

บทที่ 18

สารเคมีที่ใช้ควบคุมโรคพืช

[Chemicals Used in Disease Control]

การใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อควบคุมโรคพืช นับเป็นวิธีที่รู้จักแพร่หลายมากที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ลงทุนสูง ผู้ใช้ต้องมีความรอบรู้มากพอที่จะสามารถวางแผนการให้มีประสิทธิภาพต่อการใช้สารเคมีนั้นประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ดังนั้นเกษตรกรผู้ปฏิบัติเกี่ยวกับสารเคมีควบคุมโรคพืชจำเป็นต้องทราบวิธีการใช้ อัตราความเข้มข้นของสารเคมี อันตรายต่อพืช มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง ตลอดจนรู้จักเลือกใช้เครื่องพ่นสารเคมี และระยะเวลาในการพ่นสารเคมีให้สอดคล้องกับสภาพการปลูกพืช ดินฟ้าอากาศและการระบาดของโรคได้อย่างเหมาะสม แม้กระนั้นก็ตามการใช้สารเคมีควบคุมเชื้อโรคพืชชนิดต่าง ๆ ยิ่งทวีมากขึ้นทุกปี เพราะให้ผลในการกำจัดเชื้อโรคพืชรวดเร็วกว่าวิธีการอื่น ๆ

1. รูปแบบของสารเคมีป้องกันโรคพืช (Chemical Formulations) สารเคมีที่ผลิตออกจำหน่ายป้องกันกำจัดโรคพืชส่วนมาก มักประกอบไปด้วยส่วนผสมระหว่างเนื้อสารเคมีบริสุทธิ์ และสารบางชนิดที่อาจมีผลส่งเสริมให้รูปแบบของสารเคมีนั้น ๆ มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่จะใช้แตกต่างกัน เพื่อความสะดวกต่อการฉีดพ่น สูตรหรือรูปแบบของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทั่ว ๆ ไปมีดังนี้ (จิระเดช 2522)

1.1 ฝุ่นผง (Dusts : D) ลักษณะเป็นผงละเอียด ที่ผสมจากเนื้อสารบริสุทธิ์ และสารฝุ่นผงอื่น ๆ เช่น ทัลค์ (talc) เบนโตไนท์ (bentonite) ไพโรฟิลไลต์ (pyrophyllite) ไดอะตอมมาเซียส เอิร์ท (diatomaceous earth) ที่ไม่ออกฤทธิ์ เพื่อทำให้ฤทธิ์ของสารเคมีเจือจางลง โดยทั่วไปสารเคมีที่ใช้ป้องกันโรคพืชที่มีลักษณะเป็นฝุ่นผงนี้มักมีสารออกฤทธิ์ค่อนข้างต่ำคือ 4-10 เปอร์เซ็นต์

1.2 ฝุ่นผงละลายน้ำได้ (Wettable powder : W.P.) หมายถึงสารเคมีที่มีรูปลักษณะเป็นฝุ่นผงเหมือนข้อ 1.1 คือมีตัวสารเคมีผสมกับสารเจือจางชนิดผง และมีสารช่วยให้เปียกน้ำง่าย (wetting agent) ผลมอยู่ด้วยเสมอ นอกจากนี้ อาจจะมีการเติม พวกลอกไขมัน (sticker) และสารแพร่กระจายยา (spreader) ลงไปเพื่อให้ยาสามารถติดกับใบพืชที่มีไขมาก ๆ ได้ หรือเพื่อป้องกันการถูกชะล้างโดยน้ำฝน ผงของสารเคมีเมื่อผสมน้ำแล้วจะลอยอยู่ในรูปของสารผสม หรือสารแขวนลอย (suspension) ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ

1.3 สารเคมีน้ำมันผสมน้ำ (Emulsifiable concentrate : E.C.) สารเคมีชนิดนี้ประกอบไปด้วยเนื้อสารบริสุทธิ์ละลายอยู่ในตัวทำละลาย (solvent) ซึ่งเป็นสารน้ำมัน และมีสารอิมัลซิฟายอิง รวมอยู่ด้วยซึ่งเป็นสารช่วยทำให้น้ำมันรวมตัวกับน้ำได้ดีขึ้น ดังนั้นเมื่อนำสารเคมีดังกล่าวผสมกับน้ำจึงเกิดเป็นสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม

1.4 รูปเม็ด (Granules : G) สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชแบบนี้เดิมทีเดี่ยวจะอยู่ในรูปของสารฝุ่นผสมกับสารเจือจางชนิดผง และถูกแปลงรูปให้อยู่ในลักษณะเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร สารเคมีที่อยู่ในรูปเม็ดนี้มักมีเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ต่ำเช่นเดียวกับชนิดฝุ่นผง จะออกฤทธิ์ได้ต่อเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำเป็นระยะเวลาอันพอสมควร จนแตกตัวเป็นผง

1.5 รูปสารละลาย (Solution : S) หมายถึงรูปแบบของสารเคมีบริสุทธิ์ หรือสารเคมีบริสุทธิ์ผสมกับตัวทำละลาย ที่สามารถละลายน้ำได้หมดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

1.6 รูปของสารแขวนลอย (Suspensions or Slurries : SI) หมายถึงรูปแบบของสารเคมีที่มีสารบริสุทธิ์อยู่ในสภาพแห้งแล้วผสมกับของเหลว เกิดเป็นสารแขวนลอย มีเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับสารเคมีชนิดผงละลายน้ำ

1.7 สารเคมีเหลวชนิดข้น (Flowables : F) หมายถึงรูปแบบของสารเคมีที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์และสารเสริมไม่ออกฤทธิ์ ซึ่งถูกบดจนละเอียดเกือบจะอยู่ในลักษณะของคอลลอยด์ (colloid) แล้วผสมกับของเหลวปริมาณเพียงเล็กน้อยได้เป็นยาน้ำแบบข้น มีลักษณะคล้ายกับแบบผงผสมน้ำ

1.8 รูปของสารเคมีพ่นละออง (Aerosols : A) หมายถึงสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชที่บรรจุอยู่ในภาชนะภายใต้สภาพความดัน เมื่อมีแรงกระตุ้นให้ส่วนผสมของสารเคมีถูกพ่นออกมาเป็นละออง อนุภาคขนาดเล็กปลิวไปในอากาศ

1.9 รูปของสารเคมีไอ้อบหรือรม (Fumigant) สารเคมีชนิดนี้เดิมทีเดี่ยวมีสถานะเป็นของเหลว เมื่อถูกไอ้อบหรือรมฆ่าเชื้อในดิน หรือวัสดุอื่น ๆ จะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สซึมฆ่าเชื้อโรค ดังนั้นก่อนใช้จึงคลุมวัสดุที่นำไปอบหรือรมด้วยผ้าพลาสติกป้องกันการระเหยสูญเสียของสารเคมีไปในอากาศ

2. ชื่อสารเคมีที่ใช้ควบคุมโรคพืช (Names) สารเคมีที่ใช้ปราบโรคพืชแต่ละชนิดมีชื่อ 3 ชื่อด้วยกัน คือ ชื่อทางเคมี (chemical name) ชื่อสามัญ (common name) และชื่อทางการค้า (trade name) ชื่อทางเคมีและสามัญมีได้เพียงชื่อเดียว ส่วนชื่อทางการค้าจะมีได้หลายชื่อ ทั้งนี้ยอมแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตสารเคมีชนิดนั้น ๆ ออกจำหน่าย จะเป็นผู้จดทะเบียนตั้งชื่อ สำหรับชื่อทางการค้า

มีข้อสังเกตให้เห็นได้ง่ายในแผ่นรายละเอียดที่โฆษณาบนซอง ขวด และหีบกล่องต่าง ๆ ที่ใช้บรรจุตัวสารเคมี จะนำด้วยอักษรตัวใหญ่ ชื่ออื่น ๆ มักขึ้นต้นด้วยอักษรตัวเล็ก เช่น แคปแทน (captan) เป็นชื่อสามัญ เอ็น-(ไทรโคลโรเมทิลไทโอ)-4-ซายโคลเฮกซีน-1,2 ไดคาร์บอกซิไมด์ (N-(trichloromethylthio) - 4 - cyclohexene - 1,2 - dicarboximide) เป็นชื่อทางเคมี และแคร์ไพไรเซด 50 (Kapricide 50) วาตาไซด์ 50 (Watacide 50) แคปตาเฟซ 50 (Captafez 50) ออร์โทไซด์ 50 (Orthocide 50) เป็นชื่อทางการค้า

ดังนั้นการหาซื้อสารเคมีกำจัดโรคพืชจำเป็นต้องทราบชื่อเคมี หรือชื่อสามัญ แล้วตรวจสอบชื่อทางการค้าที่เป็นสารเคมีชนิดเดียวกัน จึงเลือกซื้อจากบริษัทที่มีราคาถูกที่สุด โดยจะต้องเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเนื้อสารเคมีบริสุทธิ์ประกอบด้วย นอกจากนี้สิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้งานสารเคมีต้องทราบเพื่อป้องกันให้ตนเอง ผู้อื่น และสัตว์เลี้ยงปลอดภัยจากอันตรายของสารเคมีที่นำไปใช้คือการตรวจดูค่า แอล ดี 50 (Lethal Dose 50)

แอล. ดี. 50 หมายถึงปริมาณของสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดจํานวนน้ำหนักของเนื้อสารเคมีเป็นมิลลิกรัม ต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง 1 กิโลกรัม แอล ดี 50 มีสองค่า คือค่าแอลดี 50 ของสารเคมีที่กินเข้าไป (Oral LD 50) และค่า แอลดี 50 ที่ผ่านเข้าทางผิวหนัง (Dermal LD 50) ถ้าสารเคมีใดมีค่าแอลดี 50 สูง ย่อมแสดงว่าสารเคมีชนิดนั้นมีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อยกว่าสารเคมีที่มีค่าแอลดี 50 ต่ำ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าสารเคมีที่มีค่าแอลดี 50 สูง จะไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ และสัตว์ ซึ่งค่า แอลดี 50 เป็นการเปรียบเทียบพิษของสารเคมีแต่ละชนิด เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมแก่สถานที่ เช่นสารเคมีที่ใช้บริเวณบ้านหรือชุมชน จะต้องเป็นสารเคมีที่มีค่าแอลดี 50 สูงมากที่สุด

3. การคำนวณปริมาณของสารเคมีกำจัดโรคพืช นอกจากแผ่นรายละเอียดที่โฆษณาบนซอง ขวด และหีบกล่องต่าง ๆ จะบอกชื่อทางการค้า เคมี และสามัญแล้ว ยังบอกค่าเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ (active ingredient) เพื่อประโยชน์ด้านการคำนวณหาปริมาณเนื้อสารเคมีที่แท้จริง และด้านการสูญเสียของสารเคมีที่เกิดจากการผสมจนเหลือใช้

3.1 การหาปริมาณของน้ำยาเคมีให้พอเหมาะกับพื้นที่ การหาปริมาณน้ำยาเคมีก่อนลงมือผสมสารเคมี กระทำได้ด้วยการฉีดพ่นน้ำที่ทราบปริมาตรแน่นอน ลงทั่วพื้นที่เพาะปลูกที่กำหนดให้ แล้วตวงวัดปริมาตรของน้ำที่เหลือใช้ ก็จะทำให้ทราบได้ว่าในพื้นที่ที่กำหนดให้ นั้น ๆ ต้องใช้น้ำยาเคมีเท่าไร กระทำวิธีเดียวกันนี้เป็นจำนวนสามครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำยาเคมีที่ใช้ต่อพื้นที่ ๆ กำหนดให้ดังกล่าว จึงนำไปคำนวณหาปริมาณของน้ำยาที่ใช้อย่างแท้จริงต่อไร่ เช่นได้ผลเฉลี่ย

1.0 ลิตร ต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร ก็จะสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำยาเคมีที่ต้องใช้ได้ใน 1 ไร่ มีค่าเท่ากับ 80 ลิตร

3.2 วิธีคำนวณเนื้อสารเคมีที่แท้จริง

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการเตรียมยาเบนเลท 50 W.P. ให้ได้ความเข้มข้น 1500 ppm จำนวน 2 ลิตร
 ก. ต้องใช้ยาเบนเลทกี่กรัม? และถ้าต้องการใช้ยาที่ผสมไว้มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 600 ppm
 ข. จะต้องใช้ยาที่ผสมไว้แล้วเท่าไร?

