

*Антирезистентная  
стратегия на  
картофеле*



RESTRICTED



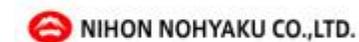
**1). MODE OF ACTION  
 NUMBER AND  
 CHEMICAL CLASS**

- Place the IRAC MoA labeling on the first page (number and icon) ...

GROUP	1A	INSECTICIDE
-------	----	-------------

GROUP	22	INSECTICIDE
GROUP	4	INSECTICIDE

- If prohibited from first page then place the MoA icon and number in the Resistance Management label text.
- State the chemical class of active ingredient(s) in label text.

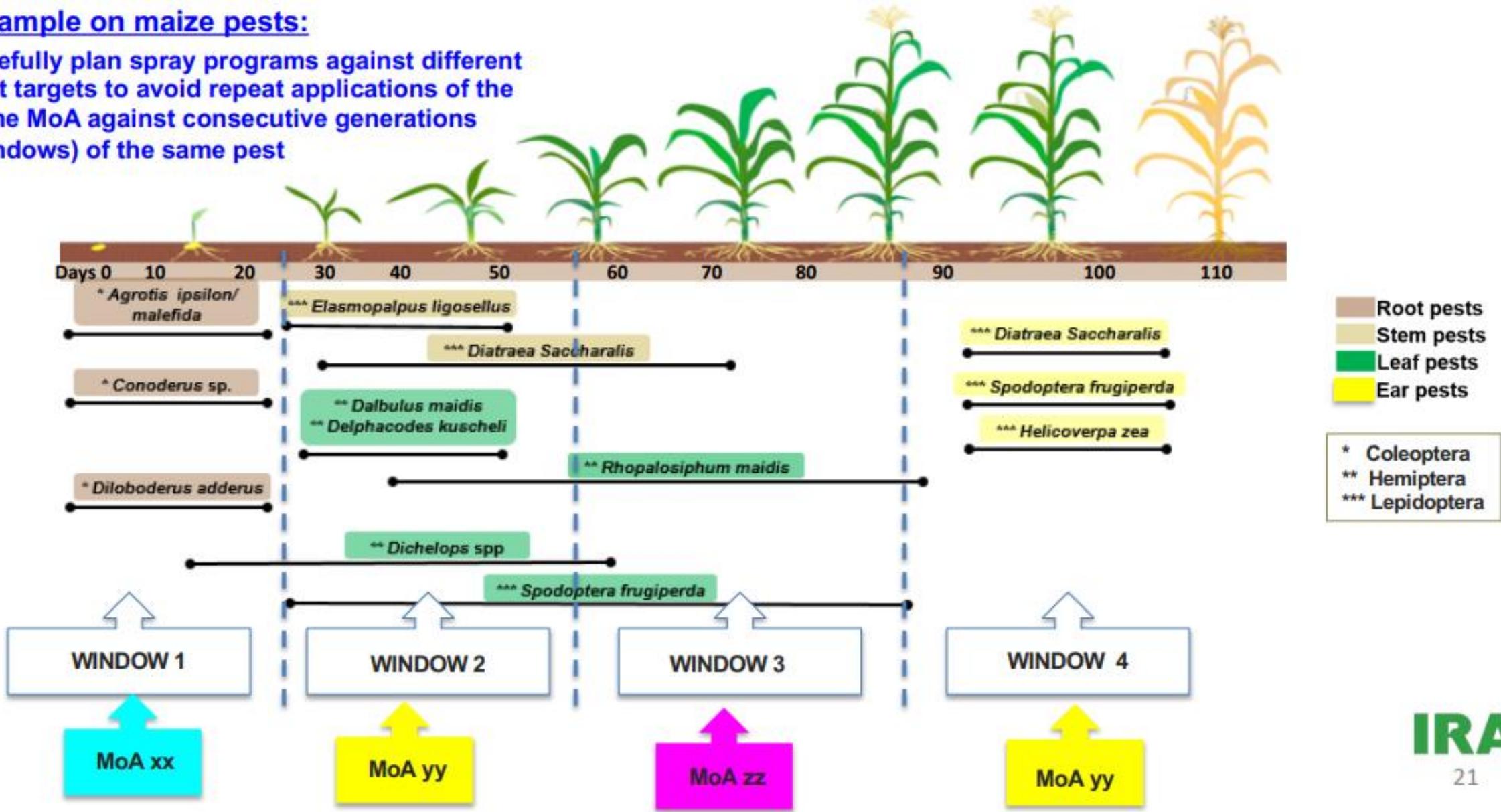


<b>24</b> <b>Mitochondrial complex IV electron transport inhibitors</b> Energy metabolism {Good evidence that action at this protein complex is responsible for insecticidal effects}	<b>24A</b> Phosphides	Aluminium phosphide, Calcium phosphide, Phosphine, Zinc phosphide
	<b>24B</b> Cyanides	Calcium cyanide, Potassium cyanide, Sodium cyanide
<b>25</b> <b>Mitochondrial complex II electron transport inhibitors</b> Energy metabolism {Good evidence that action at this protein complex is responsible for insecticidal effects}	<b>25A</b> <i>Beta</i> -ketonitrile derivatives	Cyenopyrafen, Cyflumetofen
	<b>25B</b> Carboxanilides	Pyflubumide
<b>28</b> <b>Ryanodine receptor modulators</b> Nerve and muscle action {Strong evidence that action at this protein complex is responsible for insecticidal effects}	Diamides	Chlorantraniliprole, Cyantraniliprole, Cyclaniliprole Flubendiamide, Tetrailiprole



