموعة المركبات الكيموحيوية التي تنتجها الكائنات الدقيقة خاصـــة الفطريات والبكتريا وتعمل على قتل الفطريات او تثبيط نموها ومن اهم المبيدات التابعة لهذه المجموعة ما يأتي:

1-) المبيد بلاستيدين اس Blasticidin_S:- هذا المبيد تم عزله من اكتينومايسيت التربة Soil actinomycete المسماة *Streptomyces griseochromogenes* في عام 1955 من قبل Fukunage ولم يعرف تأثيره القاتل للفطريات الا في عام 1959 من قبل Misato، وتركيبه الكيميائي)



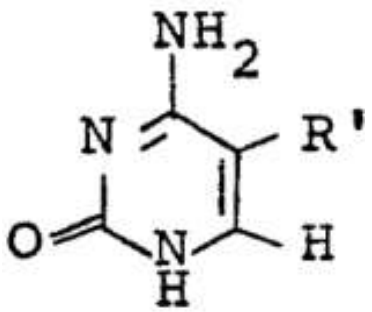
وتم انتاجه على المســـتوى التجاري بواســـطة تخمير *S. griseochromogenes* ويباع تجاريا بشكل ملح الـSalt Benzyl amino benzene sulfonate. استخدم

لمكافحة الفطر *Pyricularia oryzae* المسبب لمرض شرى الرز Rice blast على الرز.

طريقة التأثير Mode of Action:- يؤثر هذا المبيد عن طريق تثبيطه لعملية التصنيع الحيوي للبروتين عن طريق ارتباطه بالرايبوسوم Ribosome (50S) الموجود في الخلية الأولية Prokaryot مما يتسبب في تثبيط نقل الببتيدات Peptides واطالة سلسلة الاحماض الامينية.

هذا المبيد يؤثر بالملامسة وله تأثير وقائي وعلاجي. كما يعتقد انه مثبط للبكتريا والفايروسات. إضافة الى تثبيطه لنمو سبورات وهايفات الفطر *P. oryzae*. يتوفر هذه المبيد تجاريا بشكل مسحوق قابل للانتشار في الماء Dispersible (DP) powder او بشكل مركز مستحلب Emulsifiable (EC) Concentrate او مسحوق قابل للبلل Wettable Powder (WP) واسمه التجاري Bla-S-Kaken. ويستخدم بنسبة 50-75 غم مادة فعالة/ دونم وهو غير قابل للخلط مع المبيدات القاعدية ومتوسط السمية للبائن وسام للأسماك.

2-) المبيد ميليديومايسين Mildiomycin:- تم إنتاجه تجاريا من تخمير الـ *Streptoverticillium rimofaciens* السلالة B.98891 تم استخلاصه من الوسط الزراعي، وتركيبه الكيميائي:



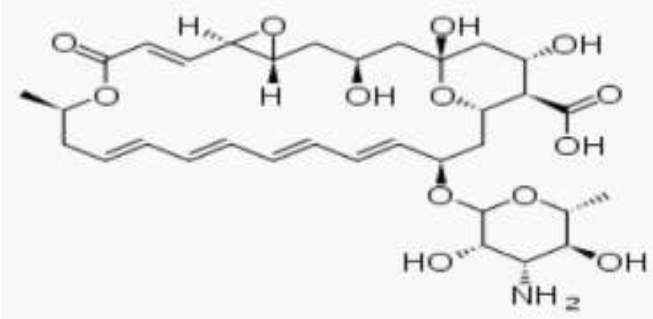
استخدم بنجاح في مكافحة فطريات البياض الدقيقي مثل *Erysiphae* spp و*Unicinula necator* و *Sphaerotheca* spp على نباتات الزينة.

طريقة التأثير Mode of Action:- يعمل هذا المبيد من خلال تثبيط عملية التصنيع الحيوي للبروتين في الخلية الفطرية ومنع عملية نقل الببتبدات لتكوين سلاسل

الاحماض الامينية، لهذا المبيد تأثير جهازي لذا فهو من المبيدات التي تعمل على إبادة فطريات البياض الدقيقي.

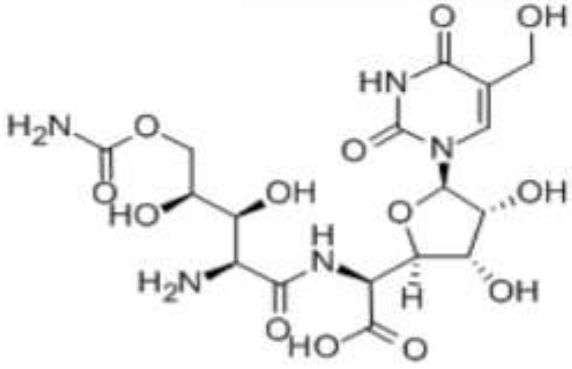
يتوفر تجاريا بشكل مسحوق قابل للبلل ويستخدم رشاً على المجموع الخضري لمكافحة فطريات البياض الدقيقي وبنسبة 1.25-2.5 غم للدونم. وهو منخفض السمية للبائن وامين على عناصر البيئة المختلفة.

3-) المبيد ناتامايسين Natamycin:- ويسمى Pimaricin و Tennectin و Myprozine، هذا المبيد تم انتاجه من نواتج الايض الثانوية لعملية تخمير الـ *Streptomyces natalensis*، *S. chamarogensis*



استخدم هذه المبيد بنجاح في مكافحة العديد من امراض النبات الفطرية خاصة تلك التي يسببها الفطر *Fusarium oxysporum* وبالأخص تلك التي تصيب ابصال الزينة. يجهز هذا المبيد بشكل مسحوق قابل للبلل تحت الاسم التجاري Delvolan، وتم معاملة الابصال عن طريق تغطيسها بمحلول المبيد، غير قابل للخلط مع المبيدات الأخرى. امين الاستخدام على البيئة وقليل السمية للبائن.

4-) المبيد بولي اوكسين بـ Polyoxin B:- تم عزله وانتاجه لأول مرة عام 1965 من *Streptomyces cacaoi* Var. asoensis بالتخمير وتركيبه الكيمائي:



اســـتخدم هدا المبيد بنجاح لمكافحة فطريات البياض الدقيقي إضـــافة الى فطريات الـــ*Botrytis cinerea* والـــ *Sclerotinia sclerotiorum* والـــ *Corynespora melonis* والـــ *Cochliobolus miyabeanus* و*Alternaria alternate* على الخضروات واشجار الفاكهة ونباتات الزينة.

طريقة التأثير Mode of Action:- يتســـبب هذا المبيد بحدوث انتفاخات غير طبيعية في الانابيب الجرثومية للسـبورات الفطرية وقمم الهايفات وبذلك يصـبح الفطر غير ممرض للنبات، ويعتقد الكثير من الباحثين ان الـــPolyoxin B يحدث تأثيره عن طريق تثبيط عملية التخليق الحيوي لجدار الخلية الفطرية.

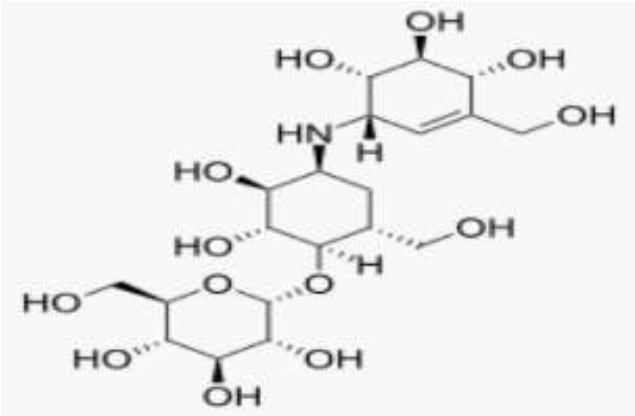
ان البولي اوكســـين يعد من المبيدات الفعالة لمكافحة مدى واســـع من الفطريات الممرضـــة للنبات، اذ يتوفر تجاريا بشـــكل مســـحوق قابل للبلل وبصـــورة مركز قابل للاســـتحلاب او بشـــكل محببات ذوابة ويباع تحت الاســـم التجاري -Polyoxin Al Kaken، ويستخدم رشـاً على المجموع الخضـري بنسـبة 50غم/ دونم وهو غير قابل للخلط مع المركبات قلوية التأثير منخفض السـمية للبائن وامين الاسـتخدام على البيئة حيث لم تسجل له أي تأثيرات جانبية ضارة.

5-) المبيد بولي اوكســـورم Polyoxorim :- هو نفس المبيد الســـابق من حيث المصـدر والفاعلية وطريقة التأثير وان الاختلاف فقط في التركيب الكيميائي حيث ان الجذر:-

$R= -CH_2OH$ = Polyoxin B

$R = - CO_2H$ = Polyoxorim

6-) المبيـد فـاليـدامـايســـين Validamycin:- تم عزلـه وانتـاجـه من تخمير *Streptomyces hygroscopicus* Var. limoneus، وتركيبه الكيميائي:



وهو مبيد فعال في مكافحة الفطريات التابعة للجنس *Rhizoctonia* وبالأخص النوع *R. solani* على الرز والبطاطا والشليك والتبغ والزنجبيل والقطن والبنجر وغيرها من المحاصيل.

طريقة التأثير Mode of Action:- مبيد غير جهازي مثبط لنمو الفطريات Fungistatic وليس له تأثير قاتل للفطريات وذلك لتسببه في احداث تفرعات غير اعتيادية في نهايات هايفات الفطر الـ Validamycin هو مثبط قوي لأنزيم الـ Trehalase في الفطر *R. solani*، هذا الانزيم يقوم بتحليل السكر الثلاثي Trehalose لتوفير الكلوكوز لنمو هايفات الفطر.

يتوفر تجاريا بشكل مركز ذواب Soluble concentrate وبصورة مسحوق تعفير لمعاملة البذور ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية مثل Validacin و Solacol و Valimun و Mycin و Vivadamy. يستخدم هذا المبيد رشاً على المجموعة الخضرية او في معاملة البذور او معاملة التربة بنسبة 7-8 غم/ دونم. يمكن خلطه مع المبيدات الأخرى. سميته منخفضة للبائن فضلا عن عدم تركه لأي اثار جانبية ضارة في البيئة.

ثالثاً) مبيدات فطريات كيموحيوية حيوانية المصدر

Animal Origin Biochemical Fungicides

ان المبيدات التابعة لهذه المجموعة لازالت محدودة جدا ولم تلقى من الباحثين الاهتمام نفسه الذي لقيته المجموعتين السابقتين من مبيدات الفطريات الكيموحيوية، لذلك نجد اليوم ان المبيدات التابعة لهذه المجموعة تضم المبيدين:

1-) المبيد كايتوسان أي اس Chitosan AS:-من انتاج شركه Beijing Kingbo Bio Co الصينية، وهو مستخلص من مادة الكايتين من مفصليات الارجل بطريقة او تقنية جديدة، ويحتوي على 5% مادة فعالة وقد اظهر هذا المبيد فاعلية جدية في مكافحة فطريات الـ Eumycetes وفطريات التربة الممرضة للنبات فضلا عن تأثيره في الفايروسات. يمكن استخدامه رشاً على المجموع الخضري بعد تخفيفه 1 لتر مبيد/ 600 لتر ماء، اما عند استخدامه لغمر البذور فيخفف بنسبة 1 لتر مبيد/ 800 لتر ماء، اما في حالة معاملة الجذور فيستخدم بنسبة ا لتر مبيد/ 1000 لتر ماء.

2-) الاحماض الدهنية Fatty Acids:- وفي الغالب هي حامض الاوليك Oleic acid وتركيبها الكيميائي:

$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH)_7\ Co_2M$
$M=H_1NaorK$

ويستخلص من الانسجة الحيوانية وله تأثير جيد في الفطريات والحشرات والادغال.

طريقة التأثير Mode of Action:- يؤثر حامض الاوليك من خلال تداخله مع مكونات اغشـــية الخلايا في الكائن المســـتهدف مما يؤدي الى تثبيط وظائف هذه الاغشية وموت الخلية يتوفر هذا المبيد بشكل سائل مركز ويباع في الأسواق تحت الأســماء M.Pede و De Moss و Scythe و Thincx و Neafat. يســتخدم هذا المبيد رشـــاً على المجموع الخضـــري وان كفاءته تعتمد على درجة تغطية المجموع الخضري للنبات لا يمكن خلطه مع بقية المبيدات وهو غير سام للبائن وليس له أي تأثيرات جانبية في البيئة.

مبيدات الفطريات المايكروبية Microbial Fungicides

هي منتجات حيوية مادتها الفعالة كائنات دقيقة او اجزائها التكاثرية والمجهزة بطريقة مشابهة لصور تجهيز مبيدات الفطريات الكيميائية والمستعملة في مكافحة الفطريات الممرضة للنبات. تقع مبيدات الفطريات المايكروبية في ثلاث مجاميع هي:

أولا) مبيدات الفطريات الفايروسية Viral Fungicides

هناك اليوم العديد من الفايروســـات التي تتطفل على الفطريات ومنها الفطريات الممرضـــة للنبات والتي يتوقع الباحثين تجهيزها قريبا للاســـتخدام كمبيدات فطريات

فايروسيه ومنها بعض الفايروسات التابعة لعائلة Totiviridae التي تضم أنواعا من الفايروسات الفطرية المعروفة والتي يطلق عليها تسمية هي *Mycorivuses* ويقصد بها كل أنواع الفايروسات التي تتطفل على الفطريات أي التي تصيبها وتتضاعف فيها. اكتشفت هذه لأول مرة في ستينات القرن الماضي على نوع الخمائر *Sccharomyces cererisiae* وكذلك في الفطر المسبب لتفحم الذرة الصفراء *Ustilage mydis* حيث وجد ان خلايا هذين الكائنين تحوي نوع جديد من الفايروسات الفطرية والتي تمتاز بأجسامها البلورية Isometric particles، وانها فايروسات ذات جينوم من النوع الرايبي مزدوج الخيط ds RNA genome، لوحظ ان هذه الفايروسات تتصرف بشكل غريب مع عائلها يختلف عما هو معتاد مع بقية الفايروسات المتطفلة على الفطريات حيث وجد انها لا تسبب أي ضرر للخلايا التي تتطفل عليها ولكنها تتكامل مع جينوم العائل وتشفر أنواع من السموم البروتينية التي تنتجها خلية العائل ثم تفرز هذه السموم خارجيا وتسبب قتل الافراد الأخرى من نفس العائل التي لا يتطفل عليها الفايروس. ضمت هذه العائلة عدد من الفايروسات المكتشفة والتي عزلت من أنواع عديدة من الفطريات والخمائر والتي وزعت في عدة اجناس كما مبين في الجدول (8-1)

الجدول (8-1): خواص اجناس الفايروسات التابعة لعائلة Totiviridae

الفايروس	طول الجينوم	حجم بروتين الغطاء
الجنس: Totivirus		
Saccharomyces cerevisiae virus L-A	**4579**	**76**
Saccharomyces cerevisiae virus L-BC	**4615**	**78**
Ustilago maydis virus H1	**6099**	**81**
الجنس: Victorivirus		
Helminthosporium victoriae 190S	**5179**	**81**
virus	**5310**	**81**
Chalara elegns RNA virus 1	**4975**	**81**
Coniothyrium minitans RNA virus	**5109**	**80**

Epichloe festucae virus 1	5133	81
Gremmeniella abietina RNA virus L	5207	83
Helicobasidium mompa	5359	77
Totivirus 1-17	5163	89
Magnaporthe grisea virus 1	5202	83
Sphaeropsis sapinea RNA virus 1		
Sphaeropsis sapinea RNA virus 2		
الجنس : Giadiavirus		
Giardia lamblia virus	6277	98
Trichomonas vaginalis virus 1	4648	74
Trichomonas vaginalis virus 2	4674	79
Trichomonas vaginalis virus 3	4844	79
الجنس : Leishmaniavirus		
Leishmania RNA virus 1-1	5248	82
Leishmania RNA virus 1-4	5283	83
Leishmania RNA virus 2-1	5241	78
Unclassified	7560	99
Penaeid shrimp myonecrosis virus	5358	83
Eimeria brunette RNA virus 1		

التصـــنيف Taxonomy

تعود هذه الفايروسات الى عائلة Totiviridae والتي تضم عدد كبير من الفايروسات المنتمية الى الاجناس الفايروســـيه التالية Totivirus, *Giardiaviruses,* and *Leisbmaniaviruses* وجميعها فايروسـات بلورية الشـكل ذات حامض نووي رايبي مزدوج ds RNA.

خواص الفريون Virion properties

الفايروســـات التابعة لهذه العائلة جميعها فايروســـات بلورية الشـــكل Isometric particles بقطر بحدود 40 نانومتر وحامضـــها النووي (الجينوم) من النوع الرايبي

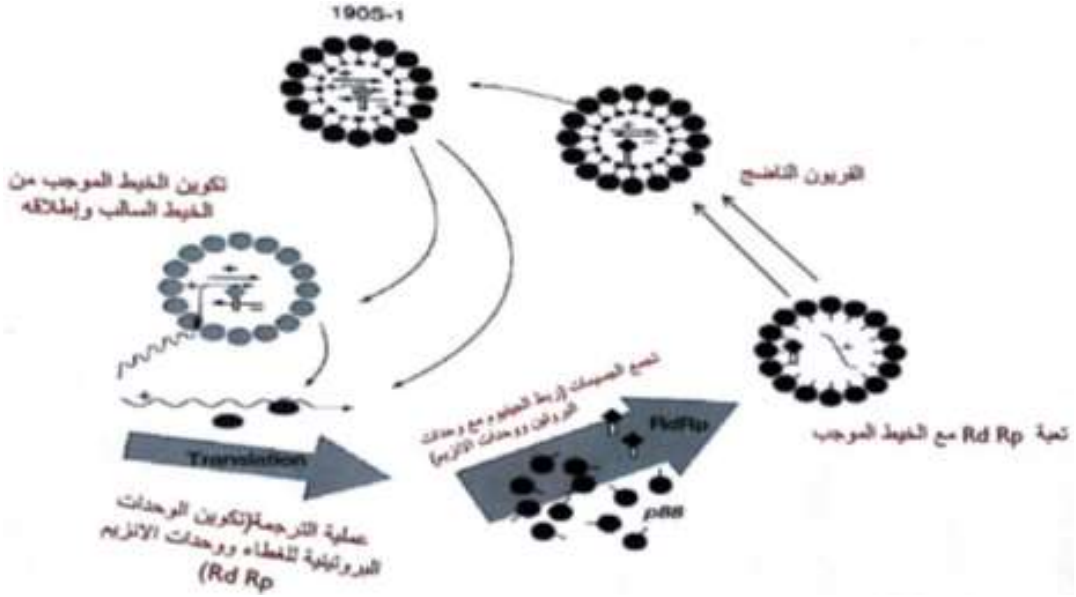
مزدوج الخيط ds RNA وحيد القطعة غير مقسم يحتوي على جينات تخليق الغطاء RNA dependent (RdRp) polymerase يتكون الكابسيد من نوع رئيسي من عديد الببتيد Polypeptide، يتراوح الوزن الجزيئي للوحدة البروتينية Protein subunit بين 76–98 كيلودالتن.

المدى العوائلي Host range

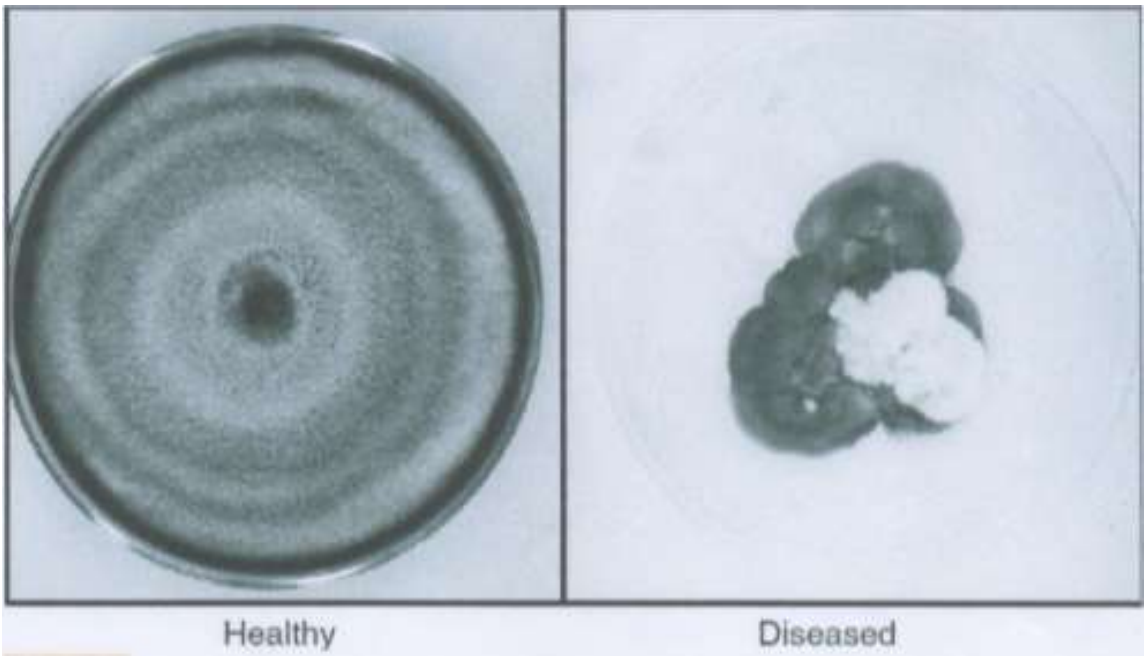
تصيب هذه الفايروسات أنواع عديدة من الفطريات والخمائر ومن أشهرها تلك التي تتطفل عليها فطريات التفحم Smut fungi كما تصيب أنواع من البروتوزوا Protozoa ومن اهم الخمائر التي تصيبها تلك التي تعود الى جنس *Saccharomyces*، وتصيب أنواع من الفطريات الناقصة ومن أهمها الفطر *Helminthosporium* كما سجل وجود بعض أنواعها متطفلة على أنواع مختلفة من القشريات البحرية ومنها أنواع من الروبيان.

دورة تضاعف الفايروس Virus Replication cycle

تتضاعف هذه الفايروسات داخل خلايا العائل في دورة تضاعفيه غير معروفة تفاصليها بشكل دقيق ولكن أجريت دراسات معقدة خارج النسيج الحي In vito studies على الفريونات المهيئة للتضاعف المرتبطة بالأنزيم RNA RNA dependent (RdRp) polymerase ومن ثم عزل الجسيمات الفايروسيه خلال مراحل مختلفة من دورة التضاعف حيث تبين ان الجنيوم يبدأ في تخليق أنزيم RNA dependent (RdRp) polymerase RNA الذي يكون الخيط السالب الذي يعقبه استنساخ الخيط الموجب الجديد ثم يعد ذلك تجميع الوحدات البروتينية المكونة للكابسيد حول الخيط الموجب وعندها يكتمل بناء الفريون الناضج. وبعد اكمال التضاعف تبدأ الجسيمات بالانقسام الخلوي حيث ليس لها القدرة على الانتقال المباشر من الخلية المصابة الى خلية سليمة عن طريق البلاومودزماتا. كما في الشكل (8-1)



الشكل (8-1): الية تضاعف فايروسات عائلة Totiviridae



الشـــكل (8-2): التأثير المرضـــي للفايروس المتطفل على النمو الفطري للفطر *Helminthosporium victoria*

الاعراض التي يسببها على الفطريات

تسبب هذه الفايروسات اعراض مختلفة على عوائلها الفطرية والتي تتباين حسب نوع الفايروس والفطر العائل، الا ان هناك اعراض مشتركة أهمها تأثيرها السلبي على نمو الفطريات حيث تقلل من النمو كذلك تحلل الهايفات الفطرية كما تســـبب تشـــوه في

طبيعة نمو الفطر. وقد يحصل انتقال للفايروس من هايفا الى أخرى عن طريق اتحاد الهايفات Hyphal anastomosis وكذلك ينتقل عن طريق انقسام الخلايا الفطرية ونتيجة لهذا التأثير المثبط للنمو عليه يمكن ان تكون بعض أنواع هذه الفايروسات مبيدات احيائية واعدة لمكافحة العديد من امراض النبات الفطرية وخصوصا تلك التي تصيب الفطريات البازيدية او الكيسية او الناقصة.