วิธีทำ ก. ต้องการความเข้มข้นของยาเบนเลท 1500 ppm แสดงว่าน้ำยาเคมี 1,000,000 มิลลิลิตร จะมีเนื้อยาจริง = 1500 กรัม และถ้าต้องการน้ำยาเคมี 2,000 มิลลิลิตร จะมีเนื้อยาจริง

$$= \frac{1500 \times 2000}{1,000,000} \quad \text{กรัม}$$

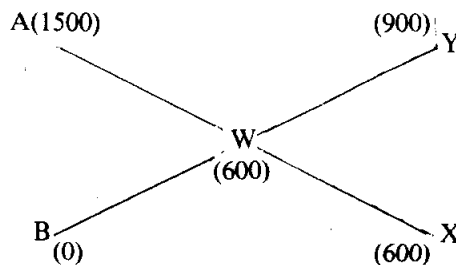
$$= 3 \quad \text{กรัม}$$

ถ้าต้องการยาเบนเลท 50 กรัม ต้องชั่งจริง = 100 กรัม

และถ้าต้องการยาเบนเลท 3 กรัม ต้องชั่งจริง = $\frac{100 \times 3}{50}$

$$= 6 \quad \text{กรัม} \quad \text{ตอบ}$$

ข. จากหลักของ criss-cross



W = เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ 600 ppm

A = เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการทำให้เจือจาง 1500 ppm

B = เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ทำให้เจือจาง คือน้ำมีค่า 0 (ศูนย์)

X = จำนวนปริมาตรของสารละลายที่ต้องการทำให้เจือจางที่จะนำมาเตรียมสารละลายที่เข้มข้นตามความต้องการ ซึ่งคำนวณได้จาก $W-B (600) = 600$

$Y =$ จำนวนปริมาตรของสารละลายที่ใช้ทำให้สารละลายเจือจางเพื่อทำให้ได้สารละลายที่เข้มข้นตามต้องการ ซึ่งคำนวณได้จาก $A-W (1500-600) = 900$

แสดงว่าการเตรียมน้ำยาเคมี 600 ppm ต้องใช้น้ำยาเคมีเข้มข้น 1500 ppm 2 ส่วนผสมกับน้ำ 3 ส่วน

ดังนั้นถ้าต้องการน้ำยาเคมี 1000 มิลลิลิตร ต้องใช้น้ำยาเคมี = $1000 \times \frac{2}{5} = 400$ มิลลิลิตร **ตอบ**
 และใช้น้ำ = $1000 \times \frac{3}{5} = 600$ มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 2. ยาแคปแทน 50 W.P. บอกอัตราการการใช้ 450 กรัมต่อไร่ โดยต้องผสมน้ำ 80 ลิตร/ไร่ ถ้าต้องการใช้เพียง 20 ลิตร จะต้องใช้น้ำยาแคปแทนกี่ช้อนแกง?

วิธีทำ น้ำ 80 ลิตร มีเนื้อยาริสุทธ์ = 450 กรัม
 น้ำ 20 ลิตร มีเนื้อยาริสุทธ์ = $\frac{450 \times 20}{80} = 11.25$ กรัม

เนื้อยาริสุทธ์ 50 กรัม มาจากยาริสุทธ์ 100 กรัม
 เนื้อยาริสุทธ์ 11.25 กรัม มาจากยาริสุทธ์ = $\frac{100 \times 11.25}{50}$
 = 22.5 กรัม

ถ้าน้ำหนัก 15 กรัม จะบรรจุได้ = 1 ช้อนแกง
 ถ้าน้ำหนัก 22.5 กรัม จะบรรจุได้ = $\frac{22.5}{15} = 1.5$ ช้อนแกง

ตอบ

มาตราส่วนต่างๆ

ความยาว (LENGTH)

- 1 ไมล์ = 1760 หลา = 5280 ฟุต = 1.6 กิโลเมตร
- 1 กิโลเมตร = 0.6214 ไมล์ = 1000 เมตร
- 1 เมตร = 3.2808 ฟุต
- 1 ฟุต = 0.3048 เมตร

น้ำหนัก (WEIGHT)

- 1 ตัน (longton) = 2,240 ปอนด์
- 1 ตัน (short ton) = 2,000 ปอนด์
- 1 เมตริกตัน = 1,000 กิโลกรัม = 2,205 ปอนด์
- 1 ปอนด์ = 16 อาวนซ์ = 453.6 กรัม = 0.454 กิโลกรัม
- 1 อาวนซ์ = 20.35 กรัม
- 1 กิโลกรัม = 1,000 กรัม = 2.205 ปอนด์
- 1 กรัม = 1,000 มิลลิกรัม = 0.035 อาวนซ์

พื้นที่

- 1 ตารางกิโลเมตร = 0.386 ตารางไมล์
- 1 ตารางไมล์ = 2.59 ตารางกิโลเมตร
- 1 เฮกแตร์ = 2.471 เอเคอร์ = 107,640 ตารางฟุต
= 10,000 ตารางเมตร = 6.25 ไร่
- 1 เอเคอร์ = 43,560 ตารางฟุต = 0.405 เฮกแตร์ = 2.52 ไร่
- 1 ไร่ = 0.16 เฮกแตร์ = 0.395 เอเคอร์
= 400 ตารางวา = 1,600 ตารางเมตร
- 1 ตารางฟุต = 144 ตารางนิ้ว = 0.929 ตารางเมตร
- 1 ตารางเมตร = 10.764 ตารางฟุต = 1.196

ปริมาตร

- 1 แกลลอน = 4 ควอทซ์ = 3.785 ลิตร = 0.8327 แกลลอน (อังกฤษ)
- 1 ควอทซ์ = 2 ไพน์ท = 946.33 มิลลิลิตร
- 1 ไพน์ท = 16 ฟลูอิดอานซ์ = 473.167 มิลลิลิตร
- 1 ฟลูอิดอานซ์ = 0.05 ไพน์ท = 28.4 มิลลิลิตร

- 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร = 1.085 ออนซ์ = 2.1 ไพน์ท
- 1 ลูกบาศก์ฟุต = 7.48 แกลลอน = 28.317 ลิตร = 4/5 บุชเชล
- 1 ลูกบาศก์เมตร = 35.314 ลูกบาศก์ฟุต
- 1 บาเรล = 31.5 แกลลอน
- 1 มิลลิลิตรของน้ำหนัก = 1 กรัม
- 1 ลิตรของน้ำหนัก = 1 กิโลกรัม
- 1 แกลลอนของน้ำหนัก = 8.337 ปอนด์
- 1 ถ้วย = 16 ช้อนโต๊ะ = 8 ฟลูอิด-อวอนซ์ = 236.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1 ช้อนโต๊ะ = 3 ช้อนชา = 1/2 ฟลูอิด-อวอนซ์ = 15-16 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1 ช้อนชา = 5-6 ลูกบาศก์เซนติเมตร = 0.17 ฟลูอิดอวอนซ์ (1/6 ออนซ์)
- 1 ปิบน้ำมันก๊าด = 20 ลิตร
- 1 ขวดแม่โขง (กลม) = 750 มิลลิลิตร
- 1 ขวดแม่โขง (แบนใหญ่) = 375-380 มิลลิลิตร
- 1 ขวดเบียร์ไทย (ขนาดใหญ่) = 650 มิลลิลิตร
- 1 กระป๋องนม = 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร

การเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ

- 1 กิโลกรัม/เฮกแทร์ = 0.89 ปอนด์/เอเคอร์
- 1 ปอนด์/เอเคอร์ = 1.12 กิโลกรัม/เฮกแทร์
- = 179.34 กรัม/ไร่ (ประมาณ 180)
- 1 ลิตร/เฮกแทร์ = 0.16 ลิตร/ไร่
- 1 แกลลอน/เอเคอร์ = 9.344 ลิตร/เฮกแทร์
- = 1.497 ลิตร/ไร่ ประมาณ 1.5 ลิตร/ไร่)
- 1 ปอนด์/แกลลอน = 119.83 กรัม/ไร่ (ประมาณ 120 กรัม/ไร่)
- 1 ส่วนต่อล้าน (พี.พี.เอ็ม.) = 1 มิลลิกรัม/ลิตร
- = 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- = 0.0601 เปอร์เซ็นต์
- = 0.013 อวอนซ์ในน้ำ 100 แกลลอน
- 1 เปอร์เซ็นต์ = 10,000 ส่วนต่อล้าน
- = 10 กรัม/ลิตร
- = 10 กรัม/กิโลกรัม

= 8.34 ปอนด์/100 แกลลอนของน้ำ

= 1.33 อววนซ์โดยน้ำหนัก/แกลลอนของน้ำ

4. สารเคมีที่ใช้ทางโรคพืช สารเคมีที่นำมาใช้ควบคุมโรคพืชมีหลายชนิด บางชนิดออกฤทธิ์ควบคุมโรคพืชโดยตรง บางชนิดใช้ผสมกับสารเคมีชนิดอื่นแล้วออกฤทธิ์ไปในด้านส่งเสริมให้สารเคมีชนิดอื่นมีผลต่อการควบคุมโรคพืชได้ดีขึ้น และบางชนิดมีคุณสมบัติรักษาให้พืชหายจากอาการผิดปกติ สารเคมีดังกล่าวที่สำคัญมีดังนี้คือ

4.1 แอดจูแวนท์ (Adjuvants) หมายถึงสารเคมีที่เติมลงในน้ำยาแล้วช่วยทำให้น้ำยาเคมีมีคุณสมบัติทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ดีขึ้น ซึ่งสารเคมีพวกนี้ เมื่อเติมลงไปใต้น้ำยาอาจรวมตัวกับน้ำยาจนเป็นโซลูชัน (solution) ซัสเพนชัน (suspension) หรือ อิมัลชัน (Emulsion)

โซลูชัน หมายถึงสารละลายที่ผสมกันจนเป็นเนื้อเดียวกันทั่วตลอดทุกส่วน ไม่มีอนุภาคหรือตะกอนหลงเหลืออยู่

ซัสเพนชัน หมายถึงสารละลายที่มีของผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทุกส่วน กล่าวคือ จะต้องมีส่วนละลายแขวนลอยอยู่

อิมัลชัน เป็นส่วนผสมของ ๑ เหลวสองชนิดที่ไม่สามารถรวมตัวกันได้เช่น น้ำกับน้ำมันเป็นต้น ของเหลวชนิดนี้อาจทำให้เข้ากันได้ด้วยการเติมสารประเภท อิมัลซิฟายอิง (emulsifying) ลงไป

แอดจูแวนท์ที่ใช้เติมเพิ่มฤทธิ์ของน้ำยาเคมี ในการกำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ คือ

4.1.1 เวททิง เอเจนท์ (Wetting agent) สารเคมีชนิดนี้เป็นตัวช่วยทำให้ตัวละลายจับผิวของใบพืชดีขึ้น โดยมีบทบาทช่วยลดแรงตึงผิวของพืชให้น้อยลง

4.1.2 สเปรดดิ้ง เอเจนท์ (Spreading agent) สารเคมีในกลุ่มนี้มีบทบาทช่วยแผ่กระจายตัวยาเคมีทั่วผิวพืช

4.1.3 สติคเกอร์ (Sticker) เป็นสารเคมีที่ช่วยให้ยาเคมียึดติดกับผิวพืชได้ดียิ่งขึ้น ทำให้คงทนต่อการชะล้างจากฝน และน้ำค้างได้ยากยิ่งขึ้น

4.1.4 เซฟเนอร์ (Safener) สารเคมีที่มีคุณสมบัติลดความเป็นพิษจากยาเคมีที่มีต่อพืช

4.1.5 ดีฟลักคูเลชัน เอเจนท์ (Deflucculation agent) หมายถึงสารเคมีที่เติมลงในยาเคมี แล้วออกฤทธิ์ป้องกันน้ำยาเคมีจับกันเป็นก้อนหรือตกตะกอน ซึ่งจะทำให้อนุภาคของยาเคมีฟุ้งกระจายได้ดี