**Example on maize pests:**

Carefully plan spray programs against different pest targets to avoid repeat applications of the same MoA against consecutive generations (windows) of the same pest

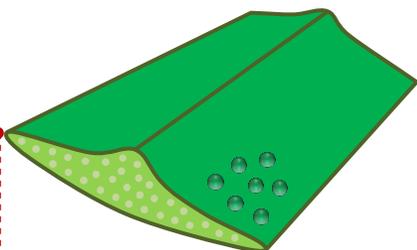


nt

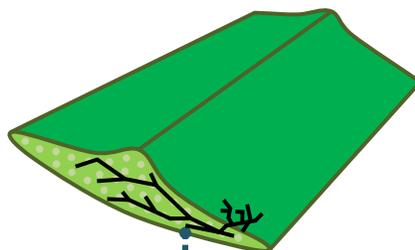
# Хим. Класс Диамиды – 28 группа по мех. действия

- Хлорантранилипрол: Амплиго, Волиам, Кораген
  - Циантраниипрол: Веримарк
  - Флубендиамид: Белт
  - Тетраниипрол: Вайего
- 
- По рекомендации IRAC (международный комитет по резистентности) применения данной группы препаратов в схеме защиты не более 30% от всех планируемых обработок.
  - Кстати это касается и других химических классов особенно спец препараты:
  - Димилин, Мовенто, Ультор, Проклэйм, Атаброн, Спинтор и т.д.

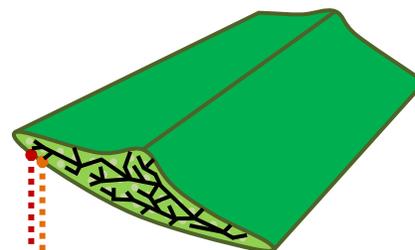
Споры гриба на  
листе



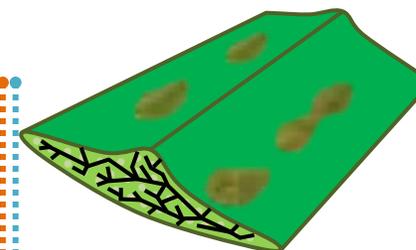
Прорастание  
споры в  
растение



Развитие  
грибницы внутри  
растения



Проявление  
симптомов  
заболевания



Этапы развития на примере септориоза (*Septoria tritici*)

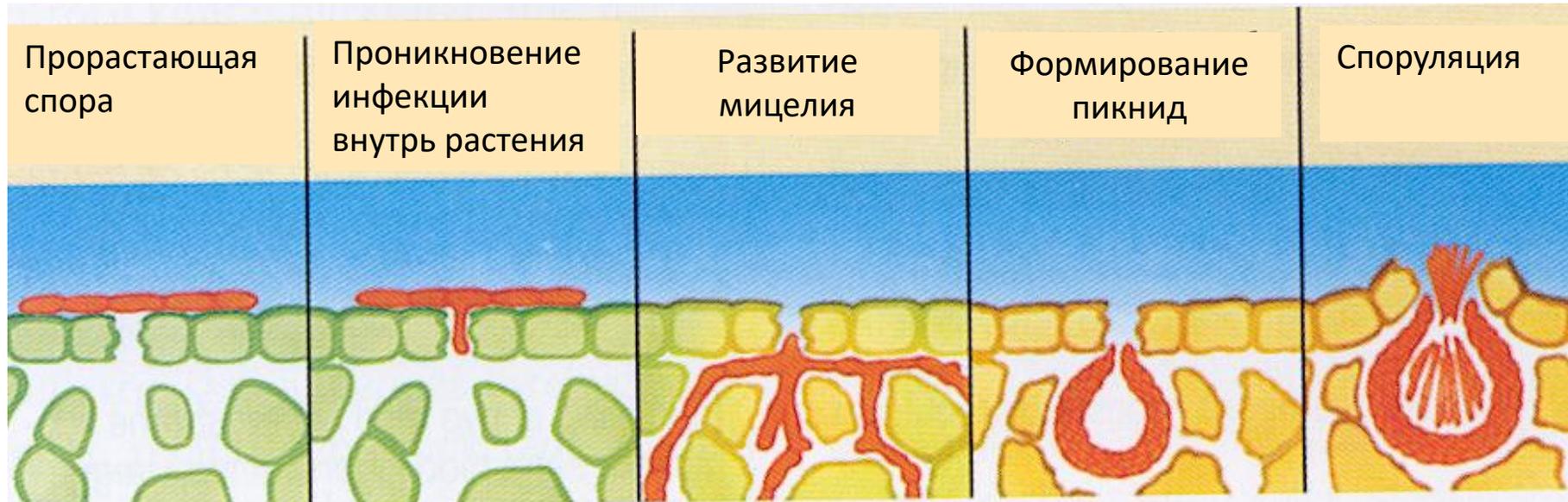
Латентный (скрытый)  
период

Эффективное время применения  
фунгицидов

Рост грибницы  
плохо  
контролируется  
фунгицидами

Не проявляются видимые симптомы

# Сравнение действия фунгицидов разных химических групп на примере септориоза пшеницы



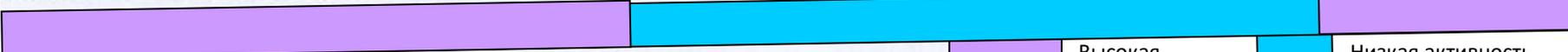
Стробилурины и SDHI



Триазолы



Контактные фунгициды



Высокая активность

Низкая активность или отсутствует

## Характеристика хим. классов

Подавляет прорастание спор, проникновение гиф, озеленяющий эффект, споруляцию в меньшей степени. Не проявляет лечащего действия, длительная защита. Применять только профилактически