ثانياً) مبيدات الفطريات البكتيرية Bacterial Fungicides

ومن اهم المبيدات التابعة لهذا المجموعة ما يأتي:

1-) مبيد الفطريات البكتيري *Bacillus subtilis*:- وتعود لمجموعة Schizomycetes ولرتبة Eubacteriales، هذه البكتريا تعد أحد مكونات التربة حيث توجد دائما في محيط النباتات النامية وقد تم اختيار السلالة (GBO_3) لإنتاجها تجاريا وذلك لقدرة هذه السلالة على البقاء في محيط النباتات النامية وقدرتها في حماية النبات من الفطريات الممرضة. وقد تم انتاجها بشكل سبورات لمعاملة البذور عام 1994 لمكافحة مدى واسع من الفطريات المسببة لأمراض البادرات خاصة فطريات الـspp *Fusarium* والـspp *Pythium* و spp *Rhizoctonia*، على فول الصويا وفستق الحقل والحنطة والشعير ومحاصيل البقول وغيرها.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- تعمل هذه البكتريا من خلال تثبيت نفسها في منطقة الـ Rhizosphere للنباتات او البذور المعاملة واستعمار تلك المنطقة ومنع الفطريات الممرضة من التواجد فيها. ان منطقة الـRhizosphere تعني البيئة الدقيقة التي تحيط ببذور او جذور النبات والتي تنشط فيها اعداد كبيرة جدا من الكائنات الدقيقة بسبب التهوية الجيدة وتوفر الغذاء المجهز من افرازات النباتات النامية ونمو البكتريا والفطريات في المنطقة وعادة تنجذب الفطريات الممرضة لهذه المنطقة وان وجود هذه البكتريا يحول دون اجتياح الفطريات الممرضة لمنطقة الرايزوسفير والوصول الى جذور النباتات. يتوفر هذا المبيد بشكل مسحوق يحوي سبورات البكتريا لمعاملة البذور تحت العديد من الأسماء التجارية Quantum

4000 و3 System و Rotor ويستخدم لمعاملة البذور بنسبة 10-35 غم/100 كغم بذور وهو غير قابل للخلط مع المبيدات الأخرى، غير سام للبائن وليس لها أي تأثيرات جانبية ضارة في البيئة.

2-) مبيد الفطريات البكتيري *Pseudomonas chloraphis*:- تعود هذه البكتريا لرتبة Pseudomonadales ولعائلة Pseudomonadaceae، توجد هذه البكتريا في التربة وتم عزلها من Rhizosphere بعض النباتات وانتاجها تجارياً بالتخمير لاستخدامها في مكافحة فطريات التربة الممرضة للنبات.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- تعد هذه البكتريا من الأنواع النشطة التي تحتل بسرعة منطقة Rhizosphere النبات المعامل وتتنافس مع الفطريات الممرضة للنبات عن طريق حرمانها من المواد الغذائية اللازمة لنموها وذلك من خلال انتاجها للمضادات الحيوية الفطرية. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مسحوق لمعاملة البذور تحت الاسم Cedoman. وغير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات غير سام للبائن وامين الاستخدام في البيئة.

3-) مبيد الفطريات البكتيري *Pseudomonas syringae*:- وتعود لرتبة Pseudomonadales ولعائلة Pseudomonadaceae وكانت تعرف سابقاً بالاسم *Pseudomonas cerasi* توجد في الطبيعة بشكل واسع وجهزت تجارياً بواسطه التخمير لمكافحة الفطريات التي تهاجم المحاصيل المخزونة، مثل الفواكه والخضراوات ونباتات الزينة.

الفاعلية الحيوية Biological Activity :- تعمل هذه البكتريا من خلال منافستها للفطريات الممرضة على احتلال سطح المحصول المعامل ومنع الفطريات الممرضة من إصابة المحصول.

يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل معلق مركز تحت الاسم التجاري BioBlast حيث يتم تغطيس الثمار والخضراوات المطلوب حمايتها بمحلول المبيد او ان يتم رشها. لا يمكن خلطه مع المبيدات الأخرى، امين الاستخدام في البيئة وعلى اللبائن.

4-) مبيد الفطريات البكتيري *Streptomyces griseoviridis*:- وتعود لرتبة Actinomycetales ولعائلة Streptomycetaceae. ان العديد من سلالات هذه البكتريا أظهرت قدرة تضادية Antagonistic لفطريات التربة الممرضة للنبات. وقد تم انتاج السلالة K-16 تجاريا بالتخمير ثم تجفيفها، لمكافحة فطريات التربة الممرضة خاصة أنواع الـ *Fusarium* spp المسببة لأمراض الذبول وعفن الجذور فضلا عن تأثيرها في فطريات الـ *Alternaria* spp و *Pythium* spp و *Phomopsis* spp على الخضروات ونباتات الزينة.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:-توثر هذه البكتريا في الفطريات الممرضة من خلال منافستها لها على مواقع الإصابة والغذاء فضلا عن تحليلها لجدر خلايا الفطريات الممرضة وانتاجها للمضادات الفطرية.

يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل تحت الاسم التجاري Mycostop، ويستخدم لمعاملة البذور بنسبة 5-10غم/ كغم بذور وهو غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات وامين الاستخدام في البيئة وغير سام للبائن.

ثالثاً) مبيدات الفطريات الفطرية Fungal Fungicides وتضم المبيدات الاتية:

1-) المبيد الفطري *Ambelomyces quisqualis*:- وهو من الفطريات المكونة للسبورات ويعود لرتبة Sphaeropsidalis وكان يعرف سابقاً بالاسم العلمي *Cicnnobiolum cesatii* وحتى عام 1959. هذا الفطر يوجد في الطبيعة بشكل واسع، وقد تم اكتشاف العزلة رقم 10 في مزرعة للعنب في فلسطين وتم انتخابها للإنتاج التجاري للفطر وذلك بعد اكتشاف قدرة الفطر على النمو وتكوين السبورات بطريقة التخمير شبه الصلب حيث يتم عزل السبورات لاستخدامها كمادة فعالة لتجهيزها بشكل محببات قابلة للانتشار في الماء. وهو اليوم من المبيدات المايكروبية المتخصصة في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي على التفاح والخيار والعنب ونباتات الزينة والشليك والطماطة.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- ان الفطر *A. quisqualis* هو من الفطريات المتطفلة على الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي من عائلة

Erysiphaceae حيث تؤدي عملية انبات سبورات هذا الفطر على إيقاف نمو فطريات البياض الدقيقي نتيجة عملية التطفل المفرط داخل هايفات الفطر الممرض للنبات، ان الفطر الممرض يتمكن من التكاثر دون الاعتماد على ظروف المحيط الخارجي، مما يؤدي الى توقف نمو فطريات البياض الدقيقي. ان انبات سبورات الفطر المتطفل تحتاج الى رطوبة لا تقل عن 60% وان اختراق هايفات فطر البياض الدقيقي تستغرق 2-4 ساعات بالاعتماد على درجة الحرارة ان زيادة فاعلية المبيد يمكن ان تتم من خلال رشه في ظروف الرطوبة العالية أي في الصباح الباكر او قبل الغروب لوجود قطرات الندى على أوراق النبات. يجهز هذا المبيد للاستخدام الحقلي بشكل حبيبات قابلة للانتشار بالماء Water Dispersable Granule (WG) ويتوفر في السوق تحت الاسم التجاري AQ-10. يستخدم هذا المبيد رشاً على المجموع الخضري بنسبة تتراوح بين 9-18غم/ دونم. وذلك عندما تكون نسبة الإصابة بالبياض الدقيقي اقل من 10% اما إذا زادت عن ذلك فان كفاءة المبيد ستكون ضعيفة. ان زيادة كفاءة المبيد تتطلب استخدامه في الأجواء الرطبة مع ضرورة إضافة الزيوت المعدنية والمواد المستحلبة بنسبة 0.3% حجم/ حجم لزيادة انبات سبورات الفطر. يمكن خلط المبيد مع مبيدات الحشرات الحيوية ولا ينصح بخلطه مع مبيدات الفطريات، غير سام للبائن وليس لاستخدامه أي تأثيرات ضارة في البيئة.

2-) المبيد الفطري *Candida oleophila*:- ويعود لرتبة Moniliales، هذا الفطر يوجد بشكل واسع في الطبيعية واستخدمت منه العزلة I-B_2 لإنتاجه تجاريا بعملية التخمير Fermentation وقد استخدم المبيد بنجاح في مكافحة امراض ما بعد الجني Post-harvest Diseases على الحمضيات والتفاحيات.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يعمل هذا الفطر على منع اجتياح الثمار المخزونة من قبل الفطريات الممرضة عن طريق منافستها على مواقع اجتياح الثمرة، فضلا عن انتاجه لبعض المركبات الثانوية التي تعمل على قتل الفطريات

الممرضة. يجهز هذا المبيد بشكل محببات قابلة للانتشار في الماء ويستخدم رشاً على الثمار او ان يتم تغطيس الثمار بمحلول المبيد وهو غير قابل للخلط مع المبيدات الأخرى. غير سام للبائن ولا يسبب الحساسية وليس له أي تأثيرات جانبية ضارة في البيئة.

3-) المبيد الفطري *Coniothyrium minitans*:- يعود لرتبة Sphaeropsidales، تم عزل هذا الفطر من أوراق اللهانة وتم انتاجه تجاريا بالتخمير لمكافحة الفطريات التابعة للجنس *Sclerotinia* على الخس والسلجم.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- لهذا الفطر القدرة السريعة على اجتياح سطح الورقة وتغطيتها بالكامل مما يمنع اجتياحها من قبل الفطريات الممرضة للنبات، يتوفر هذا المبيد بشكل مسحوق قابل للانتشار بالماء وبالاسم التجاري Contans ويستخدم رشاً على المجموع الخضري وقبل حدوث الإصابة بفطريات الـ*Sclerotinia*. غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات الكيميائية. امين الاستخدام على البيئة وغير سام للبائن.

4-) المبيد الفطري *Endothia parasitica*:- من الفطريات الكيسية Ascomycetes ويعود لرتبة Sphaeriales. وكان يسمى سابقاً *Diaporthe parasitica* و Valsonectria *parasitica*. هذا الفطر يسبب مرض لفحة الكستناء Chestnut Blight وتم عزله من أشجار الكستناء في فرنسا، حيث استخدمت منه السلالة غير الممرضة لإنتاجه تجاريا بالتخمير لمكافحة الفطر المسبب لمرض لفحة الكستناء المسمى *Endothia parasitica*.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- تعمل السلالة غير الممرضة للفطر على اجتياح مواقع الإصابة على الشجرة والتنافس على تلك المواقع مع السلالة الممرضة ومنع حدوث الإصابة. يتوفر هذا المبيد بشكل عجينة سبورات ويستخدم رشاً على الأشجار، غير قابل للخلط مع المبيدات الأخرى، غير سام للبائن وليس له أي تأثيرات جانبية ضارة على البيئة.

5-) المبيد الفطري *Gliocladium catenulatum*:- ويعود لرتبة Moniliales، تم عزله من التربة في فنلندا وتم انتاجه تجاريا بالتخمير لمكافحة الفطريات التابعة

للأجناس *Pythium* spp و *Rhizoctonia* spp في التربة والفطريات المسببة لأمراض ما بعد الجني التابعة للأجناس *Botrytis* spp و *Didyella* spp والـ *Helminthosporium* spp. يستخدم المبيد لوقاية الشتلات من فطريات التربة والثمار المخزونة من الفطريات المسببة لأمراض الخزن.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يؤثر هذا الفطر من خلال ثلاثة اليات هي: انتاجه لمضاد حيوي يقتل الفطريات الممرضة للنبات والتطفل على الفطريات الممرضة فضلا عن التنافس معها على الغذاء.

يتوفر هذا المبيد بشكل محببات تحت الاسم التجاري Primastop ويستخدم لرش الشتلات قبل ظهور المرض، كما يستخدم لتغطيس الثمار. غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات ذات مدى التأثير الواسع. امين الاستخدام على اللبائن ولا يسبب حساسية، ليس له تأثيرات ضارة في البيئة.

6-) المبيد الفطري *Gliocladium virens*:- من رتبة Moniliales هذا الفطر كان يعرف سابقاً بالاسم *Trichoderma virens* وتم تجهيز هذا المبيد تجاريا من تخمير السلالة GL-21، وذلك لمكافحة فطريات التربة المسببة لمرض سقوط البادرات وفطريات عفن الجذور مثل الأنواع التابعة للأجناس *Rhizoctnia* و*Pythium* و*Fusarium* و *Thielaviopsis* و *Sclerotinia* و *Sclerotium* spp على نباتات الزينة والمحاصيل المزروعة في البيوت البلاستيكية والزجاجية.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- كما في المبيد السابق.

يجهز هذا المبيد بشكل محببات تباع تحت الاسم التجاري Soil Gard ويستخدم بنسبة 1-2.5 كغم/ دونم. حيث يحقن او يخلط مع التربة قبل الزراعة، لا يمكن خلطه مع مبيدات الفطريات الأخرى، منخفض السمية للبائن الا انه يسبب تهيج للجلد والعيون وليس له أي تأثير ضار في البيئة.

7-) المبيد الفطري *Phlebiopsis gigantea*:- من الفطريات البازيدية Basidiomycetes ويعود لرتبة Agaricales وكان يعرف سابقاً بالأسماء

Phlebia gigantea و *Peniophora gigantea* تم انتاج هذا الفطر بالتخمير وتم تجهيزه بشكل سبورات للفطر واستخدم لمكافحة الفطر *Heterobasidion annosum* على أشجار الصنوبر والـSpruce.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يعمل هذا الفطر عن طريق منافسه الفطر الممرض على مواقع الإصابة على الأشجار. حيث يقوم الفطر باجتياح واحتلال أماكن القطع والجروح على الأشجار ومنع الفطر الممرض من إصابة الأشجار.

يتوفر هذا المبيد بشكل مسحوق قابل للبلل تحت الاسم التجاري Rotstop حيث يتم رشه على الأشجار وخاصة الأشجار المقطوعة، غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات الكيميائية، غير سام للبائن وامين الاستخدام في البيئة.

8-) المبيد الفطري *Pythim oligandeum*:- من الفطريات البيضية Oomycetes التابعة لرتبة Peronosporales، يوجد هذا الفطر بشكل واسع في الطبيعة وتم انتاجه تجاريا بالتخمير لمكافحة مدى واسع من فطريات التربة الممرضة للنبات على المحاصيل المختلفة.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- تتمثل الفاعلية الحيوية لهذا الفطر من خلال منافسته لفطريات التربة الممرضة للنبات فضلا عن تحفيزه لنمو النبات مما يجعله اقل حساسية للإصابة بالفطريات الممرضة.

يتوفر هذا المبيد بشكل مسحوق قابل للبلل تحت الاسم التجاري Polyversum ويستخدم هذا المبيد بواقع 5 غم/ كغم من البذور، المبيد غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات الكيميائية. غير سام للبائن وامين الاستخدام في البيئة.

9-) المبيد الفطري *Trichoderma harzianum*:- من فطريات الـ Deuteromycetes ويعود لرتبة Monilialis. وكان يعرف سابقاً بالاسم *T. lignorum*، يوجد هذا الفطر بشكل واسع في الطبيعة. وقد تم اختيار السلالة T_39 واكثارها بالتخمير لإنتاجها على المستوى التجاري وذلك لقدرتها على منافسة الفطريات الممرضة للنبات. وقد اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة الـ *Botrytis* spp الموجودة في التربة وكذلك أنواع الـ *Sclerotinia* spp.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يعمل هذا الفطر على منافسه الفطريات الممرضة للنبات على الغذاء.

يجهز هذ المبيد بشكل حبيبات دقيقة تحت الاسم التجاري Trichodex حيث يضاف او يخلط مع التربة، المبيد غير قابل للخلط مع مبيدات الفطريات الكيميائية، منخفض السمية للبائن الا انه يتسبب في تهيج الجلد والعيون، سام للأسماك.

10-) المبيد الفطري الخليط من الفطرين:

Trichoderma harzianum + *Trichoderma viride*

(السلالة ATCC 20475) (السلالةATCC 20476)

وقد تم عزل كلا الفطرين من التربة وانتاجها تجاريا بالتخمير لاستخدامها في مكافحة مدى واسع من فطريات التربة الممرضة للنبات، وخاصة الفطريات *Armillaria mellea* و spp *Phytophthora* و *Pythium* spp و *Chondrostereum purpureum* و spp *Fusarium* و *Rhizoctonia* spp و *Sclerotium rolfsii*. وذلك في بساتين الفاكهة والاعناب وعلى نباتات الزينة ومحاصيل الخضر فضلا عن استخدامه في معاملة الفواكه والابصال لوقايتها من الإصابة بأمراض ما بعد الجني.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يعمل هذأه الفطران على منافسة الفطريات الممرضة على الغذاء كما يشجعان على نمو الانسجة النباتية من خلال تحفيز النبات على اطلاق اوكسينات النمو. وقد أظهرت الدراسات ان إضافة هذا المبيد الى التربة أدى الى خفض مرض الورقة الفضية في التفاحيات وان معاملة الجروح وأماكن التقليم على الأشجار منع الإصابة بالفطريات الممرضة.

يتوفر هذا المبيد تجاريا بشكل مسحوق جاف او بشكل قطع صغيرة Pellets او بشكل حقن او بشكل مساند للنباتات مشبعة بالمبيد، يتوفر في الأسواق تحت الأسماء Trichodowels و Trichopel و Trichoseal و Trichoject و Trisan و Binab. T و Bio. Trek HB.

يفضل استخدام هذا المبيد بشكل مبكر في بداية موسم الزراعة خاصة بعد التقليم وهو مبيد فعال جدا في وقاية النبات من الإصابة بالفطريات الممرضة للنبات. ولحماية

النباتات من فطريات التربة يفضل اضافته للتربة بنسبة 1.5 -3 كغم/ دونم. كما يمكن إضافة قطع المبيد حول البذور لحمايتها من الفطريات الممرضة، كما يمكن طلاء أماكن التقليم بالمبيد فضلا عن إمكانية حقنه داخل الأشجار. المبيد غير قابل للخلط مع الكيميائيات الأخرى، قليل السمية للبائن الا انه يعمل على تهيج الجلد والعيون، امين الاستخدام على البيئة.

مبيدات الفطريات الجينية Geneal Fungicides

هي الجينات المسؤولة عن مجموعة الصفات التي تعمل على قتل الفطريات وخفض أعدادها بشكل مباشر او غير مباشر، ومن هذه الجينات تلك المسؤولة عن انتاج السموم القاتلة للفطريات والجينات المسؤولة عن تشوه الفطريات او تلك المسؤولة عن مقاومة النبات للفطريات وغيرها، والجينات ليست سامة بحد ذاتها وان عملها يقتصر على توظيف العمليات الحيوية للكائن الحي لترجمه الصفة المسؤولة عنها الى واقع مادي يتمثل في اكتساب الكائن لتلك الصفة، وعليه فان مبيدات الفطريات الجينية لا يمكن تجهيزها واستعمالها بنفس الطريقة التي تتبع في تجهيز واستعمال المبيدات الكيميائية والمايكروبية، وانما تجهز تجاريا بشكل كائنات معدله وراثياً. ان مبيدات الفطريات الجينية المتوفرة على المستوى التجاري للاستخدام الحقلي تقع في ثلاثة مجاميع هي:

أولا) محاصيل مقاومة للفطريات منتجة بالطريقة المندلية:- بالرغم من بطئ هذه الطريقة ومحدودية إمكانية نقل الصفات بين افراد نفس النوع الا ان مربي النبات تمكنوا من انتاج العديد من أنواع المحاصيل المقاومة للفطريات ومنها:

1-) امراض صدأ الحبوب:- ان السيطرة على امراض الصدأ في الحبوب عن طريق تربية النبات يعد من اقدم الأمثلة حول استخدام الأصناف المقاومة وان برامج التربية مستمرة لحد الان وذلك لان فطريات الصدأ قادرة على انتاج سلالات جديدة قادرة على إصابة الأصناف المقاومة كل 3-5 سنوات.

2-) امراض الذبول الفيوزاريومي والفرتسليومي:- وتسببه فطريات التربة والتي لا يمكن السيطرة عليها الا باستخدام الأصناف المقاومة وتتوفر حالياً العديد من أصناف

القطن والطماطة المقاومة لفطريات الذبول، وكمثال نجد ان صـــنف الطماطة الذي يحمل المختصر (VENT) والذي يعني ان هذا الصنف مقاوم للـــ V=Verticillium و F=Fusarium ونيماتودا تعقد الجذور =N وموزائيك التبغ T=Tobaco Mosaic.

3-) أنواع فطريات الجنس *Phytophthora*:- هذه الأنواع تسبب العديد من امراض عفن وخياس الجذور Root rot في العديد من المحاصيل وقد ازدادت الامراض التي تسببها هذه الفطريات سوءاً في المحاصيل المعمرة كالجت واشجار الفاكهة، الا ان انتاج أصـــناف مقاومة لهذه الفطريات حد من انتشـــار الامراض التي تســـببها هذه الفطريات، كما تم انتاج العديد من الأصـــول الجذرية للعديد من أشـــجار الفاكهة المقاومة لهذه الفطريات.

ثانياً) محاصيل مقاومة للفطريات بالهندسة الوراثية:- ان التطور السريع في مجال علم الحياة الجزيئي وتطبيقاته في مجال مكافحة الآفات سواء على المستوى التجريبي والتجاري قد حقق إنجازات كبيرة في انتاج أصناف نباتية مقاومة للفطريات الممرضة للنبات وكما يأتي:

1-) المقاومة المشتقة من العائل Host-Derived Resistance :- استخدمت هذه الطريقة لإنتاج الكثير من الأصـــناف النباتية المقاومة للعديد من الفطريات والبكتريا الممرضـــة للنبات وذلك عن طريق تمييز النباتات المقاومة لهذه الفطريات والبكتيريا ومن ثم تحديد الجينات المسؤولة عن صفة المقاومة ونقلها الى الأصناف الحساسة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، مثال ذلك وجد ان أشجار الحمضيات تحتوي على بعض الانزيمات المحللة لمادة الكايتين التي تدخل في تركيب جدران الفطريات وقد تم التعرف على الجين المســؤول عن هذا الانزيم وتم إدخاله في بعض الأصـــناف المعدلة وراثياً وأصـــبحت مقاومة للفطريات حيث يعمل هذا الانزيم على تحليل جدر خلايا الفطر المهاجم.

2-) المقاومة المشـتقة من البكتريا Bacterium-Derived Resistance:- توجد مادة الكايتين Chitin في جدران خلايا الكثير من الفطريات وكذلك الحشـــرات

حيث تبطن القناة الهضـــمية الامامية والخلفية وتجعلها مقاومة للبكتريا ومســـببات الامراض الأخرى ولقد وجد الباحثون بعض الانزيمات المحللة للكايتين مثل انزيم Chitinase وقد تم عزل الجين الذي يتحكم في انتاج هذا الانزيم من البكتريا *Serratia marcescens* وتم إدخاله في البطاطا والخس والبنجر وقد أصبحت هذه المحاصيل مقاومة للفطريات التي تهاجمها حيث يقوم انزيم الـــــChitinase بإذابة الكايتين الموجود في جدر خلايا الفطريات المهاجمة فلا تحدث الإصابة.

ثالثاً) أعداء حيوية فطرية مقاومة للمبيدات:- تحتوي التربة على كثير من الكائنات الدقيقة بعضها ضار والبعض الاخر غير ضار ويمكن الى حد ما القول بان الغرام الواحد من التربة قد يحتوي على 70 مليون مايكروب، اذ تعيش الملايين منها على جذور النباتات وحبيبات التربة المحيطة والكثير من تلك الكائنات يعتبر مفيدا للنبات والحيوان والانسان والبعض يعتبر ضاراً بالنبات وتسبب الميكروبات المرضية التي تعيش في التربة خسائر كثيرة تقدر بحوالي 50% من مجمل الخسائر التي تسببها باقي الامراض وقدرت هذه الخســـائر بحوالي 4 بليون دولار ســـنوياً في أمريكا، ومن اشـــهر الامراض التي تســـببها الكائنات الدقيقة الضـــارة هي امراض الذبول وســـقوط البادرات وعفن الجذور لذلك تستعمل المبيدات في معاملة التربة والبذور للسيطرة عليها وهي مكلفة وملوثة بالإضـــافة الى انها تؤدي الى خلل في التوازن البيئي وقلة فعالية بعضـــها وصـــعوبة تطبيقها وتؤدي الى التأثير في العديد من الكائنات الدقيقة المفيدة بالتربة ومنها الأعداء الحيوية لمسببات تلك الامراض، لذا سعى العاملون في الهندسة الوراثية الى عزل هذه الكائنات وزيادة فاعليتها في مكافحة مســـببات امراض النبات وتتوفر حالياً فطريات محولة وراثياً لمكافحة مســـببات امراض النبات مثل الفطر *Trichoderma* spp والفطر *Talaromtces flavus* وقد تم دمج البروتوبلاســـت الخاص بأكثر من فطر نافع في هذين الفطرين لزيادة فاعليتهم في عملية مكافحة مســـببات الامراض فضـــلا عن نقل الجينات المســـؤولة عن مقاومة بعض مبيدات الفطريات اليها، لتصـــبح هذه الفطريات من الأعداء الحيوية الجيدة التي يعتمد عليها في مكافحة الفطريات المسببة لأمراض النبات.