4.2 ยาฆ่ารา (Fungicides) หมายถึงสารเคมีที่ใช้ฆ่า และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ตามประวัติได้กล่าวถึงแนวทางการใช้ยาฆ่ารา ด้านการเกษตรกรรม มีวิวัฒนาการใช้รูปสารประกอบ อนินทรีย์ (inorganic) ของกำมะถัน ทองแดง และปรอท อินทรีย์ (Organic fungicide) และประเภทดูดซึม (systemic fungicides) ในศตวรรษที่ 18, 19 และปัจจุบันตามลำดับ โดยที่สารกำมะถันจะอยู่ในรูปของกำมะถันผงที่ได้จากดิน (ground sulfur) และกำมะถันที่ละลายน้ำได้ ใช้ควบคุมโรคราแป้งขาว สนิมเหล็ก แต่การใช้สารประเภทกำมะถันผง และกำมะถันละลายน้ำมีข้อเสียอยู่ที่ไม่ค่อยจับกับใบพืช ถูกชะล้างได้ง่าย เมื่อถูกกระแสน้ำพัด หรือหยดน้ำฝน มีความเป็นพิษกับพืชสูงไม่สามารถใช้กับพืชตระกูลแตงได้ หรือพืชผักอื่น ๆ ที่จะบรรจุกระป๋องจะทำให้เกิดกาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็จะทำให้กระป๋องโป่ง มีสีดำ เกิดเป็นพิษได้ง่าย ตลอดจนทำลายเชื้อโรคได้เฉพาะส่วนผิวพืชไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในต้นพืช ดังนั้นยุคแห่งการใช้สารอนินทรีย์พวกกำมะถัน เป็นยาฆ่ารา สิ้นสุดลงเมื่อมีผู้นำสารอนินทรีย์ประเภททองแดงมาใช้ในปี ค.ศ. 1880 ซึ่งสารประเภททองแดงที่ใช้กันอย่างกว้างอยู่ในขณะนั้นคือ บอร์ดโดมิกเจอร์ (Bordeaux mixture) และเบอร์กันดี มิกเจอร์ (Burgundy mixture) ใช้ได้ดีในการควบคุมโรคพืชบนองุ่น ทั้งในอดีตและปัจจุบันซึ่งมีพื้นฐานมาจากคอปเปอร์ซัลเฟต อย่างไรก็ตามการใช้สารประกอบทองแดง ก็ยังประสบปัญหาเรื่องการเป็นพิษอยู่มาก ถ้าผสมผิดสูตรหรือผิดอัตราส่วน ต่อมามีการใช้ยาฆ่าราประเภทมีสารปรอทเป็นส่วนผสม กับเมล็ดพืชเพื่อป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ด การใช้สารปรอทเพื่อกำจัดโรคพืชนี้ไม่กว้างขวางมากนัก เนื่องจากมีพิษร้ายแรงกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สารปรอทที่ใช้คือ โคโรสิบ ซัลลิเมนต์($HgCl_2$) และ แคโลเมล ($HgCl$) ใช้จุ่มเมล็ด เหง้า และหัวพืชเพื่อป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา

การใช้ยาฆ่าราประเภทสารอินทรีย์ ถูกค้นพบและใช้แทนสารอนินทรีย์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 เป็นต้นมา มีอยู่ 2 รูปคือ พวกไดไธโอคาร์บาเมต (dithiocarbamate) เช่น มาเนบ (maneb) นาแบม (nabam) ไธรัม (thiram) และไซเนบ (Zineb) เป็นต้น และสารประกอบประเภทแคปแทน (captan) ที่อยู่ในกลุ่มของไตรคลอโรเมทิลไดไธโอคาร์บอกซิไมด์ (trichloromethylthiodicarbonylides) ที่นับว่ามีชื่อเสียงมากในยุคนี้คือ แคปแทน เนื่องจากเป็นยาที่มีฤทธิ์กว้างขวางมากคือใช้ฉีดพ่นป้องกันโรคที่เกิดกับไม้ผล ผัก ไม้ดอก พืชไร่ได้ดี นอกจากนี้ยังใช้คลุกเมล็ด หรือราดดินก็ให้ผลดี

สำหรับในยุคปัจจุบันการใช้ยาป้องกันกำจัดเชื้อราทั่วไป มุ่งในด้านยาประเภทดูดซึม เนื่องจากประหยัดเวลาในการฉีดพ่น โดยไม่ต้องฉีดพ่นยาจนทั่วตลอดทั้งต้นพืช ตัวยาก็สามารถเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อน้ำ ท่ออาหาร เข้ายับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้โดยง่าย ยาประเภทดูดซึมระยะ

แรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ที่มีใช้ทั่วไปจะเป็นพวก เบนซิมิดาโซล (Benzimidazoles) คือ เบนโนมิล (Benomyl) และไธอะเบนดาโซล (Thiabendazole) โดยเฉพาะเบนโนมิลเมื่อเข้าไปอยู่ในพืชจะถูกเปลี่ยนรูป เป็น เมทริล เบนซิมิดาโซล-2-อิล-คาร์บาเมท (methyl benzimidazole-2-yl carbamate) ที่มีสมบัติเป็นยาฆ่าราอันค่อนข้างอยู่ตัวและมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด ยกเว้นเชื้อราชนิดดำในชั้นโอ-โอ-มายซีตีส ของ สับ-ดิวิชันมาสติโกมายโคตินา เชื้อราบางชนิดในสับ-ดิวิชันแบสิดิโอมายโคตินา และเชื้อราในสับ-ดิวิชันดิวเทอโรโรมายโคตินา บางชนิดของสกุล *Helminthosporium* และ *Alternaria* ยาฆ่าราประเภทดูดซึมที่มีขายทั่วไปทั้งในรูปแบบของสารเบนโนมิล คือ เบนเลท และรูปอื่น ๆ ขณะนี้คือ ยาดีโมซาน (Demosan) ซึ่งมีชื่อสามัญว่าคลอโรเนบ ซาพรอล (Saprol) ซิคคาร์อล (Sicarol) เทอร์ราโซล (Terrazole) เทคโต 90 (Tecto 90) เอพรอน 35 เอส.ดี. (Apron 35 SD) ริโดมิล 25 W.P. (Ridomil 25 W.P.), ไวตาแวกซ์ (Vitavax) เป็นต้น

รูปแบบของยาฆ่าราที่มีใช้เพื่อการควบคุมโรคพืชมีดังนี้คือ

4.2.1 ยาฆ่าราประเภทกำมะถัน (Sulfur fungicides) กำมะถันที่นำมาประยุกต์ใช้ในด้านกำบังกันกำจัดโรคพืช มีทั้งกำมะถันอย่างเดี่ยว (elemental sulfur) และสารประกอบของกำมะถันทั้งรูปแบบ อนินทรีย์ และอินทรีย์ (Inorganic and Organic sulfur compound)

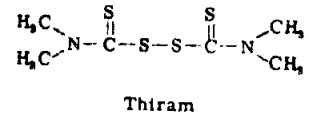
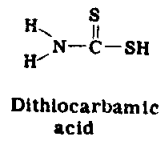
ก. กำมะถันอย่างเดี่ยว (Elemental sulfur) มีใช้ทั้งรูปแบบของฝุ่นผงและละลายน้ำ ในรูปของฝุ่นผงนี้ เวลนานำไปใช้อาจเกิดการจับกันเป็นก้อนไม่สะดวกต่อการใช้เมื่อพ่นลงบนพืชมักติดผิวพืชอยู่ได้ไม่นาน เนื่องจากกระแสลมสามารถพัดให้สูญหายได้ง่าย และถ้าจับใบพืชมากเกินไปจะทำให้เป็นพิษต่อพืชอยู่มาก ส่วนกำมะถันรูปแบบของการนำไปใช้ละลายน้ำนี้ จำเป็นต้องผสมสารอื่นที่มีสมบัติทำให้เป็นสารแขวนลอย (dispersing agent) เช่น โซเดียม ไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate) และเป็นตัวทำให้จับผิวพืชได้ดีขึ้น (wetting agent) เช่น เคซิน (caesin) และเบนโตไนท์ เคลย์ (bentonite clay) เป็นต้น

ข. สารประกอบของกำมะถันอนินทรีย์ (Inorganic sulfur compound) รูปแบบของสารกำมะถันที่นำมาใช้เพื่อการควบคุมโรคพืชชนิดนี้ สำหรับในประเทศไทยไม่นิยมใช้ เนื่องจากมีความซับซ้อนต่อการเตรียม และการใช้ในไร่ นาอยู่ยากพอสมควร ตัวอย่างของสารกำมะถันชนิดนี้ได้แก่ ไลม์ ซัลเฟอร์ (lime sulfur) ที่ใช้ควบคุมโรคราแป้งขาวของไม้ผล ซึ่งสามารถเตรียมได้จาก ปูนขาว ผสมกำมะถัน ผสมน้ำในอัตรา 20 15 50 หน่วยเป็นปอนด์-แกลลอน โดยครั้งแรกใช้ปูนขาว 20 ปอนด์ ผสมน้ำ 5 แกลลอน ผสมกำมะถันป่น 15 ปอนด์ คนให้เข้ากันแล้วต้มให้เดือด 1 ชั่วโมง จึงเติมน้ำจนครบ 50 แกลลอน กวนให้เข้ากันทิ้งไว้จนตกตะกอน จึงนำน้ำใสของแคล

เซียม โพลี ซัลไฟด์ (calcium polysulphide) ไปใช้ การใช้โลม ซัลเฟอร์นี้มักใช้ในช่วงตอนเย็น และเวลาอากาศเย็น จึงจะทำให้การควบคุมโรคพืชประสบผลสำเร็จ และต้นพืชปลอดภัยจากพิษของ สารเคมี

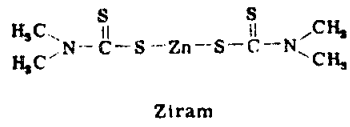
ค. สารประกอบของกำมะถันอินทรีย์ (Organic sulfur compound) ได้แก่ สารประกอบพวก ไคโรโอคาร์บาเมท อันเกิดจากธาตุโลหะรวมตัวกับ กรดไดไซโอคาร์บาไมค ที่สำคัญมี 3 พวกคือ

ค1. ไธยูเรม ไดซัลไฟด์ (Thiuram disulphide) สารประกอบกำมะ ถันกลุ่มนี้ ประกอบไปด้วย กรดไดไซโอคาร์บาไมค สองโมเลกุลที่เชื่อมกัน และมีกลุ่มของเมทิลแทน ที่อิมิโนไฮโดรเจนอยู่ 2 กลุ่ม มีชื่อสามัญทั่วไปว่า ไทแรม (Thiram) และมีชื่อทางการค้าว่า ไท แรม อะราซาน (Arasan) เทอร์ซาน (Tersan) และทายเลท (Thylate) และมีชื่อทางเคมีว่า เตตราเมท ริลไธยูเรม ไดซัลไฟด์ (tetramethyl thiuram disulphide)



ใช้เป็นยากลูกเมล็ด ถั่ว หอมหัวใหญ่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มะเขือเทศ ข้าวโพด ข้างฟาง เพื่อป้องกัน โรค เน่าคอดิน ไหม้ของกล้าพืช รากเน่า และแอนแทรคโนสของมะเขือเทศ

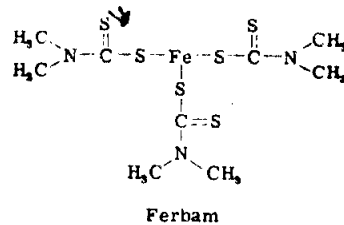
ค2. มีทอลดิค ไดไซโอคาร์บาเมท (Metallic dithiocarbamate) สารประ กอบของกำมะถันอินทรีย์ประเภทนี้จะมีธาตุโลหะรวมตัวอยู่กับ กรดไดไซโอคาร์บาไมค ธาตุโลหะที่ สำคัญคือ สังกะสี (Zn) และเหล็ก (Fe) ถ้ามีธาตุสังกะสีเชื่อมอยู่ระหว่างสองโมเลกุลของกรดไดไซโอคาร์ บาไมค จะมีชื่อสามัญว่า ไซแรม (Ziram)



ชื่อทางการค้าว่า เซอร์เลท (Zerlate) คาร์แบม (Karbam) โคโรเซท (Corozate) และมีชื่อทางเคมีว่า ซิงค์ไดเมทริล ไดไซโอคาร์บาเมท (Zinc dimethyl dithiocarbamate) สมบัติของไซแรมทั่วไป เป็นยาฆ

