

עמידות פטריות לתכשירי הדברה

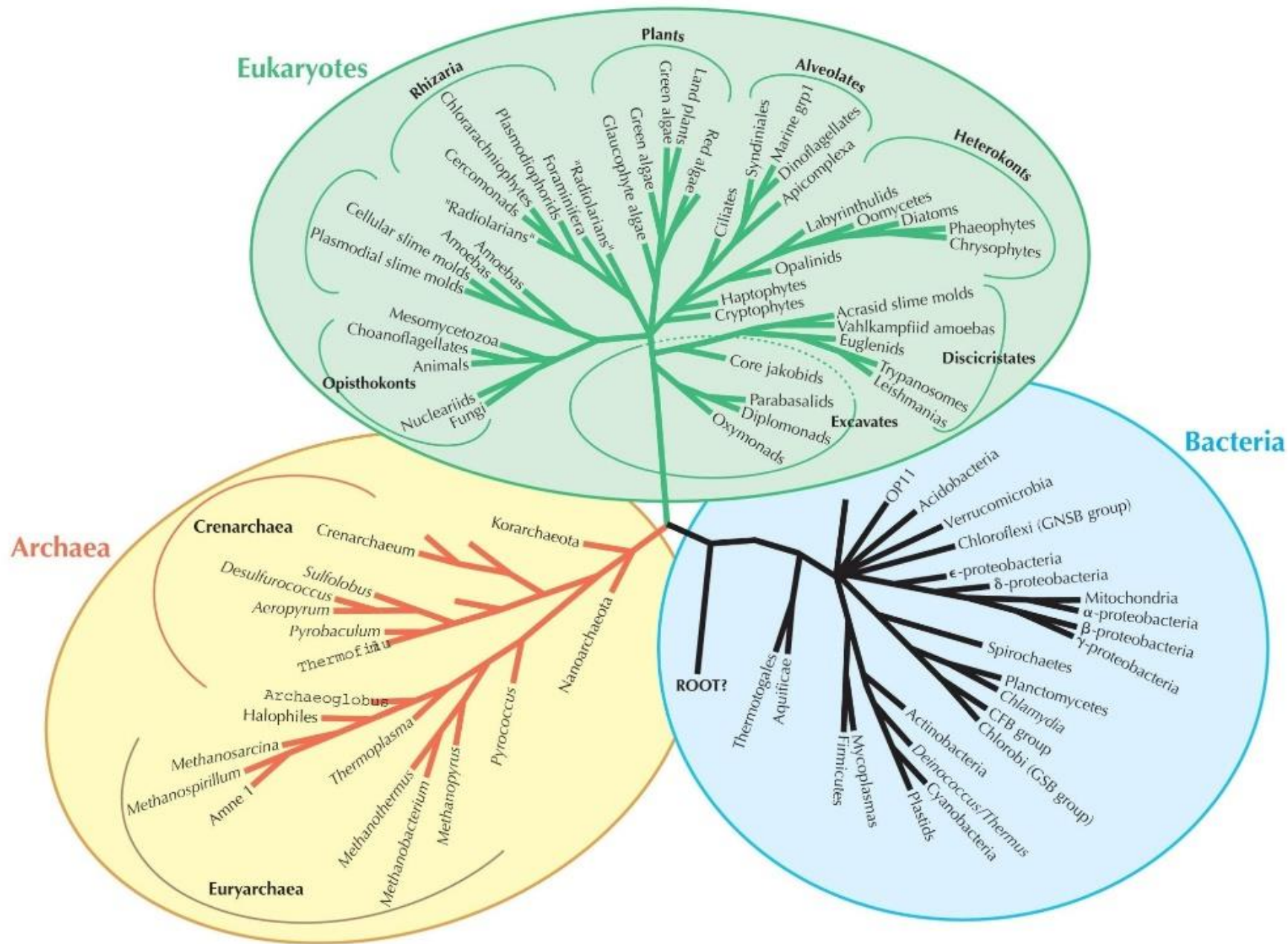
דר' נדב ניצן

המחלקה לפיטופתולוגיה, מו"פ עמק המעינות

נושאי ההרצאה

- פטריות ואאומיצטים
- מהם פונגצידים - תכשירי הדברה נגד פיטריות
- מנגנוני פעולה של פונגצידים
- קבוצות FRAC
- עמידויות באוכלוסיית פטריות – התפתחות, איתור וניטור
- ניהול סיכונים למניעת התפתחות עמידויות

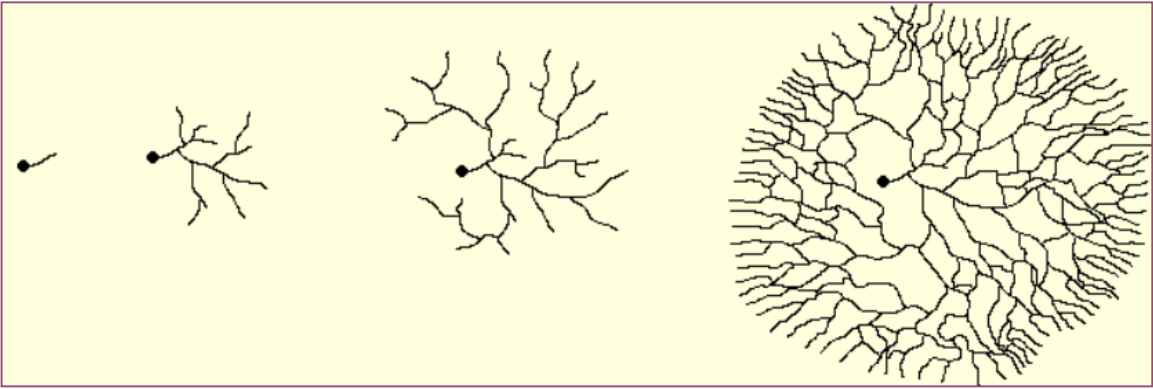
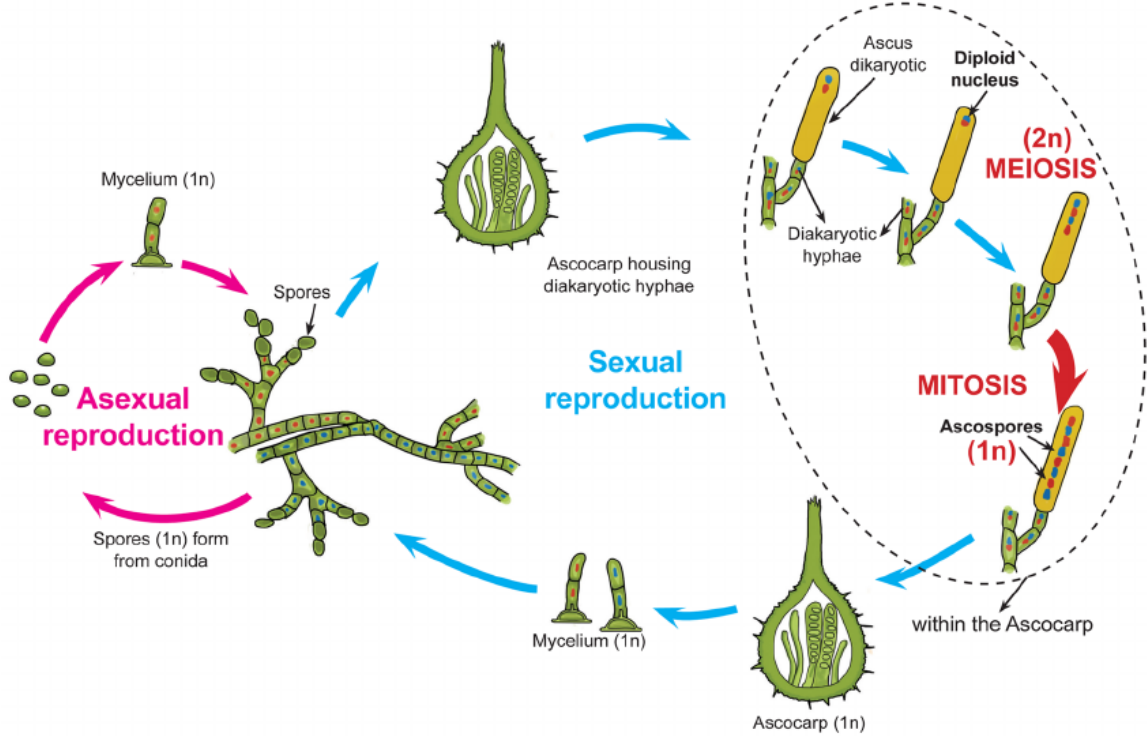
העץ הפילוגנטי





מהן פטריות?

Ascomycete Life Cycle

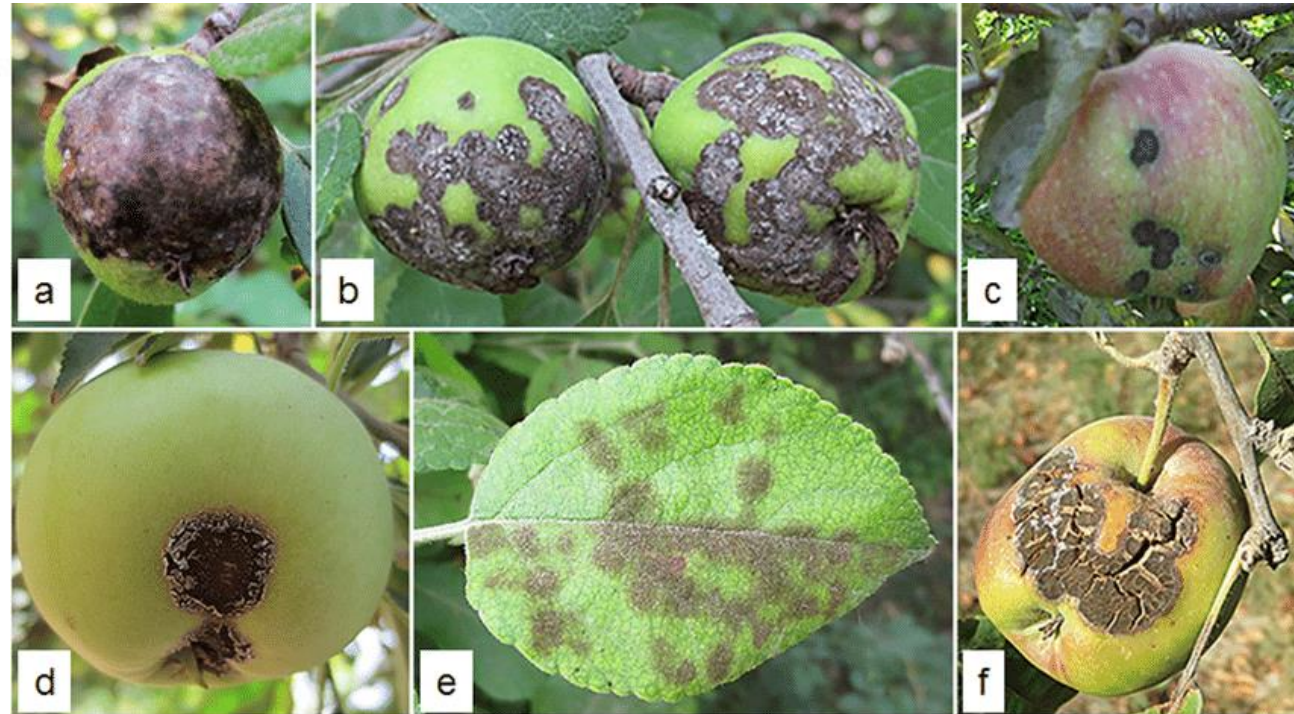
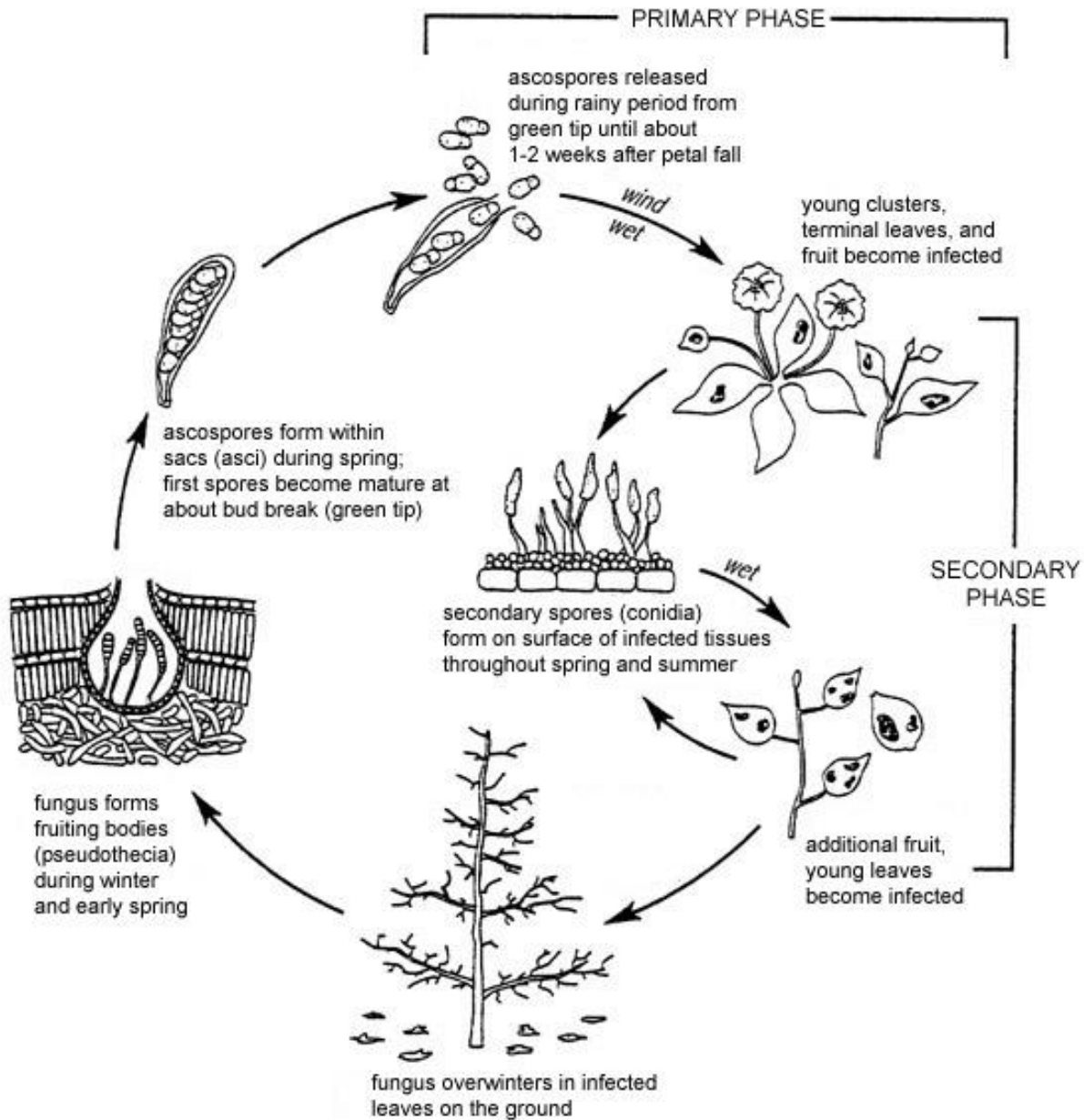