الفصل التاسع

مبيدات الديدان الثعبانية الكيميائية

- مقدمة
- تقسيم مبيدات الديدان الثعبانية
- مواصفات مبيدات الديدان الثعبانية الجيدة
- مبيدات الديدان الثعبانية في الاستخدام
- المدخنات
- مبيدات الديدان الثعبانية غير المدخنة
- مبيدات الكارباميت
- مبيدات الفسفور العضوية
- مثبطات النمو
- مبيدات متفرقة
- العوامل المؤثرة في كفاءة مبيدات الديدان الثعبانية

المقدمة

لقد أصـبحت الديدان الثعبانية في السـنوات الأخيرة تحتل مركزا ينافس العديد من مسـببات امراض النبات، بل قد تتفوق عليها في أحيان كثيرة من حيث كمية الخسـارة ونوعيتها والضـرر الذي تحدثه في مجال الزراعة. ان الديدان الثعبانية او النمياتودا كما سبق ان أشرنا في الفصل الأول من الكتاب هي ديدان اسطوانية تبدو مغزليه الشكل وفي بعض الاجناس تأخذ الانثى الناضجة شكل الكيس او الكمثرى او الشـكل الكلوي. وهي ديدان مجهرية يتراوح طولها بين 0.5–4 ملم. ويتكون جسـمها من انبوبتين متداخلتين تمثل الخارجية منهما جدار الجسـم وتمثل الداخلية القناة الهضمية. تعيش الديدان الثعبانية أينما وجدت على المواد العضوية وتكثر في الطبقة العلوية من التربة وبعمق 15–20 سم وقد تصل الى عمق خمسة أمتار كما في حالة الديدان الثعبانية التي تصـيب الجذور ومنها جذور العنب المتعمقة في التربة. تعيش معظم الأنواع نباتية التغذية مرتبطة بالمجموعة الجذرية اما بشكل طفيليات خارجية او داخلية، كما تهاجم الابصال والكورمات والدرنات وتلحق بها خسائر فادحة علاوة على تسببها في ظهور العديد من العلامات المرضية على المحاصيل المصابة، كما تلعب هذه الديدان دوراُ مهما في نقل العديد من فايروسات الامراض النباتية وتسهيل دخول المسـببات الفطرية والبكتيرية عن طريق الجروح التي تحدثها في المجموع الجذري للنبات. ان مكافحة هذه الديدان تعد من العمليات الصعبة في كثير من الأحيان وذلك لوجودها في التربة وصعوبة رؤيتها بالعين المجردة وان الاعراض التي تسببها للنبات هي مؤشر وجودها. وتتركز معظم الوسائل المستخدمة في هذا المجال على محاولة احداث تغير في البيئة التي تعيش فيها الديدان الثعبانية بحيث تصـبح غير ملائمة لزيادة اعدادها ومن هذه الوسائل:

1–) التعقيم الشمسي Solarization.
2–) اتباع دورة زراعية لا تزرع فيها العوامل المعرضة للإصابة لفترة معينة.
3–) ترك الأرض بوراً لفترة كافية لحرمان الديدان الثعبانية من عوائلها الغذائية.
4–) غمر الأرض المصابة بالمياه لفترة كافية لقتل أكبر عدد من الديدان الثعبانية.

ان الوســـائل المذكورة انفاً وبالرغم من الدور الذي تلعبه في خفض اعداد الديدان الثعبانية، الا انها طرائق بطيئة لا تظهر نتائجها بســـرعة. لذلك فان الطرائق المعول عليها في مكافحة الديدان الثعبانية هي اســـتخدام المبيدات الكيميائية من اجل تحقيق مكافحة كفؤة وسـريعة. لذلك سـنحاول في هذا الفصـل تسـليط الضـوء على المركبات الكيميائية المستخدمة في هذا المجال.

تقسيم مبيدات الديدان الثعبانية الكيميائية

Classification of Chemical Nematicides

ان المبيدات الكيميائية المسـتخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية تقسـم الى مجموعتين رئيستين هما:

المجموعــة الأولى:- مبيــدات الــديــدان الثعبــانيــة المــدخنــة Fumigant Nematicides وتضم:

1,2-Dichloropropane, 1,3- Dichloropropane, Carbon Disulfide, Cyanogen, Dazomet, Dithioether, Methyl Bromide, Methyl Iodide, Sodium, Tetrathiocarbonate.

المجموعة الثانيـة:-مبيدات الديدان الثعبانيـة غير المدخنة Non_Fumigant Nematicides وتضم المجاميع الاتية:

أولا) مبيدات الديدان الثعبانية الكارباماتيه Carbamate Nematicides وتضم:-

Alanycarb, Aldicarb, Aldoxycarb, Benomyl, Carbofuran, Carbosulfan, Cloethocarb, Oxamyl, Tirpate.

ثانياً) مبيدات الديدان الثعبانية الفســـفورية العضـــوية Organophosphorus Nematicides وتضم المجاميع الاتية:-

1-) مبيدات الديدان الثعبانية من مجموعة الـOrganophosphate وتضم المبيدات الاتية: Diamidafos, Fenamiphos, Fosthietan, Phosphamidon

2-) مبيدات الديدان الثعبانية من مجموعة الـ Organothiophosphate

Cadusafos, Chlorpyrifos, Dichlofenthion, Dimethoate, Ethoprophos, Fensulfothion, Fosthiazate, Heterophos, Isamidofos, Isazofos, Phorate, Phosphocarb, Terbufos, Thionazin, Triazophos

3-) مبيدات الديدان الثعبانية من مجموعة Phosphonothioate وتضم المبيدين:
Imicyafos, Mecarphon

4-) مبيدات أخرى تابعة لمجموعة الفسفور العضوية:
Disulfoton, Isazphose, Phenamiphose, Thimet

ثالثاً) مبيدات الديدان الثعبانية المثبطة للنمو Growth Inhibitors Nematicides وتضم مجموعتين هما:

1-) مشابهات منظمات نمو الحشرات وتضم:
Fenoxycarb, Hydroprene, Kinoprene, Methoprene, Methoxy Fenozide

2-) مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis Inhibitors وتضم:
Diflubenzuron, Flafenoxuron, Lufenuron, Teflubenzuron, Thiadiazin, Triflumuron.

رابعاً) مبيدات ديدان ثعبانية متفرقة Misellanous Nematicides وتضم المبيدات الاتية: Acetoprole, Benclothiaz, DCIP, Fluensulfone, Furfural, Tioxazafen, Xylenols

مواصفات مبيدات الديدان الثعبانية الجيدة

Characteristics of Good Nematicides

يشترط في مبيد النيماتودا الجيد توفر المواصفات الاتية:

1-) ان يكون ذو سمية عالية لجميع أنواع الديدان الثعبانية الممرضة للنبات.

2-) ان يكون متخصصاً على الديدان الثعبانية المستهدفة وقليل او عديم السمية على الكائنات غير المستهدفة في المكافحة.

3-) ان يكون ذو قدرة عالية على النفاذ واختراق جدار جسم النيماتودا وقتلها بسرعة.

4-) ان يكون منخفض السمية للنباتات واللبائن.

5-) ان تكون لجزيئاته القدرة على النفاذ خلال حبيبات التربة والانتشار بشكل جيد.

مبيدات الديدان الثعبانية في الاستخدام Nematicides In Application

في العراق والمنطقة العربية تم استخدام العديد من مبيدات الديدان الثعبانية التابعة لمجاميع كيميائية مختلفة واظهرت نتائج متباينة تبعا لنوع المبيد ونوع العائل النباتي

ونوع الديدان الثعبانية وعوامل أخرى مرتبطة بالتطبيق. وفيما يأتي اســـتعراض لاهم تلك المبيدات:

المجموعة الأولى:- المدخنات Fumigants

وتضـم عدداً من الغازات السـامة والمركبات الكيميائية ذوات الضـغط البخاري العالي والتي تتحول في التربة الى غازات وابخرة تنتشـر بين حبيبات التربة وتعمل على إبادة الديدان الثعبانية وخاصــة خارجية التطفل، وهي مركبات غير متخصـصــة حيث انها تعمل أيضـــا على إبادة الفطريات، والبكتريا وبذور الادغال. ومن اهم المركبات المستخدمة في هذا المجال:

1-) ثاني كبريتيد الكاربون Carbon Disulfide:- ويســمى أيضــا Carbon Bisulfide او CS_2 ويوجد بشكل سائل يميل الى الاصفرار رائحته غير مقبولة وهو قابل للاشـــتعال وغالبا ما يخلط بأربعة امثاله بالحجم مع رابع كلوريد الكاربون لتقليل خطره. يستخدم في تبخير التربة ضد الديدان الثعبانية والآفات الأخرى.

2-) بروميد المثيل Methyl bromide (CH_3Br) :- ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة منها Meth-O- Gas bromethane و Me-Br. وهو غاز سـام لجميع صور الحياة تبلغ درجه غليانه 3.56مْ. ويباع عادة بشكل سائل مضغوط داخل علب معدنية او أســـطوانات كبيرة الحجم. وهو غاز عديم اللون رائحته حلوة وهو ثابت لا يشتعل ويستخدم في القطر بكثرة في تعقيم ترب البيوت الزجاجية وفي الدول المتقدمة يستخدم لتعقيم ترب الأراضي الزراعية. ويشترط في هذا المجال تغطية التربة المعاملة لمنع تسربه الى الهواء وعدم استخدامه بوجود المحاصيل الزراعية لأنه يعد ساماً جداً للنبات.

3-) ثنائي بروميد الاثيلين Ethylene Dibromide:- ويســمى أيضــا 1,2- bromoethane و Naphis و Dowfume W.85 و Soil Brom و $Br - CH_2 - CH_2 - Br$. EDB – وهو عبارة عن مادة متطايرة توجد بشـكل سـائل عديم اللون ويســتخدم في تبخير التربة، يغلي عند درجة 131.5مْ وقد اظهر فاعلية في مكافحة

الديدان الثعبانية في حقول البطاطا والتبغ وغيرها . ويفضـل زراعة الأرض بعد 10–15 يوماً من المعاملة.

4–) ثاني كلوريد الاثيلين Ethylene Dichloride:– ويسمى أيضا Ethylene Chloride و 1,2–Dichloroethane و EDC. وهو من الغازات الامينة الاستعمال وسـميته قليلة للإنسـان والحيوان ويباع عادة مخلوط مع رابع كلوريد الكاربون بنسـبة 1:3 لضمان عدم اشتعاله ويوجد بصورة سائلة على درجه حرارة الغرفة رائحته تشبه رائحة الكلوروفورم أثقل من الهواء وقليل الذوبان في الماء. اسـتخدم بنجاح لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

5–) خليط دي – دي D–D Mixture:– وهو خليط من المركبين

1,3 –Dichloropropene $CHCL=CHCH_2CL$

+

1,2 –Dichloropropene $CLCH_2CHCLCH_3$

يباع تجارياً تحت الاسـم Dowfume –N او Vidden –D وهو سـام جداً للديدان الثعبانية والنبات على السواء لذا يجب ان تعامل التربة به قبل فترة مناسـبة من موعد الزراعة. وهو ضار جداً لجلد الانسان. والمخلوط سائل لونه اصفر مخضر يغلي بين 50–115مْ ويتحول الى غاز عند اضافته للتربة. وقد استخدم بنجاح لمكافحة الديدان الثعبانية المسببة لتعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات. ويستخدم بحدود 2–3 سم^3 لكل متر مربع.

6–) ميتام صـوديوم Metam Sodium:– من المبيدات المسـتخدمة في تدخين التربة لمكافحة الديدان الثعبانية والفطريات والحشـرات وبذور الادغال، ويعد مادة مبخرة من حيث الاستخدام في الولايات المتحدة الامريكية. وعند اضافته للتربة يتحول الى مادة الـMethyl Isothiocyanate (MITC) والتي تعد المادة الفعالة والقاتلة للديدان الثعبانية. يجهز هذا المبيد بشكل محببات تضاف للتربة عند الاستخدام وقد اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة الديدان الثعبانية.

7–) ايزوثايوسـيانيت Isothiocyanate:– مبيد نيماتودي بدأ اسـتخدامه في الولايات المتحدة الامريكية في ثلاثينيات القرن العشـرين واظهر كفاءة عالية جدا في مكافحة الديدان الثعبانية.

8-) صوديوم تتراثايوكاربونيت Sodium Tetrathiocarbonate:- هذا المدخن سجل حديثاً للاستخدام في تدخين التربة قبل الزراعة لمكافحة الديدان الثعبانية والحشرات والادغال. يجهز هذا المبيد بشكل سائل يمكن استخدامه في أجهزة الري بالتنقيط حيث يتحلل بالتربة سريعاً الى ثاني كبريتيد الكاربون CS_2 وهيدروكسيد الصوديوم NaoH وهيدروجين سلفايد وكبريت. ويرجع الفعل السام لمادة ثاني كبريتيد الكاربون والمعروفة بتاريخها الطويل كمادة مدخنة. ان هذا المدخن لا ينتشر بسرعة في هواء التربة ويحتاج الى رطوبة عالية عند استخدامه لكي يتخلل حبيبات التربة.

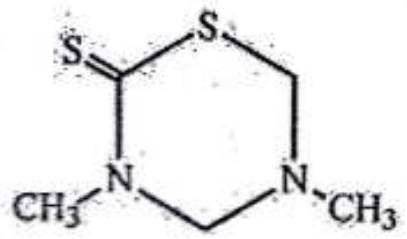
9-) ايوديد المثيل Methyl Iodide:- وهو بديل لبروميد المثيل الذي منع استخدامه في معظم دول العالم. وقد اظهر سمية عالية للنيماتودا النباتية تزيد عن سمية بروميد المثيل وذلك بسبب قله تبخرة او تطايره، هذا المبيد يتحلل في الجو قبل تفاعله مع الأوزون، كما ان استخدامه أكثر امانا من بروميد المثيل بسبب وجوده بشكل سائل.

10-) بروبارجيل برومايد Propargyl Bromide:- هذا المدخن لازال في مرحلة الدراسة والتجريب وقد أظهرت نتائج الدراسة المختبرية فاعليته الجيدة في مكافحة النيماتودا *Meloidogyne incognita* على الطماطة، ان صفة الانفجارية في هذا المركب تتطلب إيجاد حل لهذه المشكلة وتجهيزه بطريقة تكون اكثر امانا للاستخدام.

11-) الكلوروبكرين Chloropicrin:- ويسمى أيضا Nitrochloroform و Picfume و Trichloronitromethone و Chloro-O-pic. ويعد من معقمات التربة الفعالة ويوجد بصورة سائل عديم اللون عند درجة حرارة الغرفة ويتبخر ببطء. درجة غليانه 112مْ والغاز الناتج أثقل من الهواء، وقليل الذوبان في الماء، وهو غير قابل للاشتعال، ويستخدم في تعقيم التربة قبل زراعة المحصول. وهو مادة مسيلة للدموع ومقيئة وتمتاز بسميتها الشديدة للبائن.

12-) دازوميت Dazomet:- ويسمى أيضا Basamid و Thiafiazine-2- thione ويحضر المركب من تفاعل ثاني كبريتيد الكاربون Carbon Disulphide

وميثايل امين Methylamine وفومالديهايد Formaldehyde. المادة الفعالة عبارة عن بلورات تنصـــهر عند درجة 100مْ، قليلة الذوبان بالماء وتذوب بشـــكل جيد بالكلوروفورم.



Tetrahydro-3,5-dimethyl-1,3,5-thidiazine-2thione

يجهز تجارياً بشكل محببات تضاف الى التربة بمعدل 5–40 غم/م^2 لمكافحة الديدان الثعبانية والفطريات والحشرات والادغال. يتحلل في التربة بفعل الرطوبة ودرجة الحرارة ويعطي المركب Methyl isothiocyanate الســـام. ويعد المبيد دازوميت من المبيدات متوسـطة السـمية للثدييات والحد المسـموح لمتبقياته على المنتجات الغذائية يجب ان لا يزيد عن 0.5 ملغم لكل كغم. وفي العراق اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة في مكافحة مرض موت بادرات التبغ المتســبب عن فطريات *Fusarium solani* Mart. و *Rhizoctonia solani* Kuh. و *Macrophomina phasolina*.

13–) تيلون Telone:– وهو عبارة عن خليط ثنائي كلوروالبروبين ويستعمل لتبخير التربة قبل او خلال الزراعة لمكافحة الديدان الثعبانية.

اليه التأثير السام للمدخنات Mode of Toxic Action of Fumigants

تقوم المركبات الهيدروكاربونية الهالوجينية بتثبيط بعض الانزيمات الرئيسـة في النظام الحيوي للنيماتودا وذلك عن طريق التفاعل بين الهاليد Halide وكل من المراكز المحبة للنواة Nucleophilic Centers ومجموعات الســـلفاهيدريل (SH) والأمين (NH_2) والهيدروكسـيل (OH) في النيماتودا، كما يؤدي تفاعل الهاليدات كيميائيا مع بعض المركبات الحيوية في جســـم النيماتودا الى تثبيط تكوين البروتينات او بعض المواد المنظمة (الهرمونات) او نواتج تمثيل الخلايا، كما قد تتداخل جزئيات المبيد (الهالوجينات العضوية) مع جزئ الحديد الموجود في السايتوكروم، وبالتالي فهي تؤثر

في انزيم Cytochrome oxidase وتسبب شلل النيماتودا وموتها، ويتوقف ذلك على تركيز المبيد والجرعة ومدة تعرض النيماتودا للمبيد. اما مركبات الايزوثايوسيانات Isothiocyanates فأنها تحدث تأثيرها السام في النيماتودا عن طريق تفاعلها مع المراكز او المواقع المحبة للنواة وكما في الهالوجينات وتؤثر على استهلاك الاوكسجين وانزيم سايتوكروم اوكسيديز.

المجموعة الثانية:- مبيدات الديدان الثعبانية غير المدخنة Non_Fumigants

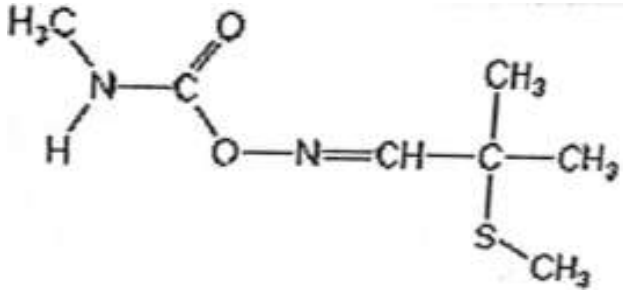
ان معظم المبيدات التابعة لهذه المجموعة هي مبيدات حشرات تعمل من خلال تأثيرها في الجهاز العصبي او في عملية تنظيم النمو وتثبيط تصنيع الكايتين في الحشرات، وان تأثيرها السام للديدان الثعبانية يرجع الى التشابه الكبير في الجهاز العصبي للديدان الثعبانية مع الحشرات فضلا عن وجود الكايتين في جدار جسمها. وفيما يأتي عرض لاهم المبيدات المستخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية المستخدمة في العراق والمنطقة العربية:

أولا) مبيدات الديدان الثعبانية الكارباماتية Carbamate Nematicides

مركبات الكارباميت هي عبارة عن مشتقات من حامض الكارباميك Carbamic acid، وتمتاز مبيدات مجموعة الكارباميت بخواص الاسترات والاميدات، لذلك فهي تتحلل في الوسط القلوي والحامضي، كما ان استرات حامض N-alkyl Carbamic هي فقط التي تعطي خواص الإبادة للمبيدات التابعة لهذه المجموعة، اما النشاط العالي لمبيدات هذه المجموعة فتظهره مجموعة الـ Aryl esters كحامض N-methyl Carbamic. ان من اهم مبيدات هذه المجموعة التي استخدمت في مكافحة الديدان الثعبانية ما يأتي:

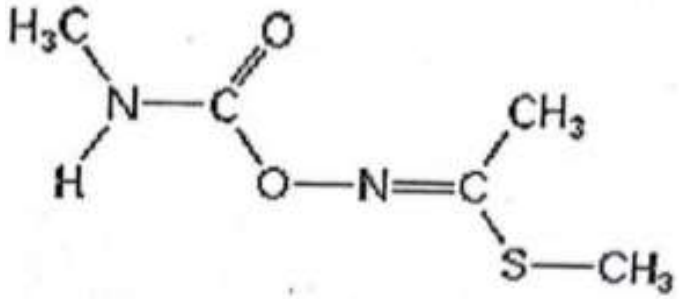
1-) الديكارب Aldicarb:- ويسمى أيضا Temik او Ambush وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات والحلم و الديدان الثعبانية. والمادة النقية صلبة بيضاء تنصهر عند 100مْ اما المادة الخام من المبيد فلونها بني مصفر، درجة ذوبانه في الماء 0.006 عند 25مْ وتذوب في المذيبات العضوية ولكنها لا تذوب في

الهيدروكاربونات البارافينية. مركب ثابت تحت ظروف التخزين ودرجة حرارة اقل من 50مْ وقابل للخلط مع العديد من المبيدات ما عدا التي لها قلوية شديدة. يجهز بشكل محببات تضاف الى التربة. اسمه وتركية الكيميائي:



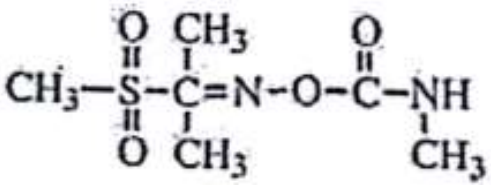
2-methyi-2-(methylthio) propionaldehyde-o-(methylcarbamoy) oxime

2-) ميثوميل Methomyl:- ويباع تجارياً تحت أسماء مختلفة هي Lannate و Nudrin و Dupont 1179 وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات والحلم والديدان الثعبانية ويؤثر بالملامسة وعن طريق المعدة. تتراوح قيمة الـ LD_{50} للمبيد 17 ملغم/ كغم، يجهز بشكل محببات تضاف للتربة لمكافحة الديدان الثعبانية وحشرات التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



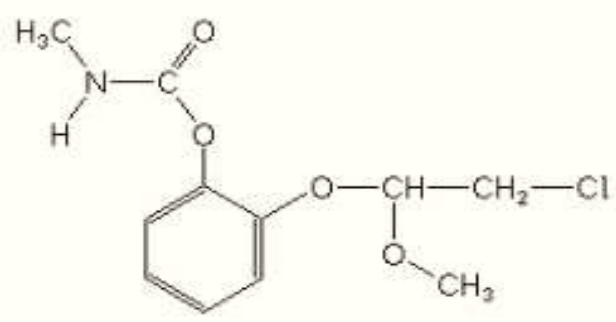
S-methyl-N-(methylcarbomoyl) oxythioacetimidae

3-) الدوكسيكارب Aldoxycarb:- ويسمى أيضا Standak و Sulfocarb و Uc-21865 وهو مبيد جهازي يستخدم لمكافحة الحشرات و الديدان الثعبانية. تبلغ قيمة LD_{50} 21.4 ملغم/ كغم ويسبب تهيجاً بسيطاً للجلد عند ملامسته للجلد ويجهز بشكل محببات 5% لوحظ انه يتسبب بعض السمية لنبات فول الصويا والفاصوليا وخاصة البادرات ويستخدم بإضافته الى التربة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



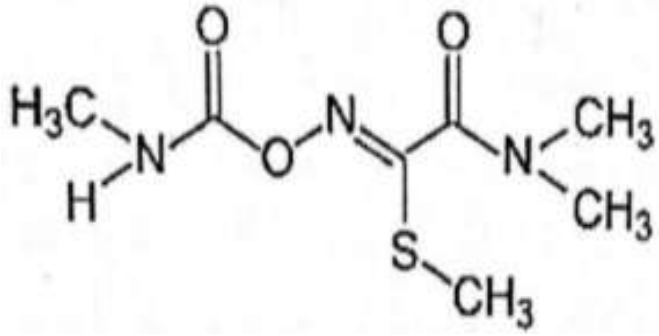
2-methyl-2-(methylsulfonyl) propionaldehyde O-methyl-caranoyloxime

4-) كلوثوكارب Cloethocarb:- ويسمى أيضا Lance و BAS-263، وهو مبيد جهازي يؤثر على مختلف أنواع الديدان الثعبانية . تبلغ قيمة LD_{50} للمبيد 35 ملغم/ كغم. يباع تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل 50% او بشكل محببات 15% امين الاستخدام من حيث عدم تسببه في ظهور اثار سمية على النباتات المعاملة، يؤثر هذا المبيد على الديدان الثعبانية عن طريق المعدة والملامسة. اسمه وتركيبه الكيميائي:



1-(2-chloro-1-methoxyethoxy)pheny N-methlcarbamate

5-) اوكساميل Oxamyl:- مبيد للديدان الثعبانية يمتاز بسميته العالية للبائن وهو مبيد حشرات واكاروسات أيضا، استخدم بنجاح لمكافحة ديدان العقد الجذرية على الطماطة. عرف تجارياً في العراق باسم Vydate. اسمه وتركيبه الكيميائي:

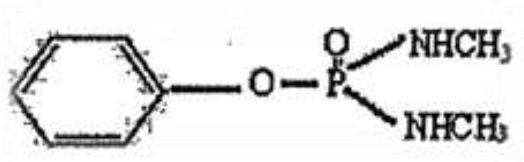


N,N-dimethyl-2-methlcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)aceramide

ثانياً) مبيدات الديدان الثعبانية من مجموعة الفسفور العضوية

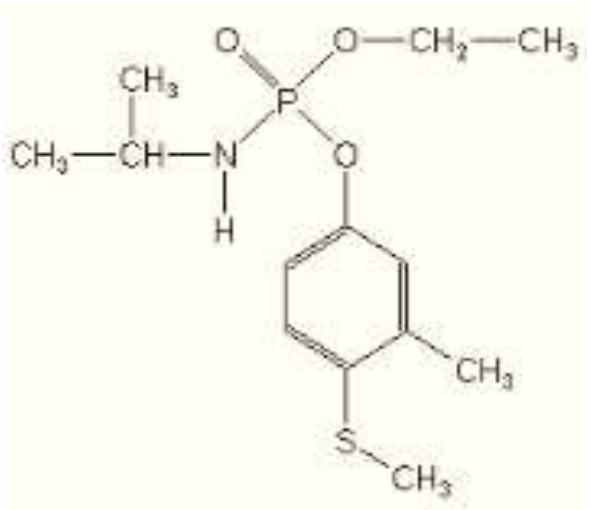
Organophosphorus Nematicides

1-) نيلايت Nellit:- ويسمى أيضا Dowco 169. حضر هذا المركب عام 1962 وهو مبيد جهازي يمتاز بفاعليته ضد الديدان الثعبانية خاصة نيماتودا تعقد الجذور. امتصاصه قليل من قبل النبات في الترب الغنية بالمواد العضوية. اسمه وتركيبه الكيميائي:



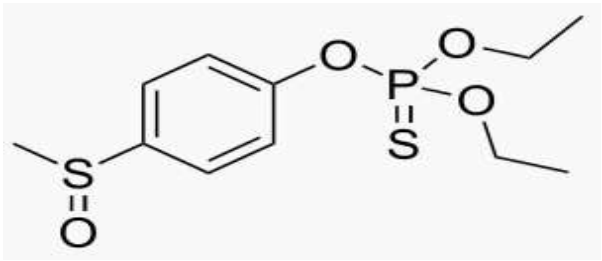
Phenyl N,N-dimethyl phosphorodiamidate

2-) فيناميفوس Phenamiphos:- ويسمى أيضا Nemacur وهو من اكثر مبيدات النيماتودا شهرة واستخداماً في الوقت الحاضر، المادة الفعالة للمبيد صلبة بنية غير متطايرة وتذوب في الماء بنسبة 400 جزء بالمليون وهو من المبيدات الجهازية حيث يضاف الى التربة ويمتص عن طريق الجذور. كما يمكن استخدامه رشاً حيث يمتص أيضا عن طريق الأجزاء الخضرية للنبات وينتقل الى جميع أجزاء النبات بكمية كافية لقتل الديدان الثعبانية، ومن مساوئه سميته العالية للبائن حيث تصل قيمة LD_{50} للقوارض بحدود 15 ملغم/ كغم. اسمه وتركيبه الكيميائي:



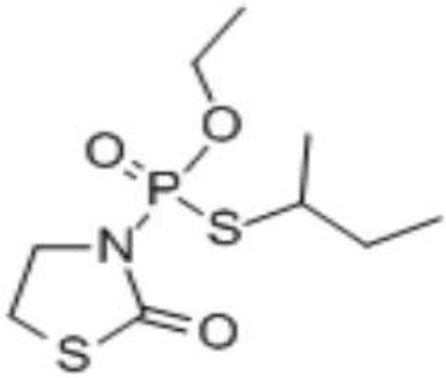
Ethyl 3-methyl-4-(methylthio)phenyl (1-methylethyl)phosphoramidate

3-) فينوسلفوثيون Fensulfothion:- ويسمى أيضا Dasanit و Terracur. وهو من المبيدات الجيدة المستخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية كما يستخدم في مكافحة الحشرات ويؤثر بالملامسة. اسمه وتركيبه الكيميائي:

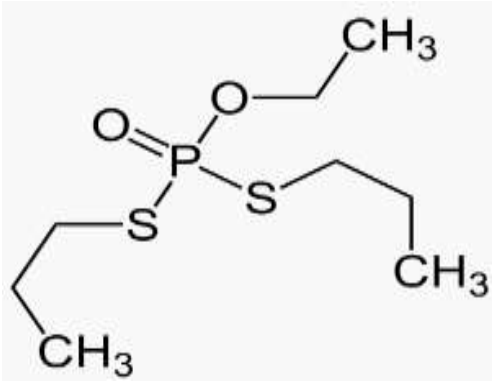


O,O-dirthyl O-[4-(methylsulfinyl)phenyl] phosphorothioate

4-) فوسثيازات Fosthiazate:- مبيد ديدان ثعبانية جهازي استخدم بنجاح لمكافحة الديدان الثعبانية فضلا عن فاعليته الجيدة في مكافحة الحشرات والاكاروسات، يجهز بشكل مركزات قابلة للاستحلاب وبشكل محببات. تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الفم 57 ملغم/ كغم. سوق تجارياً تحت الاسم Nemathorin و Sinnema، ظهر هذا المبيد لأول مرة عام 1992، وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة نيماتودا تبقع البطاطا *Pratylenchus penetrans* ونيماتودا تعقد الجذور على التبغ وفستق الحقل spp *Meloidogyne* و *M. arenaria*. تركيبه الكيميائي:

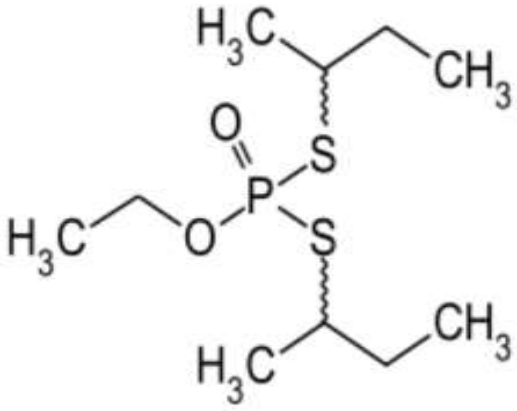


5-) المبيد ايثوبروب Ethoprop:- مبيد نيماتودا جهازي، بدأ استخدامه عام 1960، ان حركه هذا المبيد وانتشاره في التربة وفترة نصف عمره تعتمد بدرجه كبيرة على نسبة المادة العضوية في التربة، يجهز هذا المبيد بشكل محببات ومركز قابل للاستحلاب. تركيبه الكيميائي:

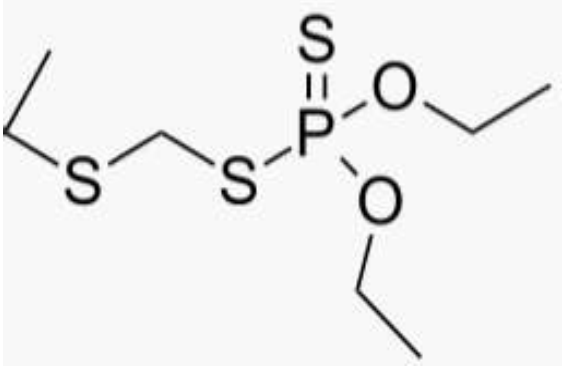


6-) المبيد كادوسافوس Cadusafos:- مبيد ديدان ثعبانية غير جهازي، استخدم لمكافحة النيماتودا وحشرات التربة في بساتين الموز والمحاصيل الأخرى، وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة النيماتودا *Rhadopholus similis* ونيماتودا الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans*، يتوفر تجارياً بشكل محببات وكبسولات دقيقة.

تركيبه الكيميائي:



7-) المبيد تيربوفوس Terbufos:- هذا المبيد لم يأخذ طريقة للاستخدام بشكل واسع كبقية مبيدات الديدان الثعبانية ويرجع ذلك الى بطئ تأثيره في الديدان الثعبانية وهو مبيد حشرات أيضا. يتوفر بشكل محببات. وتركيبه الكيميائي:



اليه التأثير السام لمركبات الكارباميت والفسفور العضوية

Mode of Toxic Effects of Carbamate and Organophosphate

ان التأثير السام لهاتين المجموعتين من المبيدات يكاد ينحصر في الجهاز العصبي للديدان الثعبانية ومفصليات الارجل، ويمكن تلخيص تأثيرها السام في قدرتها على تثبيط انزيم الكولين استريز Cholineastrase Inhibition حيث تعد مادة الاسيتل كولين Acetylcholine مادة مهمة في نقل الايعازات العصبية وبعد ان تقوم بتأدية هذه الوظيفة في مناطق الاشتباك العصبي Synaps يتم تحليلها بواسطة انزيم استيل كولين استريز Acetyl choline esterase الى كحول الكولين وخلات، حيث تمتص ثانية من قبل الجسم للاستفادة منها وتثبيط هذا الانزيم يؤدي الى تراكم مادة اسيتل كولين في نهاية الاعصاب مما يؤدي الى حدوث الشلل وموت النيماتودا.

ثالثاً) مبيدات الديدان الثعبانية المثبطة للنمو

Growth Inhibitors Nematicides

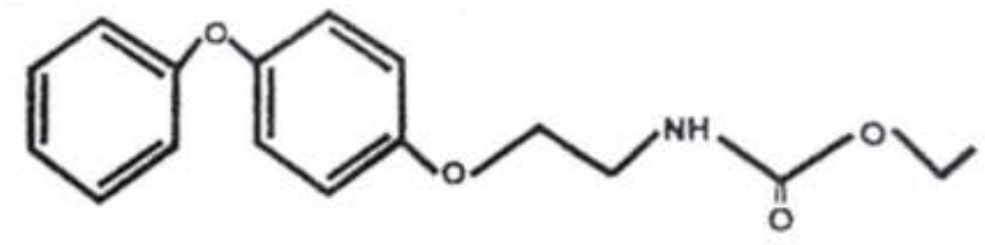
ان ظهور هذه المجموعة من المركبات جاء نتيجة لمحاولات التغلب على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات، هذه المركبات تعرف بمثبطات تطور الحشرات Insect Development Inhibitors وتمتاز هذه المركبات بتخصصها مما يجعلها امينة الاستخدام تماماً على الانسان والحيوانات الفقرية لاسيما وان دورها لا يتعدى سوى الاخلال بالعمليات الفسيولوجية والكيموحيوية للحشرات وان طريقة تأثيرها في الحشرات لا تتم بنفس الطريقة التي تتم فيها في الحيوانات الراقية فضلا عن ان الهرمونات الحشرية المعروفة التي تتحكم في عمليات الانسلاخ والتطور تختلف في تركيبها الكيميائي عن الهرمونات التي توجد في الفقريات لعدم حدوث مثل تلك العمليات فيها أساسا. ان التطور الحاصل في مجال الكيمياء العضوية والحياتية أدى الى تخليق مجموعة من المركبات التي تعمل على تثبيط نمو الحشرات. ان مركبات هذه المجموعة تشكل اليوم مجموعة كيميائية مستقبلية يمكن استخدامها لمكافحة الديدان الثعبانية، خاصة وان نتائج العديد من الدراسات المختبرية اكدت فاعليتها وسميتها للديدان الثعبانية وذلك لوجود الأهداف التي تعمل عليها تلك المركبات في

الديدان الثعبانية وهي هرمونات النمو والانسلاخ والكايتين. ان مركبات هذه المجموعة تقع في قسمين هما:

القسم الأول:- مشابهات منظمات النمو Growth Regulators Mimics

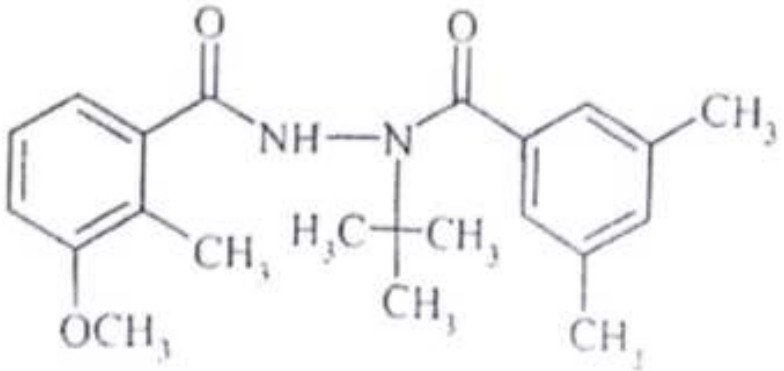
وهي مجموعة المركبات التي تؤثر في نمو الديدان الثعبانية بطريقة مشـابهة لهورمون الصبا والانسلاخ ومن مركبات هذه المجموعة ما يأتي:

1-) فينوكسـي كارب Fenoxycarb:- احد مشابهات هرمون الشباب الذي ينتمي الى مجموعة Phenoxyphenoxy ويباع تجارياً تحت الاســـم Insegar كما يباع تحت الاسم Preclude. اسمه وتركيبه الكيميائي:



Ethyl [2-(4- Phenoxyphenoxy) ethyl] carbamate

2-) ميثوكسـي فينوزايد Methoxyfenozide:- من مشـابهات هرمون الانسـلاخ وهو مضـاد لعملية الانسـلاخ استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الآفات الحشرية على محاصـيل الخضـر واشـجار الفاكهة وخاصـة حشـرات حرشـفية الاجنحة، كما اظهر فاعلية جيدة في مكافحة دودة درنات البطاطا ويعود لمجموعة Diacylhydrazine، عرف في العراق بالاسم التجاري Runner، اسمه وتركيبه الكيميائي:

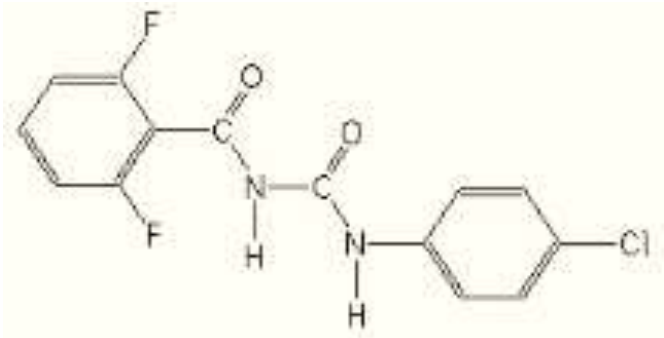


N-(3,5-dimethyl benzoyl)-N-tert-butyl-(2-methyl,3-methoxy benzoyl) hydrazide

القسم الثاني:- مثبطات تصنيع الكايتين Chitin Synthesis Inhibitors

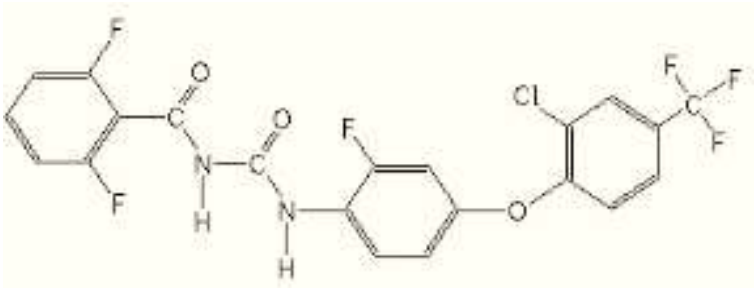
وهي مجموعة من المركبات العضـــوية المصـــنعة التي تتداخل مع عملية تصـــنيع الكايتين في مفصليات الارجل والديدان الثعبانية وتعمل على إعاقة تكوين الكايتين بما يؤدي الى موت الحشـــرات والديدان الثعبانية. تضـــم هذه المجموعة اليوم عددا من المبيدات التي من أهمها:

أ-) المبيد Diflubenzuron:- وهو من أوائل مثبطات نمو الحشـــرات التي تم تصـــنيعها وتســـويقها تحت اســـم Difuse و Dimilin. حيث اســـتخدم بنجاح في المكافحة، ويمتاز بانخفاض سـميته اذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد 10 غم/ كغم. اسمه وتركيبه الكيميائي:



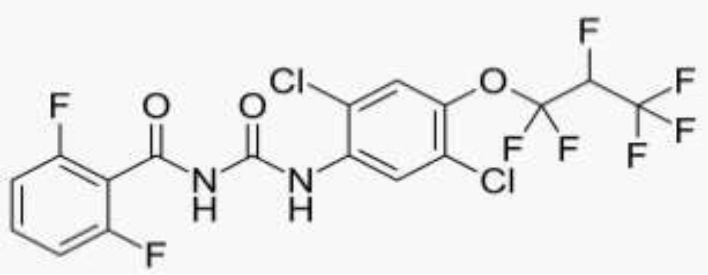
1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

ب-) المبيد Flufenoxuron:- ان نجاح المبيد الأول شـجع على تصـنيع مركبات أخرى فكان مبيد Flufenoxuron الذي استخدم بنجاح أيضا في المكافحة. تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد أكثر من 2 غم/ كغم ويبـاع تجـاريـاً تحـت اســـم Cascade. اسمه وتركيبه الكيميائي:



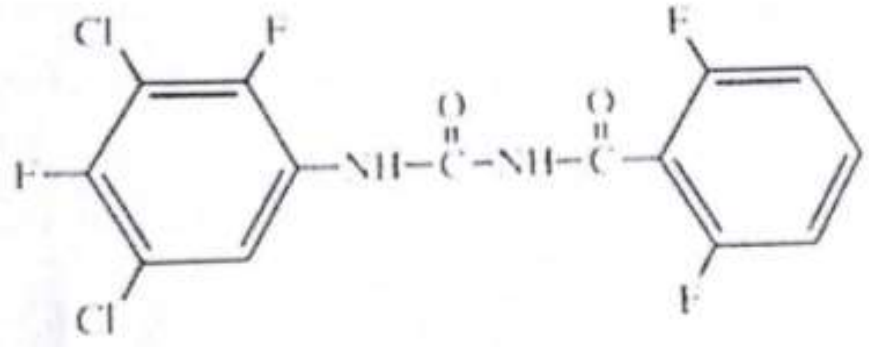
1[4-(2-chloro-α,α,α-trifluoro-P-tolyloxy)-2-fluorophenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

ت-) المبيد Lufenuron:- استخدم هذا المبيد في العراق وتم تسويقه تحت الاسم Match. اسمه وتركيبه الكيميائي:



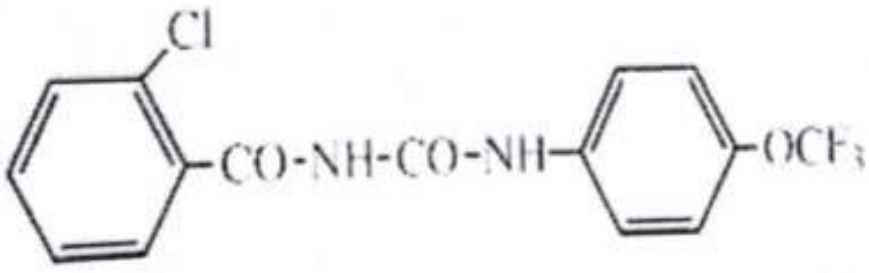
N-[[[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy) phenyl]amino]carbonyl]-2,6-difluorobenzamide

4-) المبيد Teflubenzuron:- يمتاز هذا المبيد بسميته المنخفضة اذ تبلغ قيمة LD_{50} للجرذان عن طريق الجلد اكثر من 2 غم/كغم ويباع تجارياً تحت اسم Nomolt. اسمه وتركيبه الكيميائي:



1-(3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

5-) المبيد Triflumuron:- هو كالمبيدات السابقة استخدم لمكافحة العديد من مفصليات الارجل. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-chloro-N-[[[4-(trifluoromethoxy) phenyl]amino]carbonyl]benzamide

سـمية مثبطات النمو Toxicity of Growth Inhibitors

هناك العديد من العوامل التي جعلت سـمية هذه المجموعة من المركبات على اللبائن قليلة مقارنة بمجاميع المبيدات الأخرى، ومن هذه العوامل ما يلي:

1-) قلة اســـتخدامها بالمقارنة ببقية مجاميع مبيدات النيماتودا كمبيدات الفســـفور والكارباميت العضوية وحتى البايروثرويدية.

2-) تخصص مثبطات النمو في التأثير على عملية تصنيع الكايتين وعليه فهي تؤثر في الكائنات التي تحتوي على الكايتين فقط وبذلك تكون غير ســـامه للبائن. ان اغلب المعلومات المتاحة عن سمية هذه المركبات جمعت من الدراسات الخاصة بسمية المركب Dimilin والذي يعد واحداً من أشهر مركبات هذه المجموعة والتي يمكن تلخيصها في النقاط الاتية:

1-) بالنسـبة للسـمية الحادة لمركب Dimilin فهي سـمية منخفضـة اذ قدرت قيمة LD_{50} عن طريق الفم للفئران بـــ4640 ملغم/ كغم، فيما بلغت قيمة LD_{50} عن طريق الجلد على الفئران 1 غم/ كغم.

2-) بالنسـبة للسـمية المزمنة وجد ان مركب Dimilin سـبب بعض التغيرات في دم القطط التي تعرضت لفترات زمنية طويلة له، كذلك وجد ان تعرض بعض الطيور الداجنة مثل الديك الرومي لفترة 90 يوماً للديميلين المخلوط مع العلف قد تسـبب في انخفاض مستويات هرمون Testosterone بعد 42 يوماً من التعرض.

3-) لم يسـجل للديميلين Dimilin أي تأثير في القدرة التناسـلية او احداث التشـوهات والطفرات الوراثية او احداث السرطان.

4-) لم تسجل للديميلين أيضا ايه تأثيرات بيئية ضارة، الا انه قد تكون هناك تأثيرات ســامه لمركبات أخرى حديثة تابعة لنفس المجموعة لذلك لا يجب الاعتماد الكلي على النتائج الدالة على انخفاض ســمية مركب الديميلين للحكم على مركب اخر له ميكانيكية فعل مشابهة.

الية التأثير السام لمثبطات النمو Toxic Action of Growth Inhibitors

ان التأثير الســـام لمركبات هذه المجموعة يظهر من خلال تداخل هذه المركبات مع عملية تكوين الكايتين وترســـيبه بداخل جليد الكائنات المعاملة، اذ من المعروف ان

دورة حياة الحشرات تبدأ بوضع البيض الذي يفقس عن يرقات تنسلخ عدة مرات بشكل متتابع لكي تزداد عمراً وحجماً وطولاً ووزناً ثم تتعذر هذه اليرقات على نهاية عمرها الأخير ومنها تخرج الحشرة الكاملة، تلك العمليات المعقدة وجد انها تحتاج الى وجود هيكل خارجي(الجليد) الذي ينفصل اثناء الانسلاخ تاركاً الحشرة والذي يعاد بناءه من جديد، لذلك فان عملية تصنيع الكايتين وترسيبه يتم تنظيمه بواسطة العديد من الهرمونات المنظمة كهرمون الشباب والانسلاخ والتي يتم افرازها من داخل جسم الحشرة. وترجع أهمية الكايتين الى انه يمد الجليد بالقوة والمرونة، فضلا عن ان الشمع والبروتين المدبوغ يعملان معاً على حماية الحشرات من دخول المواد الضارة. وعليه فان عملية تكوين الكايتين وتحلله هما عمليتان مترافقتان يتم تنظيمهما بشكل كبير عند كل مرحلة من مراحل دورة الحياة، وعليه فان حدوث أي خلل او اضطراب في انتظام هاتين العمليتين فان النتيجة ستكون ظهور تشوهات بمنطقة الجليد وعدم اكتمال عمليات الانسلاخ مما يؤدي في النهاية الى موت اليرقات او الاطوار غير البالغة. ان فهم اليه التأثير لهذه المركبات يتطلب الالمام بالمعلومات الأساسية عن طبيعة تكوين الكايتين وكيفية تصنيعه. فالكايتين هو مركب حيوي تابع لمجموعة السكريات المتعددة Polysaccharides ويتكون من عدد من وحدات N-acetylglucosamine المرتبطة مع بعضها بروابط كلوكوسيدية Glucosides من نوع بيتا عند ذرتي الكاربون.

ولتوضيح كيفية تخليق وبناء ذلك السكر المتعدد، فانه يتم من خلال إضافة مستمرة من الوحدات البنائية الأحادية N-acetylglucosamine والتي تتحد مع غيرها من الجزئيات العديدة سابقة التكوين، ولكن قبل ان يتم الاتحاد بين السكر الأحادي وبين ما سبق تكوينه من معقد عديد السكر فقد لوحظ ان السكر الأحادي يجب تنشيطه بشكل يجعله جزءاً من معقد النيوكليوسايد ثنائي الفوسفات Nicleosid Diphosphate والذي يرتبط بالسكر الأحادي N-acetylglucosamine الذي يتكون من خلال استهلاك طاقة النيكليوسايد ثلاثي الفوسفات الموجود على هيئة

يوريدين ثلاثي الفوسفات Uridine Triphosphate الذي يتفاعل مع ذرة الفوسفات المرتبطة بوحدة N–acetylglucosamine لتعطي معقد UDP–N–acetylglucosamine، بعد ذلك تبدأ الخطوة الأخيرة من عملية تصنيع الكايتين والتي يتم تحفيزها بواسطة انزيم تصنيع الكايتين Chitin Synthetase والذي يعمل على نقل وحدات N–acetylglucosamine من المعقد UDP– N–acetylglucosamine الى المركب متعدد السكر الذي سبق تكوينه من وحدات عديدة من N–acetylglucosamine ويتم تنشيط انزيم تصنيع الكايتين Chitin Synthetase بوساطة هرمون الشباب وهرمون الانسلاخ. لذلك فهناك اليوم العديد من التفسيرات التي توصل اليها الباحثين والتي توضح كيفية تثبيط هذه المركبات لعملية تصنيع الكايتين في الحشرات. ان عملية تصنيع الكايتين في الحشرات تشبه الى حد كبير تلك التي تحدث في الديدان الثعبانية، وعليه فان طريقة التأثير السام لمثبطات النمو في الديدان الثعبانية قد لا تختلف كثيرا عن تلك التي تحدثها في الحشرات والتي يمكن تلخيصها فيما يأتي:

1–) فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل:– أظهرت نتائج العديد من الدراسات ان مثبطات نمو الحشرات تعمل على احداث خلل في نمو الكيوتكل مما يؤدي الى فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل.