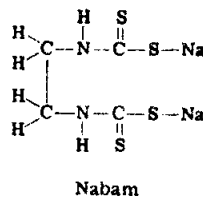
สีขาว ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีฤทธิ์เป็นกรด สามารถกัดกร่อนเหล็ก และทองแดง ใช้เป็นยาฆ่าราฉีดพ่นบนใบพืชกับไม้ผล ถ้านำไปใช้กับพืชบางชนิด เช่น ต้นกล้วยอ่อนมะเขือเทศ ยาสูบและพืชตระกูลแตง อาจทำให้ต้นพืชเกิดอาการเป็นพิษขึ้นได้ ส่วนมากมักใช้ยาชนิดนี้ก่อนเก็บเกี่ยว 3 วัน เพื่อควบคุมโรค แอนแทรคโนส ใบไหม้ ราน้ำค้าง ราสนิมเหล็ก และโรคใบจุด

ถ้ามีธาตุเหล็กเชื่อมอยู่ระหว่างสามโมเลกุลของกรดไดไซโอคาร์บาไมค จะมีชื่อสามัญว่า เฟอร์แบม (Ferbam) ชื่อทางการค้าว่า เฟอร์เมท (Fermate) เฟอร์แบม (Ferbam) คาร์แบมแบลค (Karbam Black) โคโรเมท (Coromate) คาร์บาเมท (Carbamate) และมีชื่อทางเคมีว่า เฟอร์ริค ไดเมทริล ไดไซโอคาร์บาเมท (Ferric dimethyl dithiocarbamate)



ลักษณะเป็นยาฆ่าราสีดำ ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ใช้พ่นป้องกันโรคแบลคสปอตของกุหลาบ แอนแทรคโนสของถั่ว ยาสูบ แตง และใช้พ่นกับไม้ผล ตลอดจนไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ

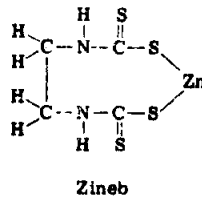
ค.3 เอทิลีน บิสไซโอคาร์บาเมท (Ethylene bithiocarbamate) ยาฆ่ารากลุ่มนี้ประกอบไปด้วยโลหะทำปฏิกิริยาอยู่กับสองโมเลกุลของกรดเมทริลไดไซโอคาร์บาไมค และกลุ่มของเมทริลมีปฏิกิริยาเชื่อมติดกันอยู่ ถ้าธาตุโลหะเป็นโซเดียม มีชื่อสามัญว่า นาแบม (Nabam) ชื่อทางการค้าว่า ไดเทน ดี-14 (Dithane D-14) สารละลายพาร์เซท (Parzate Liquid) และมีชื่อทางการเคมีว่า ไดไซเดียม เอทิลีน บิสไดไซโอคาร์บาเมท (Disodium ethylene bisdithiocarbamate)



สมบัติของยาฆ่ารานาแบมทั่วไป เป็นของแข็งสีขาว เมื่อละลายน้ำแล้ว นำไปฉีดพ่นบนพืชจะจับเป็นพื้นผิวบาง ๆ ยึดเกาะติดที่ผิวของพืช ทนต่อการชะล้างได้ดี ใช้ควบคุมโรคจุดดำของกุหลาบ ใบจุดที่

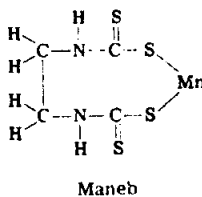
เกิดจากเชื้อราเซอร์คอสปอรา (cercospora leaf spot) ของพืชผักต่าง ๆ และโรคเน่าคอดินของถั่ว

เมื่อโลหะธาตุสังกะสีแทนที่โซเดียมในเมทิลไดโซไธคาร์บาไมด์ ที่มีกลุ่มของเมทิลเชื่อมติดกันอยู่ จะถูกเรียกชื่อสามัญว่า **ไซเนบ (Zineb)** และเรียกชื่อทางการค้าว่า ไดเทนแซด-87 (Dithane Z-78) โลนาโคล (Lonacol) พาร์เซท (Parzate) และแวนไซด์ (Vanzide) และเรียกชื่อทางเคมีว่า ซิงค์ เอทาลีน บิสไดโซไธคาร์บาเมท (Zinc ethylene bisdithiocarbamate) ลักษณะสีขาวขุ่น



ละลายน้ำได้ มีพิษต่อมนุษย์และสัตว์น้อยมาก ถ้าถูกแสงและความร้อนจะสลายตัว ใช้ควบคุมโรคพืชผักได้ดี ทำลายเชื้อได้กว้างขวาง เช่น โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา เซอร์คอสปอราของพืชตระกูลกระหล่ำ โรคราน้ำค้างของแตง แอนแทรคโนสของแตง โรคใบไหม้ของข้าวโพด โรค เอลดี ไบรท์ (early blight) เลทไบรท์ (late blight) ของมะเขือเทศ และโรคจุดดำ (black spot) ของกุหลาบ นอกจากนี้ ตัวยาไซเนบยังสามารถใช้เป็นยาคลุกเมล็ด และผสมกับน้ำแช่ชิ้นส่วนของพืชเพื่อป้องกันเชื้อโรคเข้าทำลายก่อนปลูกได้ดีอีกด้วย

และถ้านำโลหะธาตุแมงกานีส แทนที่โซเดียมในเมทิลไดโซไธคาร์บาไมด์ ที่มีกลุ่มของเมทิลเชื่อมติดกันอยู่ จะถูกเรียกชื่อสามัญว่า **มานีบ (Maneb)** ชื่อทางการค้าว่า ไดเทนเอ็ม-22 (Dithane M-22) โลนาโคล เอ็ม (Lonacol M) เทอร์ซาน แอล เอส อาร์ (Tersan LSR) และแมนเซท 200 (Manzate 200) และมีชื่อทางเคมีว่า แมงกานีส เอทิลีน บิสไดโซไธคาร์บาเมท (Manganous ethylene bsthioarbamate)



ลักษณะของสารมานีบเป็นผลึกสีเหลือง ละลายน้ำได้เล็กน้อย เมื่อผสมสารชนิดนี้ในอัตรา 2 ปอนด์ กับน้ำ 100 แกลลอน ใช้ฉีดพ่นป้องกันโรคใบจุดของกระหล่ำปลี แอนแทรคโนส และโรคเน่าดำขององุ่น โรคราน้ำค้างของถั่ว และโรคเพอร์เฟิล บลอทช์ (purple blotch) ของพืชตระกูลหอมได้ผล

ดี สำหรับการใช้สารมาเน็บเพื่อฉีดพ่นป้องกันโรคพืช มีข้อสังเกตและข้อควรระวังกับพืชวงศ์
โซลานาซีอี (Solanaceae) และเคอร์คิวบิตาซีอี (Cucurbitaceae) อาจเป็นพิษได้รุนแรงในระยะ
ต้นกล้า

4.2.2 ยาฆ่าราประเภทสารประกอบทองแดง (Copper fungicides) ยาฆ่าราประ
เภทสารประกอบทองแดง ที่มีชื่อเสียงมาก และมีใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อควบคุมโรคพืชชนิดต่าง ๆ
คือ บอร์โดมิกเจอร์ (Bordeaux mixture) ซึ่งประกอบไปด้วยสารผสมระหว่าง คอปเปอร์ซัล
เฟต (CuSO_4) ผสมปูนขาว (Ca(OH)_2) และผสมน้ำในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เช่นใช้ฉีดพ่นพืชระยะ
พักตัวเพื่อทำลายเชื้อรา และแบคทีเรียใช้สูตร 10-10-100 และ 8-8-100 โดยมีน้ำหนักเป็นปอนด์-ปอนด์
ผสมหน่วยปริมาตรของน้ำเป็นแกลลอน ถ้าพ่นพืชระยะกำลังเจริญเติบโตใช้สูตร 2-2-100
และ 2-6-100 การใช้สารผสมบอร์โดมิกเจอร์นี้ ถ้าผสมผิดส่วนสารคอปเปอร์ซัลเฟตจะเป็นสาเหตุทำ
ให้พืชเสียหาย เนื่องจากพิษของสารขึ้นได้ ดังนั้นการใช้จึงจำเป็นต้องผสมด้วยความระมัดระ
วัง นอกจากยาฆ่าราประเภทสารประกอบทองแดง จะใช้บอร์โดมิกเจอร์แล้ว ยังมีสารประกอบทอง
แดงรูปอื่น ๆ เช่น เบสิค คอปเปอร์ซัลเฟต (Basic copper sulfate) เบสิคคอปเปอร์คลอไรด์ (Basic
copper chloride) คอปเปอร์ ออกไซด์ (Copper oxide) และคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ (Copper
oxychloride) ที่มีขายในรูปของการค้าว่าคูปราวิท (Cupravit)

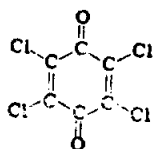
4.2.3 ยาฆ่าราประเภทสารปรอท (Mercury compound) ของผสมประเภทสาร
ปรอทถูกนำมาใช้เป็นยาฆ่าราที่เป็นสารอนินทรีย์มีอยู่ 2 รูปคือ เมอร์คิวริค คลอไรด์, HgCl_2 ,
(mercuric chloride) ที่รู้จักกันในชื่อสามัญทั่วไปว่า คอร์โรซิฟ สับลิเมท (Corrosive sublimate)
และเมอร์คิวรัส คลอไรด์, HgCl , ที่รู้จักกันในชื่อสามัญว่า แคลโลเมล หรือแคลโลกรีน (Calomel,
Calogreen) เมื่อนำมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 1000 เพื่อใช้จุ่มเมล็ดไรโซม (rhizome) และคอร์ม
(Corm) สามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรีย และเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้
ยังใช้จุ่มเครื่องมือต่าง ๆ ในการเกษตรเพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวในรูปของ ดิสิเนฟสแตนท์ (disinfectants)

สำหรับของผสมประเภทสารปรอทที่นำมาใช้ควบคุมโรคพืชเป็นสารประกอบอิน
ทรีย์ ได้แก่ อะกรอกซ์ (Agrox) เป็นสารประกอบฟีนิลเมอร์คิวริยูเรีย (Phenyl mercuryurea) ซีรี
แซน (Ceresan) เป็นสารประกอบ เอทิล เมอร์คิวรี (ethyl mercury) พาโนเจน (Panogen) เป็นสารประ
กอบของ เมทิล เมอร์คิวรี (methyl mercury) และซีเมแซน (Semesan) ซึ่งเป็นสารประกอบ
ของ ฮายดรอกซี เมอร์คิวรี (hydroxy mercury) ทั้งหมดนี้ใช้เป็นสารคลุกเมล็ด เพื่อป้องกันและกำจัด
โรคพืช

อนึ่งการนำสารประกอบทั้งรูปอนินทรีย์ และอินทรีย์มาใช้ด้านเกษตร มักมีผลกระทบกระเทือนต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงด้านความปลอดภัยอยู่มาก ดังนั้นสารดังกล่าวจึงมักถูกจำกัดใช้ในวงแคบที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น เนื่องจากสารปรอทมีพิษตกค้างและเป็นพิษต่อพืช มนุษย์ และสัตว์ร้ายแรง อาจทำให้ถึงแก่ความตายได้ในระยะเวลารวดเร็ว ถ้ารับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายมาก ๆ

4.2.4 ยาฆ่าราประเภทสารควิโนน (Quinones fungicides) สารควิโนนมีพบตามธรรมชาติทั่วไปในพืชด้านทานโรค ซึ่งเกิดจากขบวนการออกซิเดชันสารประกอบฟีนอล ปฏิกิริยาของสารควิโนนถ้านำมาเรียงลำดับของความรุนแรงในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์แล้ว อาจจัดลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ แนพโทควิโนน (naphthoquinone) เบนโซควิโนน (benzoquinone) แอนทราควิโนน (anthraquinone) และฟีแนนทราควิโนน (phenanthraquinone) ส่วนควิโนนที่ใช้สำหรับเป็นยาฆ่ารา มี 2 ชนิดดังนี้คือ

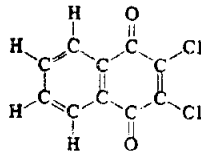
คลอโรนิล (Chloranil)