Подавляет проникающие гифы, рост мицелия, образование апрессориев и гаусторий, формирование плодовых тел. Обладают лечащим и искореняющим действием

Подавляют прорастающие споры, обладают защитным действием. Некоторые проявляют антиспорулянтные свойства (флуазинам, циазофамид, ипродион)

RESTRICTED

MOA	TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL OR BIOLOGICAL GROUP	COMMON NAME	COMMENTS	FRAC CODE
A: nucleic acids metabolism	A1 RNA polymerase I	PA – fungicides (PhenylAmides)	acylalanines	benalaxyl benalaxyl-M (=kiralaxyl) furalaxyl metalaxyl metalaxyl-M (=mefenoxam)	Resistance and cross resistance well known in various Oomycetes but mechanism unknown.  <b>High risk.</b> <b>See FRAC Phenylamide Guidelines for resistance management</b>	4
			oxazolidinones	oxadixyl		
			butyrolactones	ofurace		
	A2 adenosin-deaminase	hydroxy-(2-amino-) pyrimidines	hydroxy-(2-amino-) pyrimidines	bupirimate dimethirimol ethirimol	Medium risk. Resistance and cross resistance known in powdery mildews. Resistance management required.	8
	A3 DNA/RNA synthesis (proposed)	heteroaromatics	isoxazoles	hymexazole	Resistance not known.	32
			isothiazolones	oethilinone		
	A4 DNA topoisomerase type II (gyrase)	carboxylic acids	carboxylic acids	oxolinic acid	Bactericide. Resistance known. Risk in fungi unknown. Resistance management required.	31



FRAC: Комиссия по борьбе с резистентностью к фунгицидам

		Механизм действия		FRAC код группы	
<b>C3</b> complex III: cytochrome bc1 (ubiquinol oxidase) at Qo site ( <i>cyt b gene</i> )	<b>QoI-fungicides (Quinone outside Inhibitors)</b>	methoxy-acrylates	azoxystrobin coumoxystrobin enoxastrobin flufenoxystrobin picoxystrobin pyraoxystrobin	Resistance known in various fungal species. Target site mutations in <i>cyt b</i> gene (G143A, F129L) and additional mechanisms.  Cross resistance shown between all members of the QoI group.  <b>High risk.</b>  See FRAC QoI Guidelines for resistance management.	11
		methoxy-acetamide	mandestrobin		
		methoxy-carbamates	pyraclostrobin pyrametostrobin triclopyricarb		
		oximino-acetates	kresoxim-methyl trifloxystrobin		
		oximino-acetamides	dimoxystrobin fenaminstrobin metominostrobin orysastrobin		
		oxazolidine-diones	famoxadone		
		dihydro-dioxazines	fluoxastrobin		
		imidazolinones	fenamidone		
benzyl-carbamates	pyribencarb				
<b>C5</b> uncouplers of oxidative phosphorylation		dinitrophenyl-crotonates	binapacryl meptyldinocap dinocap	Resistance not known. Also acaricidal activity.  Low risk. However, resistance claimed in <i>Botrytis</i> in Japan.  Reclassified to U 14 in 2012.	29
		2,6-dinitro-anilines	fluazinam		
		(pyr.-hydrazones)	(ferimzone)		

FRAC код группы

		Механизм действия		FRAC код группы	
<b>G1</b> C14- demethylase in sterol biosynthesis ( <i>erg11/cyp51</i> )	<b>DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors)</b> (SBI: Class I)	triazoles	bromuconazole cyproconazole difenoconazole diniconazole epoxiconazole etaconazole fenbuconazole fluquinconazole flusilazole flutriafol hexaconazole imibenconazole ipconazole mefentrifluconazole metconazole myclobutanil penconazole propiconazole timeconazole ebuconazole etraconazole triadimefon triadimenol triticonazole prothioconazole	known incl. target site mutations in <i>cyp51</i> ( <i>erg 11</i> ) gene, e.g. V136A, Y137F, A379G, I381V; <i>cyp51</i> promotor; ABC transporters and others.  Generally wise to accept that cross resistance is present between DMI fungicides active against the same fungus.  DMI fungicides are Sterol Biosynthesis Inhibitors (SBIs), but show no cross resistance to other SBI classes.  <b>Medium risk.</b>  See FRAC SBI Guidelines for resistance management.	3
			triazolinthiones	aldimorph dodemorph fenpropimorph	Decreased sensitivity for powdery mildews. Cross resistance within the
<b>G2</b>		morpholines			

Соблюдаем требования по резистентности (FRAC) стробилуринов не более 30% от всех обработок

## C. respiration

**C2**  
complex II:  
succinate-dehydro-  
genase

SDHI  
(Succinate-  
dehydrogenase  
inhibitors)

pyridinyl-ethyl- benzamides	fluopyram
phenyl-cyclobutyl- pyridineamide	cyclobutrifluram
furan- carboxamides	fenfuram
oxathiin- carboxamides	carboxin oxycarboxin
thiazole- carboxamides	thifluzamide
pyrazole-4- carboxamides	benzovindiflupyr bixafen fluidapyr fluxapyroxad furametpyr inpyrfluxam isopyrazam penflufen penthioapyrad sedaxane
N-cyclopropyl-N- benzyl-pyrazole- carboxamides	isoflucypram
N-methoxy-(phenyl- ethyl)-pyrazole- carboxamides	pydiflumetofen

Resistance known for several fungal species in field populations and lab mutants. Target site mutations in sdh gene, e.g. H/Y (or H/L) at 257, 267, 272 or P225L, dependent on fungal species. Resistance management required.