- אורגניזם יבשתי
- חד-תאי (שמרים) או רב-תאי (קורים)
- מתקיים מרקב, או כפתוגן של צמחים ובע"ח
- ייחודי בדופן תא שמכילה גלוקן וכיטין (רב-סוכרים)
- מרבית המחלות בחקלאות נגרמות ע"י פטריות
- מרבית הפטריות הן קוריות
- מרבית הפטריות מייצרות נבגים מהן מתפתח התפטיר
- פונגציד ימנע נביטה או גידול והתארכות התפטיר

מחזור החיים / מחלה של גרב התפוח

• הפטרייה: *Venturia inaequalis*

• פגיעה בעלווה ובפרי

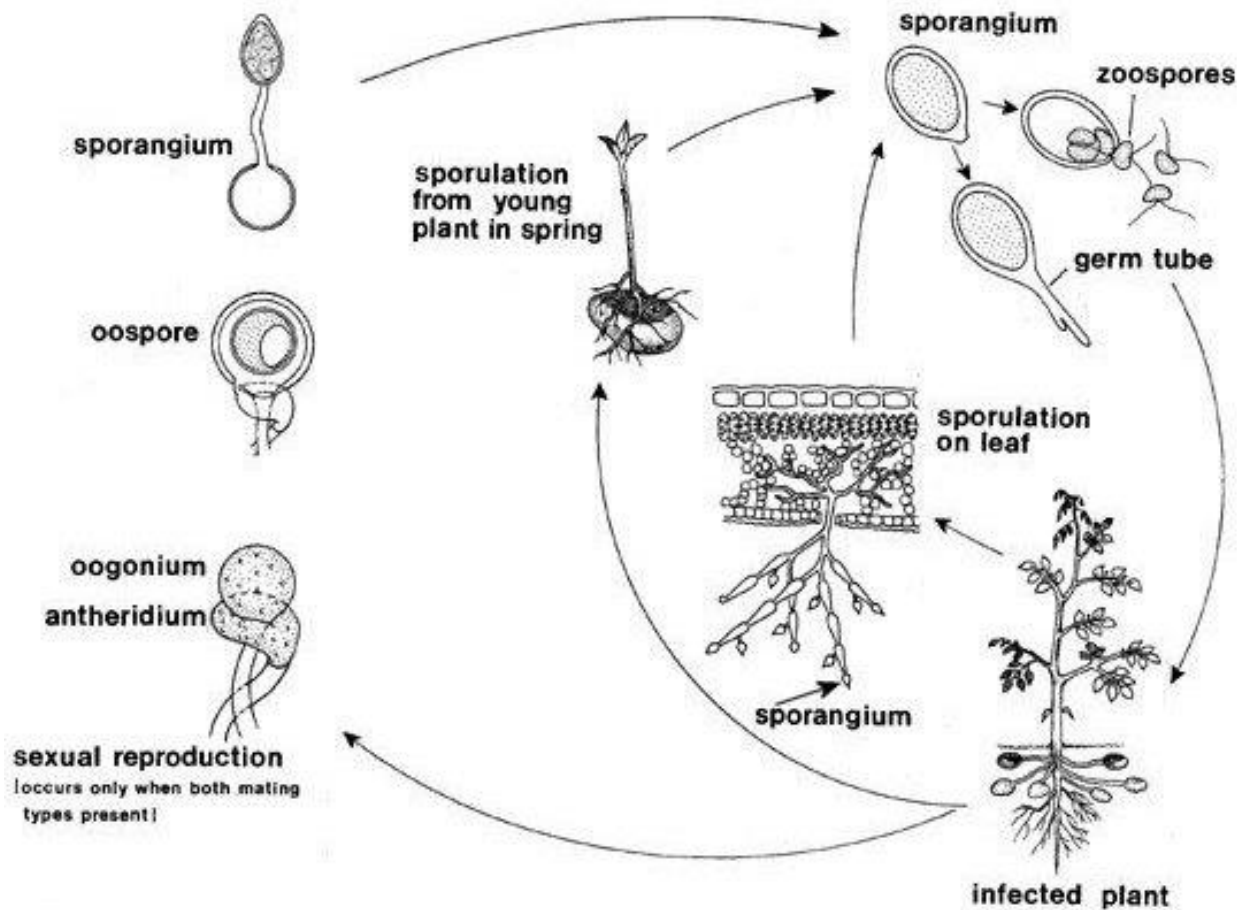


מחלות פטרייתיות המוכרות בחקלאות

- עובש אפור (בוטריטיס)
- חילדון
- קישיונה גדולה
- סטמפיליום בשום ובצל
- פניציליום בפרי הדר
- קשיון רולפסי
- פוזריום
- אלטרנריה
- דוררת (ורטציליום)
- גרב בתפוח עץ
- קימחון



מהם אאומיצטים?



כימסון בתפוא"ד

- אורגניזם דומה לפטריה
- מייצר תפטיר
- נבגים עם שוטונים (זאוספורות)
- פתוגן בצמחים ובבע"ח
- דופן תא מכילה צלולוזה – כמו בצמחים
- גורמים למחלות הרסניות בחקלאות



מחלות מאאומיצטים בחקלאות

• כימשון בתפוא"ד ובעגבניות – *Phytophthora infestans*



• ריקבונות שורש – *Phytophthora spp.*

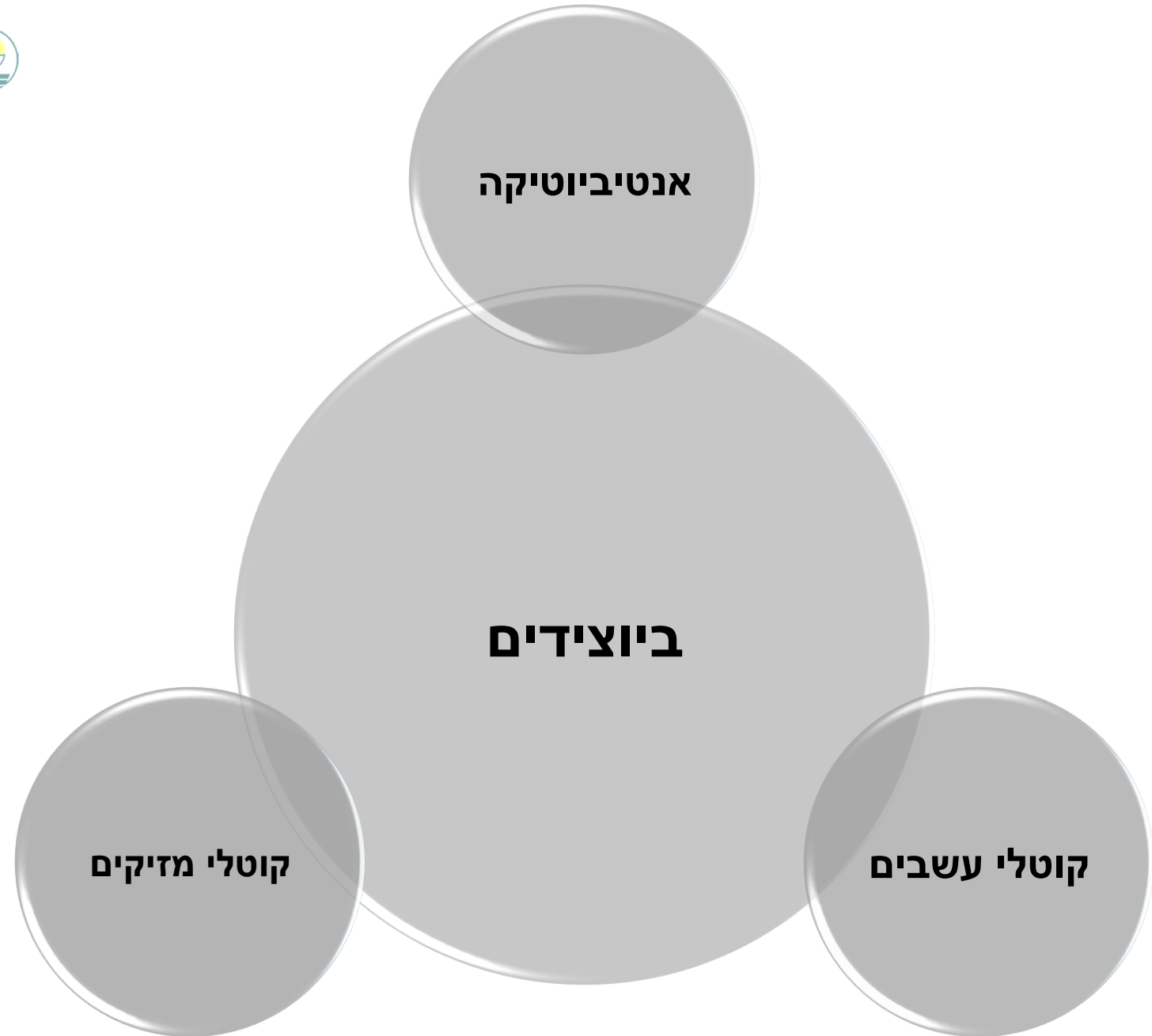
• ריקבונות - *Pythium*

• כשותיות – מחלות עלווה



מהם פונגצידים?

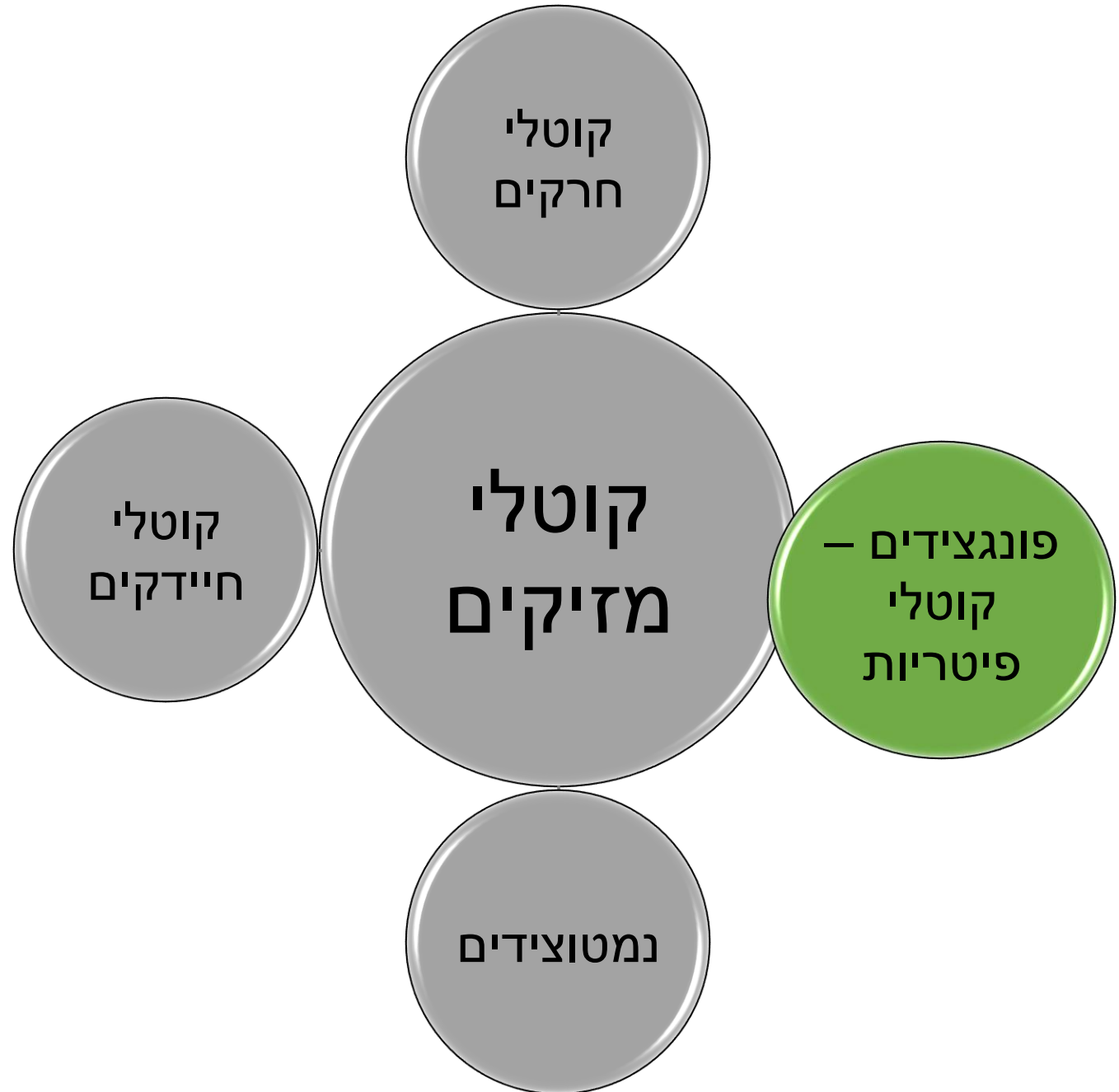
- ביוצידים = חומרים קוטלי אורגניזמים
- פונגצידים = ביוצידים
- טיבעיים או סינטטים





מהם פונגצידים?

- פונגצידים הם קוטלי פיטריות
- חומרים פעילים נגד לפטריות
- פורמולציות ליישום בחקלאות
- בעולם הרפואי: תרופות אנטיפונגליות



נומנקולטורה של פונגצידיים

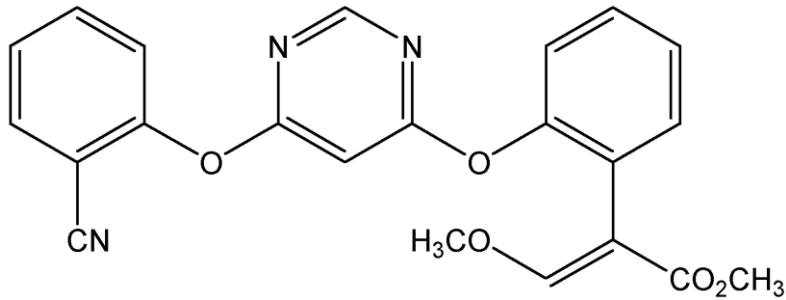
<p>methyl (E)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy) pyrimidin-4-yloxy] phenyl}-3-methoxyacrylate)</p>	<p>הנוסחא הכימית</p>	<p>שם כימי של החומר הפעיל</p>
<p>Azoxystrobin</p>	<p>שם מקובל – לא טכני</p>	<p>שם גנרי של החומר הפעיל</p>
<p>Quadris® Amistar®</p>	<p>שם משווק</p>	<p>שם התכשיר / פורמולציות שונות</p>



החומר הפעיל

• ח"פ ; a.i.