Chloranil

คลอโรนิลเป็นสารเบนโซควิโนน มีชื่อทางเคมีว่า เตตราคลอโร พารา เบนโซควิโนน (tetrachloro-p-benzoquinone) ถูกเตรียมขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1843 โดย เอิร์ดแมน (Erdman) จากการเติมธาตุคลอรีนลงในสาร แอนนิลีน และให้ชื่อสามัญว่า คลอโรนิล ใช้เป็นสีทาบ้าน ต่อมาปี ค.ศ. 1940 คันทิงแฮม (Cunningham) และชาร์เวลล์ (Sharvelle) ได้ใช้สารชนิดนี้ทำลายเชื้อโรคพืชบางชนิดได้ผล คลอโรนิลจึงถูกนำมาใช้สำหรับกิจการด้านการป้องกัน และกำจัดโรคพืชตั้งแต่ครั้งนั้นเป็นต้นมา คลอโรนิลที่จำหน่ายเป็นยาป้องกันกำจัดโรคพืชในท้องตลาด มีชื่อทางการค้าว่า สเปอร์กอน (Sperguson) ลักษณะเป็นผงสีเหลืองละลายน้ำได้ แต่ส่วนมากใช้ในรูปของยาผงคลุกเมล็ด หรือใช้ในรูปของสารละลายจุ่มจำพวกหัวพืช และใช้สำหรับราดดิน นอกจากนี้ยังใช้พ่น ป้องกันโรคราน้ำค้าง และเน่าคอดินของพืชจำพวกแตงโม

ไดโคลน (Dichlone)

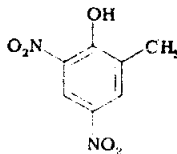


Dichlone

ไดโคลนเป็นสารควิโนนที่รู้จักกันมานานตั้งแต่ ค.ศ. 1864 โดยเตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็นสีทาบานในประเทศเยอรมัน และถูกนำมาใช้เป็นยากำจัดเชื้อราเมื่อปี ค.ศ. 1943 มีชื่อทางเคมีว่า 2,3-ไดคลอโร 1-4 แนฟโทควิโนน (2,3-dichloro-14-naphthoquinone) และมีชื่อทางการค้าว่า ฟายกอน (Phygon) ลักษณะเป็นผงสีเหลือง ไม่ละลายน้ำ ใช้เป็นยากลุ่มเมสดีพิซผักเพื่อป้องกันโรคเน่า นอกจากนี้ยังใช้พ่นเพื่อป้องกันโรคผลเน่า โรคไหม้ โรคแคงเกอร์ของพืชต่าง ๆ

4.2.5 ยาฆ่าราประเภทสารเบนซีน (Benzene compound) สารเบนซีนหลายชนิดมีสมบัติเป็นพิษต่อเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งได้รับการพัฒนาเป็นยาฆ่าราในรูปของการค้าเพื่อควบคุมโรคพืช ดังนี้คือ

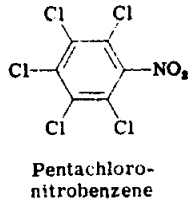
ไดไนโตร-โอ-ครีซอล (dinitro-*o*-cresol) มีชื่อทางการค้าว่า เอลเกตอล (Elgetol) เครไนต์ (Krenite) มีชื่อทางเคมีว่า 2-เมทิล-4, 6-ไดไนโตรฟีนอล (2-methyl-



Dinitro-*o*-cresol

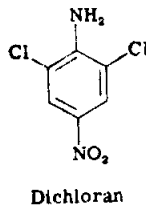
4, 6-dinitrophenol) สารชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำสี เมื่อปี ค.ศ. 1892 นำมาใช้เพื่อเป็นยาฆ่าแมลง ต่อมาพบว่ามันมีสมบัติในการทำลายพวกเชื้อราได้ จึงนำมาใช้เป็นสารกำจัดโรคพืช เมื่อปี ค.ศ. 1940 สารชนิดนี้มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองที่มีพิษต่อ พืช มนุษย์ และสัตว์เลี้ยงอย่างรุนแรง จึงใช้เป็นยาพ่นทำลายเชื้อโรคพืชที่พักตัวอยู่กับเศษใบไม้ ที่หล่นอยู่ตามพื้นดิน โดยการฉีดยานี้ลงบนผิวดินในระยะที่ต้นไม้กำลังพักตัว (ใบร่วงหมดแล้ว) ในอัตราของตัวยา 1 แกลลอนผสมน้ำ 100 แกลลอน

เทอราคลอ (Terachlor)



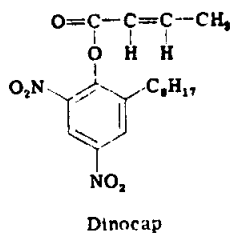
เทอราคลอ เป็นยาฆ่าราในกลุ่มของสารประกอบเบนซีนอีกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นยาควบคุมเชื้อราในดิน โดยเฉพาะเชื้อรา *Sclerotium rofsii* และ เชื้อรา *Fusarium sp* มีจำหน่ายในท้องตลาดรูปแบบของ เทอราคลอ พีซีเอ็นบี (PCNB) และเทอราคลอ ซุปเปอร์ เอ็กซ์ (Terachlor super-X) ซึ่งมีทั้งแบบยาน้ำ และยาผงละลายน้ำ มีชื่อทางเคมีว่า เพนตาคลอโรไนโตรเบนซีน (pentachloronitrobenzene)

ไดโคลเรน (Dichloran)



มีชื่อทางการค้าว่า โบเตรน (Botran) ดิซีเอ็นเอ (DCNA) และมีชื่อทางเคมีว่า 2,6-ไดคลอโร-4-ไนโตรอนิลิน (2,6,4-nitroaniline) ใช้เป็นยาเคลือบใบ, ผล และรากดินเพื่อป้องกันเชื้อราเข้าทำลายพืชผัก

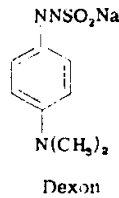
ไดโนแคพ (Dinocap)



มีชื่อทางการค้าว่า อะราธเน (Arathane) คาราเทน (Karathane) และมิลเด็กซ์ (Mildex) ชื่อทางเคมีคือ ไดไนโตร เมทิลเฮปทิลฟีนิลโครโตเนต (Dinitro methylheptylphenylcrotonate) ผลิตจำหน่ายลักษณะเป็นผง 2 ชนิด คือชนิดผงละลายน้ำได้มีตัวยา 25 เปอร์เซ็นต์ และชนิดผงไม่ละลายน้ำใช้สำหรับ

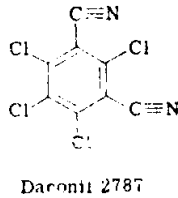
พ่นเป็นผงมีตัวยาอยู่ 1 เปอร์เซ็นต์ ใช้ควบคุมโรคราแป้งขาวกับพืชที่ไม่สามารถใช้ยาพ่นก้ามะถันได้ เช่นพืชจำพวกแตงต่าง ๆ และไม้ดอกไม้ประดับบางชนิดเป็นต้น

เดกซอน (Dexon)



มีชื่อทางเคมีว่า พารา (ไดเมทิลอมีโน) เบนซีน-ไดอะโซโซเนียม ซัลโฟเนต (p-(dimethylamino)benzene-diazosodium sulfonate) ใช้เป็นยาราดดิน (soil fungicide) กำจัดโรคเน่าคอดินของยาสูบได้ดี แต่มีข้อเสียคือต้องใช้ในอากาศเย็น และมีความเข้มของแสงน้อย ถ้าถูกแสงมากจะเสื่อมสลาย

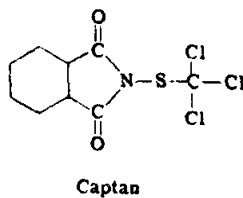
ดาโคนิล (Daconil 2787)



มีชื่อทางเคมีว่า เตตราคลอโรไอโซฟทาโลไนไตรล (tetrachloroisophthalonitril) เป็นยาฆ่าราที่มีประสิทธิภาพใช้ได้กับโรคพืชอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะโรคราแป้งขาว ใบจุด ไหม้ และผลเน่าเป็นต้น

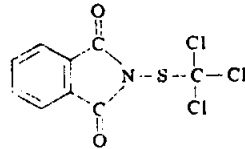
4.2.6 ยาฆ่ารากลุ่มอื่น ๆ (Heterocyclic compound) นอกจากยาฆ่าราประเภทก้ามะถัน ทองแดง สารปรอท คิวโนน และสารประกอบของเบนซีนแล้ว ยังมียาฆ่าราในกลุ่มอื่น ๆ อีกที่จัดว่าเป็นยาฆ่าราที่มีผลต่อการป้องกัน และกำจัดโรคพืชอย่างได้ผล ในจำนวนยาฆ่าราต่าง ๆ ในกลุ่มนี้มีอยู่ไม่กี่ชนิดที่ใช้กันกว้างขวาง เช่น

แคพแตน (Captan)



มีชื่อทางการค้าว่า แคพแตน ออร์โทไซด์ (Orthocide) และมีชื่อทางเคมีว่า เอ็น-ไตรคลอโรเมทิลไฮโดรเตตราไฮโดรฟทาไลไมด์ (N-trichloromethylthiotetrahydrophthalimide) เป็นสารที่ใช้เป็นยาป้องกันกำจัดโรคพืชที่ดียิ่งชนิดหนึ่ง คือให้ผลในการทำลายเชื้อราแน่นอน ไม่เป็นพิษต่อพืช มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง สามารถใช้ในรูปแบบของการฉีดพ่นควบคุมโรคใบจุด ใบแห้ง ผลเน่าและใช้คลุกเมล็ดพืชผลไม้ดอกไม้ประดับ

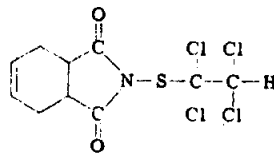
ฟอลเปท (Folpet)



Folpet

มีชื่อทางการค้าว่า ฟอลเปท ฟาลแทน (Phaltan) ออร์โธฟาลแทน (Orthophaltan) และมีชื่อทางเคมีว่า เอ็น-ไตรคลอโรเมทิลไฮโดรฟทาไลไมด์ ลักษณะเป็นยาฆ่าราที่มึนใกล้เคียงกับแคพแตนมาก ใช้ได้ผลดีกับโรคของกุหลาบ เช่น โรคจุดดำบนใบ และโรคราแป้งขาว

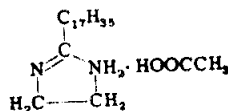
ไดโฟลาแทน (Difolatan)



Difolatan

มีชื่อทางการค้าว่า ไดโฟลาแทน โฟลซิด (Folcid) ออร์โธไดโฟลาแทน (Ortho Difolatan) และมีชื่อทางเคมีว่า เอ็น-(1,1,2,2-เตตราคลอโรเอทิลซัลเฟนิล)-ซิส-4-ไซโคลเฮกซีน 1,2-ไดคาร์บอกซิไมด์ [N-(1,1,2,2-tetrachloroethylsulfenyl)-cis-4-cyclohexene 1,2-dicarboximide] มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับ แคพแตน และฟอลเปท ใช้สำหรับควบคุมโรคเชื้อราที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* ได้ผลดี

กลายโอดีน (Glyodin)

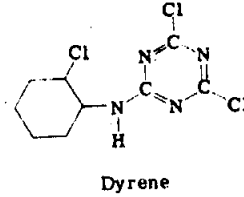


Glyodin

มีชื่อทางการค้าว่า กลายโอดีน แครกกลายโอดีน (Crag Glyodin) และมีชื่อทางเคมีว่า 2-เฮพตาดีซิล

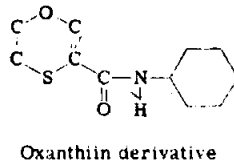
กลายออกซาลิดิน อซีเตต (2-heptadecylglyoxalidine acetate) มีคุณสมบัติควบคุมโรคสะเกบของแอปเปิล และโรคพืชที่เกิดกับใบของไม้ผล ตลอดจนไม้ดอกไม้ประดับ

ดายรีน (Dyrene)



มีชื่อทางการค้าว่า ดายรีน เทอร์ฟตอกซ์ (Turftox) และชื่อทางเคมีว่า 2,4-ไดคลอโร-6โอ-คลอโรนิโล-เอส-ไตรอะซีน (2,4-dichloro-6-o-chloroanilo-s-triazene) ใช้เป็นยาฆ่าราป้องกันโรคบนใบของมะเขือเทศ มันฝรั่ง และใช้ได้ดีกับโรค เพอเฟิล บลอทช์ (purple blotch) ของหอม

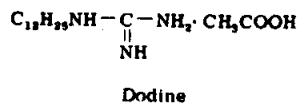
4.2.7 สารประกอบไอแซนธิอิน (Oxanthiin compound)