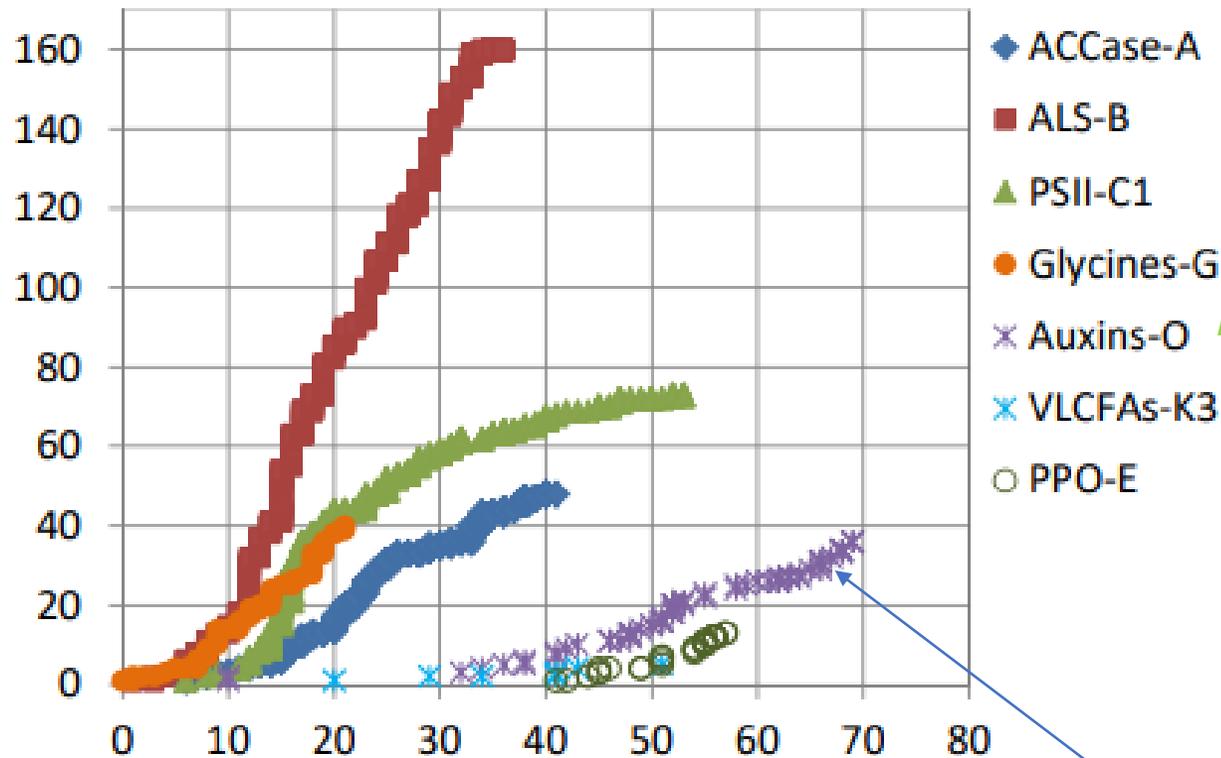
**Medium to high risk.**

**See FRAC SDHI Guidelines for resistance management.**

# Нарастающая проблема устойчивости

## СОПНЯКОВ

Количество устойчивых сорняков



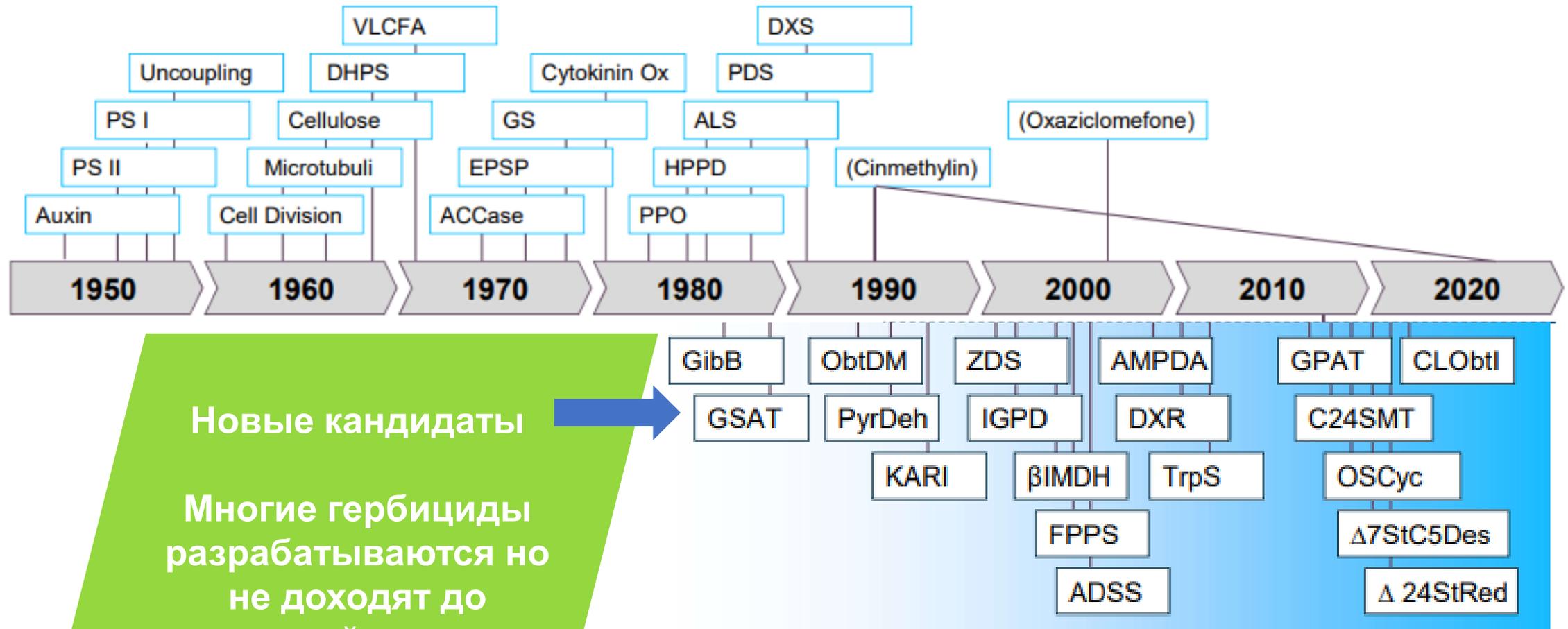
Годы после выведения на рынок  
механизма действия