Azoxystrobin



• החומר הפועל לעיכוב או קטילת התפתחות הפטריה

• יכול להיות סינטטי או ממקור טיבעי

• פוגע במערכת ביולוגית בפטריה = מנגנון פעולה

• בעל טווח רחב או מצומצם = מנגנון יחיד או מספר מנגנונים

• פטריה המפתחת מנגנון מנטרל לח"פ = רגישות פחותה / סבילות - Tolerance

• פטריה בה הח"פ אינו מכיר את המע' הביולוגית = עמידות / Resistance

שאריות החומר הפעיל

פונגצידים עם שאריות נמוכה

- בעיקר חומרי מגע
- פירוק מהיר
- זמן פעילות קצר
- שאריות נמוכה
- רגולציה של MRL
- צורך במספר יישומי רב

פונגצידים עם שאריות גבוהה

- בעיקר סיסטמיים
- התפרקות איטית – זמן מחצית חיים ארוך
- תקופת פעילות ארוכה (שבועות / חודשים)
- רגולציה של MRL
- צורך במספר יישומים מועט

ספקטרום פעילות

ספקטרום רחב

- פעיל נגד מספר רב של פיטריות פיטופתוגניות

ספקטרום צר

- פעיל על מספר מועט של פיטריות פיטופתוגניות

סיסטמי ומגע

ספציפיות

חד - מנגנוני

- יעודי למנגנון פעולה ביולוגי אחד
- יעודי לאינזים אחד במנגנון הביולוגי
- ספציפי - רעילות נמוכה לגורמי סביבה
- לרוב סיסטמיים
- הייחודיות למנגנון מעלה את הסיכון לפיתוח עמידות בפטריה

רב - מנגנוני

- לרוב חומרי מגע ישנים
- ספקטרום פעילות רחב
- פגיעה במספר מנגנונים בפטריה במקביל

דוגמאות היסטוריות להתפתחות עמידות

Table 1 Timeline of fungicide resistance in crop diseases: some examples

Date	Fungicide class	Time to resistance (approx. yrs)	Disease example	References
1960	Aromatic hydrocarbons	20	Citrus storage rots <i>Penicillium</i> spp	Eckert (1982)
1964	Organomercury	40	Cereal leaf spot <i>Pyrenophora</i> spp	Noble et al. (1966)
1969	Dodine (Guanidine)	10	Apple scab <i>Venturia inaequalis</i>	Szkolnik and Gilpatri (1973)
1970	Benzimidazoles (MBCs)	2	Many pathogens	Dekker (1976)
1971	2-Aminopyrimidines	2	Powdery mildews	Brent (1982)
1980	Phenylamides	2	Potato late blight, grape downy mildew	Staub (1994)
1982	Demethylation inhibitors (DMIs)	7	Cereal powdery mildew and other diseases	De Waard et al. (1994)
1998	Quinone outside inhibitors (QoIs)	2	Cereal powdery mildew	Chin et al. (2001)
2007	Succinate dehydrogenase inhibitors	4–5	<i>Alternaria alternata</i> (nuts), early blight of potato (<i>Alternaria solani</i>)	Avenot and Michailides (2007) and Miles, Miles, Fairchild, and Wharton (2014)

Adapted from Hewitt (1998) and Brent (2012).

מנגוני הפעילות

Modes of Action

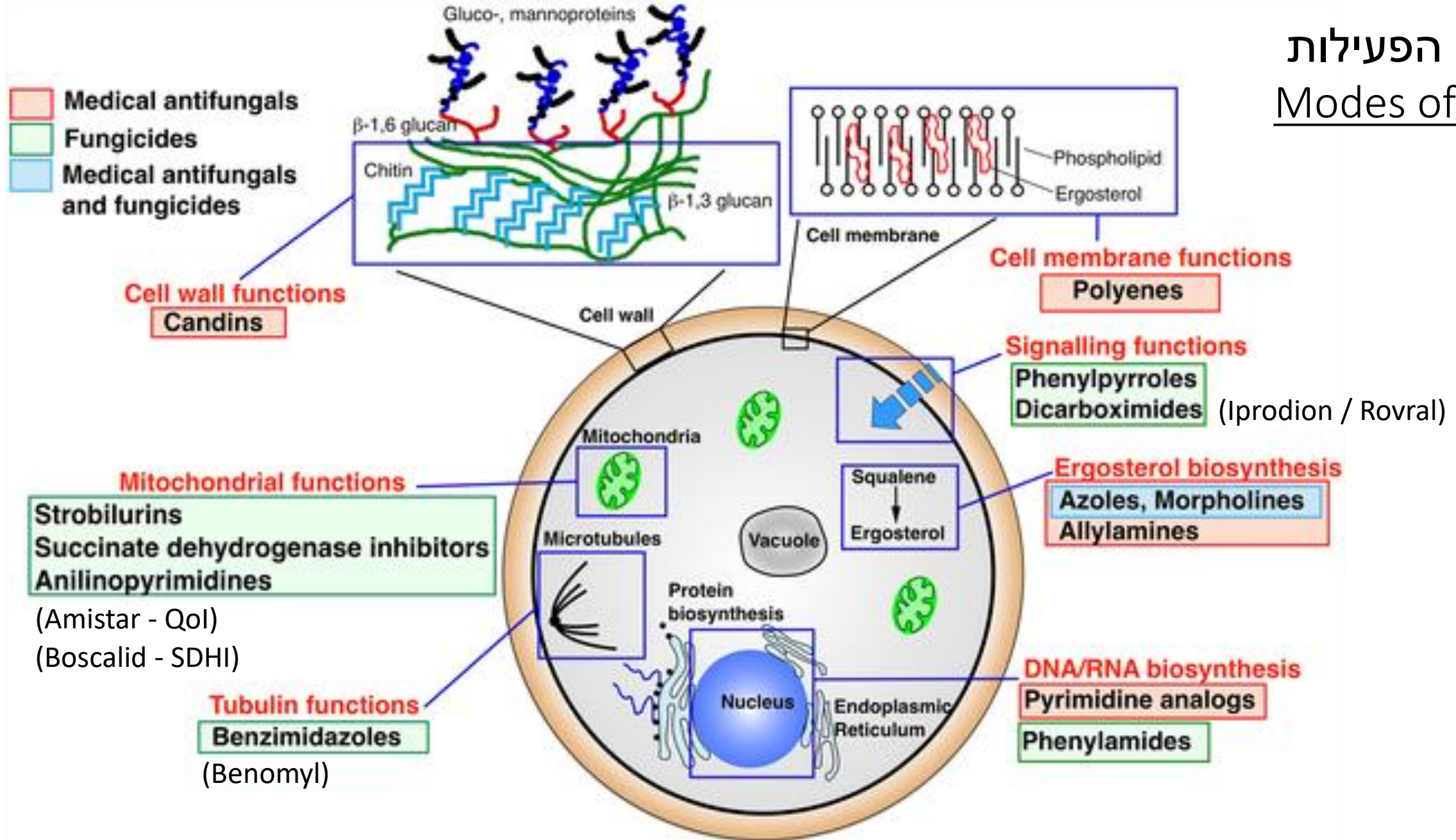
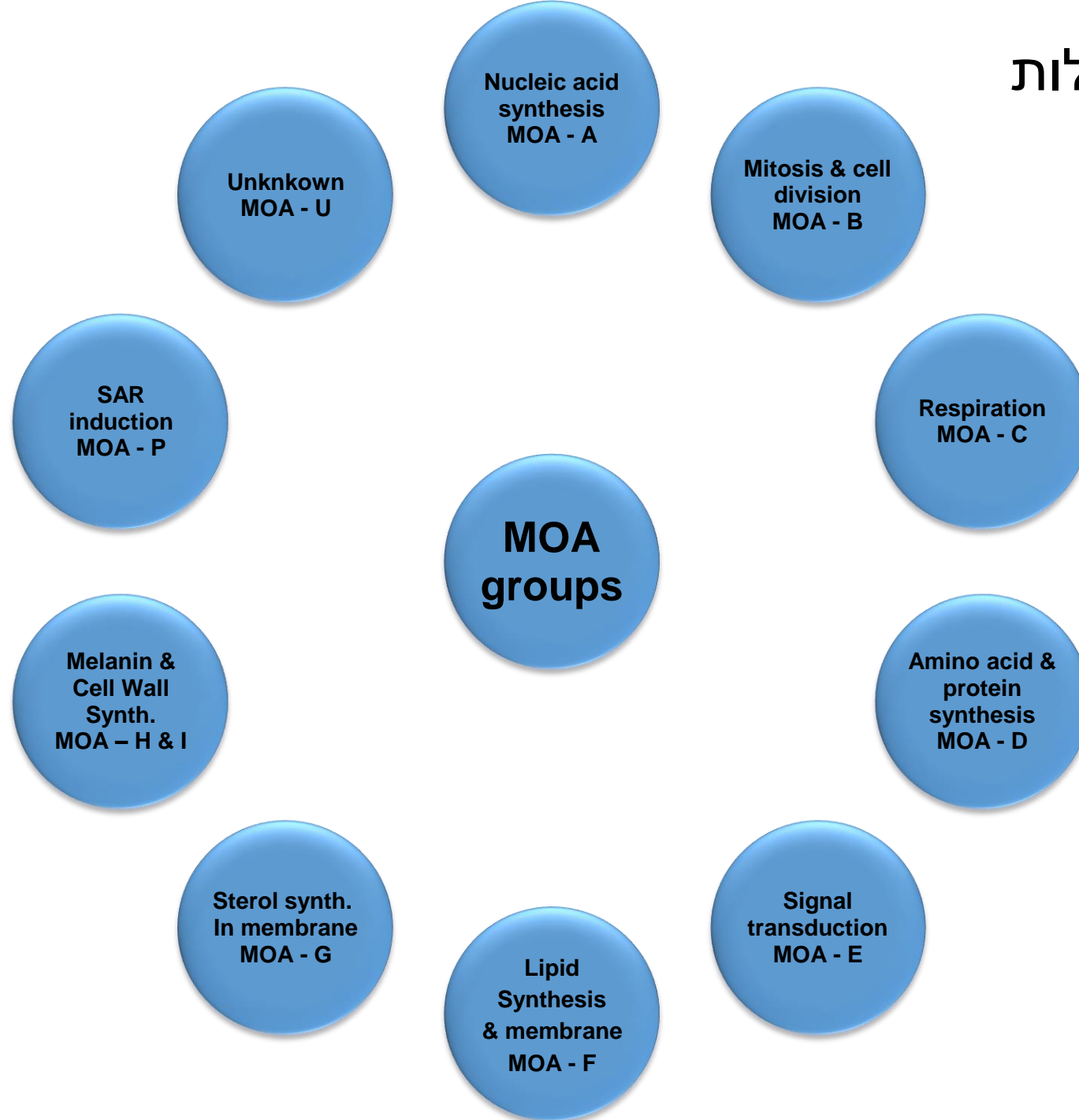


Fig 1. Cellular targets of principal antifungals used in medicine and in agriculture.

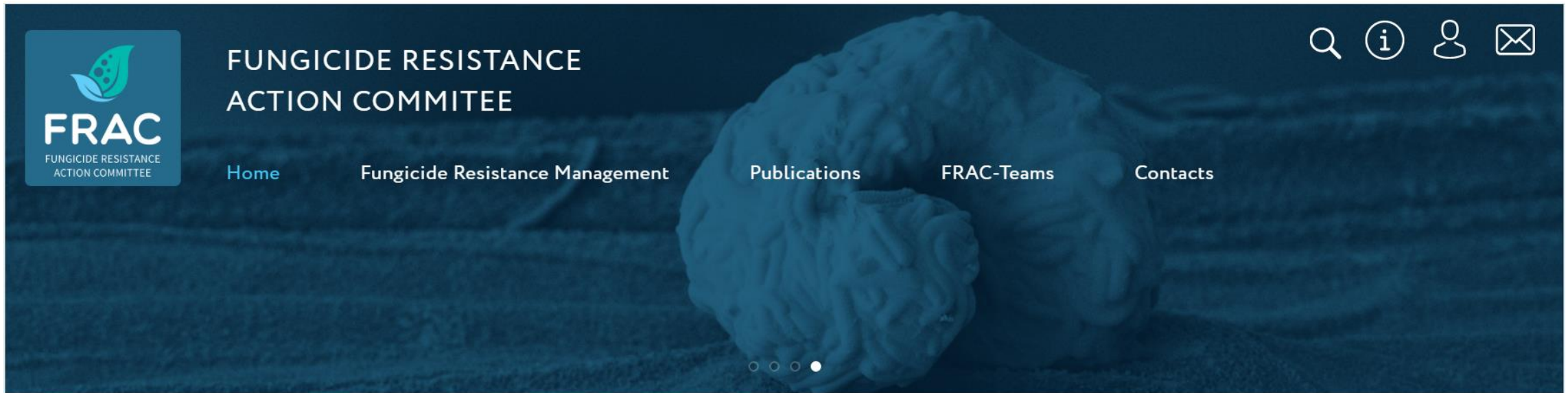
Sanglard D (2019). <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1007478>

קבוצות מנגנון הפעילות

Mode of Action



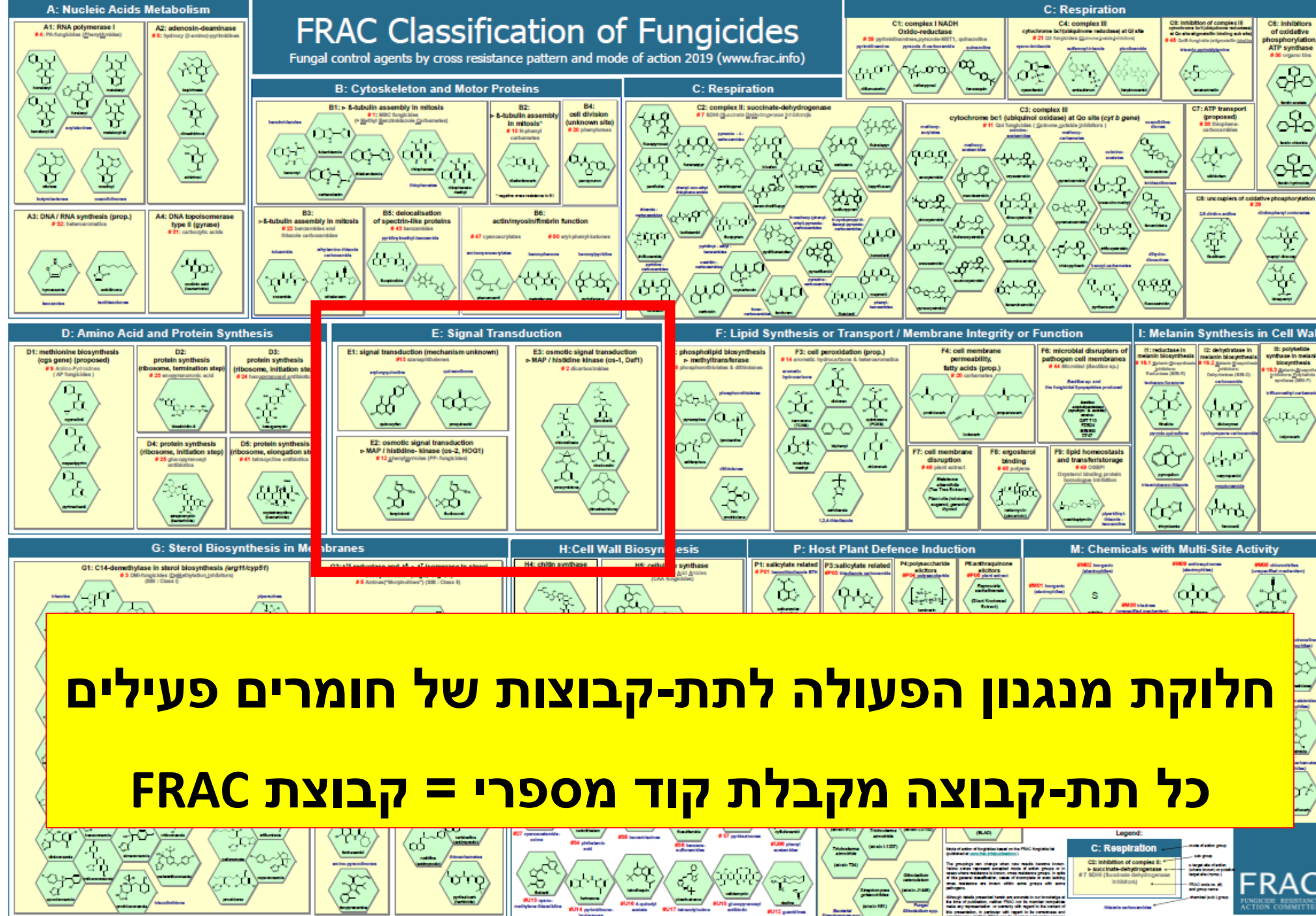
Fungicide Resistance Action Committee - FRAC