สารประกอบไอแซนธิอินและอนุพันธ์สามารถใช้ควบคุมโรคพืช ที่เกิดจากเชื้อราในสับ-ดิวิชัน เบสิดีโอมาายโคตินาอย่างได้ผล เช่น โรคราสนิมเหล็ก และราเขม่าดำเป็นต้น นอกจากนี้สารประกอบดังกล่าว ยังมีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าราประเภทดูดซึม เคลื่อนย้ายไปในพืชได้ตลอดทั่วลำต้น ปัจจุบันอนุพันธ์ของสารประกอบของไอแซนธิอินที่พัฒนาดีแล้วคือ DMOC (Vitavax) และ DCMOD (Plantvax) สามารถใช้คลุกเมล็ดพืช และราดดินควบคุมเชื้อโรคพืชต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย

4.2.8 ยาฆ่ารากุ่มของสารอินทรีย์เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous organic compound)

ดูคิน (Dodine)



มีชื่อการค้าว่าชายเพริกซ์ (Cyprex) ชื่อทางเคมีว่า เอ็น-ดูเดซิลกัวนิดิน อซีเตต (N-dodecylguani-

dine acetate) เป็นยาฆ่าราที่ใช้ทำลายโรคสแคบของแอปเปิล โรคใบจุดของเชอร์รี่ กุหลาบ และสตรอเบอรี่

โพลีแรม (Polyram) เป็นยาฆ่าราที่มีองค์ประกอบของสังกะสี โพลีเอทรีลีน ไซบูแรม ไดซัลไฟด์ (Zinc polyethylene thiuram disulphide) ใช้ฉีดพ่นป้องกันโรคราสนิม เพล็ก ราน้ำค้าง ใบจุดและใบไหม้ของพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ

4.3 ยาฆ่าไส้เดือนฝอย (Nematicides) ยาฆ่าไส้เดือนฝอยมีอยู่ 4 ประเภทคือ (อรุณ 2513)

4.3.1 ยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภท แฮโลจีเนเตด ฮายโดรคาร์บอน (Halogenated hydrocarbons) หมายถึงยาเคมีประเภทสารอนินทรีย์ที่ประกอบด้วย ธาตุฮาโลเจน คาร์บอน และสารแฮโลเจนบางธาตุอันได้แก่ คลอรีน หรือโบรมีน ที่เข้าแทนที่ฮาโลเจน ยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภทนี้ เมื่อฉีดลงไปในดินแล้ว สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สพิษซึมผ่านกระจายไประหว่างเม็ดดินเพื่อฆ่าไส้เดือนฝอย และแมลงในดินตลอดจนแมล็ดของวัชพืชต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของยาฆ่าไส้เดือนฝอยในกลุ่มนี้คือ

ดีดีมิกเจอร์ (D.D.Mixture)

เป็นยาเคมีที่ใช้ฆ่าไส้เดือนฝอยที่ผลิตโดยบริษัทเซลล์เคมีคอล ประกอบไปด้วยสารเคมี 2 ชนิดเท่า ๆ กันคือ 1,3 ไดคลอโรโพรเพน (1,3 dichloropropene) และ 1,2 ไดคลอโรโพรเพน (1,2 dichloropropane) สารพวกนี้เป็นของเหลวมีสีน้ำตาลแก่ที่ไม่ละลายน้ำ มีกลิ่นเหม็น เป็นพิษต่อพืชอย่างร้ายแรง จึงต้องใช้ก่อนปลูกพืช วิธีใช้โดยการฉีดลงไปในดิน น้ำยาจะกลายเป็นแก๊สไปฆ่าไส้เดือนฝอย อุณหภูมิของดินที่เหมาะสมแก่การใช้ใช้ยาคือ 60-70 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งน้ำยาจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สอยู่ในดินได้นานพอที่จะฆ่าไส้เดือนฝอย และถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ แก๊สจะระเหยออกจากดินเร็วเกินความต้องการ

เอทีลินไดโบรไมด์ (Ethylene dibromide)

ชื่อทางเคมีคือ 1,2 ไดโบรโมอีเทน (1,2 dibromoethane) หรืออาจเรียกย่อ ๆ ว่า อีดีบี (EDB) มีลักษณะกลิ่นคล้ายคลอโรฟอร์มตามโรงพยาบาล ไม่ติดไฟ มีชื่อทางการค้าว่า ดาวฟุ่ม W-40 (Dowfume W-40) โซลิฟุ่ม 40 (solifume 40) โบรโมฟุ่ม 40 (Bromofume 40) เนแม็กซ์ 42 (Nemex 42)

คลอโรพิกรีน (Chloropicrin)

มีชื่อทางเคมีคือ ไตรคลอโรไนโตรมีเทน (trichloronitromethane) ซึ่งเป็นสารชนิดเดียวกับแก๊สน้ำตา นับว่าเป็นของเหลวที่ระเหยได้ง่าย มีสีเหลือง นอกจากจะฆ่าไส้เดือนฝอยได้แล้ว ยังสามารถฆ่าเชื้อ

โรคพืชชนิดอื่น ตลอดถึงเมล็ดวัชพืชรื้อได้ด้วย แต่เป็นสารที่มีราคาแพง จึงมักใช้อย่างจำกัดเฉพาะแปลงเพาะกล้าหรือกระบะเพาะชำพืช ปกติจะฉีดลงในดินที่ร่วนซุยลึก 5 นิ้ว ประมาณ 3 มิลลิกรัม แต่ละแห่งห่างกัน 10 นิ้ว เมื่อดินยาเรียบร้อยแล้วควรใช้ผ้าพลาสติกคลุม หรืออาจใช้น้ำฉีดผิวดินให้ชุ่มเพื่อมิให้แก๊สระเหยออกจากดิน การคลุมดินที่ฉีดยาด้วยผ้าพลาสติกนี้จะต้องทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน แล้วจึงเปิดผ้าพลาสติกให้แก๊สระเหยออกจากดินให้หมดก่อนใช้ จึงจำเป็นต้องทิ้งดินไว้ 10-14 วัน ก่อนทำการเพาะปลูกพืช

เมธิลโบรไมด์ (Methyl bromide)

มีชื่อทางเคมีว่า โบรโมมีเทน (Bromomethane) เป็นสารเคมีที่ในสภาพปกติอยู่ในลักษณะแก๊ส ดังนั้นผู้ผลิตจึงบรรจุในกระป๋องภายใต้ความดันให้เป็นของเหลว เวลาจะใช้สารดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะกลับคืนให้อยู่ในสภาพของแก๊ส ซึ่งมีความหนักกว่าอากาศ 3 เท่า ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เป็นอันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิตทุกชีวิต ถ้ามีปนอยู่ในอากาศเพียง 2000 ส่วนในอากาศล้านส่วน จะทำให้ผู้ที่หายใจอยู่นาน 1 ชั่วโมงเป็นอันตรายรุนแรง ทำให้เกิดอาการ คลื่นไส้ ปวดหัว หน้าซีด อ่อนเพลีย

เมธิลโบรไมด์นี้ใช้เป็นยาฆ่าไส้เดือนฝอยต่อเมื่อฉีดหรืออัดลงดิน ตัวยาจะแทรกซึมเข้าไปในดินและเศษซากพืชที่เน่าเปื่อยผุพัง การใช้ยานี้จำเป็นต้องคลุมด้วยผ้าพลาสติก เช่นเดียวกับคลอโรฟิคริน เนื่องจากมีสมบัติเป็นแก๊สพิษ มีประสิทธิภาพการทำลายไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เชื้อโรคพืชชนิดอื่น และวัชพืชรื้อได้ดีเช่นเดียวกับ คลอโรฟิคริน แต่มีข้อได้เปรียบ ยาคลอโรฟิครินอยู่ที่ราคาถูกกว่า จึงได้รับความนิยมใช้มากกว่าคลอโรฟิคริน

นีมาγον (Nemagon)

มีชื่อทางเคมีว่า 1,2 ไดโบรโม, 3-คลอโรโพรเพน (1,2 dibromo, 3-chloropropane) ลักษณะเป็นของเหลวสีฟางข้าว ระเหยได้อย่างช้า ๆ แม้จะอยู่ในอุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงเหมาะแก่ประเทศที่มีอุณหภูมิสูง คือประมาณ 90 องศาฟาเรนไฮต์ ที่ระดับอุณหภูมิดังกล่าวการระเหยเป็นแก๊สไม่ช้าหรือเร็วเกินไป ตัวยานีมาγονนี้ฆ่าได้เฉพาะกับไส้เดือนฝอยอย่างเดียว ไม่มีฤทธิ์ฆ่าสิ่งมีชีวิตอื่น จึงไม่มีพิษต่อพืชหลายชนิด เช่นไม้ผล ไร่ข้าวไร่ ไร่พืชบางชนิดที่อ่อนแอต่อธาตุโบรมีน เช่นยาสูบ มันเทศ เมล็ดผัก พืชหอม คาร์เนชัน ไม่ควรที่จะนำนีมาγονใช้รดดินกำจัดไส้เดือนฝอย

4.3.2 ยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภทคาร์บาเมท (Carbamate Nematicides) สารประกอบประเภทนี้เดิมทีเคยใช้เป็นยาฆ่าราที่จัดเป็นสารอินทรีย์ เช่น ไซเนบ ไทแรม และวาแปม เป็นต้น โดยเฉพาะวาแปมสามารถใช้รดดินกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้ดี ต่อมาได้พบยาฆ่าแมลงประเภทดูดซึมหลายชนิด

ที่ออกฤทธิ์ฆ่าไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้ดี และเป็นพิษต่อพืชน้อยกว่า สารในกลุ่ม 4.3.1 สามารถใช้กับต้นไม้ที่ปลูกอยู่แล้วได้ แต่เป็นพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานได้มากกว่าสารในกลุ่ม 4.3.1 จึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง สารพวกนี้ได้แก่ อัลดีคาร์บ (Aldecarb) ที่รู้จักกันในชื่อ เทมิก (Temik) เมโทมิล (Metomil) ที่ขายในท้องตลาดทั่วไปในนามของยาแลนเนท (Lannate) และ คาร์โบฟูแรน (Carbofuran) ที่ขายในนามของฟูราดาน (Furadan) เป็นต้น

สำหรับวาเปม (vapam) ที่มีลักษณะสีเหลืองอ่อน ละลายเข้ากับน้ำได้ดี ประกอบด้วยตัวยาเคมีที่มีชื่อว่า โซเดียม เมทริล ไดไธโอคาร์บาเมท (sodium methyl dithiocarbamate) เป็นสารที่มีพิษทำลายไส้เดือนฝอยได้รุนแรงมาก ใช้ละลายน้ำราดดินหรือใช้ใส่เครื่องมือฉีดลงไปในดิน เมื่อยาสูดดินแล้วจะมีปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นแก๊สพิษ แผลกระจายไปฆ่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เช่น ไส้เดือนฝอย เชื้อรา แบคทีเรีย เมล็ดหญ้า และวัชพืชต่าง ๆ ยานชนิดนี้มีพิษต่อพืชอย่างรุนแรง ดังนั้นต้องใช้ฉีดดินก่อนปลูกพืช และหลังจากใช้ยาแล้วต้องรอรระยะเวลาให้ยาเสื่อมฤทธิ์ในดินเสียก่อน จึงจะสามารถปลูกพืชได้ โดยต้องทิ้งดินไว้เป็นระยะเวลา 15 วัน

4.3.3 ยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภทสารฟอสเฟตอินทรีย์ (Organic phosphate) ได้แก่สารอินทรีย์เคมีของฟอสฟอรัส ที่ผลิตขึ้นมาใช้เป็นยาฆ่าแมลงประเภทดูดซึม ไม่สลายตัวเป็นแก๊ส เมื่อใส่ลงไปในดิน ไม่เป็นพิษต่อพืช แต่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงอย่างรุนแรง การใช้ยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภทนี้ต้องใช้วิธีละลายยาราดลงไปในดินให้ถูกไส้เดือนฝอยโดยตรง ดังนั้นการใช้ยาประเภทนี้จึงไม่ค่อยจะแพร่หลายเหมือนยาฆ่าไส้เดือนฝอยประเภทแรก เนื่องจากยาเหล่านี้ไม่มีพิษต่อต้านพืช จึงนิยมใช้ฉีดไปบนต้นหรือใบพืช เพื่อปราบไส้เดือนฝอยชนิด ทำลายใบ ดอก ลำต้น และอาจใช้ละลายน้ำราดโคนต้นโดยตรง เพื่อฆ่าไส้เดือนฝอยในดินที่ทำลายราก