2–) تثبيط انزيمات الفينول اوكسيديز:– تعتبر انزيمات الفينول اوكسيديز Phenol Oxidase الموجودة بالدم والجلد ضرورية جداً لإنتاج الكينونات المدبوغة من الاحماض الامينية العطرية ويؤدي تثبيط هذه الانزيمات الى فشل عملية تصلب وصبغ الجليد وقد وجد ان لمثبطات النمو القدرة على تثبيط هذه الانزيمات خارج جسم الحشرة.

3–) تثبيط انزيمات DOPA Decarboxylase:– تمثل انزيمات الفينول اوكسيديز احد الأهداف التي يمكن مهاجمتها بالإضافة الى تثبيط انزيم DOPA Decarboxylase والذي يحول مركب DOPA الى Dopamine والمؤدي في

النهـايــة الى تكوين الكينونـات المـدبوغـة، ومن امثلــة مثبطـات انزيم DOPA Decarboxylase مركب 2-methyl-propionic acid و 3-(3,4-dihyroxy phenyl) 2-hydrazino والذي يمنع تصــلب غلاف ذبابة الاســطبلات بتركيز 5 مايكروغرام/ عذراء ويؤدي في النهاية الى حدوث الموت.

4-) تحفيز انتاج بعض المركبات قبل تمام تكوينها:- أظهرت بعض الدراســـات نماذج لعملية الدبغ المبكر للجليد قبل استكمال الحشرة لانسلاخها وقبل تمام شكلها الجديد وقد لو حظ ذلك عند استخدام مشابهات هرمون الشباب حيث ان تحفيز تخليق المركبات عن دبغ البروتين قبل تمام تكوينه او اطلاق هرمون البزوغ Burisicon قبل تمام نضجه يؤدي الى فشل الحشرة في الانسلاخ والموت.

5-) تثبيط تخليق الكايتين وتنبيه بعض الانزيمات:- وقد يعزى ذلك الى التداخل في عملية ترسيب الجليد وفشل بناء الجليد الداخلي وقد اقترح اخيراً ان هذه المركبات تثبط تخليق الكايتين في يرقات حرشـــفية الاجنحة كما تنبه انزيمي Chitinase و Phenol Oxidase في يرقات الذباب المنزلي ويؤدي في النهاية الى تكوين جليد رقيق وضــعيف، فمثلا وجد في دراســة عن تأثير Diflubenzuron على الذباب ان للمركب القدرة على تثبيط تخليق DNA في أقراص بلوغ خلايا البشـــرة ويمنع بالتالي تكوين خلايا البشـــرة البالغة في منطقة البطن كما يمنع تخليق الكايتين ويمكن القول بان تثبيط تخليق DNA هو اول مرحلة في تأثير Diflubenzuron وان تثبيط تخليق الكايتين هي المرحلة الثانية. دراســة أخرى اشــارت الى ان مركب Diflubenzuron يثبط فعل استريزات هرمون الشباب في حشرة سوس اللوز مما يؤدي الى تكوين حالة وســـطية بين العذراء واليرقة. لذا فان هذا المركب يثبط عدداً من النظم الانزيمية في حشرات مختلفة.

6-) التاثير البيوكيمائي في نســبة البروتين – الكايتين:- أظهرت الدراســات التي أجريت على يرقات الذباب المنزلي ان زيادة تركيز مثبط نمو الحشـــرات تؤدي الى زيادة خفض كمية كايتين الجليد دون أي تأثير على مستوى بروتين الجليد نتيجة لذلك

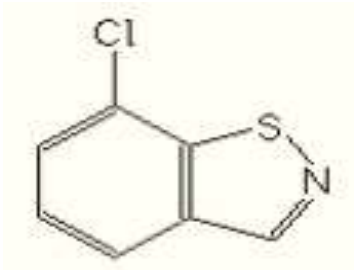
ترتفع النسبة بين البروتين والكايتين من 3.04 في اليرقات غير المعاملة الى 8.97 و6.98 مع المعاملة بتركيز 1000 جزء في المليون من Triflumeuron و Diflubenzuron على التوالي.

7-) التاثير في ميكانيكية النفاذ للكيوتكل:- في دراسة على اجنحة حشرة خنفساء كولورادو والتي تنخفض فيها ميكانيكية النفاذ تدريجياً حتى اليوم العاشر بعد خروج الحشرات الكاملة، لوحظ ان المعاملة بالمبيد Diflubenzuron خلال هذه الفترة تؤدي الى حدوث تغير في مستوى النفاذية حيث تؤدي الى إيقاف خفض ميكانيكية النفاذ ويرجع ذلك الى وقف تكوين الكايتين.

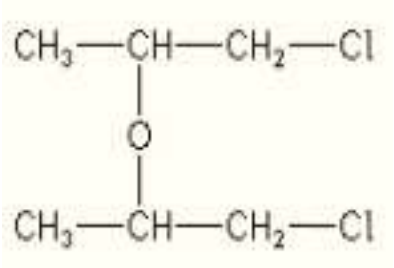
رابعاً) مبيدات ديدان ثعبانية متفرقة Miscellanous Nematicides

وتضم عدد من المبيدات التي تعود الى مجاميع كيميائية مختلفة ومنها:

1-) المبيد بينكلوثياز Benclothiaz:- مبيد فعال لمكافحة الديدان الثعبانية على البطاطا والتبغ ومحاصيل الخضر المختلفة من مجموعة الـ Benzisothiazol من انتاج شركة Syngenta. اسمه وتركيبه الكيميائي:



2-) المبيد دي سي أي بي DCIP:- مبيد لمكافحة الديدان الثعبانية في الزراعات المختلفة خلال مراحل نمو النبات، يتوفر تجارياً بشكل محببات او مركز قابل للاستحلاب تحت الأسماء التجارية Nemamort و Nenarate. اسمه وتركيبه الكيميائي:



مما سبق يتبين ان معظم مبيدات الديدان الثعبانية المستخدمة هي في الحقيقة مبيدات حشـرات واكاروسـات وفطريات، هذه الفاعلية الواسـعة لمبيدات النيماتودا يرجع الى صـعوبة إيجاد مركبات قادرة على الحركة والانتشـار في التربة أولا ومحدودية السـوق التجارية لمبيدات النيماتودا مقارنة ببقية مجاميع المبيدات ثانياً.

العوامل المؤثرة في كفاءة مبيدات الديدان الثعبانية

Factors Affecting The Efficiency of Nematicides

ان تباين مبيدات الديدان الثعبانية في كفاءتها في السيطرة على الديدان الثعبانية تعتمد على العديد من العوامل التي يمكن ملاحظتها في النقاط الاتية:

1-) اختلاف الديدان الثعبانية بدرجة حسـاسـيتها للمبيدات المختلفة وذلك للاختلاف الحاصـل في سـمك طبقة الكايتين المغلفة لجسـم النيماتودا والذي يدخل في تركيبها بروتينات وحوامض دهنية تحول دون نفاذ العديد من المركبات الكيميائية وخاصـة القطبية منها. علاوة على ان النيماتودا في التربة محاطة بطبقة رقيقة من الماء ولكي يؤثر المبيد يجب ان ينفذ خلال هذا الغشاء المائي.

2-) ان كفاءة مواد التدخين وتعقيم التربة في مكافحة الديدان الثعبانية في التربة تعتمد على العديد من العوامل:

أ-) **درجة الحرارة:**- ان ارتفاع درجة حرارة التربة يزيد من سـرعة انتشـار وتغلغل المدخنات والغازات السامة.

ب-) **نوع التربة:**- تعمل التربة الطينية والغنية بالمادة العضـوية على ادمصـاص المبيد على حبيبات التربة والمادة العضوية ويقل انتشاره في التربة.

ت-) **الرطوبة:**- ان امتلاء الفراغات بين حبيبات التربة بالماء يؤدي أيضـا الى إعاقة انتشار المبيد بين الفراغات.

3-) طريقة المعاملة وتتوقف طريقة المعاملة على طبيعة المبيد ونوع التربة ففي حالة المبيدات غير المتطايرة والتي تتوفر بشـكل سـوائل او محببات يمكن اضـافتها الى التربة فوق المروز او الخطوط التي يزرع فيها النبات، اما بالنسـبة للمبيدات المتطايرة فتوضـع على عمق 15-20 سـم في التربة ويفضـل ان تغطى التربة بغطاء من

Polyethylene لمنع تسرب المبيد الى الهواء، اما بالنسبة للجرعة فيفضل استخدام الجرعات العالية في التربة الطينية الثقيلة مقارنة بالتربة الخفيفة كذلك تستخدم جرعات عالية عندما يكون المحصـول معمرا وجذوره عميقة مقارنة بالمحاصـيل ذوات الجذور السطحية.

الفصل العاشر

مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية

- المقدمة
- مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية، مفهومها وانواعها
- مبيدات ديدان ثعبانية كيموحيوية نباتية
- مبيدات ديدان ثعبانية كيموحيوية مايكروبيه
- مبيدات ديدان ثعبانية كيموحيوية حيوانية
- مبيدات ديدان ثعبانية مايكروبيه
- مبيدات ديدان ثعبانية جينية

المقدمة

بالرغم ن ان المبيدات الكيميائية لازالت هي الوسيلة الفعالة والسريعة لمكافحة الآفات المختلفة وذلك استنادا الى الاحصائيات الصادرة في العديد من الدول المتقدمة والتي تشير الى ان هناك زيادة مستمرة في الكميات المستخدمة من المبيدات وذلك لما تلعبه من دور في حماية الإنتاج الزراعي إضافة لما حققته المبيدات من إنجازات في مجال الصحة العامة نتيجة قضائها على العديد من الآفات الناقلة لبعض الامراض الخطرة للإنسان والحيوان على السواء. ان من الواضح ان الزيادة في استخدام المبيدات الكيميائية وبشكل غير مدروس أدى في السنوات الأخيرة الى ظهور العديد من المشاكل البيئة والصحية تمثلت بظهور العديد من حالات التسمم اضافة الى دخولها في السلسلة الغذائية للحياة البرية والمائية والذي أدى الى انتقال تأثيراتها السلبية الى مناطق لم يسبق للمبيدات ان استخدمت فيها. ان مبيدات الديدان الثعبانية الكيميائية تعد واحدة من أخطر مجاميع مبيدات الآفات على الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة وعلى الاحياء النباتية والحيوانية فيها وذلك لان مبيدات هذه الديدان تضاف للتربة عند الاستخدام بالدرجة الأساس وأنها في الغالب مبيدات غير متخصصة وسامة لجميع صور الحياة خاصة المدخنة منها. ان البديل الأمثل للمبيدات الكيميائية اليوم هو اللجوء الى استخدام المبيدات الحيوية للحد من التأثيرات السلبية للمبيدات الكيميائية المصنعة، وعليه فان مهمة هذا الفصل هو استعراض اهم ما تحقق في مجال مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية.

مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية، مفهومها وانواعها

Bionematicides Definition and Types

مبيدات النيماتودا الحيوية Bionematicides هي مجموعة من منتجات المواد الطبيعية النباتية والمايكروبيه والحيوانية والتي تعمل على قتل الديدان الثعبانية Nematicides او تثبيط نموها وإيقاف نشاطها وتسمى حينذاك Nematistatic.

وعلى ضوء التعريف السابق فان مبيدات النيماتودا الحيوية تقسم الى ما يأتي:

أولا) مبيدات الديدان الثعبانية الكيموحيوية Biochemical Nematicides

وتضم:

1-) مبيدات كيموحيوية نباتية المصدر Plant Origin Biochemical

2-) مبيدات كيموحيوية مايكروبية المصدر Microbial Origin Biochemical

3-) مبيدات كيموحيوية حيوانية المصدر Animal Origin Biochemical

ثانياً) مبيدات الديدان الثعبانية المايكروبية Microbial Nematicides وتضم:

1-) مبيدات فايروسية Viral Nematicides

2-) مبيدات بكتيرية Bacterial Nematicides

3-) مبيدات فطرية Fungal Nematicides

ثالثاً) مبيدات الديدان الثعبانية الجينية Geneal Nematicides وتشمل النباتات المعدلة وراثيا.

العوامل المحددة لنجاح مبيدات الديدان الثعبانية الحيوية

ان من العوامل المحددة لنجاح استخدام هذه المجموعة من المبيدات في مكافحة الديدان الثعبانية ما يأتي:

1-) ان تكون فعالة في قتل او تثبيط الديدان الثعبانية قبل ان تتسبب في حصول الضرر الاقتصادي بالمحصول.

2-) لها القدرة والفاعلية للتأثير بالنيماتودا تحت ظروف الحقل وبيئة المحصول.

3-) ذات قدرة على التوافق مع الطرائق الأخرى المستخدمة في برامج الإدارة المتكاملة المستخدمة في المكافحة.

4-) ان تكون ذات سعر منافس للمبيدات الكيميائية التقليدية.

5-) التوافق مع المبيدات الكيميائية والحيوية الأخرى المستخدمة في مكافحة الآفات الأخرى.

6-) ان لا تؤثر في الكائنات المفيدة وغير المستهدفة بالمكافحة.

7-) ان تكون صديقة للبيئة وللمستخدم.

مبيدات ديدان ثعبانية كيموحيوية نباتية المصدر

وهي مجموعة المركبات العضوية الأساسية او نواتج الايض الثانوية المستخرجة او المستخلصة من بعض النباتات وتعمل على قتل الديدان الثعبانية او احداث تغييرات حيوية او سلوكية فيها تؤدي في النهاية الى خفض اعدادها والقضاء عليها. هذه المجموعة من المبيدات تمتاز بكفاءتها في مكافحة الديدان الثعبانية وانخفاض سميتها للبائن إضافة الى عدم تسببها في أي اضرار جانبية للنباتات المعاملة بها. بالرغم من المميزات المشار اليها الا ان هناك العديد من المشاكل التي تجابه عمليه انتاج هذه المبيدات منها:

1-) صعوبة الحصول على النباتات التي تستخلص منها تلك المبيدات بكميات كبيرة لتغطية حاجة السوق اليها.

2-) ان عمليات استخلاص المادة الفعالة من النباتات هي في الغالب عمليات معقدة ومكلفة.

3-) صعوبة اجراء عمليات المعايرة والتوحيد القياسي والحفاظ على جودة المنتج النهائي.

4-) عدم توفر الظروف البيئية المناسبة لزراعة تلك النباتات في جميع مناطق العالم بل تقتصر زراعتها على بلدان معينة.

5-) إصابة النبات بالعديد من الآفات الزراعية التي لا تتأثر بما تحويه من مواد سامة.

6-) صعوبة اجراء التسجيل بالمنظمات الدولية لإتاحة استعمالها على المستوى الرسمي.

7-) ان المواد الفعالة المستخلصة من هذه النباتات هي في الغالب مواد حساسة سرعان ما تتأثر بالحرارة والضوء وتفقد فاعليتها نتيجة لذلك مما يتطلب ظروف خزن خاصة ومكلفة.

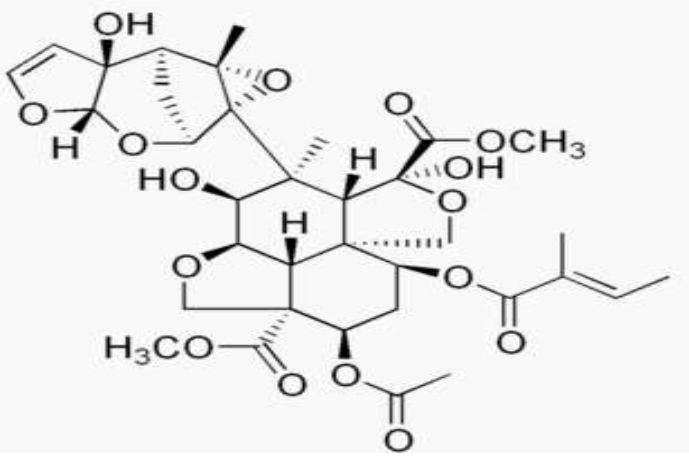
8-) صعوبة استمرار الحفاظ على توافر المصادر الطبيعية لهذه النباتات.

ان المعوقات السابقة لم تمنع ظهور العديد من مبيدات النيماتودا نباتية المصدر حيث استخدمت وسوقت على المستوى التجاري ومن أهمها ما يأتي:

1-) المبيد سنكوسين Sincocin:- وهو الاسم التجاري لخليط من أربعة مستخلصات نباتية تم تسجيله في الولايات المتحدة الامريكية عام 1997 تحت اسم المستخلص النباتي 620 (Plant Extracts 620) وهو عبارة عن خليط من أربعة مستخلصات لنبات الصبير Prickly Pear (*Opuntia lindheimeri*) واشجار البلوط Oak (*Quercus falcate*) ونبات السماق Sumac (*Rhus aromatic*) ونبات المانجو الحمراء Mangrowe (*Rhizophora mangle*). دراسات عديدة أجريت في الولايات المتحدة اكدت كفاءة هذا المبيد في مكافحة نيماتودا جذور الحمضيات والنيماتودا الكمثرية Reniform Nematod على نبات زهرة الشمس والنيماتودا المتحوصلة Cyst Nematod على البنجر السكري. ان طريقة تأثير هذا الخليط من المستخلصات لازال قيد الدراسة والبحث.

2-) الازادراختين Azadirachtin:- هذا المبيد انتج للاستخدام كمبيد للحشرات والاكاروسات، الا ان تأثيره كمثبط نمو للحشرات من خلال تثبيطه لعملية الانسلاخ فضلا عن تأثيره العاقم للحشرات يدفعنا الى الاعتقاد بانه يمكن ان يكون مبيد جيد للنيماتودا، وهي دعوة للعاملين في مكافحة النيماتودا الى دراسة تأثيره السام والحيوي في الديدان الثعبانية وفيما يأتي بعض المعلومات عن الازرادراختين، مبيد حشرات حيوي تم استخلاصه من ثمار شجرة النيم *Azadirachta indica A.juss* وكذلك ثمار شجرة السبحبح *Melia azedarach* حيث توجد المادة الفعالة بالدرجة الأساس في البذور وبدرجة اقل في الأوراق واللحاء. وتتميز النيم بانها شجرة معمرة تعطي مبيداتها بصورة مستمرة كما ان احتياجاتها من الماء والمتطلبات الأخرى قليلة حيث تتركز المادة الفعالة في الثمار التي لا يتطلب جمعها بذل أي مجهود لأنها تتساقط طبيعيا عند نضجها. كذلك فان شجرة النيم لا تصاب بالحشرات الضارة التي يمكن ان تنتقل الى المحاصيل الأخرى. ان الموطن الأصلي لهذه الشجرة هو جنوب شرق اسيا

ثم أدخلت الى السودان وهناك محاولات لإدخالها الى دول أخرى ومنها العراق. وتقوم الطريقة البلدية في استخدام الازادراختين على جمع ثمار النيم الناضجة والمتساقطة على الأرض خلال أشهر حزيران وتموز واب ثم تنقع الثمار في الماء لإزالة القشرة والحصول على البذور وتترك بعدها في الظل لتجف ثم تخزن لحين الاستعمال، حيث يأخذ 1 كغم من البذور وتطحن الى مسحوق ناعم ثم يضاف للمسحوق 40 لتر من الماء ثم يقلب جيدا لحين الذوبان ويترك لليوم الثاني حيث يضاف له كوب من الماء يحوي 3 غم من الصابون وبذلك يصبح المحلول جاهزاً للاستعمال في مكافحة الحشرات. في السنوات الأخيرة أجريت دراسات حول تحديد ماهية المركبات ذات التأثير السام في أشجار النيم، كما تم تحديد تركيبها الكيميائي حيث أظهرت الدراسات ان مادة الازادراختين هي المبيد الرئيس في البذور حيث بلغت نسبته 1.5-4.8% أي حوالي 10 غرامات/ كغم من البذور وتركيبها الكيميائي:



فضلا عن ذلك أظهرت الدراسات وجود مواد فعالة أخرى مثل Salanin و Salannol و Salannolacetate والقيدونين Gadunin والنيمبينين Nimbinen. ان استخدام الازادراختين اظهر تأثيرا طارداً ومانعاً للتغذية فضلا عن تأثيره القاتل للحشرات حيث استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية فضلا عن الاكاروسات وبالرغم من سمية الازادراختين العالية للحشرات الا انه يمتاز بانخفاض سميته للإنسان والحيوان اذ تبلغ الجرعة القاتلة للفئران أكثر من 8750 ملغم/ كغم. يتوفر الازادراختين في الوقت الحاضر تجاريا تحت أسماء مختلفة منها Nemosan

وSupernemic حيث استخدمت في العراق بنجاح في مكافحة حفار أوراق الحمضيات والذبابة البيضاء على القطن والعناكب الحمراء على الطماطة ومن الأسماء التجارية لهذا المبيد أيضا Margosan وNimasal وNimazal وكذلك Neemark.

الية التأثير السام للازادراختين

Mechanism of Toxic Action of Azadirachtin

بالرغم من الكفاءة العالية التي اظهرتها مادة الازادراختين في مكافحة الحشرات الا ان الية او طريقة التأثير السام لم تتضح بشكل جيد ويبدو ان السبب في ذلك قد يرجع الى ان الازادراختين يؤثر بأكثر من طريقة ومنها:

1-) العمل كمثبط نمو الحشرات:- أظهرت العديد من الدراسات ان معاملة الاطوار غير الكاملة بالازادراختين يعمل على تثبيط عملية الانسلاخ وذلك نتيجة تأثيره في الانسجة والخلايا المختلفة للحشرات فضلا عن تأثيره في الاجسام الكروية Corpora allata.

2-) العمل كمادة طاردة:- تشير الكثير من المراجع الى تجنب الحشرات للنباتات المعاملة بالازادراختين.

3-) العمل كمانعات تغذية:- العديد من الدراسات الحديثة اشارت الى ان للازادراختين تأثير مانع للتغذية ففي احدى الدراسات لوحظ ان حشرات خنفساء الحبوب الشعرية امتنعت عن التغذية على حبوب حنطة معاملة بالازادراختين.

4-) العمل كمواد عاقمة:- في دراسة عن تأثير الازادراختين في الكفاءة التناسلية لدودة البنجر السكري *Spodoptera exigua* وجد ان الغذاء الحاوي على الازادراختين أدى الى خفض عدد البيض الذي يضعه الانثى فضلا عن فشل البيض الموضوع في الفقس. كذلك يمكن القول ان مستخلصات البيرثوم والنيكوتين يمكن ان يكون لهما تأثير سام جيد في الديدان الثعبانية أيضا وذلك لان الهدف الذي يعملان عليه هو الجهاز العصبي في الحشرات والذي يشبه الى حد كبير ذلك الموجود في الديدان الثعبانية.

3-) سيقان نبات السمسم Sesame Stalks:- استخدمت سيقان السمسم لمكافحة النيماتودا المتطفلة على جذور العديد من المحاصيل الزراعية وذلك بخلطها مع التربة بعد تكسيرها.

4-) التانينات Tanins:- أظهرت مستخلصات العديد من النباتات الحاوية على مستويات عالية من التانينات مثل اورام العفص لأشجار البلوط *Quercus* spp وقشور ثمار الرمان *Punica granatum* والخرنوب *Lagonychium fractum* وقلف أشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus* spp فاعلية جيدة في اطوار الديدان الثعبانية المختلفة.

5-) كسبة بذور المحاصيل الزيتية:- أظهرت العديد من الدراسات ان إضافة كسبة بذور المحاصيل الزيتية الى التربة أدت الى خفض الإصابة بالديدان الثعبانية خاصة كسبة بذور الخروع التي تفوقت على البقية ويعزى ذلك الى تحريرها لمادة الـ Phenylisothiocyanate السامه للديدان الثعبانية.

6-) أوراق اللهانة والقرنابيط:- ان إضافة أوراق العديد من نباتات العائلة الصليبية الى التربة مثل أوراق اللهانة والقرنابيط أدى الى حماية النباتات من الإصابة بالديدان الثعبانية وسبب ذلك يرجع الى احتوائها على مادتي الـ Isothiocyanate والـ Glucosinolates.