FRAC Classification of Fungicides

Fungal control agents by cross resistance pattern and mode of action 2019 (www.frac.info)

הטבלה
המחזורית של
FRAC



חלוקת מנגנון הפעולה לתת-קבוצות של חומרים פעילים

כל תת-קבוצה מקבלת קוד מספרי = קבוצת FRAC



Mode of Action Code and Target Site	Group Name	FRAC Group Code
C2: Complex II		30
C3: Complex II		7
Qo site (cyt b g		11
C4: Complex II		21
reductase) at Qi		10
B2: β -tubulin a		22
B3: β -tubulin a		20
B4: Cell divisio		43
B5: Delocalisat		47
B6: Actin/myos		50
C1: Complex I,		39
C2: Complex II		7
C3: Complex II		11
Qo site (cyt b g		21
C4: Complex II		
reductase) at Qi		

C2: Complex II
C3: Complex II
Qo site (cyt b g

30
7
11
21
10
22
20
43
47
50

39
7
11
21



MOA Code	FRAC Group Code	Pathogen	Common name	Crop	Reference	Remarks
A NUCLEIC ACIDS METABOLISM						
A1	4	PA Fungicides (PhenylAmides). RNA polymerase 1				
		<i>Bremia lactucae</i>	Downy mildew	Lettuce	Crute <i>et al.</i> 1987; Crute & Harrison 1988	field, genetics
		<i>Peronospora belbahrii</i>	Downy mildew	Basil	Cohen <i>et al.</i> 2013	greenhouse
		<i>Peronospora destructor</i>	Downy mildew	Onion	Wright 2004	
		<i>Peronospora hyoscyami</i> (syn. <i>P. tabacina</i>)	Blue mold	Tobacco	Bruck <i>et al.</i> 1982	field
		<i>Peronospora tabacina</i>	Blue mold	Tobacco	Bruck <i>et al.</i> 1981	field
		<i>Peronospora viciae</i>	Downy mildew	Pea	Falloon <i>et al.</i> 2000	field
		<i>Phytophthora cactorum</i>	Crown rot / leather rot	Strawberry	Bal <i>et al.</i> 1987	field
				American ginseng	Hill & Hausbeck 2008	field
		<i>Phytophthora capsici</i>	Stem rot	Lima bean pods	Davey <i>et al.</i> 2008	field
		<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Root rot	Avocado	Darvas & Becker 1984	field
		<i>Phytophthora citricola</i>	Rot / die back		Joseph & Coffey 1984	<i>in-vitro</i> mutation
		<i>Phytophthora citrophthora</i>	Collar rot / foot rots		Serrhini <i>et al.</i> 1985	<i>in-vitro</i>

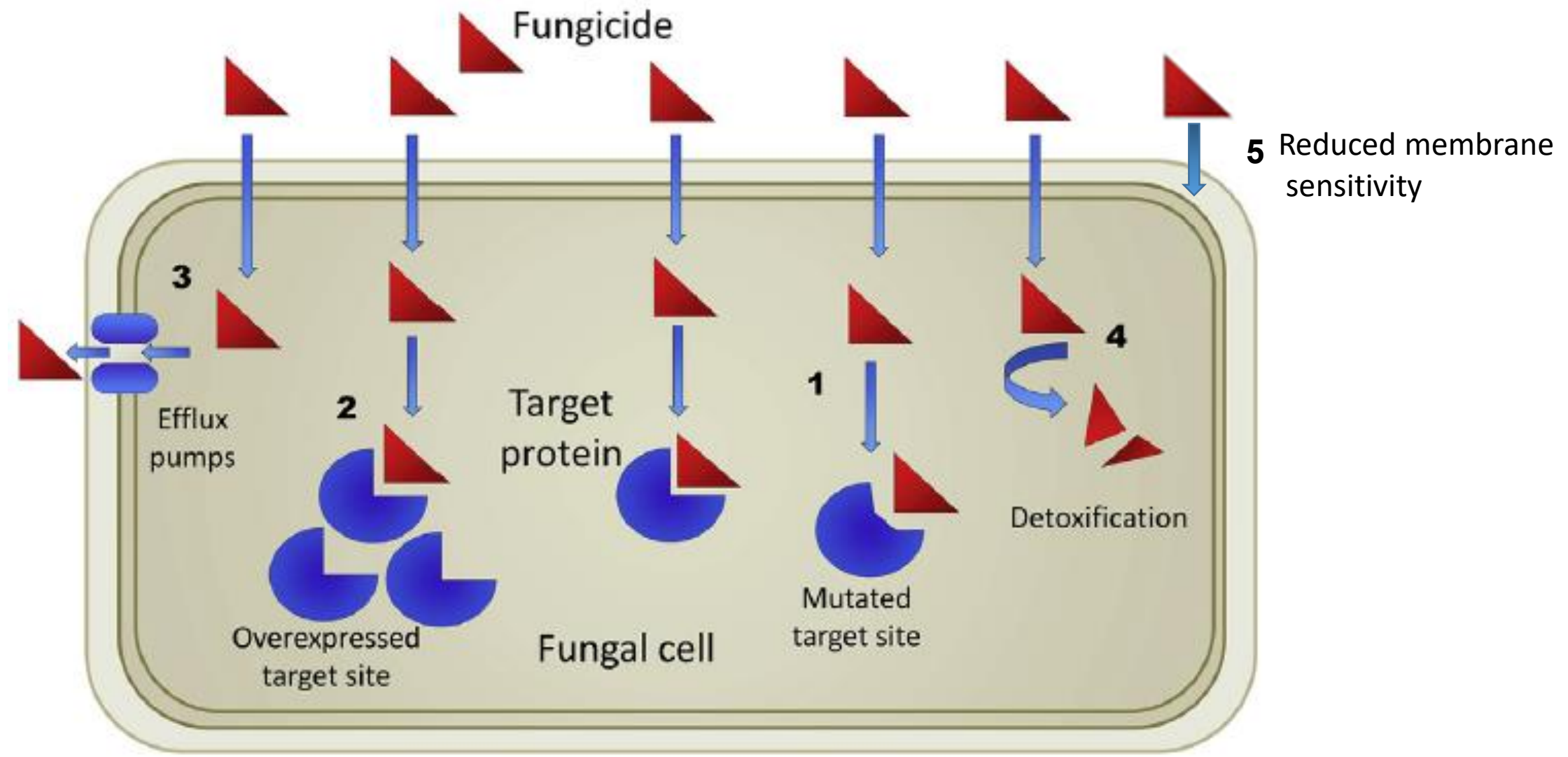
B CYTOSKELETON AND MOTOR PROTEINS						
B1	1	MBC fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamates), β -tubulin assembly in mitosis				
MOA Code	FRAC Group Code	Pathogen	Common name	Crop	Reference	Remarks
					Elad <i>et al.</i> 1988	cross resistance to phenylcarbamates, Group 10
		<i>Botrytis cinerea</i>	Grey mould	Lisianthus	Elad <i>et al.</i> 2008	field
		<i>Botryodiplodia theobromae</i>	Botryodiplodia rot	Fruits (Mango)	Spalding 1982 Hu <i>et al.</i> 2013	Laboratory Field
		<i>Botrytis allii</i>	Neck rot	Onion	Viljanen-Rollinson <i>et al.</i> 2007	Field (Greenhouse)
		<i>Botrytis cinerea</i>	Chocolate spot	Beans	Harrison J G 1984	field
		<i>Botrytis cinerea</i>	Grey rot	Grapes / Vines	Ehrenhardt <i>et al.</i> 1973 Leroux <i>et al.</i> 1982	field

עמידות בוטריטיס לשתי קבוצות FRAC – לשני מנגנוני פעולה שונים

עמידות באוכלוסיית הפתוגן

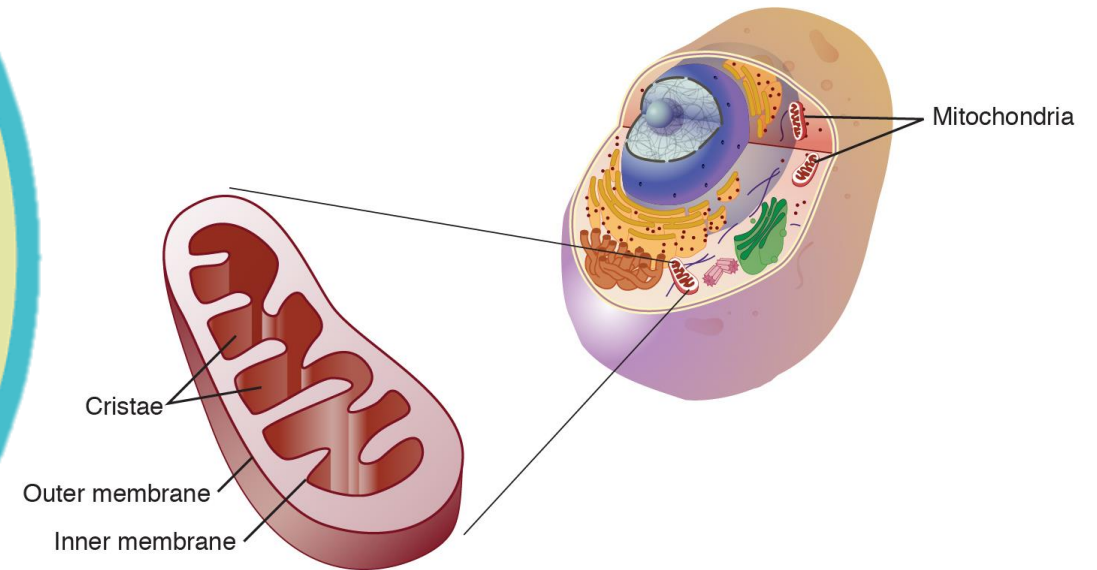
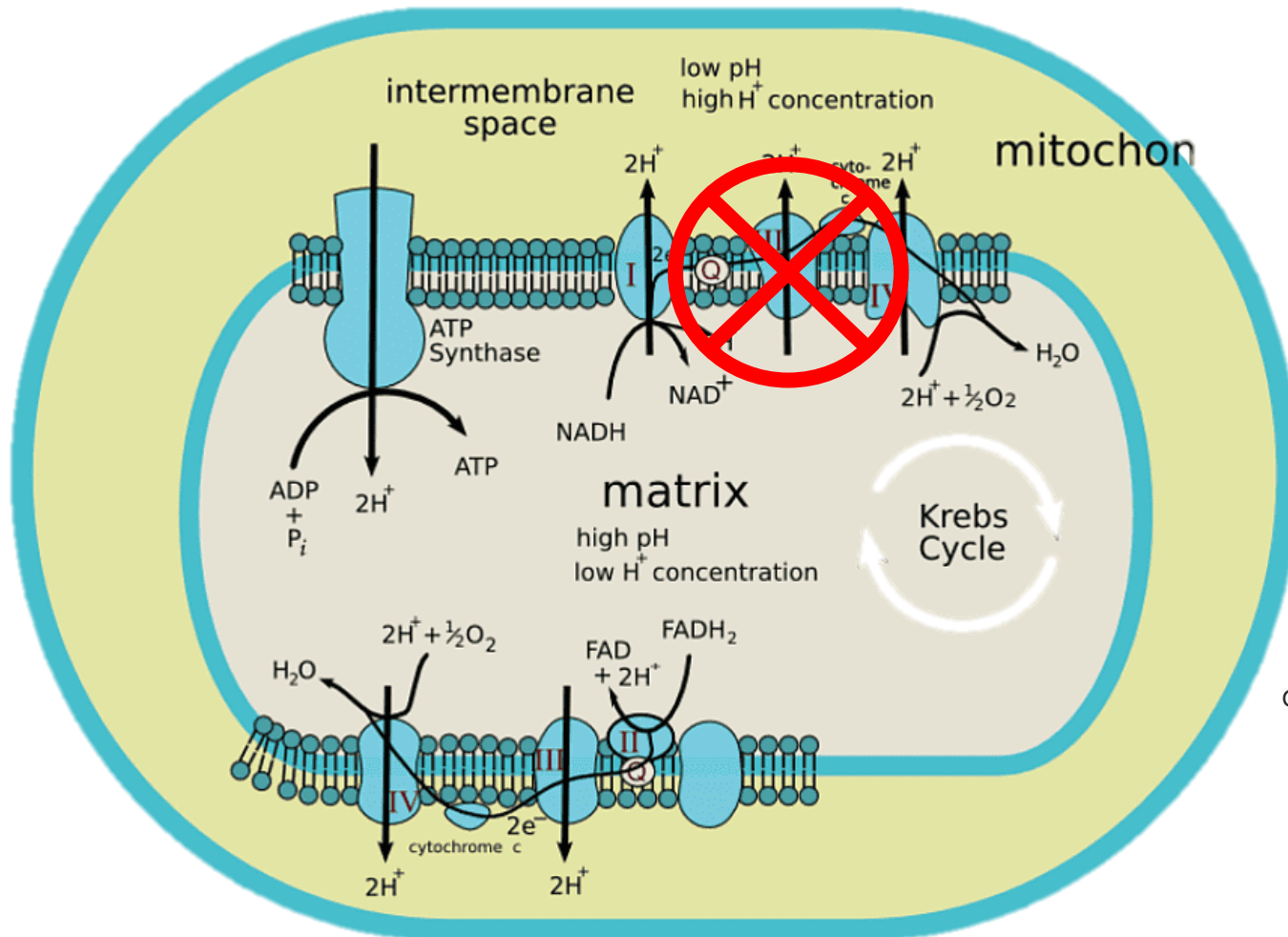
- הגדרה: אוכלוסיית פיטריה עם רגישות פחותה או חוסר רגישות לחומר הפעיל
- עמידות טיבעית: יש שוני בסיסי בתגובת מיני פטריות לח"פ (דוגמא: פניציליום ואספרגילוס)
- עמידות נרכשת: כזו שנוצרת עם חשיפה חוזרת של אוכלוסיית הפטריה לח"פ
- *עמידות המתפתחת באוכלוסיה שלא נחשפה בעבר לפונגציד היא יציבה ועוברת בתורשה*