พาราไทออน (Parathion)

ปรกติเป็นยาฆ่าแมลง มีชื่อทางเคมีว่า ไดเอทิล พาราไนโตรฟินอล ไธโอฟอสเฟต (diethyl paranitrophenol thiophosphate) ลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลแก่เป็นยากำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดี ถ้าใช้ตามอัตราส่วนที่กำหนดแมลงศัตรูพืช สามารถกำจัดไส้เดือนฝอย *Aphelenchoides besseyi* ที่ทำลายใบ และตาดอกของเบญจมาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซิสต็อก (Systox or Dematon)

มีชื่อทางเคมีว่า โอ,โอ,-ไดเอทิล โอ,2-เอทิลไธโอเอทิล ฟอสฟอโรไธโอเอเนท (o,o-ethyl o,2-ethylthioethyl phosphorothionate) เป็นของเหลวสีน้ำตาลเหลือง นอกจากใช้ฉีดทำลายไส้เดือน

ฝอยบนใบพืชแล้ว ยังแทรกซึมเข้าสู่ต้นพืช ใช้ได้ดีกับ แตงกวา และมะเขือเทศ เพื่อกำจัดไส้เดือนฝอย รากปม

วี-ซี-13 (V-C-13)

มีชื่อทางเคมีว่า โอ-2,4-ไดคลอโรฟีนีลโอ, โอ-ไดเมทิล ฟอสฟอโรไทโอเนท (o-2,4-dichlorophenyl o,o-dimethyl phosphorothionate) ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการกำจัดไส้เดือนฝอยโดยตรง เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนชนิดอิมัลชัน เป็นยาที่ไม่มีพิษต่อพืช ใช้ผสมน้ำราดดินรอบ ๆ โคนต้นพืช หรือราดดินในสนามหญ้า

4.3.4 ยาฆ่าไส้เดือนฝอยพวกเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous nematicides)

มีสารเคมีอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พวกที่กล่าวมาแล้วมีฤทธิ์ฆ่าไส้เดือนฝอยได้ เช่น โซเดียม ซีลีเนท (Sodium selenate) ซึ่งมีฤทธิ์ดูดซึม ใช้ละลายน้ำราดโคนต้นไม้ ต้นพืชจะดูดเข้าไปในลำต้น ฆ่าไส้เดือนฝอยที่อยู่ในราก และไรแดงหรือแมงมุมแดงที่ดูดกินน้ำเลี้ยงพืช ยานี้มีฤทธิ์อยู่ในพืชได้นาน และเป็นพิษต่อมนุษย์มาก จึงห้ามใช้กับพืชกินใบ ใช้ได้ดีกับพวกไม้ดอกไม้ประดับเท่านั้น

ยูรามอน (Uramon) เป็นสารผสมระหว่างยูเรีย 2 ส่วน กับไซยานามิด (Calcium cyanamide) 1 ส่วน ใช้พรวนกลบลงไปในดินในอัตราส่วน หนึ่งปอนด์ ต่อ หนึ่งตารางหลา จากปฏิกิริยาในดินจะเกิดแกสแอมโมเนียไปฆ่าสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิด เช่น เมล็ดวัชพืช ไส้เดือนฝอย และเชื้อรา นิยมใช้กับไรยาสูบบางแห่ง แต่หลังจากใส่ยาแล้วจะต้องทิ้งไว้ให้หมดฤทธิ์ ประมาณ 60 วัน จึงจะปลูกพืชได้ เนื่องจากยานี้มีพิษต่อพืชอย่างแรง

ยาไมโลน (Mylone) เป็นชื่อการค้าของสารเคมีชื่อไดเมทิลเตตราไฮโดรไทอะไดซีน (dimethyl tetrahydrothiadiazine) ซึ่งผลิตโดยบริษัทยูเนียนคาร์ไบด์ เป็นผงผลึกสีขาว อาจใช้เป็นผลลุดดิน หรือละลายน้ำราดดินก็ได้ ยาจะเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซพิษกระจายไปฆ่าสิ่งที่มีชีวิตในดินได้ เช่น ฆ่าไส้เดือนฝอย วัชพืช และเชื้อรา บริษัทผลิตขาย 2 ชนิด คือ Mylone Dust - 50 มีตัวยายอยู่ 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้คลุกดิน และ Mylone 85 - WP เป็นผงชนิดละลายน้ำได้ มีตัวยายอยู่ 85 เปอร์เซ็นต์ ใช้ละลายน้ำราดดิน การใช้ชนิดคลุกดิน ใช้ในอัตราส่วน 100 ปอนด์ต่อไร่ โดยผสมทรายโรยให้ทั่วดิน แล้วพรวนดินให้ยาคลุกเคล้ากับดินในความลึก 5-6 นิ้ว หลังจากนั้น ควรใช้น้ำรดบนดินเพื่อให้ยาซึมลงไปได้ลึกในดิน

ยานี้เหมาะสำหรับใช้กับแปลงเพาะกล้า สวนไม้ดอก ไม้ประดับ และหลังจากการใช้ยาแล้ว ต้องปล่อยดินทิ้งไว้ให้แกสระเหยประมาณ 3 อาทิตย์

4.4 ปฏิชีวนะสาร (Antibiotics)

คำว่า "ปฏิชีวนะสาร" (antibiotics) ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1945 โดย-Waksman ซึ่งมีความหมายว่าต่อต้านชีวิต (against life) จึงถือได้ว่าเป็นกลุ่มของสารที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ทางชีววิทยาที่มีคุณสมบัติต่อต้านจุลชีพ ความจริงแล้วมนุษย์ได้รู้จักสารชนิดนี้ก่อน ค.ศ. 1900 และรู้จักกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกในปี 1945 นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิชีวนะสารอาจสร้างขึ้นได้ในสิ่งที่มีชีวิตต่างกัน ตั้งแต่มนุษย์จนถึงจุลินทรีย์ ปฏิชีวนะสารที่สำคัญและมีใช้กันอยู่ทุกวันนี้มักผลิตขึ้นได้จากจุลินทรีย์ หลายชนิดได้จากเชื้อรา *Penicillium* แอคติโนมายซีส *Streptomyces* และแบคทีเรียบางสกุล (ตารางที่ 18-1)

ตารางที่ 18-1 รายชื่อปฏิชีวนะสารที่ใช้ในปัจจุบันอย่างกว้างขวาง

Antibiotics			Antimicrobial Spectrum	Major Site of Action
Common Name	Trade Name	Source		
Amphotericin B	Fungizone	<i>Streptomyces nodosus</i>	<i>Candida</i> sp.	Cell membrane
Bacitracin		<i>Bacillus subtilis</i>	Like penicillin	Cell wall
Carbomycin I	Magnamycin	<i>Streptomyces halstedii</i>	Like erythromycin	Protein synthesis
Chloramphenicol	Chloromycetin	<i>Streptomyces venezuelae</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Chlortetracycline	Aureomycin	<i>Streptomyces aureofaciens</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Colistin (Polymyxin E)	Coly-mycin	<i>Bacillus colistinus</i>	Gram-negative bacteria	Cell membrane
Cycloheximide	Actidione	<i>Streptomyces griseus</i>	Saprophytic fungi	Protein synthesis
Cycloserine	Seromycin	<i>Streptomyces orchidaceus</i>	Resistant staphylococci; <i>Mycobacterium</i>	Cell wall
Demethylchlortetracycline	Declomycin	Synthetic, also from <i>Streptomyces aureofaciens</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Dihydrostreptomycin		Streptomycin, also some species of <i>Streptomyces</i>	Like streptomycin	Protein synthesis
Erythromycin	Ilotycin, Erythrocin	<i>Streptomyces erythreus</i>	Broad-spectrum (not Enterobacteriaceae)	Protein synthesis
Griseofulvin	Grifulvin	<i>Streptomyces griseus</i>	Pathogenic fungi	DNA function
Kanamycin	Kantrex	<i>Streptomyces kanamyceticus</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Lincomycin	Lincoicin	<i>Streptomyces lincolnensis</i>	Staphylococci	Protein synthesis
Neomycin B†	Flavomycin	<i>Streptomyces fradiae</i>	Mycobacteria	Protein synthesis
Nystatin		<i>Streptomyces noursei</i>	Pathogenic fungi	Cell membrane
Oleandomycin	Matromycin	<i>Streptomyces antibioticus</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Oligomycin		<i>Streptomyces diastatochromogenes</i>	Fungi of plants	Energy metabolism
Oxytetracycline	Terramycin	<i>Streptomyces rimosus</i>	Broad-spectrum	Protein synthesis
Paromomycin	Humatin	<i>Streptomyces rimosus</i>	<i>E. histolytica</i>	Protein synthesis
Penicillin I		<i>Penicillium notatum</i>	Gram-positive bacteria, <i>Treponema</i> , <i>Neisseria</i>	Cell wall
Polymyxin B‡		<i>Bacillus polymyxa</i>	Gram-positive bacteria	Cell membrane
Streptomycin		<i>Streptomyces griseus</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> ; Gram-negative bacteria	Protein synthesis
Tetracycline	Achromycin	Chlortetracycline	Broad-spectrum	Protein synthesis
Vancomycin	Vancocin	<i>Streptomyces orientalis</i>	Resistant staphylococci	Cell wall

*Several not listed here are valuable commercially, agriculturally, and horticulturally.

†Not necessarily the only activity.

‡Several of these antibiotics are in reality mixtures consisting of related compounds such as the penicillins, polymyxin A, B, C, D, carbomycin A and B, and so on.

(ที่มา : Frobisher and etal 1974. Fundamental of microbiology 850 p.)

4.4.1 การจัดกลุ่มของปฏิชีวนะสาร

ชนิดของปฏิชีวนะสารจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบทางเคมี พื้นฐานของการเกิดปฏิกิริยาต่อจุลินทรีย์ และขอบเขตของการทำงาน จึงอาจจัดปฏิชีวนะสารได้เป็นกลุ่ม ๆ ตามวิธีดังนี้ คือ จัดตามการออกฤทธิ์ของสาร (activity) จัดตามกลไกการออกฤทธิ์ยา (mechanism of action) และจัดตาม spectrum ของแบคทีเรียที่ฆ่ามีผล ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเฉพาะการจัดกลุ่มของปฏิชีวนะสาร โดยอาศัยการออกฤทธิ์ของสาร และกลไกการออกฤทธิ์ของยา เพื่อเป็นอย่างสำหรับการศึกษเบื้องต้น

ก. จัดตามการออกฤทธิ์ของสาร (activity) ยาปฏิชีวนะแบ่งตามวิธีนี้ได้เป็น 2 พวกคือ

(1) ยาที่ฆ่าแบคทีเรียโดยตรง (bactericidal) มักได้แก่ยาที่ขัดขวางการสร้างผนังหุ้มเซลล์ หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นยาในกลุ่มนี้จะมีผลต่อแบคทีเรียที่กำลังเจริญเติบโตและแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น เพนิซิลลิน (penicillins) เซฟาโลสปอริน (cephalosporins) โพลีมิกซิน บี (polymyxin B) โพลีมิกซิน อี (polymyxin E) แอมโฟเทอริซิน บี (amphotericin B) นีสตาติน (nystatin) แบซิทรราชิน (bacitracin) แวนโคมายซิน (vancomycin) สเตรพโตมายซิน (streptomycin) กานามายซิน (kanamycin) เจนติมิซิน (gentimycin) และนีโอมายซิน (neomycin)

(2) ยาที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (bacteriostatic) มักได้แก่ยาที่ขัดขวางการสร้างโปรตีนที่จำเป็นในการเจริญเติบโตเช่น เตตราซายคลิน (tetracyclines) คลอแรมฟินิคอล (chloramphenicol) อีริโทรมายซิน (erythromycin) ซัลโฟนามิด (sulfonamides) เป็นต้น

ข. จัดตามกลไกการออกฤทธิ์ยา (Mechanism of action) ปฏิชีวนะสารมีกลไกการออกฤทธิ์ของยาได้หลายแบบดังนี้คือ