مبيدات الديدان الثعبانية مايكروبيه المصدر

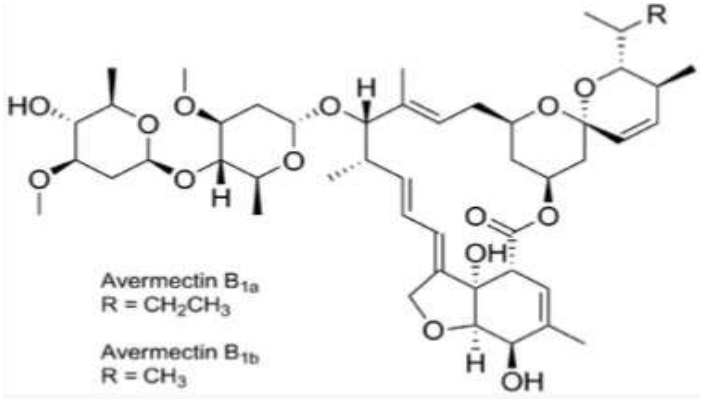
مجموعة المركبات الكيموحيوية التي تم انتاجها من بعض المايكروبات وتجهيزها وتسويقها على المستوى التجاري لمكافحة العديد من الآفات الزراعية، ومن اهم هذه المبيدات تلك التي تعود لمجموعة:

الأفيرمكتينات Avermectins:- هذه المجموعة استخدمت لمعالجة الحيوانات والانسان من الإصابة بالديدان الثعبانية، فضلا عن كفاءتها المختبرية والحقلية في مكافحة العديد من أنواع الديدان الثعبانية، الا ان استخدامها في مكافحة النيماتودا النباتية لازال محدوداً وذلك لتسويقها على انها مبيدات حشرات. ان الأفيرمكتينات هي

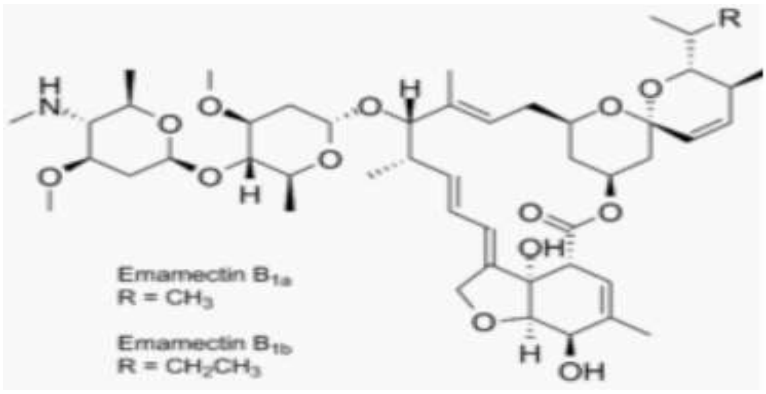
مجموعة جديدة من المركبات التي امكن عزلها من التخمرات التي احدثتها احد أنواع البكتريا الموجودة بالتربة والتي تسمى *Streptomycis avermitlis* وان هذه المركبات تضم ثمانية مشابهات وجميعها لها صفة طرد لديدان الأمعاء بالإضافة الى فاعليتها كمبيدات حشرات، ومن الناحية الكيميائية فهي مركبات حلقية خماسية تتبع مجموعة اللاكتونات، وقد امكن فصل وتنقية الجزء الفعال من مستخلص تلك البكتريا باستخدام المذيبات العضوية ومن ثم اجراء عمليات التنقية بهدف تجهيزه للحقن في جهاز الكروماتوغرافي عالي الأداء (HPLC) والذي تم من نتائجه الاستدلال على مدى تقارب المجاميع الكيميائية المكونة لذلك المستخلص وعموماً فقد تم اطلاق اسم الأفيرمكتينات على تلك المركبات التي تم عزلها من المستخلص على أساس مزرعة البكترية *Streptomycis avermitilis* والتي انتجت تلك المركبات، اما فيما يتعلق بالتركيب الكيميائي لهذه المجموعة من المركبات، فقد اتضح انها مركبات حلقية كبيرة ومتفرعة وتتبع مجموعة اللاكتونات المحتوية على أماكن عديدة للاستبدال والذي من خلاله تتكون المشتقات المختلفة للأفيرمكتينات الناتجة عن الاستبدلات المختلفة على تركيبها الأساس، لذلك فان هذه المجموعة بما يحويه من مشتقات امكن تقسيمها الى أربعة وحدات كبيرة وثمانية وحدات اصغر والتي تم تقسيمها بأسلوب مبسط حيث يتضح من التركيب الكيميائي للأفيرمكتينات وجود عدد من حلقات اللاكتون المتصلة ببعضها في نظام ملتوي والتي من خلالها يلاحظ ان مجاميع الميثوكسي ترتبط بالحلقات في الوضع (cis) إضافة الى ذلك فان الأفيرمكتين يحتوي على وحدتين من السكر α–L–oleandrose واللتان ترتبطان ببقية التركيب الكيميائي للجزيء من خلال ذرة الكاربون رقم 13. ومن اهم المنتجات التجارية للأفيرمكتينات المتوفرة في العراق ما يلي:

1–) المبيد ابامكتين Abamectin:– مبيد حشرات واكاروسات وديدان ثعبانية مادته الفعالة قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بدرجات متباينة في المذيبات العضوية وهي حساسة للحوامض والمواد القلوية القوية، وتتحلل بفعل الاشعة فوق

البنفسـجية. الجرعة النصـفية القاتلة للجرذان عن طريق الفم 300 ملغم/كغم من وزن الجسم. المستحضر التجاري للمبيد مجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب يحتوي على 1.8% مادة فعالة. ويباع تجارياً تحت أسـماء مختلفة منها Abamectin و Affirm و Avermectin و Avid و Dynamec و Medamec و Vapcomic و Vertimec و Zephyr.

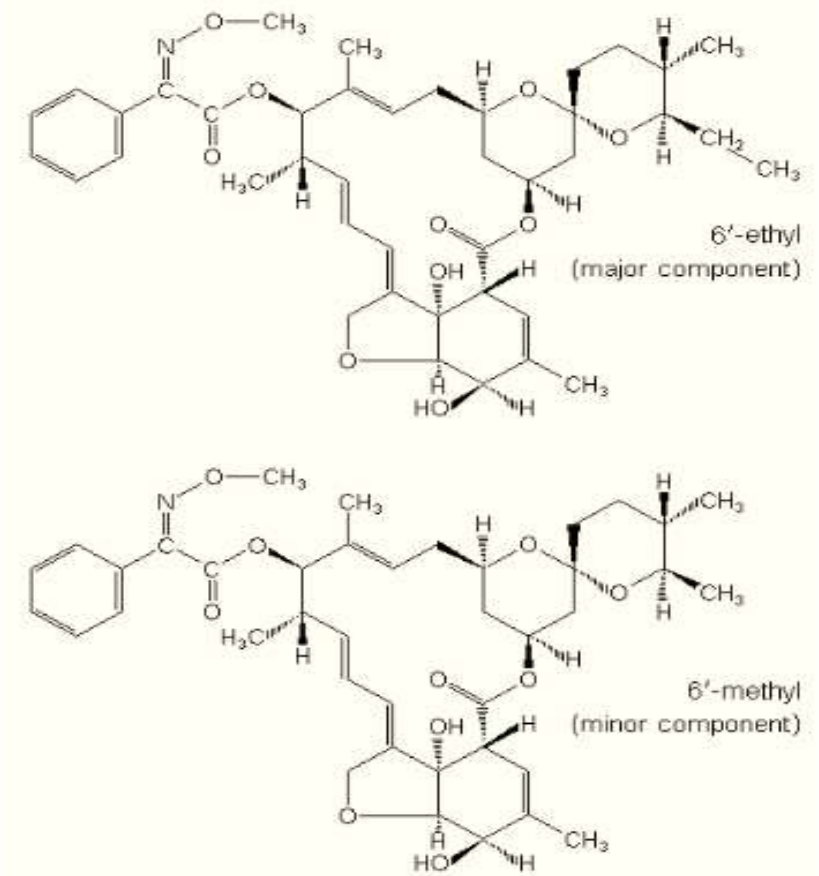


2-) المبيد ايمـامكتين بنزويـت Emamectin Benzoate:- يبـاع هذا المبيد تجارياً تحت اسم Proclaim مادته الفعالة هي Avermectin مع Benzoate لتزيد من قابلتيه للذوبان في الماء وبذلك اصـــبح للمبيد القدرة على النفاذ والانتقال داخل النبات على العكس من مبيد الابامكتين الذي لا يمتلك صـــفة الجهازية هذا المبيد اظهر فاعلية جيدة، وهو يحتوي على 1.9% مادة فعالة ويستخدم بمعدل 0.75 مل/ لتر. اسمه وتركيبه الكيميائي:



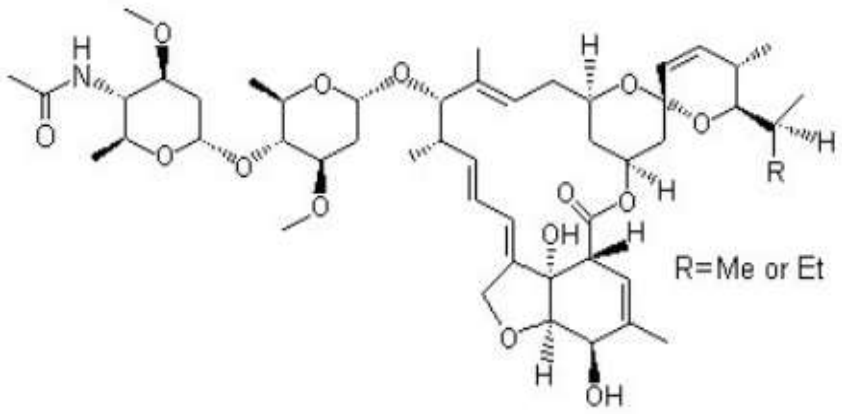
4-epi-methylamino-4-deoxyavermecrin B1 benzoate (a mixture of minimum of 90% 4-methylamino-4-deoxyavermecrin B_{1a} and a maximum of 10% 4-epimthylamino-4-deoxyavermecrin B_{1b} benzoate

3-) المبيد ليبمكتين Lepimectin:- مبيد حشرات حديث استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الحشرات، من انتاج شركة Sankyo Agro. Co اسمه الكيميائي وتركيبه:



C41H53NO10 (6-ethyl) and C40H61NO10 (6-methyl) Mixture: (6R, 13R,25R)-5-O-demethyl-25-deoxy-6,28-epoxy-13-[(Z)-[(Methoxyimino) phenylacetyl]-25-methylmilbemycin B& (6R,13R,25R)-5-O-demethyl-28-deoxy-6,28-epoxy-25-ethyl-1-[(Z)-[(methoxyimino) phenylactyacetyl] milbemycin B CAS)

4-) المبيد ايبرينومكتين Eprinomectin:- من المبيدات الفعالة جداً استعمل بنجاح في مكافحة مدى واسع من الطفليات الداخلية والخارجية على حيوانات المزرعة مثل الديدان الشريطيه والكبدية وحلم الجرب والقمل ويمتاز بانخفاض متبقياته وسميته للبائن، وينتمي هذا المبيد الى مجموعة الافيرمكتينات Avermectin ويتوفر في العيادات البيطرية بشكل امبولات حقن، هذا المبيد هو مزيج من Eprinomectin B 1a + Eprinomectin B 1b وتركيبها:



الفاعلية الحيوية للافيرمكتينات Avermectin Bioactivity

أظهرت نتائج الدراسات المختبرية والحقلية ان للافيرمكتينات قدرة عالية على ان تكون وسيلة فعالة لمكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية، فضلا عن فاعليتها في مكافحة الديدان الثعبانية وخاصة نيماتودا تعقد الجذور، ان الفاعلية الحيوية للافيرمكتينات ترجع اساساً الى المشابه افيرمكتين (B_1) والذي اشارت نتائج الأبحاث الى كفاءته العالية كمبيد بالملامسة حيث أظهرت ان قيم التركيز القاتلة لـــ 90% (LC_{90}) على العديد من أنواع الحلم نباتي التغذية قد تراوحت ما بين 0.02 الى 0.24 جزء في المليون مما يشـــير الى مقدار الفاعلية الكبيرة لهذه المركبات دون ســـائر المبيدات الأخرى التقليدية الخاصة بمكافحة الاكاروسات، كما وجد أيضا ان للافيرمكتين (B1) فاعلية كبيرة ضـــد العديد من الآفات الحشـــرية وذلك من خلال الدراســـات الخاصـــة وتقييم المتبقيات من هذه المركب على الأوراق حيث كانت قيم التراكيز المميتة لـــ (LC_{90}) (90%) تتراوح ما بين 0.02-6 جزء بالمليون، بناءاً على ذلك فقد امكن اســـتخدامه على المســـتوى التجاري بشـــكل مســـتحضـــرات تحتوي على خليط من 80% من الافيرمكتين (B_{1a}) و20% من الافيرمكتين (B_{1b}).

التأثيرات السمية للافيرمكتينات Avermectins Toxicity

للافيرمكتينات العديد من التأثيرات السامه والتي يمكن ادراجها قيما يلي:

1-) الســـمية الحادة Acute Toxicity:- أظهرت العديد من الدراســـات ان الافيرمكتينات قليلة الســـمية على اللبائن، الا ان مســـتحضـــراتها الموجودة على هيئة

مركزات قابلة للاستحلاب قد تسبب تهيجات من الدرجة المتوسطة في العين والجلد، وعن اعراض التسمم الحاد التي تمت ملاحظتها على حيوانات التجارب كانت متمثلة باتساع حدقة العين وحدوث تقيء مع تقلصات وتشنجات يعقبها حدوث غيبوبة وذلك عند الجرعات العالية حيث تتمكن من النفاذ والمرور عبر حاجز الدم الدماغ Blood Brain Barrier من جهة أخرى فان هذه المركبات غير قابلة للامتصاص من خلال الجلد (فقط اقل من 1% هي التي تنفذ من الجلد) ومع ذلك فان هذه المركبات لا تسبب حساسية للجلد. وقد قدرت الجرعة الحادة المميتة النصفية لفئران التجارب عن طريق الفم (Acute Oral LD_{50}) بحوالي 11 ملغم/ كغم من وزن الجسم على أساس المادة الفعالة. اما بالنسبة لسمية المستحضرات التجارية فقد تبين ان المنتج التجاري Affirm والمحتوي على 0.11% مادة فعالة والمجهز على هيئة طعم لمكافحة نملة النار كانت سميته على الفئران عن طريق الفم قد تجاوزت 5000 ملغم/ كغم، اما المستحضر القابل للاستحلاب والمحتوي على 1.8% مادة فعالة فقد وصلت سميته الحداة على الفئران الى 300 ملغم/ كغم عن طريق الفم.

2-) السمية المزمنه Chronic Toxicity:- اشارت نتائج دراسات السمية المزمنة للافيرمكتينات والتي تم اجراؤها على الكلاب لمدة عام والفئران لمدة عامين الى ان الجرعة 0.5 ملغم/كغم/ يوم لم تحدث أي تأثير ملحوظ، بالإضافة الى عدم وجود أي تغيرات على الانسجة العصبية والعضلية عند المعاملة بهذه الجرعة كذلك لم تثبت الدراسات الى ما يشير الى ان الافيرمكتينات تسبب التشوهات او الفطريات او الأورام السرطانية.

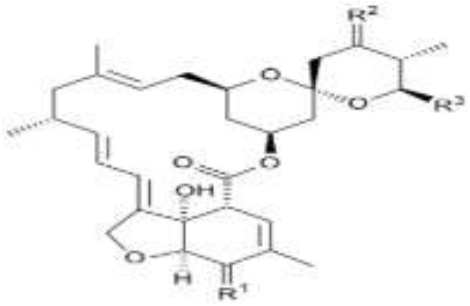
الية التأثير السام للافيرمكتينات

Mechanism of Toxic Effect of Avermectines

إشارات العديد من الدراسات الى ان الافيرمكتينات (B1) يعمل على إزالة المرحلة الوسطية الخاصة بدور الحامض Gama-Amino Butyric Acid (GABA) والتي تعمل على تثبيط الجهد العصبي في منطقة الاشتباك العصبي، هذه بالإضافة الى انه يعمل على اثارة منطقة ما بعد الاشتباك العصبي عند مكان اتصال الاعصاب

بالعضـــلات Neuromuscular Junctions في جراد البحر. وهكذا يتضـــح ان الافيرمكتينات تؤدي فعلها كمبيدات للآفات من خلال تثبيطها لعمليات توصـــيل الإشارات العصبية عند مناطق اتصال الاعصاب في مفصليات الارجل ولكن من جهة أخرى فقد لوحظ ان ليس للافيرمكتينات ايه تأثيرات على الجهاز العصـــبي الكوليني. إضافة الى المبيدات التابعة لمجموعة الافيرمكتينات، هناك أيضا المبيدات:

1-) ملبي مايســـين Milbemycin:- مبيد عناكب وحشـــرات وديدان ثعبانية تم انتاجه من تخمير بكتريا التربة من مجموعة Actinomycetes المســـماة *Streptomycis hygroscopicus* Subsp Aureolacrimosus. استعمل بنجاح لمكافحة الاكاروسات على أشجار الحمضيات كما استعمل لمكافحة الحشرات على العديد من محاصيل الخضر والفاكهة، وتركيبه الكيميائي:



يتوفر هذه المبيد تجارياً بشـــكل مركز قابل للاســـتحلاب تحت الأســـماء التجارية Milbemectin و Milbeknock و Moxidectin. ويستعمل في الحقل بمعدل 5.6-25 غم مادة فعالة / هكتار ويمكن زيادة فاعلية المبيد عن طريق إضـــافة الزيوت البرافينية الى خزان الرش. المبيد غير جهازي ولكنه قادر على الانتقال بين ســـطحي الورقة، وهو قابل للخلط مع الكيميائيات المستعملة في مجال وقاية النبات، كما يمتاز بانخفاض سميته للبائن وقد أظهرت دراسات السمية عدم تسبب هذا المبيد في أي حالة سرطان او تشوه او طفرات.

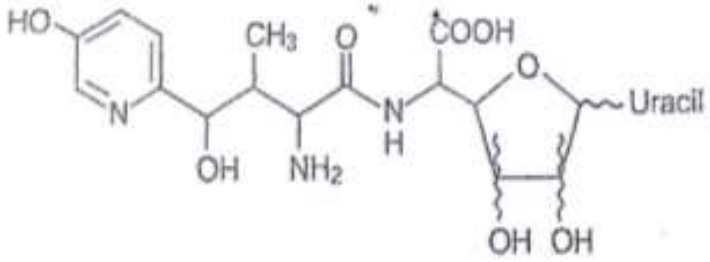
الية التأثير السام لـ Milbemycin

Milbemycin Toxic Action Mechanism

أظهرت الدراسات الخاصة في هذا المجال، ان الهدف الذي يعمل عليه هذا المبيد في الاكاروســـات والحشـــرات والديدان هو مســـتقبل Gama-AminoButyric Acid

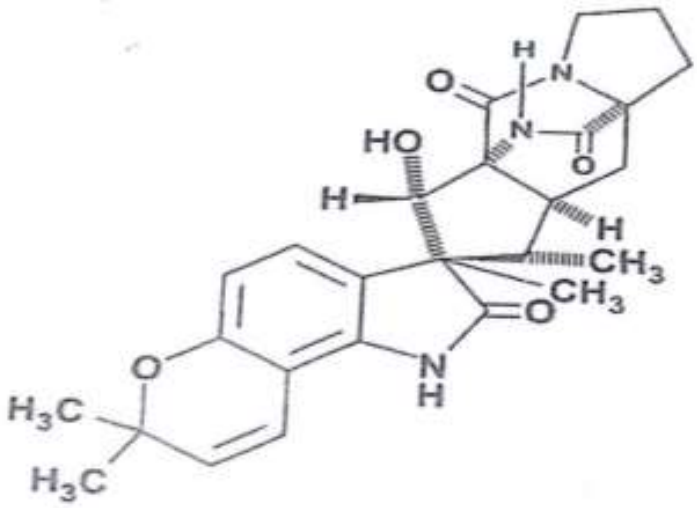
(GABA) في الجهاز العصـــبي المحيطي، حيث يعمل المبيد على تنبيه إطلاق الحامض (GABA). عند نهايات العصب وتشجيع عملية ارتباط الـ (GABA) بمواقع المسـتقبلات الموجودة في منطقة ما بعد التشـابك العصـبي Post–synaptic على غشاء مثبط العصب المحرك، ان تشجيع عملية ارتباط الــ (GABA) هذه تؤدي الى زيادة سريان ايونات الكلور الى داخل الخلية العصبية مما يؤدي الى حدوث استقطاب عالي Hyperpolarization ومنع توصـيل الإشـارة او الرسـالة العصـبية مما يؤدي الى تثبيط عملية نقل الرسائل العصبية.

2–) نيكومايسـنز Nikkomycins:– هذا المبيد تنتجه البكتريا *Streptomyces tendae* وقد عرف هذا المركب على انه مثبط قوي لعملية تصنيع الكايتين في حشرة السركوبيا*Hyalophora cercopia* والديدان الثعبانية، وتركيبه الكيميائي:



Nikkomycins

3–) سكليروتياميد Sclerotiamide:– هذا المركب تم عزله من الاجسام الحجرية Sclerotia للفطر *Aspergillus sclerotiorum* وقد أظهرت دراســـات التقييم الحيوي ان هذا المركب اعطى نســـبة قتل بلغت 45% في دودة عرانيص الذرة *Heliothis zea* واختزلت نمو اليرقات بنســبة 98% عند تقديم هذه المادة بتركيز 200 جزء بالميلون عن طريق الفم، كما انها تسببت بحدوث انتفاخ للغشاء بين العقلي عند اسـتعمال هذه المادة بجرعات تحت قاتلة فضــلاً عن حدوث تشـقق في كيوتكل الحشـرات الميته. دراسـات أخرى اشـارت على ان اعراض التعرض لهذه المادة تشـبه الى حد كبير اعراض التعرض لمثبط نمو الحشرات Cyromazine في يرقات الـ *H. zea* ودودة التبغ *Manducasexta*، فضـــلاً عن ذلك وجد ان Sclerotiamide أدت الى خفض خصوبة الثمار المجففة بنسبة 40%.



Sclerotiamide

مبيدات الديدان الثعبانية الكيموحيوية حيوانية المصدر

هذه المجموعة لازالت محدودة جدا من حيث توفرها واســـتخدامها في مجال مكافحة الديدان الثعبانية نباتية التغذية، ومن أهمها:

1-) المبيد كلاندوســـان Clandosan:- هذا المبيد مجهز بشـــكل حبيبات من مسحوق الهيكل الخارجي Exoskeleton للسرطانات وغيرها من القشريات، وتحتوي على نسبة عالية من الكايتين واليوريا، سجل هذا المبيد للاستخدام في مكافحة الديدان الثعبانية في سنه 1998. ان تأثيره القاتل في الديدان الثعبانية يرجع الى تحفيزه للنمو وزيادة اعداد الكائنات الدقيقة المضـــادة للديدان الثعبانية خاصـــة تلك المنتجة لأنزيم الكايتينز Chitinase الذي يعمل على تحليل قشرة بعض الديدان الثعبانية. يتوفر هذا المبيد تجارياً تحت الاسم Chitosan أيضا.

2-) الفيرومونـات Pheromones:- ان المركب الوحيد الذي اظهر فاعلية جذب جنسي هو حامض الـــ Vanilic الذي تنتجه اناث نيماتودا فول الصويا المتحوصلة Soybean Cyst Nematode، ان المشابهات الصناعية لهذا الفيرومون لم تظهر فاعلية جيدة في جذب الجنس الاخر.

3-) الأسـمدة العضـوية الحيوانية:- أظهرت العديد من الدراسـات ان خلط الأسـمدة الحيوانية بأنواعها المختلفة مع التربة أدت الى خفض الإصابة بالديدان الثعبانية نباتية التغذية.

مبيدات الديدان الثعبانية المايكروبية

مبيدات مشتقة من الممرضات المايكروبية للحيوانات اللافقرية ومنها الديدان الثعبانية، وان عمل هذه المبيدات يقوم على أساس قدرة المايكروب على احداث المرض والتكاثر داخل العائل وان لهذه المايكروبات تراكيب تكاثرية تجعلها قادرة على احداث العدوى. ان من العوامل المشجعة على استعمال هذه المبيدات في مكافحة الديدان الثعبانية هو قدرتها على الانتشـــار بشـــكل وبائي بين افراد النوع الواحد تحت الظروف الطبيعية، كذلك فان الكثير من هذه الممرضـات غير قادرة على إصـابة اللبائن، ولذلك فهي تعد من المبيدات أمينة الاستعمال، فضلاً عن التخصص العالي لبعضها في مدى اصابته للديدان الثعبانية، واخيراً فان إمكانية انتاجها الواســـع بطريقة التخمير زاد من إمكانية انتاجها بشـــكل اقتصـــادي مع توفر التقنيات الخاصـــة بإنتاجها. بالرغم من إصـــابة الديدان الثعبانية في الطبيعة بالعديد من الفايروسـات الممرضـة والقاتلة لها، الا انه لم يتم تجهيز أي من تلك الفايروســات للاســتخدام كمبيدات فايروســية للديدان الثعبانية على مســـتوى الحقل، وقد اقتصـــرت المبيدات المايكروبية المســـتخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية على مجموعتين هما:

أولا) مبيدات الديدان الثعبانية البكتيرية Bacterial Nematicides

البكتريا هي كائنات حية وحيدة الخلية، ولو ان خليتين او أكثر يمكن ان تشـــاهد مرتبطة مع بعضـــها تحت المجهر الا ان كلا منها يعتمد حياة مســتقلة عن الأخرى، وتمتاز البكتريا بصـــغر حجمها الذي لا يتعدى قطره واحد مايكرون، بعضـــها يتحرك بواسـطة الاسـواط Flagella والأخر غير متحرك عديم الاسـواط. تقع البكتريا ضـمن مجموعة الاحياء بدائية النواة Prokaryotes بســـبب افتقار النواة فيها الى الغلاف النووي الذي يعزلها عن بقية محتويات ســـايتوبلازم الخلية، كما لا تحتوي على نوية مقـارنـة بخلايـا الاحيـاء ذات النواة الحقيقـة Eukaryotes كـالفطريـات والبروتوزوا والنباتات والحيوان، تتكاثر البكتريا بواســـطة الانقســـام الثنائي البســـيط Simple Binary Fission عامة وان عملية تكوين الابواغ او السبورات فيها تعتبر وسيلة من

وسائل الحفاظ على النوع عندما تواجه ظروف غير مناسبة وليس طريقة من طرائق التكاثر. ان البكتريا المكونة للأبواغ تعد من أفضل الأنواع في مجال المبيدات المايكروبية، بسبب إمكانية خزنها لفترات طويلة جافة تمتاز بشدة مقاومتها للحرارة والضوء والمواد الكيميائية ويمكنها ان تبقى حرة في الطبيعية لعدة سنوات، وتختلف الابواغ عن الخلية الام ليس في الصفات التشريحية فحسب وانما في اعتبارات عدة منها:

1-) بالرغم من انها اجسام حية الا انها تمتاز بقلة او انعدام العمليات الحيوية فيها.