הבסיס הגנטי-ביוכימי של עמידות – פונגצידים חד - מנגנוניים



דוגמא להתפתחות עמידות - סטרובילורנים - QoI

- QoI = Quinone Outside Inhibitors (Azoxystrobin / Amistar)



קומפלט 3 - ציטוכרום b

עמידות לסטרובילורנים קשורה לשינוי מולקולרי בחלבון

Ar01_QoI-Sensitive	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60
Ar03_QoI-Sensitive	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60
Ar04_QoI-Sensitive	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60
Ar05_QoI-Resistant	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60
Ar06_QoI-Resistant	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60
Ar08_QoI-Resistant	IMRDVNNGWLI RYLHSNTASAFF FIVYLHIGRGMYYGSYRAPRTL VWTIGTVIFILMMAT	60

G143A

*

Ar01_QoI-Sensitive	AFLGYVLPY GQMSLW G ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120
Ar03_QoI-Sensitive	AFLGYVLPY GQMSLW G ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120
Ar04_QoI-Sensitive	AFLGYVLPY GQMSLW G ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120
Ar05_QoI-Resistant	AFLGYVLPY GQMSLW A ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120
Ar06_QoI-Resistant	AFLGYVLPY GQMSLW A ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120
Ar08_QoI-Resistant	AFLGYVLPY GQMSLW A ATVITNLMSAIPWVGQDIVEFIWGGFSVNNATLNRFFSLHFVLP	120

Ar01_QoI-Sensitive	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180
Ar03_QoI-Sensitive	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180
Ar04_QoI-Sensitive	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180
Ar05_QoI-Resistant	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180
Ar06_QoI-Resistant	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180
Ar08_QoI-Resistant	FVLAALALMHLI VLHDTAGSGNPLGVSGNYERISFAPYFIKDLITVFAFIFVLSL FVFF	180

Ar01_QoI-Sensitive	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY V ILRSIPN---	221
Ar03_QoI-Sensitive	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY A ILRSIPNKLL	224
Ar04_QoI-Sensitive	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY A ILRSIPNKLL	224
Ar05_QoI-Resistant	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY A ILRSIPNKLL	224
Ar06_QoI-Resistant	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY A ILRSIPNKLL	224
Ar08_QoI-Resistant	MPNVLGDSENYVMANPMQT PAAIVPEWYLLPFY A ILRSIPNKLL	224

• רצף חלקי של חלבון ציטוכרום b

• שינוי חומצות אמינו גליצין < אלנין בעמדה 143

אבולוציה ודינמיקה של התפתחות עמידות - 2 פקטורי סלקציה

PATHOGEN FACTOR

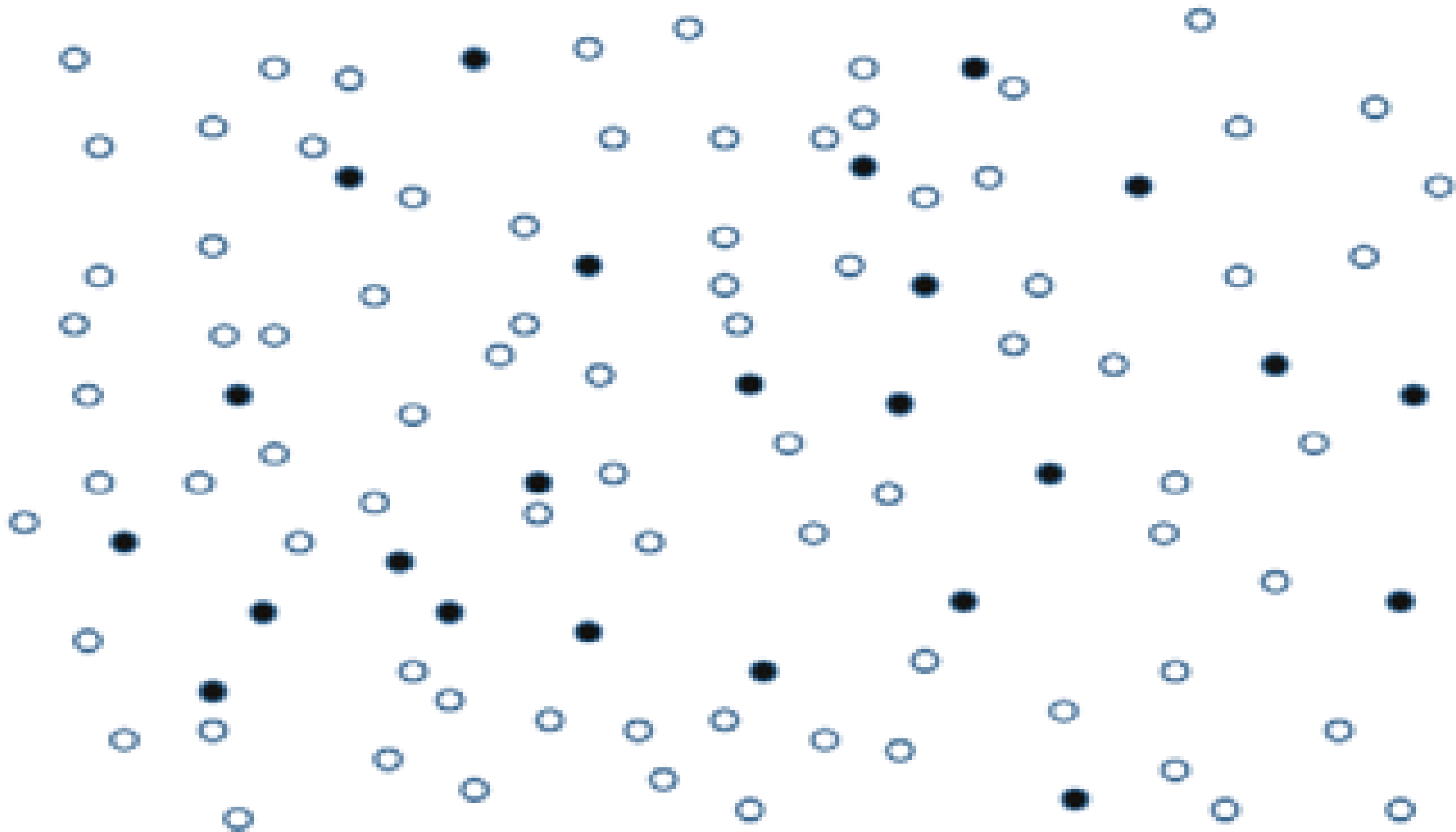
Fungi that cause disease can carry some natural resistance to fungicides. Applying a fungicide does not cause the resistance to develop, but **selects for resistant fungi in the population.**



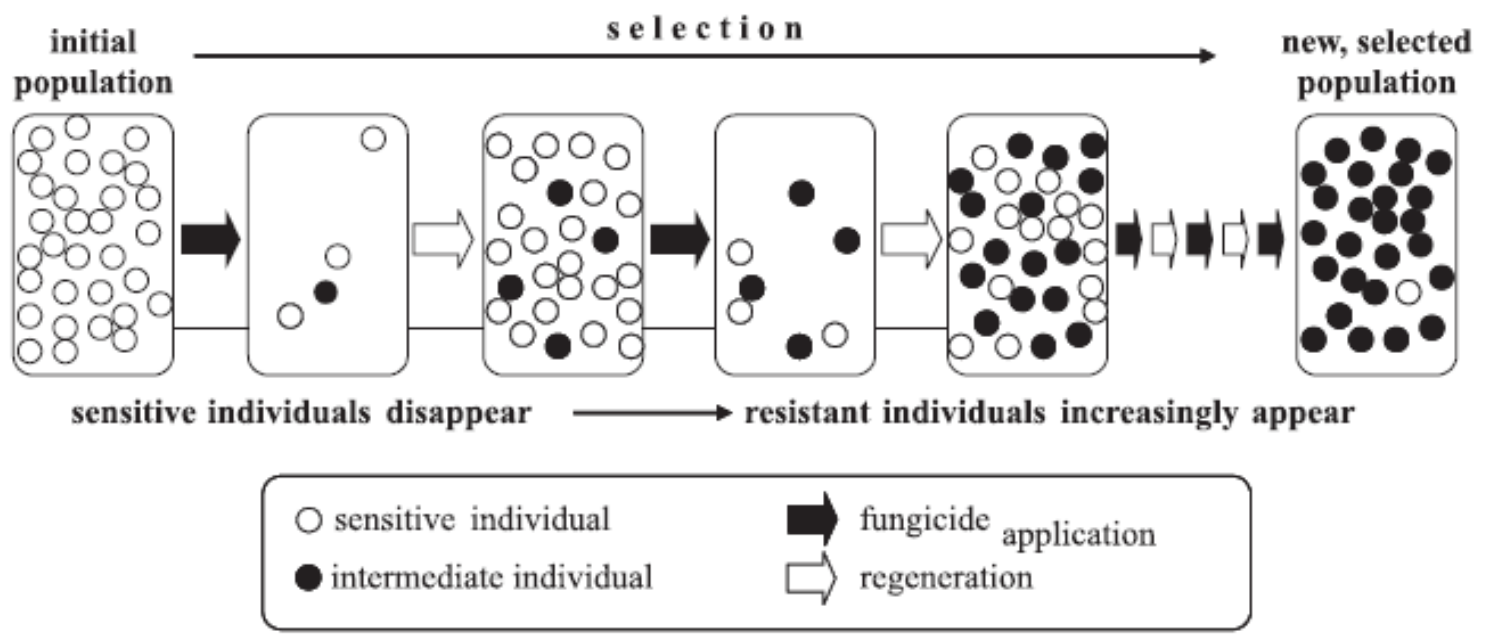
FUNGICIDE FACTOR

If the same fungicide mode of action (MOA) is continually used in each application, the resistant fungi will eventually be more abundant and can **cause that fungicide MOA to be less effective.**