За последние 30 лет  
не было практически  
новых мест действия  
(МД) выведенных на  
рынок



Даже для старых хим. классов развивается  
устойчивость (например Ауксины)





Новые кандидаты  
 Многие гербициды  
 разрабатываются но  
 не доходят до  
 реальной продажи

# HRAC Mode of Action Classification 2022

Revised January 2022

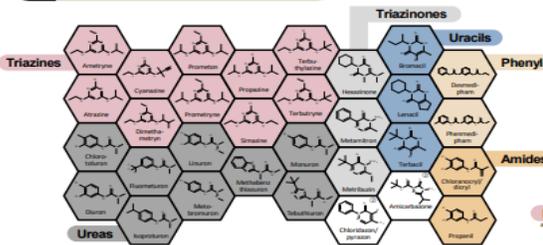


HERBICIDE  
RESISTANCE  
ACTION  
COMMITTEE

## Light Activation of ROS<sup>a</sup>

### Inhibition of Photosynthesis at PS II

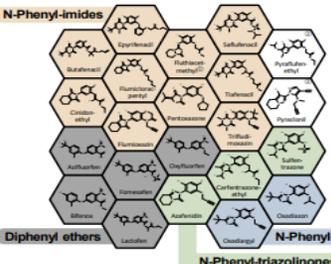
**5** D1 Serine 264 binders (and other non-histidine 215 binders)



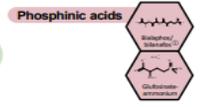
**6** D, Histidine 215 binders



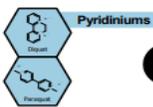
**14** Inhibition of Protoporphyrinogen Oxidase



**10** Inhibition of Glutamine Synthetase



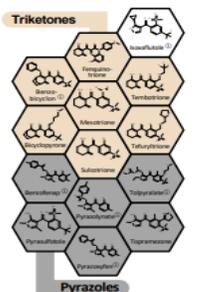
**22** PS I Electron Diversion



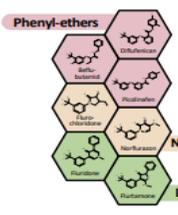
**33** Inhibition of Homogentisate Solanesyltransferase



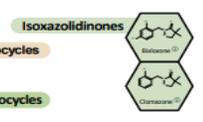
**27** Inhibition of Hydroxyphenyl Pyruvate Dioxygenase



**12** Inhibition of Phytoene Desaturase



**13** Inhibition of Deoxy-D-Xylulose Phosphate Synthase

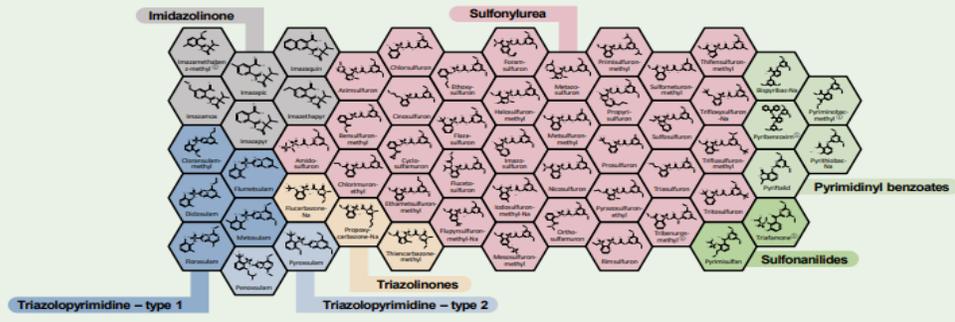


**34** Inhibition of Lycopene Cyclase

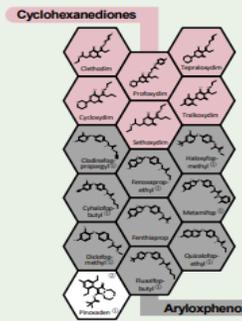


## Cellular Metabolism

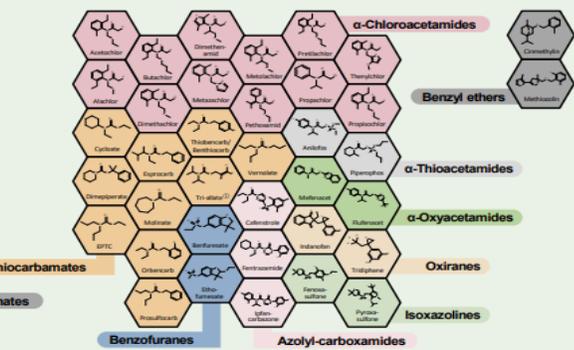
**2** Inhibition of Acetolactate Synthase