2-) انخفاض محتواها المائي الذي لا تتجاوز نسبته 5-20% كما تمتاز بشدة انعكاسها للضوء.

3-) احتوائها على حامض Dipicolinic الفريد من نوعه وكذلك على كميات كبيرة من الكالسيوم.

4-) تتكون الابواغ بأشكال واحجام متباينة ضمن مواقع مختلفة لكنها ثابته حسب نوع البكتريا وينحصر تكوين الابواغ في جنسين من البكتريا العصوية الشكل هما جنس *Bacillus* و*Clostridium*، كما تتكون في بعض المكورات البكتيرية التابعة للجنس *Sporosarcina*. وبما انها تتكون داخل السايتوبلازم فقد يطلق عليها احياناً بالأبواغ الداخلية Endospores.

ان من اهم مبيدات الديدان الثعبانية البكترية ما يأتي:

1-) المبيد البكتيري *Burkholderia cepacia*:- هذه البكتريا تعود لرتبة Pseudomonadales ولعائلة Pseudomonadaceae وكانت تعرف سابقاً بالاسم *Pseudomonas cepacia*. ان مصدر هذه البكتريا هي *Rhizosphere* جذور العديد من النبات، وقد تم استخدام سلالة ويسكونسن Wisconsin العزلة J82 وذلك لسهولة انتاجها وفاعليتها في كتب الديدان الثعبانية وفطريات التربة الممرضة للنبات. يتم انتاجها تجاريا بالتخمير لمكافحة الفطريات الممرضة للنبات والديدان الثعبانية، يستخدم هذا المبيد في تغليف البذور حيث يجهز بشكل مسحوق خامل

يحوي البكتريا، كما يجهز بشكل معلق يحوي بكتريا حية مع مواد مغذية، ويباع تحت الأسماء التجارية Deny و Intrecept و Blue Circle.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- ولهذه البكتريا القدرة العالية على استعمار منطقة الجذر في النبات، فضلا عن فعلها التضادي Antagonistic للديدان الثعبانية والفطريات الممرضة للنبات. المبيد قابل للخلط مع معظم المبيدات الكيميائية ولا يخلط مع مبيدات الفطريات الحاوية على النحاس. ليس للمبيد أي تأثيرات جانبيه في البيئة وعلى اللبائن.

2-) البكتريا *Streptomyces dicklowii*:- هذه البكتريا تستخدم رشاً مع مواد حاملة لمكافحة الديدان الثعبانية والعديد من الفطريات الممرضة للنبات وخاصة تلك التي تصيب الجذور في محاصيل الشليك وفول الصويا وغيرها من المحاصيل.

3-) البكتريا *Pasteuria penetrans*:- بكتريا ممرضة للديدان الثعبانية خاصة نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا التقرح، توجد هذه البكتريا في التربة بشكل تلتصق بالجليد الخارجي وتنبت مخترقه جدار الجسم لتعطي اجساماً مستديرة او مستعمرات صغيرة تنقسم بدورها عدة مرات حتى تملأ تجويف الجسم ويؤدي ذلك الى موت النيماتودا وهناك اليوم محاولات لإكثار هذه البكتريا وتجهيزها بشكل مستحضرات تجارية.

ثانياً) مبيدات الديدان الثعبانية الفطرية Fungal Nematicides

الفطريات كائنات خالية من صبغة الكلوروفيل وتعود الى مملكة الفطريات Fungi، وعليه فان الفطريات يجب ان تحصل على غذائها اما عن طريق التطفل على النباتات والحيوانات او ان تعيش مترممة على الاجسام الميتة او المواد العضوية المتحللة في التربة بعكس النباتات الخضراء التي تصنع غذائها بنفسها عن طريق التركيب الضوئي. تبدأ الفطريات حياتها بصورة عامة من انبات اجسام ثمرية صغيرة مختلفة حسب نوع الفطر، وهي اما ان تكون ابواغاً او كونيديا او حافظات بوغية Sporongia او ابواغ كلاميدية Clamydospores او غيرها والتي تنشا عن التكاثر

الجنســـي واللاجنســـي للفطر وبعد انبات تلك الابواغ او الكونيديا ينتج عن كل منها نموات خيطية رفيعة تسـمى بالهايفات Hyphae حيث تنمو وتتشـعب لتكون جسـم الفطر الذي يعرف بالغزل الفطري Mycelium والذي يكون فيما بعد الاجسام الثمرية. ان معظم الفطريات الممرضـــة للنيماتودا تهاجم النيماتودا من الخارج حيث تخترق جدار الجسـم عند الأماكن الضـعيفة، ثم تدخل تجويف الجسـم حيث تبدأ بمهاجمة انسـجته المختلفة وتسـتمر بالنمو والتكاثر حتى يمتلئ جسـم النيماتودا المصـابة بالهايفات، بعد ذلك يرسـل الفطر حوامل كونيدية Conidophores الى خارج جسـم النيماتودا يتبعها تكون الاجسام الثمرية التي تمكن الفطر من إصابة ديدان أخرى عند ملامسـتها لتلك الاجسـام ويلاحظ ان اجسـام النيماتودا المصـابة تكون مغطاة بالغزل الفطري الحاملة للكونيدات التي قد تحتوي على الابواغ الســـاكنه المقاومة للظروف الجوية غير الملائمة عند غياب العائل المناســـب. تهاجم النيماتودا في التربة بالعديد من أنواع الفطريات المتطفلة والممرضـــة للنيماتودا ومن أهمها تلك الأنواع التابعة لـــلاجـــنـــاس *Meria* spp و*Myzocytium* spp و*Catanaria* spp و*Harposporium* spp و*Nematophthora* spp. وهي طفليات اجبارية تدخل سبوراتها من خلال القناة الهضمية او جدار الجسم واختراقه بواسطة أنبوب الانبات، حيث ينتشر نمو المبسليوم داخل جسم النيماتوداً لتنمو بعدها حوامل السبورات خارج الجسم حيث تنشر السبورات بعد ذلك تنشر الإصابة في الديدان الأخرى. كما تهاجم النيماتودا أيضـــا من قبل الفطريات الصـــيادة في التربة التي تقوم باصـــطياد افرد النيماتودا بواسطة أعضاء لزجة خاصة تلتصق بها النيماتودا، وهي على ثلاثة اشكال:

1-) الهايفات اللزجة:- ويمثلها *Dactylella cionopage* و *D. gephyropage*.

2-) الشبكات الغزلية اللزجة:- ويمثلها الفطر *Dactylaria candida*.

3-) الحلقات الضـاغطه:- وتتكون من خلايا حسـاسـة على حوامل قصـيرة تنتفتح للداخل بمجرد ملامسة النيماتودا لها وتضغط عليها بشدة بحيث لا تستطيع الإفلات منها مثال ذلك الفطريات التابعة للأجناس *Arthrobotrys* spp و *Dactylaria*

spp. هذه الفطريات لم يتم انتاجها بشكل تجاري وتسويقها للاستخدام الحقلي. الا ان هذا لا يعني عدم وجود مبيدات نيماتودا فطرية حيث يتوفر تجارياً المبيدات الاتية:

1-) المبيد الفطري *Myrothecium verrucaria*:- يعود لرتبة Moniliales، يوجد هذا الفطر في التربة والسلالة المستعملة منه في الإنتاج التجاري للمبيد تم عزلها من نيماتودا في الولايات المتحدة الامريكية وانتج تجارياً بواسطة التخمير لمكافحة النيماتودا المسببة لتعقد الجذور *Meloidogyne* spp والنيماتودا المتحوصلة Cyst Nematode (*Heterodera* spp) والنيماتودا اللاسعة (*Belonolaimus longicaudatus*) Sting Nemtode والنيماتودا الحفارة (*Radopholus similis*) Burrowing (في الثيل والتبغ والاعناب والحمضيات والموز ومحاصيل العائلة الصليبية.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- يحدث هذا الفطر تأثيره في النيماتودا بمجرد ملامسة سبورات جدار جسم النيماتودا حيث تبدأ بالإنبات او هايفاته المنتشرة حول جذور النباتات حيث تبدأ الهايفات باجتياح جسم النيماتودا وقتلها. يجهز المبيد بشكل مسحوق ويباع تحت الاسم التجاري DiTera ويستخدم لمعاملة البذور او يضاف للتربة، يمكن خلطه مع المبيدات عدا مبيدات الفطريات، امين الاستخدام على الانسان والبيئة.

2-) المبيد الفطري *Paecilomyces lilacinus*:- وهو من الفطريات الممرضة للنيماتودا من خلال افرازه لأنزيمات معينة او توكسينات سامة.

3-) المبيد الفطري *Verticillium chlamydosporium*:- وهو من الفطريات الممرضة للنيماتودا وخاصة نيماتودا تعقد الجذور والنيماتودا المتحوصلة ويؤثر بنفس طريقة المبيد السابق.

مبيدات الديدان الثعبانية الجينية

ويقصد بها الجينات المسؤولة عن مجموعة الصفات التي تعمل على قتل الديدان الثعبانية وخفض اعدادها بشكل مباشر او غير مباشر ومن هذه الجينات تلك

المسؤولة عن مقاومة النبات للديدان الثعبانية وغيرها، والجينات ليست سامة بحد ذاتها وان عملها يقتصـــر على توظيف العمليات الحيوية للكائن الحي لترجمة الصـــفة المســؤولة عنها الى واقع مادي يتمثل في اكتســاب الكائن لتلك الصــفة، وعليه فان المبيدات الجينية لا يمكن تجهيزها واستعمالها بنفس الطريقة التي تستعمل في تجهيز واســتعمال المبيدات الكيميائية التقليدية. ان جميع الجينات المســتخدمة في مكافحة الديدان الثعبانية تم نقلها للعديد من المحاصيل المهمة لإنتاج أصناف مقاومة للديدان الثعبانية ومن هذه الجينات ما يأتي:

1-) جين انزيم الكـايتينيز Chitinase:- هـذا الجين تم عزلــه من البكتريــا *Serratia marrescens* ونقله الى البطاطا والطماطه والبنجر الســكري حيث يقوم هذا الانزيم بتحليل الكايتين الموجود في جليد الديدان الثعبانية والحشـــرات وبعض الفطريات.

2-) جين انزيم الكايتينيز Chitinase في البرتقال:- تحتوي أشـجار البرتقال على بعض الانزيمات التي تســـاعد على تحطيم الكايتين وقد تم التعرف على هذا الجين وعزله، وهناك اليوم عمل مســتمر لإدخال هذا الجين في أصــناف الحمضــيات لكي تصبح مقاومة للديدان الثعبانية.

3-) جين قتل الخلايا:- تم انتاج أصـــناف فول الصـــويا وبطاطا مقاومة للديدان الثعبانية وذلك بإدخال الجين المسؤول عن قتل الخلايا في جذور النبات تتغذى عليها النيماتودا في بداية الإصابة وحرمانه من تلك الخلايا سيؤدي الى حرمانها من مصدر الغذاء مما يؤدي الى موت الديدان الثعبانية وتوقف الإصابة.

4-) جين Mi المقاوم لنيماتودا العقد الجذرية:- هناك عمل متواصل لنقل جين Mi المقاوم لنيماتودا العقد الجذرية في الطماطه الى نباتات محاصـــيل أخرى حســـاســـة الديدان الثعبانية.

5-) الجينات المسوولة عن انتاج مواد مضادة للديدان الثعبانية:- هذه الجينات تم تحديدها وتجري حاليا محاولات نقلها الى العديد من المحاصيل لتصبح مقاومة وسامة للديدان الثعبانية ومن المتوقع ظهورها بشكل تجاري قريباً.

الفصل الحادي عشر

المبيدات الحيوية لمسببات امراض النبات غير الحيوية

- المقدمة
- المبيدات المايكروبية
- المبيدات الجينية
- العوامل المؤثرة في تبني منتجات الهندسة الوراثية

المقدمة

تشكل مسببات امراض النبات غير الحيوية او الفسلجية مجموعة مهمة جدا من المسببات والتي قد يصعب تشخيصها في كثير من الأحيان وذلك لتشابه بعض اعراضها مع اعراض الكثير من الامراض الناتجة عن مسببات الامراض الحيوية (الفايروسات والبكتريا والفطريات والفايتوبلازما). ان انخفاض درجات الحرارة وارتفاعها عن الحدود الطبيعية والصقيع والجفاف وارتفاع مستوى الماء الارضي وملوحة التربة وتلوثها بالمبيدات والعناصر المعدنية وتلوث المياه بالمبيدات والبترول، فضلا عن تلوث الهواء بما تقذفه المصانع وعوادم السيارات وغيرها، ان جميع العوامل السابقة يمكن ان تعمل سوية او منفردة في التسبب بظهور العديد من الحالات المرضية على المحاصيل المختلفة. ان ما يميز المسببات المرضة غير الحيوية انها مسببات لا يمكن السيطرة عليها او التحكم فيها بشكل كامل لتلافي اضرارها على النبات، وهي عوامل قد تكون من مميزات البيئة العراقية التي تمتاز بالتباين الحراري الكبير بين الصيف والشتاء وارتفاع مستوى الماء الأرضي والملوحة في مناطق وسط وجنوب العراق، فضلا عن افتقاره للتشريعات الخاصة بنظافة وسلامة البيئة والتشريعات المنظمة لعمليه تداول واستخدام الكيميائيات الزراعية. على ضوء ما سبق يمكن القول ان البيئة العراقية هي بيئة خصبة بالممرضات غير الحيوية وهي ممرضات يصعب مكافحتها في كثير من الأحيان لأنها تتطلب معالجات بيئية مكلفة جدا، إضافة الى ضرورة اشتراك عدة جهات حكومية لتنفيذ تلك المعالجات. ان التطور الحاصل في مجال التقنيات الحياتية والهندسة الوراثية اعادت الامل للعاملين في مجال مكافحة الآفات الى إمكانية مكافحة تلك المسببات المرضية غير الحيوية من خلال تحصين النبات من تلك المسببات او من خلال إيجاد أصناف من المحاصيل تستطيع النمو بوجود تلك المسببات او عن طريق التخفيف من تلك العوامل وذلك باتباع ما يأتي:

أولا) المبيدات المايكروبية Microbial Pesticides

ثانياً) المبيدات الجينية Geneal Pesticides

أولا) المبيدات المايكروبية Microbial Pesticides

تتوفر اليوم وعلى المستوى التجاري بعض الكائنات الدقيقة المجهزة خصيصاً لحماية المحاصيل من الانجماد وتلوث التربة والمياه منها ما يأتي:

1-) المبيد البكتيري *Pseudomonas fluorescens*:- وتعود لرتبة Pseudomonadales ولعائلة Pseudomonadaceae وهي من البكتريا الشائعة في الطبيعية، وقد تم استخدام السلالة المانعة للانجماد والمسجلة في الولايات المتحدة للإنتاج التجاري، اما السلالات الأخرى من البكتريا فقد أظهرت نشاط ضد البكتريا والفطريات الممرضة للنبات. تم اكثار السلالة المانعة للانجماد بالتخمير وسوقت تجاريا تحت الاسم FrostBan. لاستخدامها على المحاصيل المختلفة لمنع حدوث الانجماد وما يسببه من جروح للنبات.

الفاعلية الحيوية Biological Activity:- ان وجود هذه البكتريا على أوراق النبات يجعلها في تنافس تضادي مع البكتريا الأخرى الموجودة على الأوراق والتي تمثل مواقع تكوين نويات الصقيع وبذلك تمنع تكون بلورات الثلج على النبات .

هذا المبيد يجهز بشكل مسحوق قابل للبلل تحت الأسماء التجارية Dagger و Blight Ban و Biocure. ويستخدم رشاً على المحاصيل قبل انخفاض درجات الحرارة وان رشة واحدة تكفي لحماية المحصول عند انخفاض درجة الحرارة الى -5 مْ لمدة شهرين والمبيد غير قابل للخلط مع بقية الكيميائيات الزراعية، امين الاستخدام على اللبائن والبيئة.

2-) فطر العفن الأبيض Whiterot:- يستخدم حاليا فطر العفن الأبيض في تحليل عدة كيميائيات مثل الـ DDT والـ PCP والكيريوزوت والقطران والزيوت الثقيلة وبالتالي حماية البيئة من التلوث.

ثانياً) المبيدات الجينية Geneal Pesticides

هذه المبيدات كما أشرنا سابقا يعبر عنها بمجموعة من الكائنات الحية المعدلة وراثيا والمقاومة للممرضات غير الحيوية وفيما يأتي امثلة لتلك الكائنات المعدلة وراثيا:

1-) المحاصيل المقاومة لمبيدات الادغال Herbicide Resistant Crops:-

تعد مبيدات الادغال واحدة من أهم الملوثات او الآفات غير الحيوية التي تسبب حروق وخسائر كبيرة في المحاصيل التي تتعرض لها بشكل مباشر او غير مباشر اثناء عملية مكافحة الادغال باستخدام مبيدات الادغال، كما انها تشكل احد المعوقات الرئيسة لعملية استخدام مبيدات الادغال غير المتخصصة. لذلك فان انتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الادغال سينقذ المحاصيل من الحروق والاضرار التي تسببها مبيدات الادغال لهذه المحاصيل وستسهل من عملية استخدام مبيدات الادغال غير المتخصصة في الحقول المزروعة بهذه المحاصيل. وقد تمكنت تقنيات الهندسة الوراثية من انتاج مثل هذه المحاصيل عبر استخدام الطرائق الاتية:

أ-) تحوير موقع تأثير مبيدات الادغال في المحصول وبذلك لا يظهر تأثيرها على المحصول او النباتات غير المستهدفة بالمكافحة.

ب-) زيادة قدرة المحصول على تحليل وهدم مبيدات الادغال قبل ان تصل الى موقع التأثير في نباتات المحصول.

ت-) زيادة انتاج الأنزيمات التي تعمل عليها مبيدات الادغال مما يؤدي الى تحمل نباتات المحصول للضرر الذي قد تسببه مبيدات الادغال للمحصول.

تتوفر حالياً أصناف من المحاصيل المقاومة لثلاثة أنواع من مبيدات الادغال وهي:

أ-) مبيد الادغال كلايفوسيت Glyposate:- الكلايفوسيت مبيد ادغال جهازي غير متخصص يستخدم لمكافحة الادغال رفيعة وعريضة الأوراق الحولية والمعمرة منها، وهو غير ضار بيئياً كون سميته منخفضة للبائن وسريع التدهور في التربة، وقد تم تمييز جينات في بعض الكائنات الدقيقة مسؤولة عن هدم وتحليل هذا المبيد فضلا عن الجينات المسؤولة عن زيادة انتاج الانزيمات المسؤولة عن هدم المبيد كلايفوسيت Glyposate وقد تم نقل هذه الجينات الى بعض المحاصيل، وفي عام 1994 تم انتاج محصول فول الصويا المقاوم لمبيد الادغال كلايفوسيت ومع حلول عام 1999 تم انتاج القطن والذرة والكانولا Canola والبنجر السكري المقاوم لكلايفوسيت، والعمل مستمر لإنتاج محاصيل أخرى مقاومة لهذا المبيد.

ب-) مبيد الادغال كلوفوسنيت Glufosinate:- مبيد عام ذو تأثير واسع وغير متخصص يؤثر بالملامسة ويستخدم لمكافحة الادغال الحولية في مرحلة الباردات وقد تم تحديد الجينات المقاومة لهذا المبيد في بعض النباتات وتم نقلها الى عدد من المحاصيل خاصة بعض أصناف القطن وفول الصويا والذرة والكانولا والبنجر السكري.

ت-) مبيد الادغال بروموكسونيل Bromoxynil:- يستخدم هذا المبيد لمكافحة العديد من الادغال عريضة الأوراق لذلك فهو يستخدم في حقول الحنطة والشعير والذرة لمكافحة الادغال عريضة الأوراق الا انه لا يمكن استخدام هذا المبيد لمكافحة الادغال عريضة الأوراق في حقول القطن مثلاً، لذلك لجأ العاملون في مجال الهندسة الوراثية الى نقل الجينات المسؤولة عن مقاومة هذا المبيد والموجودة في النباتات رفيعة الأوراق الى نبات القطن ومع حلول عام 1994 تم انتاج نباتات قطن مقاومة لهذا المبيد.

2-) المحاصيل المقاومة للخزن Storage Resistant Crops:- في الولايات المتحدة تبلغ الخسائر الناتجة عن تلف الخضراوات والفواكه في المخازن نتيجة النضج الى 50% ويرجع التلف الى زيادة تركيز غاز الاثيلين Ethylene الذي تنتجه الثمار وهو المسؤول عن طراوة ونضج الثمار وتلفها وقد أظهرت الدراسات ان هناك انزيم مسؤول عن انتاج هذا الغاز وقد تمكن العلماء من عزل الجين المسؤول عن هذا الانزيم وأدخل بطريقة مقلوبة (Antisense RNA) الى بادرات طماطة عمرها 14 يوم بواسطة البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* فأدى ذلك الى عدم انتاج الحامض النووي الرسول mRNA والذي يحمل الشفرة الوراثية التي تصدر الامر بتكوين الانزيم. ويعتقد العلماء ان الوضع المقلوب للجين يجعله يلتحم مع الحامض النووي الرسول ويشل عمله فلا يتكون الانزيم ثم يمكن حفظ الطماطة لمدة طويلة، ويسعى اليوم مهندسو الوراثة الى نقل هذه الجينات الى التفاح والحمضيات والموز وابصال الزينة وغيرها من المحاصيل التي يتم تخزينها او نقلها لمسافات بعيدة.

3-) المحاصـــيل المقاومة للجفاف Dry Resistant Crops:- تعد مشـــكلة الجفاف والتصحر من المشاكل التي تحد من الإنتاج الزراعي لذلك سعى العاملون في مجال الهندســـة الوراثية الى تحديد الجينات المســـؤولة عن الصـــفات والوظائف التي تمكن بعض النباتات من تحمل ظروف الجفاف، ولعل احد هذه النباتات هو النبات المعجزة *Tortula ruralis* الذي يعيش في غابات أمريكا وقد لوحظ ان هذا النبات يتحمل الجفاف وتسـقط أوراقه ولكنه يسـتعيد نموه بعد إضـافة عدة قطرات من الماء، ولقد تمكن العلماء من عزل 74 نوعاً من البروتين وذلك عند اسـتعادة النبات المعجزة لنموه والعمل مستمر للتعرف على الجين المسؤول عن تحل الجفاف لعزله وادخاله في بعض المحاصيل.

4-) المحاصـيل المقاومة للملوحة Salt Resistant Crops:- تشـكل الملوحة الأرضـــية احد العوامل المحددة لزراعة العديد من المحاصـــيل الغذائية والعلفية، وان عملية اسـتصـلاح الأراضـي المالحة هي من العمليات المكلفة لذلك فان انتاج نباتات محاصيل تتحمل الملوحة يشكل احد الحلول المهمة لاستغلال مثل هذه الأراضي، لذا يسـعى العاملون في مجال الهندسـة الوراثية الى تحديد الجينات المسـؤولة عن تحمل النباتات التي تنمو في الأراضـــي المالحة لنقل هذه الجينات الى نباتات بعض المحاصيل لكي يتم زراعتها في مثل هذه الاراضي.

5-) المحاصيل المقاومة للجروح Injury Resistant Crops:- تتعرض العديد من المحاصـــيل ومنها البطاطا اثناء الحصـــاد والنقل والتســـويق الى حدوث جروح وخدوش مؤدياً كل ذلك الى تلوثها باللون الأســـود مما يقلل من جودتها وقيمتها التســـويقية، وقد تم عزل جين من فراشـــة دودة الشـــمع وادخل في نباتات البطاطا لإكسابها مناعة ضد اسوداد لونها.