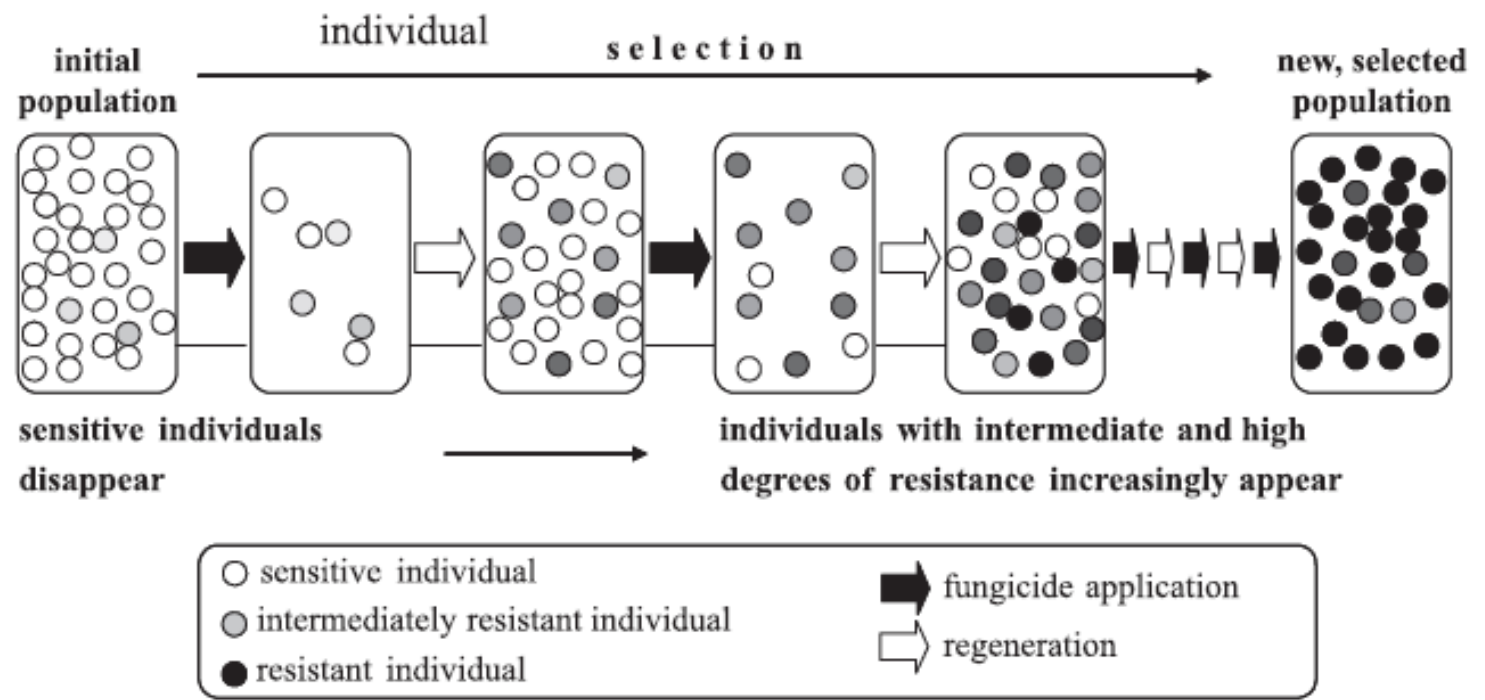


A



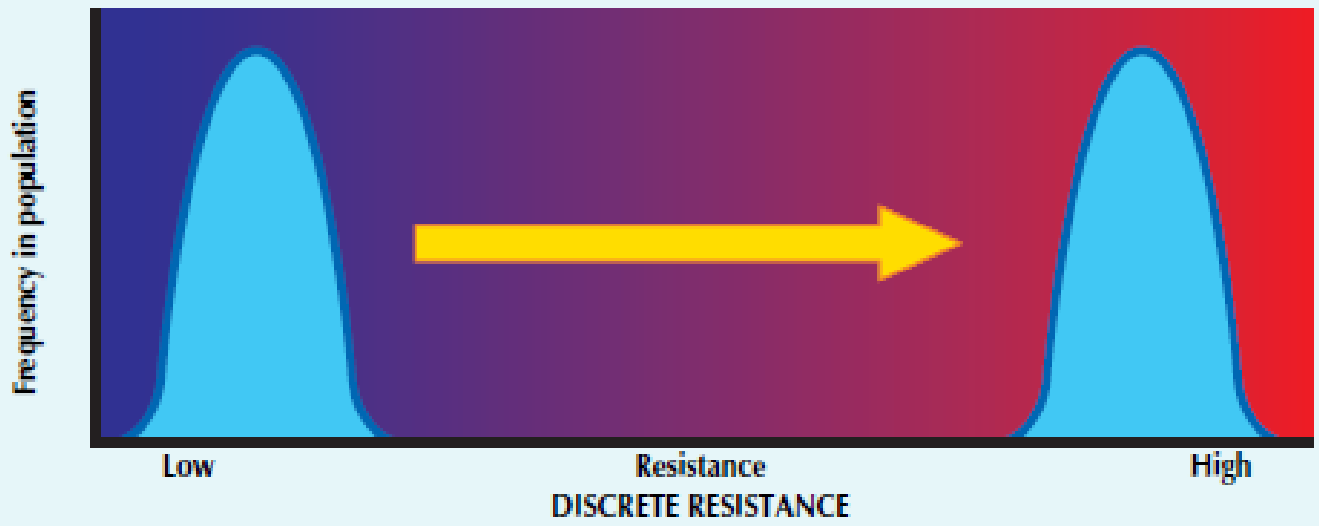
רגיש <<< עמיד

B

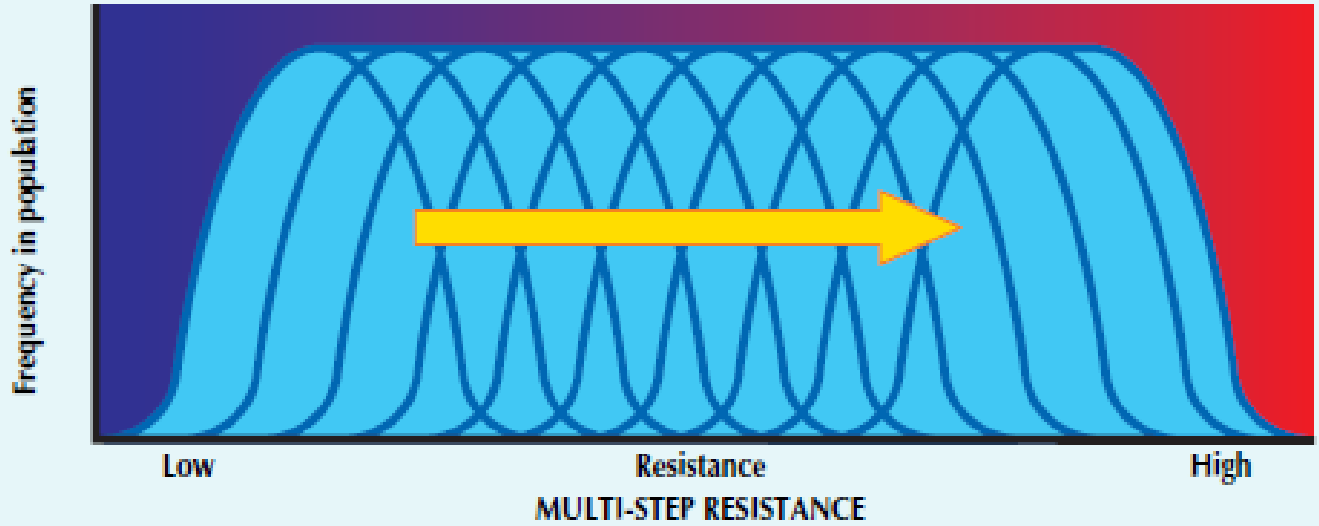


ספקטרום של עמידות

שינוי ביחס עמידים - רגישים

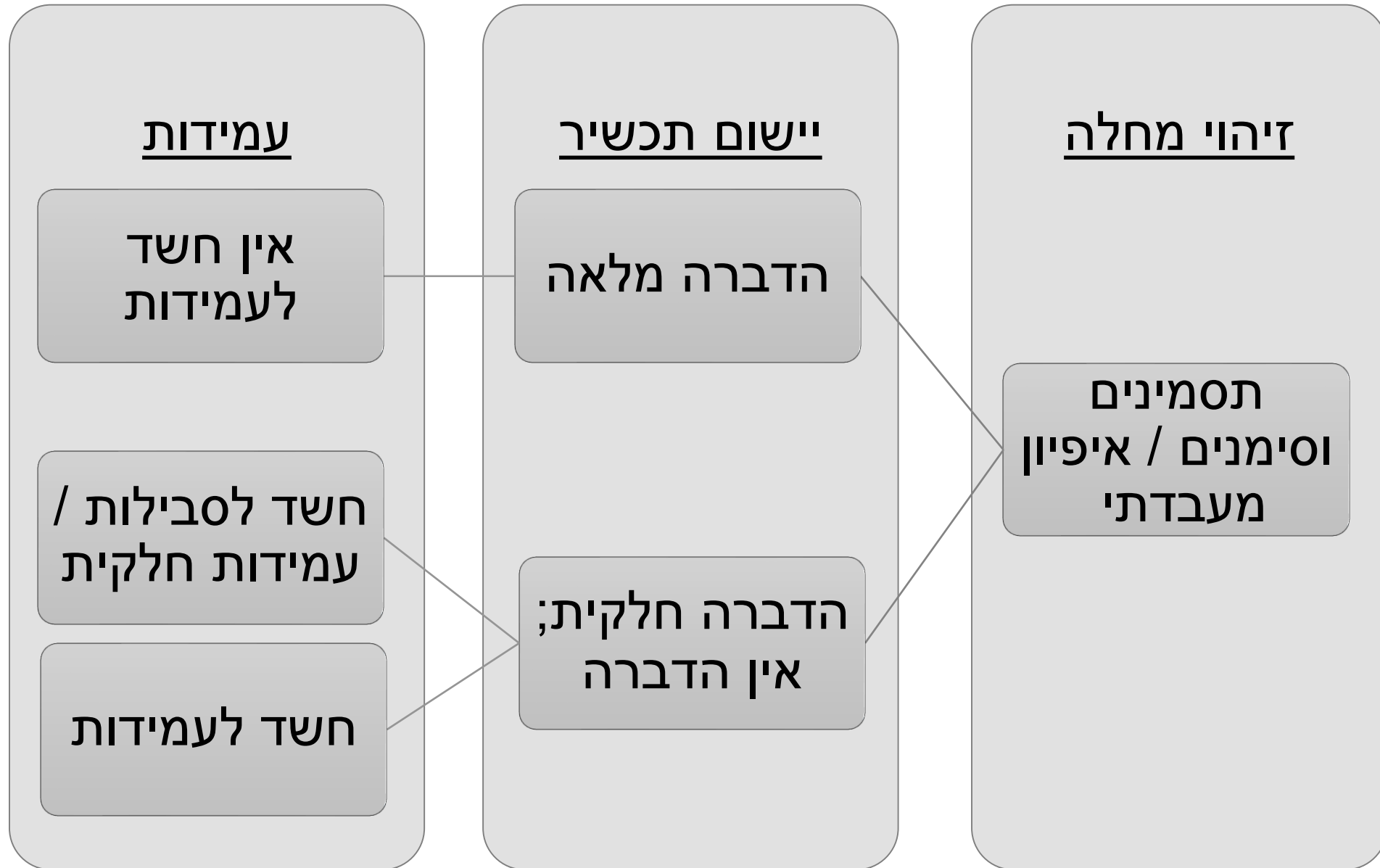


רגיש <<< עמיד



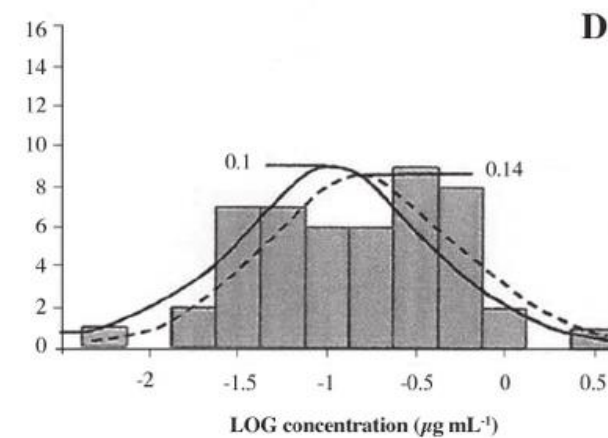
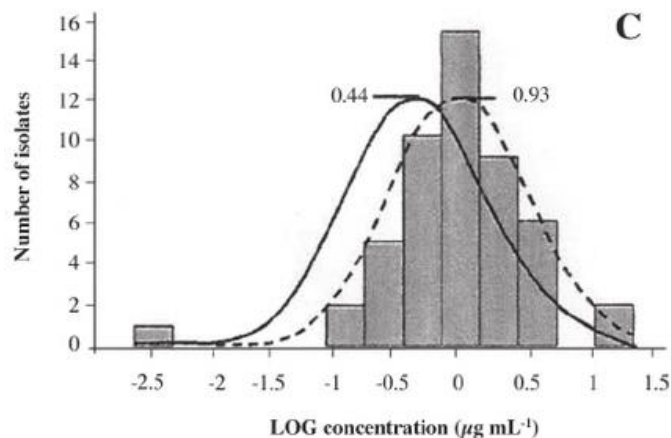
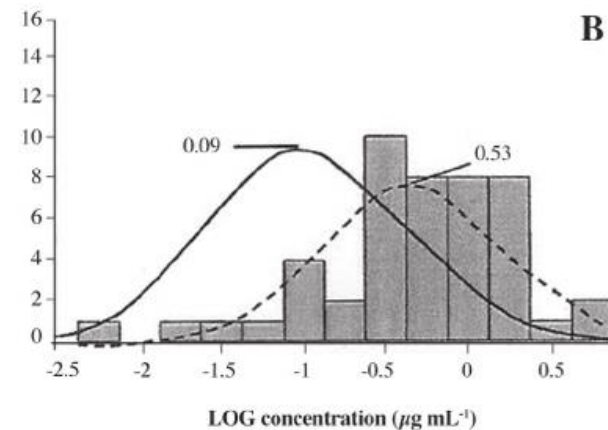
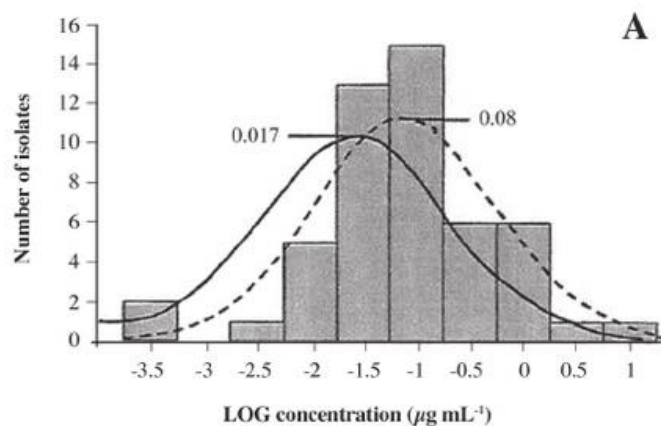
ספקטרום של עמידות

עמידות מזהים קודם כל בשדה!



כימות עמידות וניטור

- רמת העמידות של אוכלוסיה של נחשפה לפונגציד (ח"פ) קרויה Base-line
- בניטור עמידות בוחנים את השינוי ברגישות אוכלוסיית הפטרייה לח"פ ביחס ל- Base line

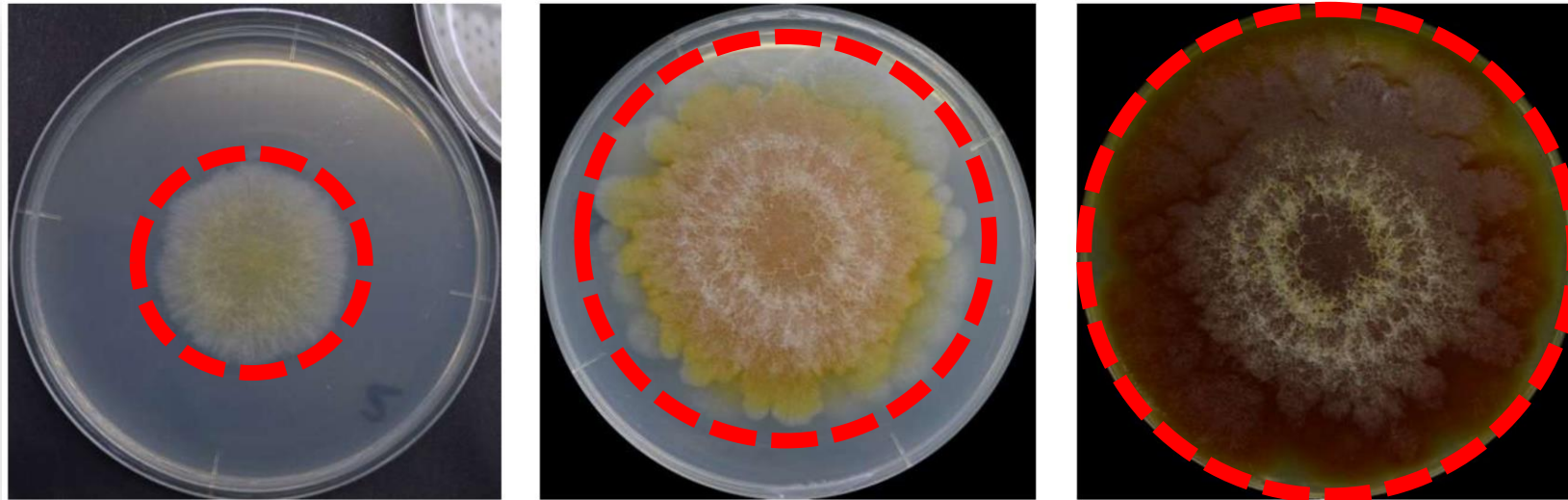




כימות עמידות וניטור

- מדדי כימות מעבדתי: EC50; MIC
- EC50 - ריכוז המעכב גידול ב- 50% ביחס לביקורת
- MIC – ריכוז מינימאלי המעכב גידול