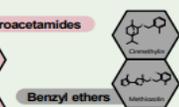
**1** Inhibition of Acetyl CoA Carboxylase



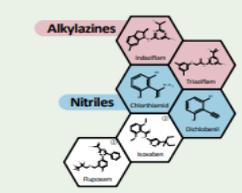
**15** Inhibition of Very Long-Chain Fatty Acid Synthesis



**30** Inhibition of Fatty Acid Thioesterase



**29** Inhibition of Cellulose Synthesis



**31** Inhibition of Serine Threonine Protein Phosphatase



**28** Inhibition of Dihydroorotate Dehydrogenase



**9** Inhibition of Enolpyruvyl Shikimate Phosphate Synthase

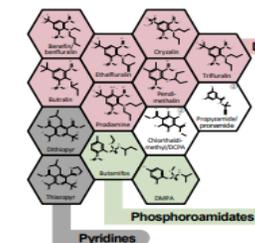


**18** Inhibition of Dihydropterotate Synthase

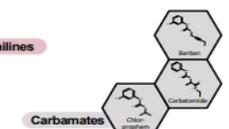


## Cell Division and Growth

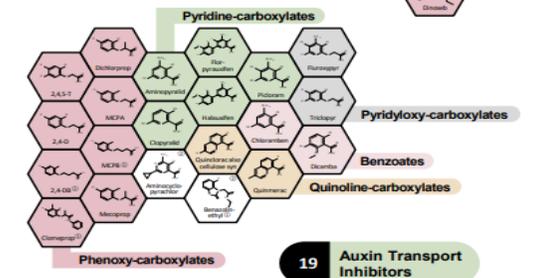
**3** Inhibition of Microtubule Assembly



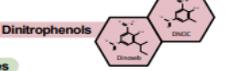
**23** Inhibition of Microtubule Organization



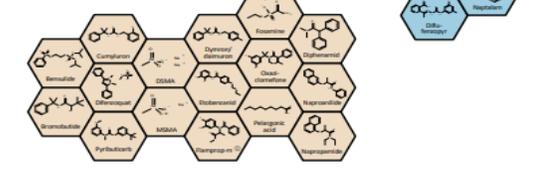
**4** Auxin Mimics



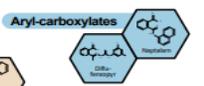
**24** Uncouplers



**0** Unknown Mode of Action



**19** Auxin Transport Inhibitors



HRAC	Legacy HRAC	Inhibition of	HRAC	Legacy HRAC	Inhibition of
1	A	Inhibition of ACCase	19	P	Auxin transport inhibitors
2	B	Inhibition of ALS	22	D	PS I electron diversion
3	K1	Inhibition of microtubule assembly	23	K2	Inhibition of microtubule organization
4	O	Auxin mimics	24	M	Uncouplers
5	C1,2	Inhibition of photosynthesis PS II - Serine 264	27	F2	Inhibition of HPPD
6	C3	Inhibition of photosynthesis PS II - Histidine 215	28	none	Inhibition of dihydroorotate dehydrogenase
9	G	Inhibition of EPSP synthase	29	L	Inhibition of cellulase synthesis
10	H	Inhibition of glutamine synthetase	30	Q	Inhibition of fatty acid thioesterase
12	F1	Inhibition of PDS	31	R	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase
13	F4	Inhibition of DOXP synthase	32	S	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase
14	E	Inhibition of PPO	33	T	Inhibition of homogentisate solanesyltransferase
15	K3	Inhibition of VLCFAs	34	F3	Inhibition of lycopene cyclase
18	I	DHP inhibition	0	Z	Unknown mode of action

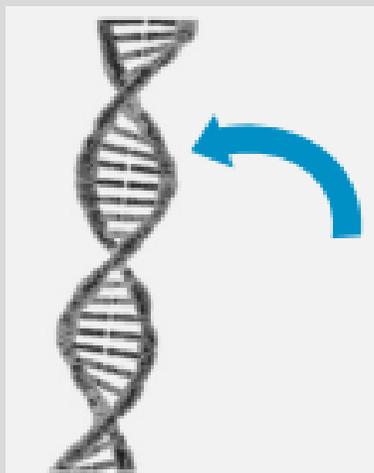
<sup>a</sup> Reactive oxygen species  
 ① indicates pro-herbicide  
 © HRAC's recommendations not to include a chemical family name when there is one active in the family. Actives without chemical family names are indicated with a white background

# Механизм развития устойчивости у сорняка к гербицидам и ее виды

Различные, разнообразные способы, которыми Мать-природа может справиться с новыми вызовами

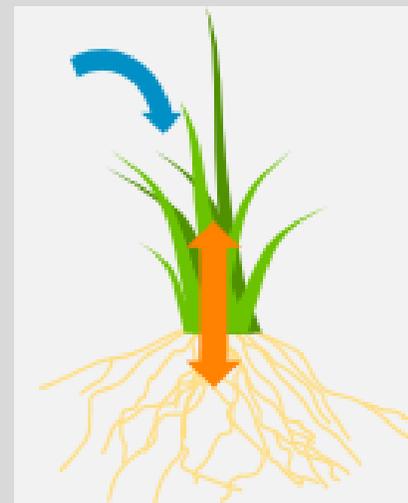
## Механизмы резистентности в механизме действия (мишень)

- Мутация в месте действия (ММД) - высокие нормы гербицидов
- Увеличение копирования генов
- Сверхэкспрессия фермента