6-) الكـائنـات الـدقيقـة المحولـة لمكـافحـة التلوث Transgenic Microorganisms In Pollution Control:- اتجهت الأنظار الى اسـتعمال الكائنات الدقيقة كتقنية حيوية لإزالة الملوثات من البيئة لان ذلك يتطلب تقليل في

اســـتخدام الطاقة ولا يحتاج الا القليل من الكيميائيات على صـــورة غذاء وتعمل على درجة الحرارة العالية، بالإضـــافة الى انها قليلة التكاليف. تشـــكل المبيدات والنتريت Nitrites والاملاح الذائبة المختلفة احد اهم ملوثات التربة والتي تنتقل بدورها الى المياه الجوفية والانهار، ففي دراســـة نفذت في الولايات المتحدة الامريكية أجريت عام 1986 تم التعرف على نحو 23 مبيد قد لوثت المياه الجوفية في 16 ولاية أمريكية، ولقد وجد ان بعض الكائنات بالتربة يمكنها ان تحلل بعض المبيدات وذلك نظراً لان الانزيم الخاص بها والموجود في تلك الكائنات الدقيقة يمكنه فصـــل بعض الاواصـــر الكيميائية في تلك المبيدات ومثل هذه الخاصـية وجدت على وجه التحديد في بلازميد Plasmid البكتريا والذي هو عبارة عن قطعة متناهية الصـــغر من الحامض النووي DNA دائري الشكل مزدوج ويحمل عوامل وراثية غير موجودة في كروموسوم البكتريا نفســـها. هذا البلازميد يحمل جينات مســـؤولة عن انتاج الانزيم الذي يقوم بتحليل المبيـدات او المعـادن الموجودة في التربـة او الميـاه الملوثـة بمواد مثـل2,4 D و(TCA) Trichloroacetic acid والـدلـبـون Dalapon و2-methyl-4-chlorophenoxy Propionic acid (MCPA) ومبيدات الحشـرات مثل باراثيون Parathion والديازينون Diazinon والكومافوس Coumaphos حيث قامت عدة أنواع من البكتريـا spp *Flavobacterium* بتحليـل البـاراثيون ولقد تم عزل الجين المســـؤول عن انتاج انزيم تحليل الباراثيون Parathion hydrolase والذي يمكن إدخاله في كثير من البكتريا. هذا النجاح شـــجع العاملين في مجال الهندســـة الوراثية الى تصـــميم كائنات دقيقة للتغلب على جميع الملوثات والعوامل المحددة لنشـــاط المايكروبات المحللة للملوثات وذلك عن طريق عمل مســـار كيميائي جديد يمكنه من تحليل النواتج الجديدة لعملية التحليل وهذا يتطلب المعرفة التامة بالتركيب الوراثي والكيمياء الحيوية للبكتريا المســـتخدمة في هذا المجال. ومن الأمثلة الناجحة في استخدام البكتريا في إزالة التلوث هو استخدامها في إزالة الزئبق، اذ من المعروف ان الزئبق قد لوث معظم المجاري المائية كنتيجة لســـقوطه على هيئة غبار من الجو

ويتراكم الزئبق في الأسماك ويجعلها غير امنه للاستهلاك البشري ويمكن التخلص من الزئبق عن طريق تحويله الى مواد متطايرة بالكائنات الدقيقة وقد قام Rochelle و Olson (1992) بعزل سلالات متأقلمة من البكتريا *Pseudomonas* spp من الأماكن الملوثة بالزئبق وكانت مقاومة للزئبق وتحتوي على جينين هما Mercury A و Mercury B واستخدمت هذه السلالات في تحويل الزئبق الى مواد متطايرة والتخلص منها وقد وجدا ان هذه السلالات تمكنت من إزالة 96% من الزئبق.

مما سبق من امثلة يتبين ان مكافحة ممرضات النبات غير الحيوية اصبحت اليوم عملية ممكنه وذلك بفضل التقنيات الحياتية والهندسة الوراثية وان المستقبل يبشر بإنجازات كبيرة في هذه المجال الى حد تصميم النبات او المحصول الذي نرغب بإنتاجه من حيث الشكل والطعم واللون والمحتوى الغذائي الى اخره مما يشتهي الانسان ويرغب. الا ان منتجات الهندسة الوراثية لازالت موضع شك وتساؤل من قبل الانسان.

العوامل المؤثرة في تبني منتجات الهندسة الوراثية

Factors Affecting Adoption of Genetic Engineering Products

بالرغم من الإنجازات العظيمة التي حققتها الهندسة الوراثية في مجالات الحياة ومنها الزراعة الا ان هناك العديد من المخاوف والعوامل التي تحد من تبني منتجات هذه التقنية الحيوية على مستوى العالم والتي من أهمها:

1-) المشاكل البيئة Ecological Problems:- ان اطلاق المحاصيل او الكائنات المعدلة وراثياً في البيئة، يجعل من عملية إزالتها من البيئة بعد ذلك في حالة ظهور مشكلة ما مرتبطة بهذه الكائنات عملية صعبة لا يمكن تحقيقها، خاصة وان هناك مخاوف من عملية اطلاق الجينات في البيئة بطريقة غير طبيعية ولا تعرف لحد الان ما هي ردود فعل البيئة على هذا الاقحام لجينات او كائنات غريبة بمواصفتها عن البيئة.

2-) مكافحة الآفات الأخرى Control of Other Pests:- ان استخدام الأصناف المعدلة وراثياً والمقاومة لأنواع معينة من الآفات لا يعني عدم مهاجمتها من

قبل أنواع أخرى من الآفات وعليه لابد من اســـتخدام المبيدات او الطرائق الأخرى لمكافحتها وبالتالي فان فكرة التوقف عن استخدام المبيدات بدأت تتلاشى.

3-) مقاومة الآفات للمحاصـــيل المعدلة وراثياً Pest Resistance to Transgenic Crops:- ان ظهور سلالات مقاومة من الآفات للمحاصيل المعدلة وراثياً مســـألة متوقعة مع زيادة الضـــغط على الآفات والمتمثلة بالتوســـع في زراعة المحاصـيل المعدلة وراثياً، ومن الأمثلة في هذا المجال ظهور المقاومة لمبيد الادغال كلايفوسـت Glyposate في الشـوفان البري ودغل الحصـان Horseweed كنتيجة حتمية لزيادة استخدام المبيد في مكافحة الادغال في حقول المحاصيل المقاومة لمبيد كلايفوست .

4-) الادغال المتفوقة Super Weeds:- هناك احتمال كبير من إمكانية انتقال جينات المقاومة من المحاصـيل المعدلة وراثياً الى الادغال خاصـة بين النباتات التي تتكاثر داخليا أي فيما بينها وبالأخص عندما يكون الدغل والمحصول من نفس النوع، مثال ذلك محصـول الكانولا Canola والخرول البري وبين الحنطة وبعض أنواع دغل العكيدة Aegilops، ان ظهور مثل هذه الادغال المقاومة للمبيدات سيجعل من عملية مكافحتها امر صعباً.

5-) المحاصـــيل المعدلة كأدغال Transgenic Crops As Weeds:- ان سقوط وانتشـار بذور المحاصـيل المعدلة وراثياً ونموها في حقول محاصـيل أخرى تعد ادغالا ينبغي مكافحتها، فاذا كانت هذه المحاصـــيل مقاومة لمبيدات الادغال فأنها تصبح مشكلة ينبغي التفكير في إيجاد البدائل لمكافحتها باستخدام مبيدات أخرى.

6-) الحساسية للبروتينات الغريبة Allergy to Foreign Proteins:- تحتوي المحاصـــيل المعدلة وراثياً على بروتينات غريبة ومعظمها بشـــكل انزيمات ومثل هذه البروتينات قد تسبب الحساسية للإنسان والحيوان اللذان يتغذيان على هذه المحاصيل، لذلك لابد من اجراء الاختبارات الكافية في هذا المجال قبل اطلاق هذه المحاصيل.

7-) نوعية الغذاء Nutritional Quality:- ان عدم قبول المحاصـــيل المعدلة وراثياً في الدول المتقدمة يرجع الى خوف المواطنين من ان القيمة الغذائية لهذه

المحاصـــيل قد لا تكون بنفس مســـتوى المحاصـــيل الطبيعية، اما في الدول النامية والفقيرة فان هذا العامل قد لا يكون أســـاســـيا امام حلات المجاعة وقلة الغذاء الذي تشكو منه هذه الدول.

المصادر

المصادر

أبو غربيه، وليد (2010). نيماتودا النبات في البلدان العربية. دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

الجبوري، فراس كاظم (1996). استخدام بعض الأجزاء النباتية الحاوية على المواد التانينية في مقاومة نيماتودا تعقد جذور الطماطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

الحكيم، أسماء منصور عبد الرسول (2009). دراسة حياتية ونسيجية لنيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* وبعض طرائق مكافحتها. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

رمضان، نديم احمد ومزاحم قاسم الملاح ونبيل عزيز قاسم (1995). استخدام الزيت المعدني في مقاومة مرض موزائيك الخس ودراسة تأثيره التثبيطي. مجلة اتحاد الجامعات العربية للدارسات والبحوث الزراعة 3(1) 185-191.

الزميتي، محمد السعيد صالح (2005). مكافحة الآفات في الزراعة العضوية. دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

الزميتي، محمد السعيد صالح وإبراهيم الناظر ومحمد عاشور (2011). التطبيقات الأمنه للمبيدات. دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

السامرائي، (1983). توزيع القلويدات واهميتها التصنيفية في بعض الأنواع البرية من العائلة الباذنجانية Solanaceac في العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.

عبد العال، زيدان السيد (1997). التكنولوجيا الحيوية، وافاق القرن الحادي والعشرين. منشاة المعارف بالإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

العبادي، جمال فاضل وهيب (1985) استخدام مستخلصات بعض النباتات في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطة، رسالة ماجستير كلية الزراعة، جامعة بغداد.

قاســـم، نبيل عزيز وحميد حمود علي ومحمد عدنان عبد المالك عيس (2006). دراسة تأثير بعض المستخلصات والمضادات الحياتية على فايروس موزائيك الخيار. مجلة زراعة الرافدين 34(4) 134-139.

قاســـم، نبيل عزيز (2011). فايروسات النبات. العلا للطباعة والنشر، الموصل، العراق.

الملاح، نزار مصـــطفى (2015). معجم الملاح في الكيميائيات الزراعية. دار ابن الاثير للطباعة والنشر.

الملاح، نزار مصـــطفى (2012). أســـس وطرائق مكافحة الآفات الزراعية. العلا للطباعة والنشر، الموصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى (2015). مبيدات الحشرات الحيوية. دار ابن الاثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى وعبد الرزاق الجبوري (2014). المبيدات الكيميائية مجاميعها وطرائق تأثيرها وتأيضـــها في الكائنات والبيئة. اليازوري للنشـــر العلمي، عمان، الأردن.

الملاح، نزار مصـــطفى وعبد الزراق الجبوري (2013). الأســـس النظرية والتطبيقية لمبيدات الآفات. دار طويق للطباعة والنشـــر، الرياض، الملكة العربية السعودية.

الملاح، نزار مصطفى ونضال يونس محمد وأسماء منصور عبد الرسول (2012). التأثير الحيوي لبعض مبيدات الحشـــرات في نيماتودا تأليل الحنطة. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية 4(2) 319-326.

النعيمي، بان علي احمد (2013). تأثير بعض المســـتخلصـــات النباتية والمركبات الكيميائية في تثبيط فايروسي الموزائيك الأصفر للفاصوليا وموزائيك الرقي. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

هادي، ســالي محفوظ (2007). الفعالية التثبيطية للزيوت الطيارة لنبات اكليل الجبل *Rosemarinus officinalis* في بعض الاحياء المجهرية الممرضة رسالة ماجستير. كلية العلوم، جامعة بغداد.

المصادر الأجنبية

Abo K.A., O.O. Salami and I.O. Abelegan (1993).Variation of total hyoscine content of cultivated *Datura metel.* L. Afr. *J. Med. Sci.22 (1): 47-7*.

Agrios, G. (2005). Plant Pathology. 5th ed. Elsevier, Academic Press, NewYork.

Al-Mrabeh, A., E. Anderson, L. Torrance, A. Evans and B. Fenton (2010). A L iterature Review of Insecticides and Mineral oil Use In Preventing the Spred of Non-Persistent Viruses in Potato Crops Scotish Crop Research, Scotish Agriculture College.

Ameline A, Couty M, P. Giordanenge (2009). Effects of mineral oil application on the orientation and feeding behavior of *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphidae). *Acte Entomologica sinica* 52:617-23.

Asjes CJ, GL. Blom-Barnhoorn (2001). Control of aphid-vectored and thrips-borne virus spread in liy, tulip, iris and dahlia by sprays of mineral oil, polydimethyl siloxane and pyrethroid insecticide in the field. *Annals of Applied Biology* 139:11-9.

Aspelin A.L. and A.H Grube (1996) & (1997). Pesticides Industry Sales and Usage, U.S. Environmental Protecton Agency, Publication 733-R-99-001, 1999.

Balogh B (2006). Characterization and use of bacteriophages associated with citrus bacterial pathogens for disease control.PhD Dissertation, Gainesville, FL: University of Florida.

Bastos M.C.F. Coutinho B.G., M.L.V. Coelho (2010). Lysostaphin: A Staphylococcal Bacteriolysin with potential clinical applications. *Pharmaceuticals.3 (4): 1139-1161*.

Bell AC. (1980). The use of mineral oil to inhibit aphid transmission of potato veinal necrosis virus a laboratory and field experiment. *Record of Agricultural Research (Belfast)* 28:13-8.

Berkov S. (2003). Alkaloids of *Datura ceratocula*. *Z. Naturforsch.58: 455-8.*

Boiteau G, FA. Wood (1982). Persistence of mineral-oil spray deposits on potato Leaves. *American Potato Journal* 59:55-63.

Boiteau G, RP. Singh (1982) Evaluation of mineral-oil sprays for reduction of virus Y spread in Potatoes. *American Potato Journal* 59: 253-62.

Boiteau G, Singh M, Lavoie J. (2009). Crop border and mineral oil sprays used in combination as physical control methods of the aphid-transmitted potato virus Y in potato. *Pest Management Science* 65:255-9.

Brown, R.H. and B.R. Kerry, eds., (1987). Principles and Practice of Nematode Control in Crops, Academic Press, Sydney, Australia.

Burpee, L.(2006). Integrated disease management, an introduction to Fungicides. Courses support.

Carson, C.F. and T.V. Riley, (1995). Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia. Journal of applied bacteriology.* 78(3), 264-269.

Carson, C.F., Hammer, A., T.V. Riley, (2006). *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clinical Microbiology Reviews*.p. 50-62.

Cascales E, Buchanan SK, D .Duché (2007). Colicin biology. *Microbiol.Mol. Biol. Rev.* 71 (1): 158-229.

Chitnis, R., Abichandani, M.; Nigam, P.; Nahar, L. & S.D. Sarker, (2007). Antioxidant and antibacterial activity of the extracts of *Piper cubeba (Piperaceae). Ars. Pharm., 48 (4): 343-350.*

Collins, J.C. (2007). Challenges and opportunities in crop production over the next decade. Pages 3-12 in: Pesticide Chemistry, Crop Protection, Public Health, And

Environmental Safety. H. Ohkawa, H. Miyagawa, and. P.W. Lee, eds Wiley VCH Verlag, Weinheim, Gemany.

Copping, L.G.(1998). The Biopesticides Manual. British Crop Protection Council, U.K.

De Wijs JJ, E. Strum (1979). The Viscosity of mineral oils in relation to their abiliy to inhibit the transmission of stylet-borne viruses. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 85: 19-22.

Derek, J. Knight, M. Cooke (2002). The Biocides Business. Wiley-VCH Verlag Gmbtl, Co. KGaA. U.S.A.

Dewijs JJ. (1980). The characteristics of mineral-oils in relation to their inhibitory activiy on the aphid transmission of potato virus-Y. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 86:291-300.

Farkas-Himsley H,Hill R, Rosen B, Arab S, CA. Lingwood (1995). The bacterial colicin active against tumor cells in vitro and in vivo is verotoxin 1. Proceedings of the *National Academy of Sciences of the United States of America 92 (15): 6996-7000.*

Farkas-Himsley H.(1980). Bactreiocins-are they broad-spectrum antibiotics?. *J.Antimicrob. Chemother.* 6(4): 426-6.

Félix d'Hérelle (1949). The bacteriophage. *Science News* 14:44-59.

Flaherty JE, Jones JB, Harbaugh BK, Somodi GC, LE. Jackson (2000). Control of bacterial spot on tomate in the greenhouse and field with H-mutant bacteriophages. *HortScience. 35:882-4.*

Foster, and Smith, (2010). Germs: Viruses, Bacteria, and Fungi. Veterinary & Aquatic Services Department Foster & Smith, Inc. Wisconsin. USA.

Francis, R and A. Keinath, (2010). Biofungicides and chemicals for managing diseases in organic vegetable production. *CLEMSON Cooperative Extension. Information leaflet* 88.

Frazer, A.C. (1963). Balance of pesticides: Benefits and risks. Pages 3-11 in: Proc, 2nd British Crop Protrction Conference.

Gabashvili, I.; Khan, S.; Hayes, S.; P.Serwer, (1997). Polymorphism of bacteriophage T7. *Journal of Molecular Biology* 273 (3): 658.

Ghabrial S.A. (1998). Origin, adaptation and evolutionary pathways of fubgal viruses. *Virus Genes 16: 119-131.*

Gianessi, L. and N. Reiger, (2006). The importance of fungicides in U.S. crop production. *Outlook on Pest Management 10: 209-213.*

Goodridge, LD.(2004).Bacteriophage biocontrol of plant pathogens: fast of fiction? Trends Biotechnol. 22: 3845. doi:10.1016/j. tibtech.2004.05.007.

Hague N.G.M. and S.R .Gowen,. In R.H. Brown and B.R. Kerry, eds. (1987). Principles and Practice of Nematode Control in Crops, Academic Press, Sydney, Australia, pp.131-178.

Hammami R, Zouhir A, Le Lay C, Ben Hamida J, I. Fliss (2010). BACTIBASE second release: a database and tool platform for bacteriocin characterization. *BMC Microbiology* 10: 22.

Heng, C.K.N., WESCOMBE, P.A., Burton, J.P., Jack, R.W., & J.R. Tagg, (2007). The diversity of bacteiocins in Gram-positive bacteria. In: Bacteriocins Ecology and Evolution. 1st ed. Riley, M.A. & Chavan, M.A., Eds. Springer, Hildberg, p.45-83.

Hooker, H.D.(1923). Colloidial copper hydroxide as a fungicides. *Indust Engin. Chem. 15:1177-1178.*

Horsfall, J.G.(1975). Fungi and fungicides: The story of a nonconformist. *Ann.Rev. Phytopathol.13:1-14.*

Hosseini Jazani, N.; Shahabi, Sh.; Abdi Ali, A. & M. Zartoshti, (2007). Antibacterial effects of water soluble green tea extracts on multi-antibiotic resistant isolates of *Acinetobacter* sp. *Pakistan .J.Biol. Sci., 10(9):1477-1480.*

Iranbkhsh A., Oshaghi M.A. and A. Majd (2004). Distribution of atropine and scopolamine in different organs on stages of development in *D.stramonum* L.(Solanaceae). structure and ultrastructure of biosynthesizing cells. *ACTA Biologica Cracoviens Series Botanion 48 (1): 13-8.*

Feldmessr .J, J. Kochansky, H. Jaffe, and D. Chitwood. In J. L. Hilton, ed.,(1985), Agrochemicals of the Future, Rowman and Allanheld, Totowa, NJ, PP. 327-344.

Keen EC (2012). Felix d'Hérelle and our microbial future. *Future Microbiology* 7 (12):1337-1339.

Keen, E.C. (2014). Tradeoffs in bacteriophage life histories. *Bacteriophage* 4 (1).

Kelman, A, and P.D. Peterson, (2002). Contributions of plant scientists to the development of the germ theory of disease. *Microbes Infect. 4:257-260.*

Klein L., in C.H. Bell, N. Price, and B. Chakrabati, ed.,(1996). The Methyl Bromide Issue, Wiley, Chichester, U.K, PP. 191-235.

Krämer, W., and U. Schirmer,eds.(2007). Modern Crop Protection Compounds, Vol.2.Wiley-VCH Verlag, Weniheim, Germany.

Krupovic M, Prangishvili D, Hendrix RW, DH. Bamford (December 2011). Genomics of bacterial and archaeal viruses: dynamics within the prokaryotic virosphere. *Microbiology and Molecular Biology Reviews: MMBR* 75 (4): 610-35.

Lang J.M, Gent DH, HF. Schwartz (2008). Management of Xanthomonas leaf blight of onion with bacteriophages and a plant activator. *Plant Dis. 91:871-8.*

M.Berenbaum, (2000). Committee on the Future Role of Pesticides, National Academy of Sciences, The Future Role of Pesticidesin U.S. Agriculture, National Academy Press, Washington, D.C., p.48.

Mahy, B. and M. Van Regennortel (2008). Encyclopedia of Virology Academic Press, New York.

Mallmann WL, CJ. Hemstreet (1924). Isolation of an inhibitory substance from plants. *Agricultural Research. 28:599-02.*

Martin, C.(1988). The application of bacteriophage tracer techniques in South West Water. *Water and Environment Journal* 2: 638.

Martin-Lopez B, Varela I, Marnotes S, C. Cabaleiro (2006). Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of *Myzus persicae* and PVY epidemics. *Pest Management Science* 62:372-8.

McCallan, S.E.A.(1967). History of fungicides. Pages 1-37 in: Fungicides, An Advanced Treatise, Vol.l. Academic Press, NewYork, NY.

McNeil DL, Romero S, Kandula J, Stark C, Stewart A, S. Larsen (2001). Bacteriophages. : A potential biocontrol agent against walnut blight (*Xanthomonas campestris* pv *.juglandis) New Zealand Plant Protection.54:220-4.*

Morris P, Marinelli LJ, Jacobs-Sera D, Hendrix RW, GF. Hatfull (2008). Genomic characterization of mycobacteriophage Giles: evidence for phage acquisition of host DNA by illegitimate recombination. *Journal of Bactreiology* 190 (6): 2172-82.

Mørtvedt, C.I.; Nissen-Meyer, J.; Sletten K.; I.F. Nes (1991). Purification and amino acid sequence of lactocin S, a bacteriocin produced by *Lactobacillus sake* L45. *Microbiology* 57 (6):1829-1834.

Opender, K, G.S. Dhaliwal, (2002). Microbial Biopesticides Taylor and Francis, London, U.K.

Overman, A.J and J.F. Price (1984). Application of avermectin and cyromazine via drip irrigation and Fenamiphos by soil incorporation for control of insect and nematode pests in chrysanthemum *Proceeding of Florida State Horticulture Society ,97 :304-306.*

Park Y., D. James, and Z.K. Punje, (2005). Co-infection by two distinct totivirus-like double-stranded RNA elements in

Chalara elegans *(Thielaviopsis basicola).* Virus Research 109: 71-85.

Perring TM, Gruenhagen NM CA. Farrar (1999). Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors. *Annual Review of Entomology* 44:457-81.

Peters D, G. Lebbink (1975). Inhibitory action of mineral-oil on number of local lesions on nicotiana-glutinosa I Leaves Inoculated with tobacco mosaic-virus. *Virology* 65:574-8.

Phillips, S.D. (2001). Fungicides and biocides. In: Clinical Environmental Health and Toxic Exposures, Sullivan, J.B. & Krieger, G.R., Eds. Lippincott Williams and Wikins, Philadelphia, 2nd Eds. pp: 1109-1125.

Poweil G.(1992). The effect of mineral-oil on stylet activities and potato virus-Y transmission by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 63: 237-42.

Prema P, Bharathy S, Palavesam A, Sivasubramanian M, G. Immanuel (2006). Detection, purification and efficacy of warnerin produced by *Staphylococcus warneri*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 22(8): 865-72.

Qui Y, Pirone T. (1989). Assessment of the effect of oil on the potyvirus aphid transmission process. *Journal of Phytopathology* 127:221-6.

Romo, M., A. Leuchtmann, and I. Zabalgogeazcoa, (2007) A totivirus infecting the mutualistic fungal endophyte epichloe, festucae. *Virus research 124: 38-43.*

Ross, Z.M., O'Gara, E.A., Hill, D.J., Sleightholme, H.V., & D.J. Maslin, (2001). Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: evaluation of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. *Applied and Environmental Microbiology*. 67(1), 475-80.

Russell, P.E.(2005). A century of fungicide evolution. *Journal of Agricultral Science 143:11-25.*

Schlundt, H.(2002). Risks and benefits of biological and chemical plant protection strategies-food safety aspects, *Proc. British Crop Protection Conference 2002, pp.3-21*.

Sharma SR, A. Varma (1982). Control of virus diseases by oil sprays. *Zentralblatt fur Mikrobiologie* 137:329-47.

Simons J., T. Zitter (1980). Use of oils to control aphid born viruses. *Plant Disease* 64:542-6.

Smith, C.M. (1988). History of benzimidazole use resistance Pages.23-24 in: fungicides Resistance in North America, C.J. Delp, ed, American Phytopathological Society, St Paul, MN.

Tomlin, C.,(1994). The Pesticide Manual, 10th Edition, British Crop Protection Council/Royal Society of Medicine .

Ujváry, I., (2001). Pest control agents from natural products, in R.I. Krieger, ed., Handbook of Pesticide Toxicology, 2nd ed. Academic Press, San Diego, pp.109-179(a thorough work on the chemistry, biochemistry and toxicology of natural products used in pest control).

Vidaver AK. (1976). Prospects for control of phytopathogenic bacteria by bacteriophages and bacteriocins. Ann iRev *Phytopathol.14:451-65*.

Wallace, J.R. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Pro. Nutr. Soc., 63: 621-629.*

Whitehead, A.G.,(1998). Plant Nematode Control, CAB International, Wallingford, UK.

Whitehead, R.(1996). The UK Pesticide Guide, British Crop Protection Council/CAB International.

Wommack, K.E.; R.P. Colwell, (2000).Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64 (1):69-114.

Yildririm, Z. and M.G. Johnson (1988). Characterization and antimicrobial spectrum of bifidocin B, a bacteriocin produced by *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454. *J, Food Protection 61: 47.*