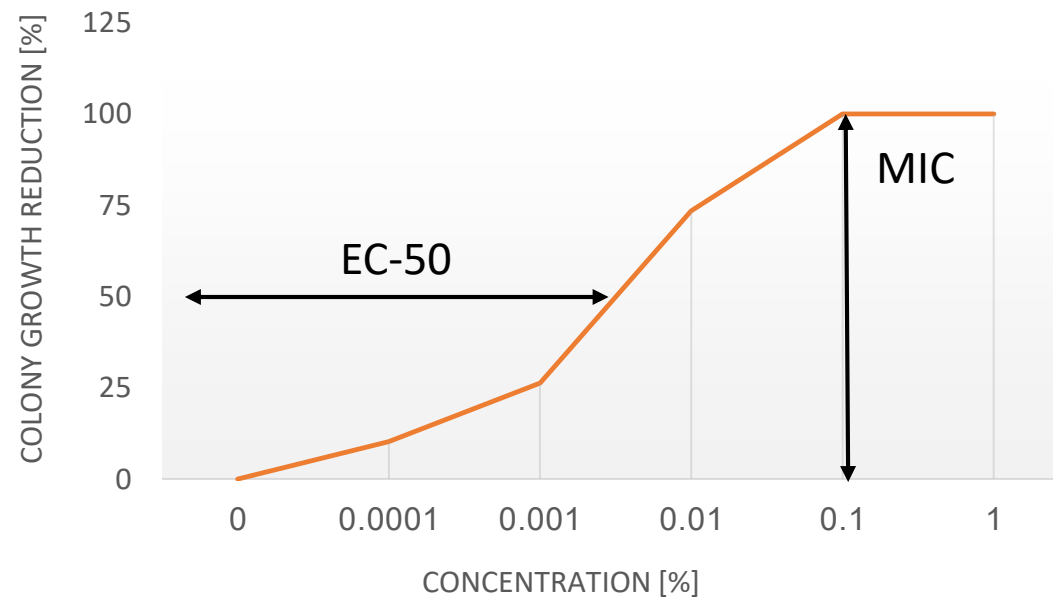
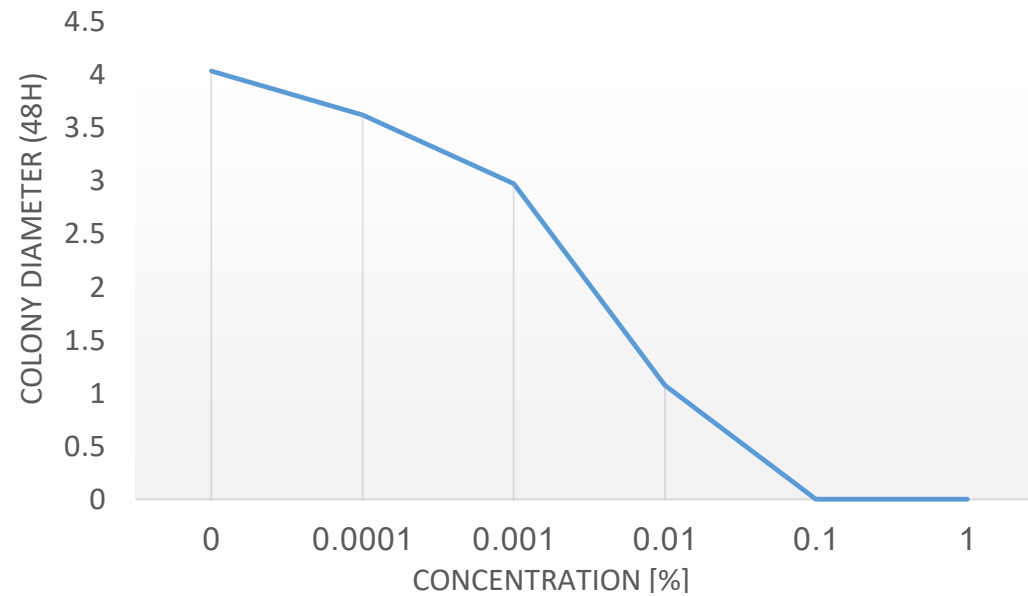
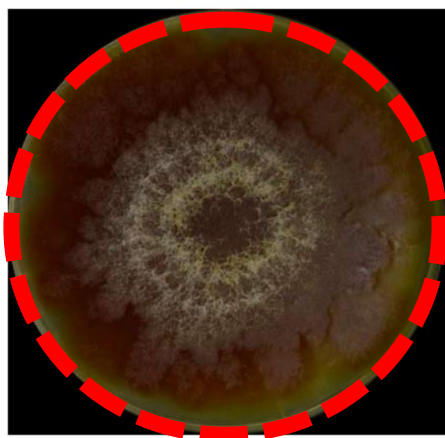
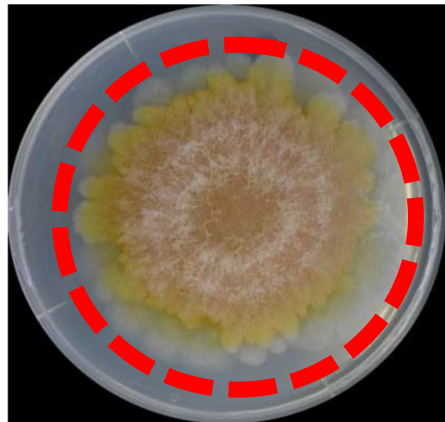
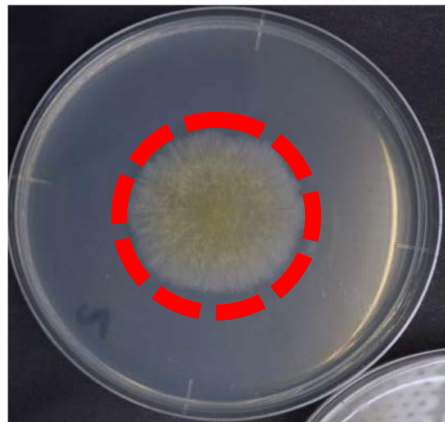
הבדיקה מתבצעת בצלחת פטרי עם אגר מורעל



כימות עמידות וניטור

• כימות EC50

• כימות MIC



כימות עמידות וניטור

• כימות EC50 – "שידו"

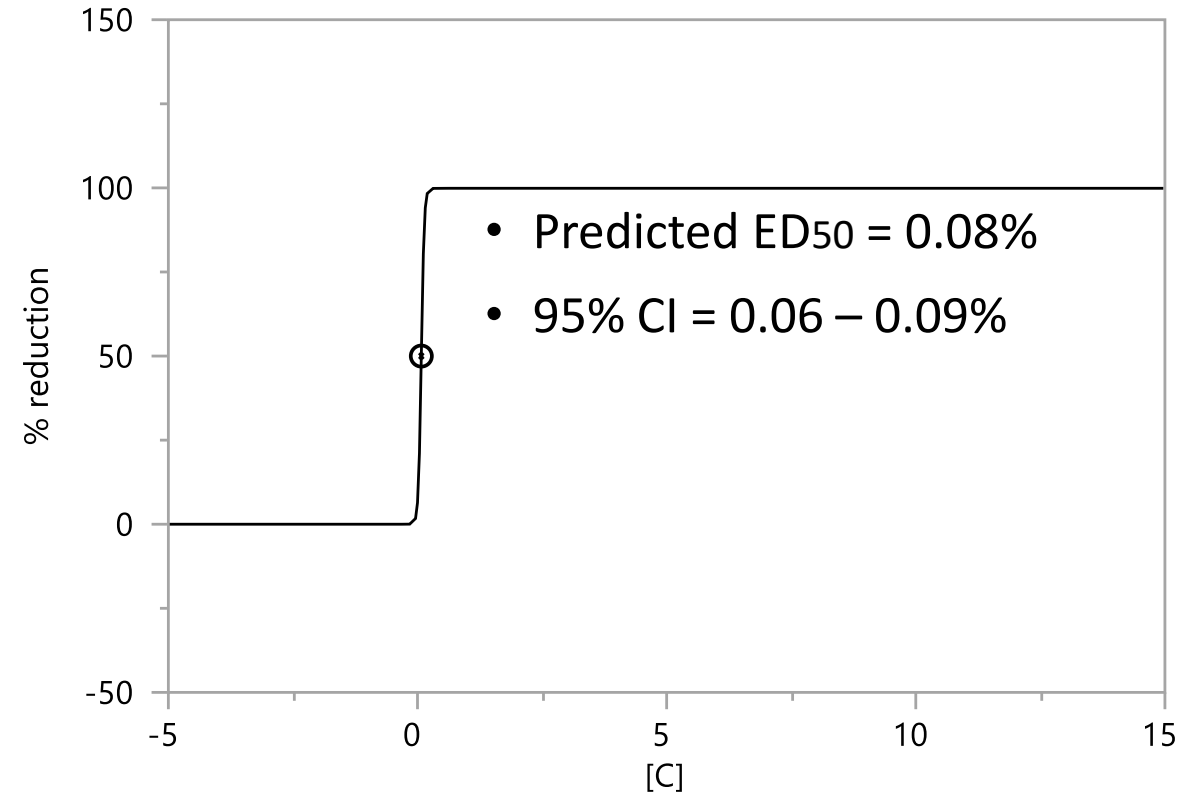
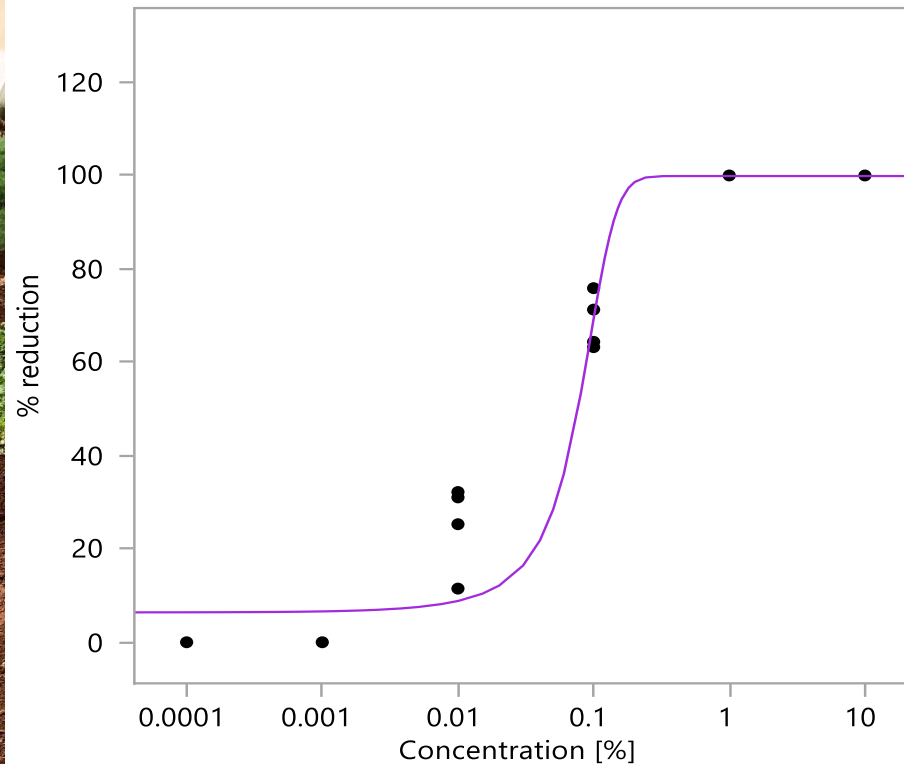
Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std Error	Wald ChiSquare	Prob > ChiSquare	Lower 95%	Upper 95%
Growth Rate	34.987023	4.1248635	71.94404	<.0001*	26.902439	43.071607
Inflection Point	0.0766568	0.0055869	188.26158	<.0001*	0.0657067	0.0876069
Asymptote	99.879996	3.1035701	1035.6998	<.0001*	93.797111	105.96288

Inverse Prediction

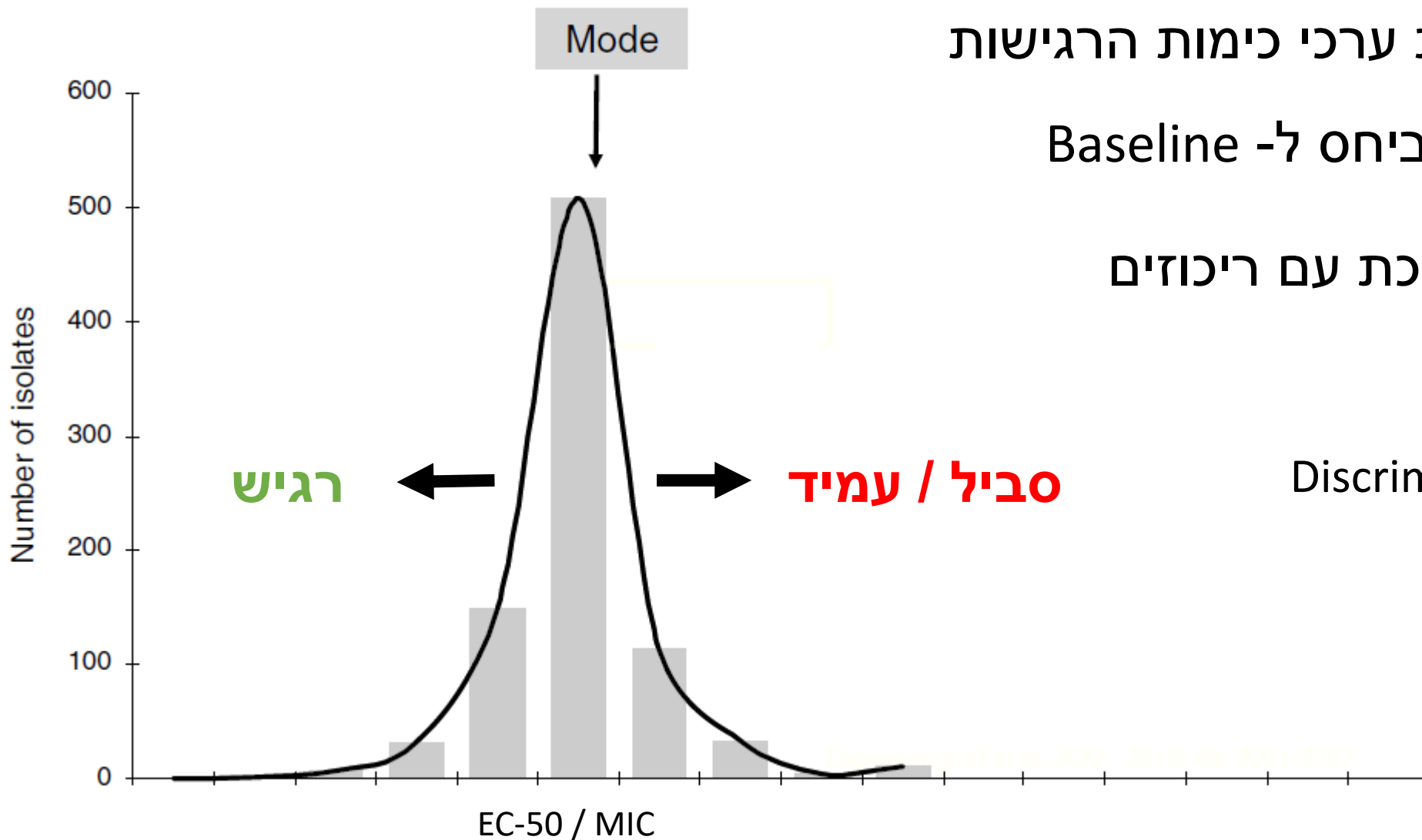
Predicted Values

Specified % reduction	Predicted [C]	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
50.00000	0.0767255	0.0050748	0.0667791	0.0866720





כימות עמידות וניטור



• כאשר התפלגות ערכי כימות הרגישות

ידוע ניתן לנטר ביחס ל- Baseline

• ניתן לבנות מערכת עם ריכוזים

מפרידים:

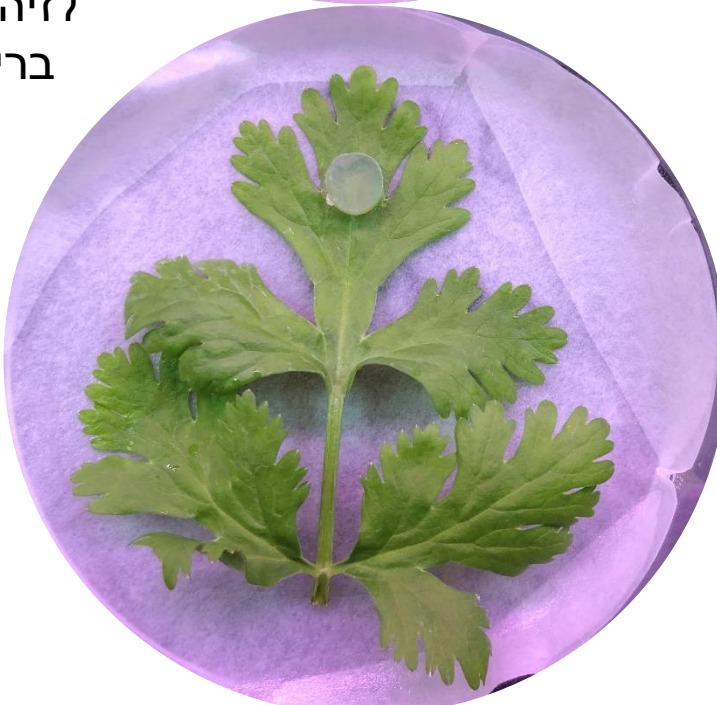
• Discriminatory dose

• Cutoff



ביקורת מים

פיתוח מבחן ביולוגי
לזיהוי עמידות לשידו
בריזוקטוניה סולני



0.008%



ניהול סיכונים למניעת התפתחות עמידות בתכשירים

דע את האויב: פטריות בעלות פוטנציאל פיתוח עמידות גבוה

Table 1: Plant pathogens accepted as showing a high risk of development of resistance to fungicides (adapted from EPPO 2002, FRAC Monograph No. 3, Russell, 2003). Yellow marking indicates pathogens, which were added to this update of the Pathogen Risk List in 2019.