(1) ขัดขวางผนังหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น เพนิซิลลิน เซฟาโลสปอริน แวนโคมายซิน (vancomycin) โนวไบโอซิน (novobiocin)

(2) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ ยาที่มีฤทธิ์เช่นนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

(2.1) โพลีมิกซิน (polymyxin) เช่น โพลีมิกซิน บี และโพลีมิกซิน อี

(2.2) ปฏิชีวนะสารโพลีอิน (polyene antibiotics) ได้แก่ แอมโฟเทอริซิน บี (amphotericin B) และนีสตาติน

ยาทั้ง 2 กลุ่มนี้มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกัน คือจะรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์ของรา หรือแบคทีเรียทำให้อำนาจการควบคุมไหลผ่านเข้าออกเซลล์ของสาร (permeability) ของเยื่อเปลี่ยนแปลงไป และมีการสูญเสียสารสำคัญบางอย่างที่จำเป็นในการดำรงชีวิต เช่น นิวคลีโอไทด์ (nucleotides) กรดอะมิโน ฟอสเฟต และน้ำตาล ทำให้เชื้อเหล่านี้ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้

สำหรับปฏิชีวนะสารโพลีอื่น จะรวมเฉพาะกับเยื่อหุ้มเซลล์ของรา โปรโตซัว และสาหร่าย แต่ไม่มีผลต่อแบคทีเรีย

4.4.2 การใช้ปฏิชีวนะสารในทางโรคพืช

มนุษย์มีการใช้ปฏิชีวนะสารเพื่อควบคุมโรคพืชกันมามากกว่า 75 ปี โดยใช้ปฏิชีวนะสารชนิดแรกที่สามารถแยกและทำให้บริสุทธิ์ได้คือ กลิโอทอกซิน (Gliotoxin) ซึ่งนับได้ว่าเป็นสารชนิดแรกที่น่ามาใช้ก่อนที่จะมีการค้นพบและผลิตเพนิซิลินมาใช้ทำลายเชื้อแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ทางด้านการแพทย์เสียอีก ปฏิชีวนะสารที่ใช้เพื่อควบคุมโรคพืชมีดังต่อไปนี้คือ

สเตรปโตไมซิน (Streptomycin)

ปฏิชีวนะสารชนิดนี้เดิมทีเคยใช้ฉีดพ่น และจุ่มป้องกันโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น โรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้ม โรคไหม้ของต้นวอลนัท โรคใบจุดของมะเขือเทศ โรคฮอลโลว์ไบรทของเฟรนช์ บีน (hollow blight of French bean และโรค ไฟร์ ไบรทของแอปเปิล (fire blight) อันเกิดจากเชื้อ *Xanthomonas citri*, *Xanthomonas juglandis*, *Xanthomonas vesicatoria* *Pseudomonas phaseolicola* และ *Erwinia amylovora* ตามลำดับ สำหรับในปัจจุบันปฏิชีวนะสารชนิดนี้กำลังมีบทบาทต่อการใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา เช่น โรครากเน่าของพริก (piper beetle) ราน้ำค้างของต้น ฮอป และใบไหม้ของมันฝรั่ง ที่มี *Phytophthora parasitica* var *piperina*, *Pseudoperonospora humuli* และ *Phytophthora infestans* เป็นสาเหตุ สเตรปโตไมซิน หรือ สเตรปโตไมซิน ซัลเฟตก็ดี มีขายกันในท้องตลาดในรูปของ แอกริมายซิน (Agrimycin) ฟายโตไมซิน (Phytomycin) และ ออร์โธ-สเตรปโตไมซิน (Ortho-streptomycin)

ไซโคลเฮกซิมิด (Cycloheximide)

ไซโคลเฮกซิมิด (Cycloheximide)

ปฏิชีวนะสารชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าว่า “แอคติไดโอน” (Actidione) ผลิตโดยบริษัท Upjohn Co. ซึ่งได้จากสิ่งเหลือใช้ของการผลิตสเตรปโตไมซิน ปฏิชีวนะสารชนิดนี้สร้างขึ้นจาก *Streptomyces griseus* และ *Streptomyces nouresi* จะมีปฏิกิริยาต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อ

รา และยีสต์บางชนิดเช่น *Saccharomyces carlsbergensis* ด้วยการยับยั้งขบวนการสร้างสารโปรตีนภายในเซลล์ ปรกติใช้ควบคุมโรคใบจุดของเชอรี (*Coccomyces hiemalis*) ราแป้งขาวของถั่ว (*Erysiphe polygoni*) โควเวอร์สมท์ของข้าวโอต (*Ustilago hordei*) บันท์ของข้าวสาลี (bunt : *Tilletia* sp) และโรคเน่าสีน้ำตาล (brown rot) ของต้นพืช (*Sclerotinia fructicola*) ข้อเสียของสารชนิดนี้คือ ถ้าใช้เกินอัตราจะทำให้พืชเกิดเป็นพิษ (Phytotoxic) ขึ้นได้ นอกจากปฏิชีวนะสารซาไซโคลเฮกซีไมด์จะมีชื่อการค้าว่า แอคติไดโอนแล้วยังมีชื่อว่า แอคติสเปรย์ (Actispray) แอคติไดโอน พี เอ็ม (Actidione PM) แอคติไดโอน อาร์ แซด (Actidione RZ)

กริเสอโฟลวิน (Griseofulvin)

กริเสอโฟลวิน เป็นปฏิชีวนะสารอีกชนิดหนึ่งที่เกิดได้จากเชื้อรา *Penicillium griseofulvum* *Penicillium patulum* *Penicillium digricans* และ *Penicillium janczewski* ที่มีบทบาทต่อการควบคุมเชื้อราประเภทผนังหุ้มเซลล์ มีสารพวกโคตินเป็นองค์ประกอบ จึงใช้ควบคุมโรคราแป้งขาวบางชนิด โรคพืชที่มีเชื้อรา *Botrytis fabae* *Alternaria solani* และ *Uromyces appendiculatus* เป็นสาเหตุ สารปฏิชีวนะชนิดนี้อาจใช้ราดโคนต้นพืชให้รากดูดซึมแพร่กระจายไปได้ทั่วตลอดทั้งต้นเพื่อกำจัดโรคราแป้งขาว โรคเน่าหรือไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis* และโรคราสนิมเหล็กของถั่ว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังอาจใช้ฉีดพ่นคลุมใบพืช ป้องกันโรคเน่าของแอปเปิลที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotinia fructigena* เป็นสาเหตุ

บลาสติซิดิน (Blasticidins)

ปฏิชีวนะสารชนิดนี้ผลิตได้จาก *Streptomyces griseochromogenes* ใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรียและเชื้อรา ในประเทศญี่ปุ่นใช้ควบคุมโรคไหม้ของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* ปฏิชีวนะสารชนิดนี้มีบทบาทต่อการรบกวนการสร้างโปรตีนของจุลินทรีย์

ออริโอฟังกิน (Aureofungin)

ออริโอฟังกิน เป็นปฏิชีวนะสารที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา ในกลุ่มของอะโรมาติก เฮปเทน (aromatic group of heptane) ที่ผลิตมาจาก *Streptovercillium cinnamomeum* var *terricola* เมื่อฉีดพ่นและราดลงดินให้กับใบ และรากของพืชแล้ว สามารถกำจัดโรคยางไหลของส้ม (citrus gummosis) ราแป้งขาวของแอปเปิล และดัทช์ เอล์ม ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phytophthora citrophthora*, *Podosphaera leucotricha* และ *Venturia inequalis* ตามลำดับ นอกจากปฏิชีวนะสารชนิดนี้จะสามารถใช้ฉีดพ่นบนใบพืชและราดโคนต้น เพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราได้แล้ว ยังสามารถใช้กับเมล็ด (seed treatment) ข้าวเพื่อกำจัดเชื้อ *Helminthosporium oryzae* และ

Pyricularia oryzae อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย โรคอื่น ๆ ที่มีรายงานว่าปฏิชีวนะสารออริโอพินกิน สามารถป้องกันกำจัดได้คือ โรคราน้ำค้าง ราแป้งขาว แอนแทรคโนส ขององุ่น โรคเน่าบนผลมะม่วง ที่เกิดจากเชื้อรา *Diplodia* ผลมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria* พืชที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotinia*- แดงที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium* ถ้าหากปฏิชีวนะสารชนิดนี้ใช้ในจำนวนจำกัดเพียงเล็กน้อย สามารถทำหน้าที่เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้

เตตราซายคลิน (Tetracyclines)

เตตราซายคลินเป็นกลุ่มปฏิชีวนะสารที่ผลิตขึ้นจาก *Streptomyces* ซึ่งปฏิชีวนะสารในกลุ่มนี้มีอยู่หลายชนิดเช่น เทอราไมซิน (Tetramycin) ที่อยู่ในรูปของออกซีเตตราซายคลิน (Oxytetracyclines) ออริโอไมซิน (Aureomycin) ซึ่งอยู่ในรูปของคลอโรเตตราซายคลิน (Chlorotetracyclines) และเตตราซายคลิน (Tetracycline) ที่นิยมใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรีย ริกเกตเซีย และมายโคพลาสมา

แอกริมายซิน-100 (Agrimycin-100)

แอกริมายซินเป็นปฏิชีวนะสารผสมกันระหว่าง สเตรพโตมายซิน ซัลเฟตกับเทอราไมซิน โดยมีเปอร์เซ็นต์ 15 ต่อ 1-5 และถ้าแอกริมายซิน 500 (Agrimycin 500) จะประกอบไปด้วยปฏิชีวนะสาร สเตรพโตมายซินซัลเฟต 1.755 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเทอราไมซิน 0.176 เปอร์เซ็นต์ และผสมกับโลหะธาตุทองแดง 42.4 เปอร์เซ็นต์ ใช้สำหรับควบคุมโรคเน่าที่เกิดจากแบคทีเรีย ไบโหม้ม ไบจุต และเน่าและของพืชผักต่าง ๆ ที่มีสาเหตุมาจาก *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas phaseolicola*, *Xanthomonas citri*, *Xanthomonas malvacearum*, และ *Erwinia carotovora* ตามลำดับ

แอนติมายซิน (Antimycin)

ปฏิชีวนะสารในกลุ่มนี้เป็นพวกแมโครแลคโตน (macrolactone) ที่ผลิตขึ้นจาก *Streptomyces kitasawensis* และ *Streptomyces griseus* ใช้สำหรับป้องกันและกำจัดโรค เออร์รี่ไบร์ท (early blight) ของมะเขือเทศ ไบโหม้มของต้นอ่อนข้าวโอ๊ตที่มีสาเหตุมาจาก *Helminthosporium* และไบโหม้มของข้าวที่มีสาเหตุมาจาก *Pyricularia oryzae* แต่เนื่องจากปฏิชีวนะสารชนิดนี้มักเป็นพิษต่อพืชได้ จึงใช้กันในวงแคบและจำกัด

ไทโอลูติน (Thiolutin)

ปฏิชีวนะสารชนิดนี้จัดเป็นพวกไม่ละลายน้ำ ที่ผลิตขึ้นจาก *Streptomyces albus* เพื่อกำจัดโรคไบโหม้มของมันฝรั่ง และราน้ำค้างของบรอกโคลีที่มีสาเหตุมาจาก *Peronospora parasitica*

นิสตาติน (Nystatin)

นิสตาติน อาจเรียกว่า มายโคสแตติน (mycostatin) หรือฟังกิซิดิน (fungicidin) จัดเป็นสารปฏิชีวนะโพลีเอิน (polyene antibiotics) ที่สร้างขึ้นจาก *Streptomyces noursei* โดยมากใช้ในด้านการแพทย์ มีส่วนน้อยที่ใช้ในด้านกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น โรคแอนแทรคโนสของถั่ว ราน้ำค้างของแตง ใช้กับเมล็ดเพื่อควบคุมโรคสไตรป (stripe) ของข้าวบาเลย์

บูลบิฟอร์มิน (Bulbiformin)

บูลบิฟอร์มินนับว่าเป็นปฏิชีวนะสารชนิดโพลีเปปไทด์ (polypeptide antibiotics) ที่สร้างขึ้นจากแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ซึ่งพบเมื่อปี 1958 โดย Vasudeva และผู้ร่วมงาน ใช้จัดการเกี่ยวกับการฆ่าเชื้อในดินเพื่อควบคุมโรคเหี่ยวของพืชที่มีเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *udum* เป็นสาเหตุ