## Устойчивость не вызванная действием на гены

- Ускоренный метаболизм (УМ) - низкие нормы гербицидов
- Дифференциальное поглощение
- Дифференциальное перераспределение
- Секвестрация
- Задержка прорастания
- Быстрый некроз/дефолиация
- Мимикрия



## Протравители картофеля



- 1. **Продовольственный и для переработки картофель 1-2 РП:**

**А) Эместо Квантум 1,2-1,5 л/га (ризоктония, серебристая парша, вредители) \* или Эместо Сильвер 1,2 л/га + имидаклоприд**

**Б) Эместо Квантум 1,2-1,5 л/га + (ризоктония, серебристая парша) + Флуопирам-пириметанил 1,5 л/га (антракноз, альтернария, белая гниль)**

**В) Эместо Кван.- флуопирам (Антракноз) + СЕРЕНАДА 6 л/га (Ризоктония, парши, питиоз, антирезистентность, повышение здоровья растений, ВЫШЕ количество и качество урожая!)**

- проволочники (более 15 шт/м<sup>2</sup> для средних-поздних сортов) **Дельтаметрин 0,75 л/га (100 г/л)** (дополнительный контроль **СОВОК подгрызающих, имаго колорадского жука**)



- 2. **Семенной картофель**

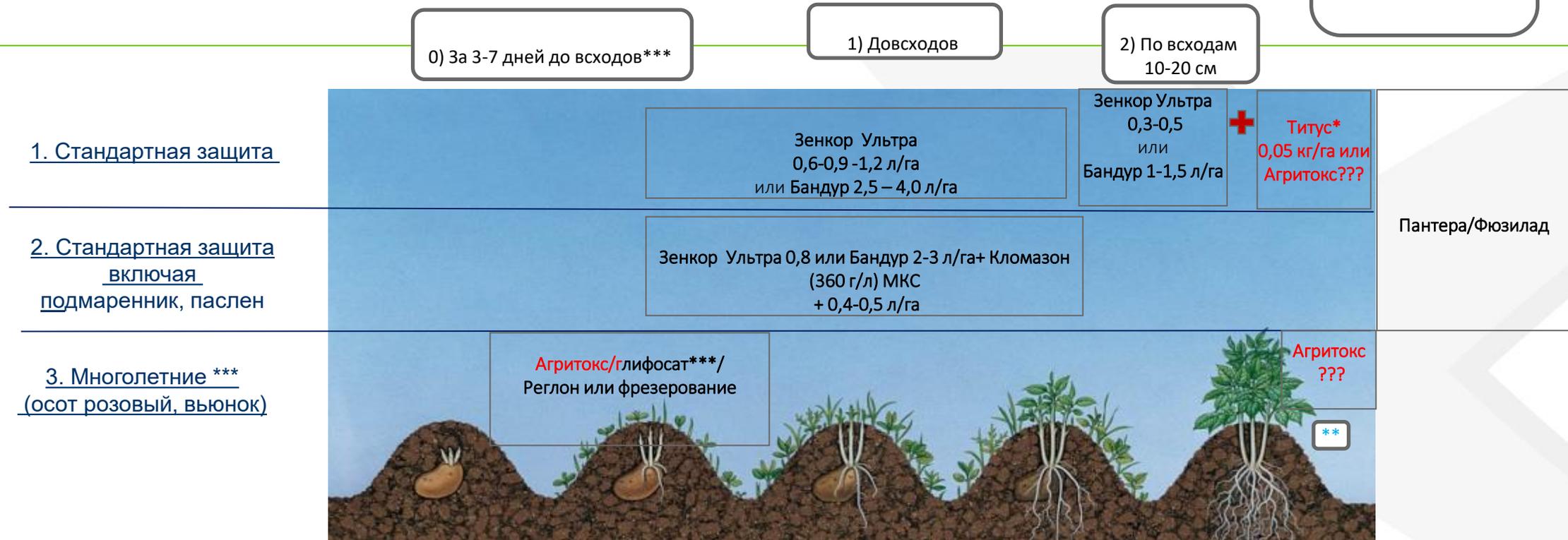
**Эместо Сильвер 1,2 л/га + тиофанат-метил 1,2 л/га + имидаклоприд (ССЭ, Э) + Серенада 5-8 л/га**

**Эместо Сильвер 1,2 л/га + Азоксистробин 2 л/га (СЭ) + имидаклоприд + Серенада 5-8 л/га**

- только для семенных хозяйств для увеличения кол-ва клубней с куста + Пропомокарб+фосэтил 2,0 л/га (1-2 ПП) +20-50%, только для ССЭ, СЭ (строго для этих репродукций Пропомокарб+флуопиколид 2,0 л/га).