Pathogen	Crop	Disease
<i>Alternaria alternata</i>	various	brown leaf spot
<i>Botrytis allii</i>	onions	neck rot
<i>Botrytis cinerea</i>	various, especially grapevine	grey mold
<i>Botrytis elliptica</i>	lilly	leaf blight
<i>Botrytis squamosa</i>	onions	leaf blight
<i>Blumeria graminis</i>	wheat/barley	powdery mildew
<i>Corynespora cassiicola</i>	soybean, various	target spot
<i>Dydimella bryoniae</i>	cucurbits, various	fruit rot
<i>Plasmopara viticola</i>	grapevine	downy mildew
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	cucurbits, various	downy mildews
<i>Pseudocercospora (Mycosphaerella) fijiensis</i>	banana	black sigatoka
<i>Pyricularia oryzae</i>	rice, turf	rice blast, leaf spot
<i>Ramularia collo-cygni</i>	barley	Ramularia leaf spot
<i>Sphaerotheca fuliginea, Podosphaera xanthii</i>	cucurbits, various	powdery mildews
<i>Venturia inaequalis</i>	apple	Scab, black spot

Table 1 Estimates of the inherent risk of resistance attached to different chemical classes of fungicides. The actual risk during commercial use may differ, depending on the target disease, its intensity, and the regime of use.

Relative Resistance risk*	Chemical Class (some are represented by a single compound)
High	Benzimidazoles, dicarboximides, phenylamides strobilurin analogues (e.g methoxyacrylates, oximino acetates)
Moderate	2-Amino-pyrimidines, amines (including morpholines), anilinopyrimidines, aromatic hydrocarbons, azoles, carboxanilides, carboxylic acid amides, carpropamid, cymoxanil, fenhexamid, kasugamycin, phenylpyrroles, phosphorothiolates, quinoxifen
Low	Chlorothalonil, coppers, dithiocarbamates, ipsectyl-Al, pyroquilon, phthalimides, probenazole, sulphurs, tricyclazole.

*High: widespread and severe decrease of effectiveness due to resistance development occurred in one or more target pathogens, in certain regions, within a few years of introduction.

Medium: decrease of effectiveness detected in a few situations, or to a limited extent, and/or resistant isolates obtained from field samples of target pathogens.

Low: decrease in effectiveness or occurrence of resistant isolates not detected or very rare after many years of use.

הכר את החומר הפעיל

פונגצידים עם פוטנציאל פיתוח עמידות גבוה

ברק
BARAK
براق

תרכיז רחיף
קוטל פטריות בגידולים שונים

מכיל: 720 גרם/ליטר Chlorothalonil

דרגת רעילות: (IV) מסוכן
מס' או"ם: 3082

קרא בעיון את התווית לפני השימוש
יש לנער היטב לפני השימוש
לא לשימוש ביתי - לשימוש חקלאי בלבד
ليس للاستعمال المنزلي - للاستعمال الزراعي فقط

מנגנון פעולה	משפחה כימית	קוד FRAC
פועל כרעל מגע באתרים מרובים	CHLORONITRILES	M5

מס' רישיון הגה"צ: 4095/ה.צ./2011

מס' אצווה:
מק"ט:

מס' רישיון תעשיית כימיה בע"מ
תפוזל

מס' רישיון תעשיית כימיה בע"מ
98052 מוללה 1, אתר מערבי בית שמש 88052
מס': 02-9826040, פקס: 02-9826050
www.tapazol.co.il

תכולה: 10 ליטר



אופק

OFEK
اوفيك

תרכיז רחוף (SC)
קוטל פטריות

קוטל מחלות משולב בעל פעילות סיסטמית וטרנס למינרית להדברת טווח רחב של מחלות בירקות, מטע וגפן.

איתן

EITAN
ايتان

תרכיז רחוף (SC)
מכיל: 125 g/l
קוטל פטריות

פאנט

PHANTOM
فانتوم

תרכיז רחוף (SC)
קוטל פטריות

לא להשתמש בשני חומרים מאותה קבוצה במיקס או ברוטציה

תאריך עדכון תווית 8/2017

Oximinoacetates	פגיעה במערכת הנשימה	11	Trifloxystrobin
-----------------	---------------------	----	-----------------

מעכב ביוסינטזה של ארג	3
-----------------------	---

פגיעה במערכת הנשימה	11
---------------------	----

מק"ט:
מס' אצווה:

מיצר ומשווק ע"י:
תפזול
תעשיות כימיות בע"מ

סוללה 1, א.ת. מערבי בית שמש 99052
טל': 02-9926040, פקס: 02-9926050
www.tapazol.co.il

מק"ט:
מס' אצווה:

מיצר ומשווק ע"י:
תפזול
תעשיות כימיות בע"מ

סוללה 1, א.ת. מערבי בית שמש 99052
טל': 02-9926040, פקס: 02-9926050
www.tapazol.co.il

מק"ט:
מס' אצווה:

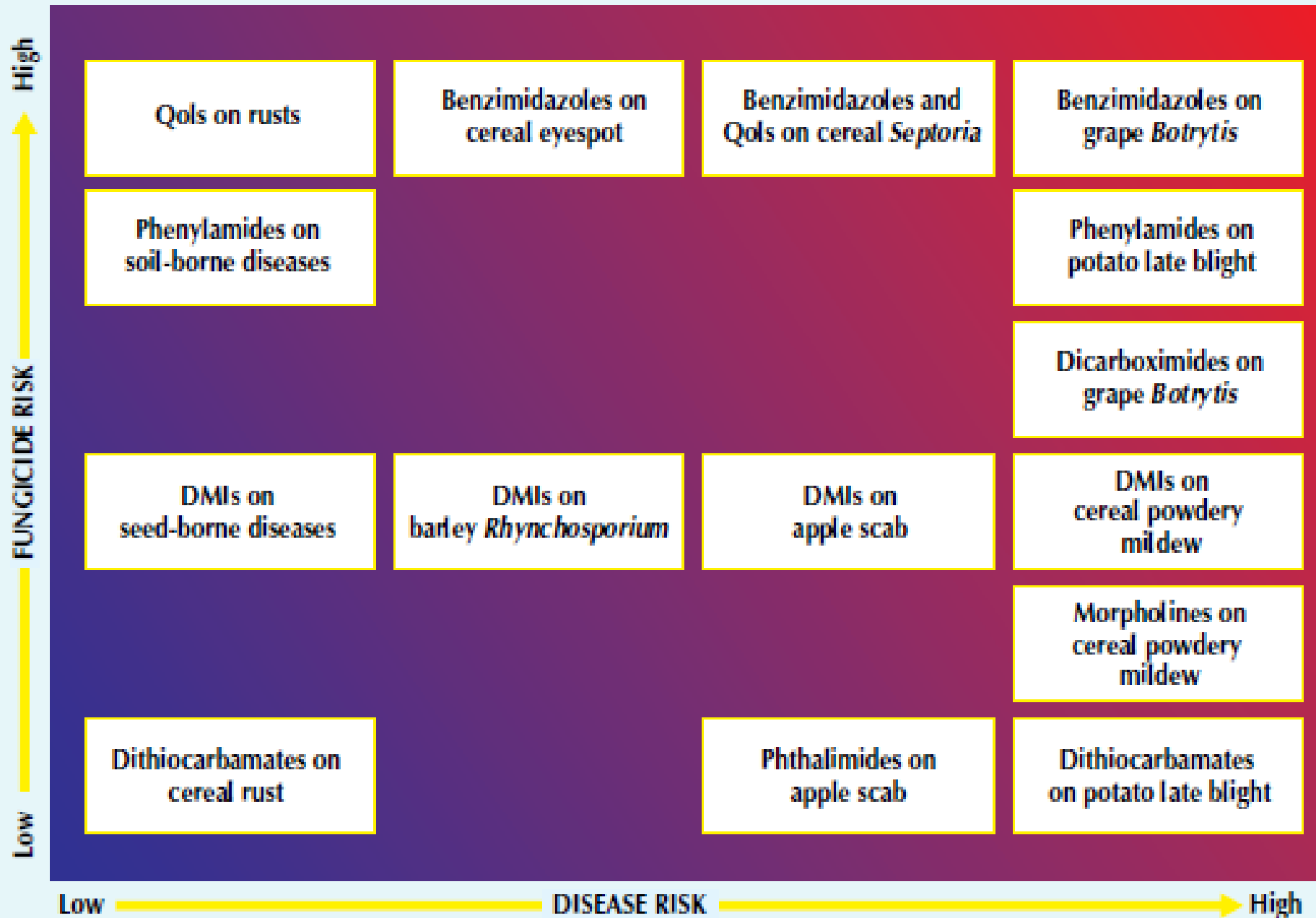
מיצר ומשווק ע"י:
תפזול
תעשיות כימיות בע"מ

סוללה 1, א.ת. מערבי בית שמש 99052
טל': 02-9926040, פקס: 02-9926050
www.tapazol.co.il

דיאגרמת סיכון

עמידות משולבת

פונגציד x פתוגן



בחנו את דיאגרמת הסיכון

אינטראקציה פונגציד x פתוגן

Figure 1: Combined resistance risk diagram based on inherent fungicide risk and inherent pathogen risk (* only most important classes and groups mentioned) (according to FRAC Monograph No. 2, by K.J. Brent and D.W. Hollomon, 2007, ** SDHI fungicides have been moved from medium to medium to high risk)

↓ Fungicide Classes *	↓ Fungicide Risk	Combined Risk		
benzimidazoles dicarboximides phenylamides QoI fungicides SDHI fungicides**	high = 3	3	6	9
SBI fungicides anilinopyrimidines phenylpyrroles phosphorothiolates	medium = 2	2	4	6
multi site fungicides (e.g. dithiocarbamates Copper, Sulphur) MBI-R inhibitors SAR inducers	low = 1	1	2	3
Pathogen risk →	low = 1	medium = 2	high = 3	
Pathogen groups * →	seed borne pathogens (e.g. <i>Pyrenophora</i> spp. <i>Ustilago</i> spp.) soil-borne pathogens (e.g. <i>Phytophthora</i> spp.) rust fungi <i>Rhizoctonia</i> spp.	<i>Rhynchosporium commune</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Oculimacula</i> spp.	<i>Blumeria graminis</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium</i> spp. <i>Pyricularia oryzae</i> <i>Venturia inaequalis</i> <i>Pseudocercospora fijiensis</i>	

Figure 2: Combined resistance risk diagram based on inherent fungicide risk, inherent pathogen risk, and agronomic risk (* only most important classes and groups mentioned, ** medium to high risk) (modified according to Kuck, 2005)

↓ Fungicide Classes *	↓ Fungicide Risk	Combined Risk			↓ Agronomic Risk
benzimidazoles dicarboximides phenylamides QoI fungicides SDHI fungicides**	high = 6	6 3 1.5	12 6 3	18 9 4.5	high = 1 medium = 0.5 low = 0.25
SBI fungicides anilinopyrimidines phenylpyrroles	medium = 4	4 2 1	8 4 2	12 6 3	high = 1 medium = 0.5 low = 0.25
multi site fungicides (e.g. dithiocarbamates) MBI-R inhibitors SAR inducers	low = 1	1 0.5 0.25	2 1 0.5	3 1.5 0.75	high = 1 medium = 0.5 low = 0.25
Pathogen risk →		low = 1	medium = 2	high = 3	
Pathogen groups * →		seed borne pathogens (e.g. <i>Fyrenophora</i> sp. <i>Ustilago</i> sp.) soil-borne pathogens (e.g. <i>Phytophthora</i> sp.) rust fungi <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>S. sclerotiorum</i>	<i>E. necator</i> <i>G. fujikuroi</i> <i>Oculimacula</i> sp. <i>R. commune</i> <i>P. teres</i> <i>Z. tritici</i> <i>S. homoeocarpa</i> <i>Monilinia</i> sp. <i>Carcospora</i> sp. <i>P. infestans</i>	<i>B. graminis</i> <i>B. cinerea</i> <i>P. viticola</i> <i>P. oryzae</i> <i>V. inaequalis</i> <i>P. fijiensis</i>	

בחנו את דיאגרמת הסיכון

אינטראקציה ח"פ x פתוגן X מע' אגרונומית

- מהי סביבת הגידול: שדה / חממה
- מהם תנאי הסביבה:

- טמפי' / לחות
- זרימת אויר / רוחות / סופות חול
- הזן: רגיש / סביל / עמיד

- צפיפות הגידול
- קוטלי עשבים כגורמי פציעה

מסר לסיום: בניהול הסיכונים החקלאי הוא משתמש הקצה

- הכר את הפתוגן – פטריה/אומיצט/אחר
- חוזקות וחולשות – מתי הכי פגיע
- רגישות באוכלוסיה – פוטנציאל עמידות

דע את האויב

- מנגנון הפעולה - פוטנציאל לעמידות
- מהם שילובי קב' FRAC נכונים / רצויים
- סוג היישום: מניעתי / מרפא

הכר את החומר הפעיל

- תנאי סביבה תומכי מחלה
- פונדקאי רגיש / סביל / עמיד
- אופן הגידול ו- IPM

המערכת האגרונומית



תודה על הקשבה

ליצירת קשר

ד"ר נדב ניצן
ייעוץ ולייווי מחקר ופיתוח ביו-טכנולוגי חקלאי



☎ 052-3497944

📍 רח' ציגל 20, קרית מוצקין 26418

✉ nitzan_nadav@yahoo.com