# Гербицидная система защиты картофеля для продовольственного и для переработки (сорта устойчивые к метрибузину)

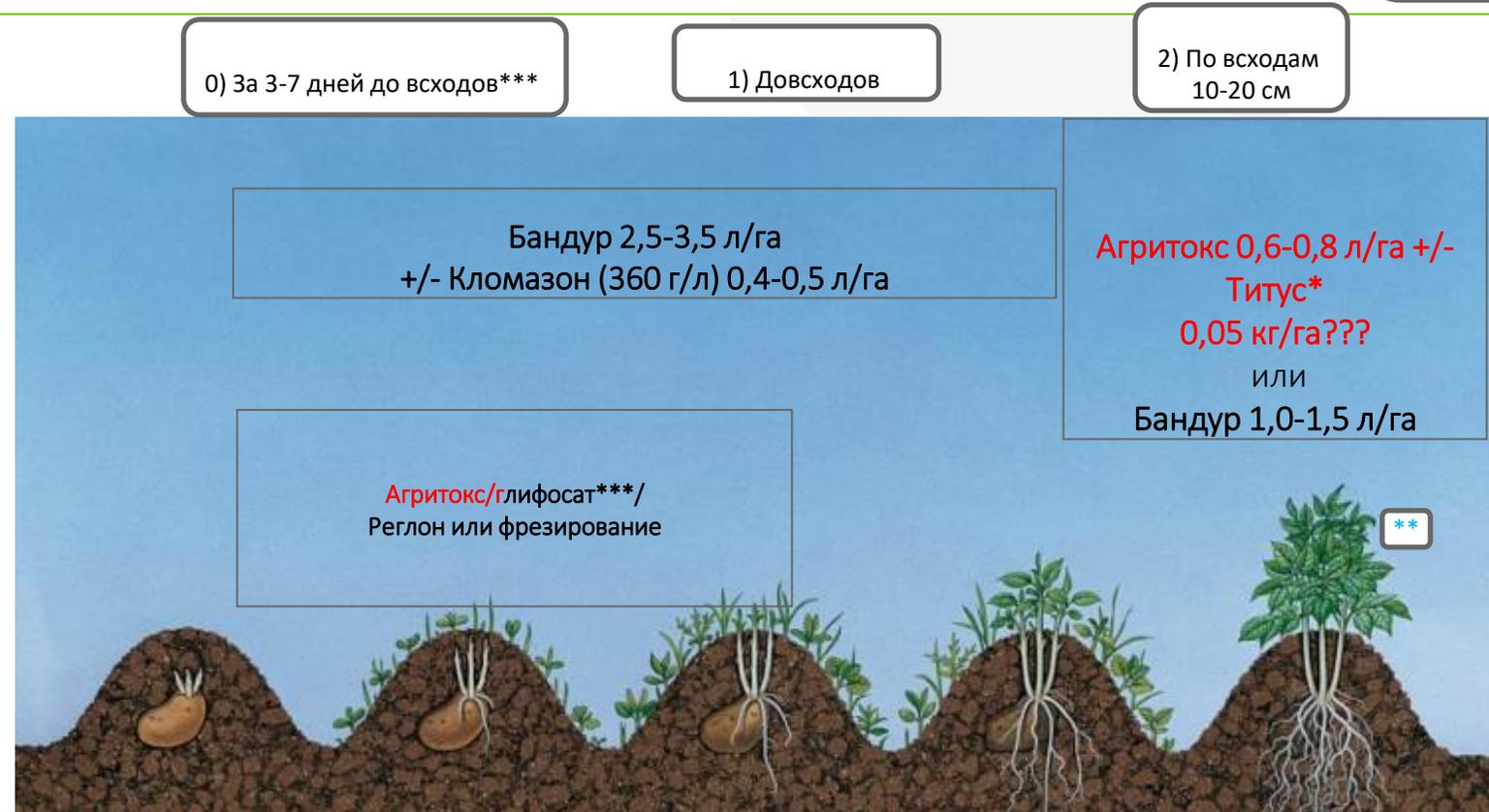


- \* - Титус: при наличие некоторых двудольных, пырея и переросших однолетних злаковых = или с первой/второй фунгицидной обработкой работаем только граминицидами вне зависимости от фазы развития картофеля (Пантера или Фуроре Ультра)
- \*\* - Агритокс 0,3-0,8 л/га + Зенкор/Титус (при высоте картофеля не менее 10-15 см)
- \*\*\* - Глифосат (500 г/л) 1,5-2 л/га или **Агритокс 1,2 л/га** (при наличие многолетних сорняков до всходов картофеля или при технологии работы комплексами без доп. гребнеобразования).
- \*\*\*\* - При необходимости после всходовая обработка, в зависимости от сорта и принятой практики послевсходового применения в пересчете на Зенкор Ультра (0,3-0,6 л/га=1-2 кг/га Артист) дробно по 1 кг или 1,5-2 кг/га. Если не было до всходовой обработки
- **ВСЕ почвенные гербициды при применении по всходам запрещено мешать с граминицидами и масляными адьювантами (метрибузин, просульфокарб, аклонифен, прометрин и т.д.), удобрениями и жидкими фунгицидами/инсектицидами (при норме 1 л/га и более)**

# Гербицидная система защиты картофеля для продовольственного и для переработки (сорта не устойчивые к метрибузину, тяжелый контроль сорняков)

1. Стандартная защита  
+ паслен, подмаренник

2. Многолетние\*\*\*  
(осоты розовый, вьюнок)



- \* - Титус: при наличии некоторых двудольных, пырея и переросших однолетних злаковых = или с первой/второй фунгицидной обработкой работаем только граминицидами вне зависимости от фазы развития картофеля (Пантера 1,5/Акцент 0,7 или Фуроре Ультра 1,0 л/га)
- \*\* - Агритокс 0,3-0,8 л/га + Титус (при высоте картофеля не менее 10-15 см)
- \*\*\* - Глифосат (500 г/л) 1,5-2 л/га или Агритокс 1,2 л/га (при наличии многолетних сорняков до всходов картофеля или при технологии работы комплексами без доп. гребнеобразования).
- ВСЕ почвенные гербициды при применении по всходам запрещено мешать с граминицидами и масляными адьювантами (метрибузин, просульфокarb, аклонифен, прометрин и т.д.), удобрениями и жидкими фунгицидами/инсектицидами (при норме 1 л/га и более)

Фунгицидная система защиты картофеля для продовольственного (минимум 3-8 обр.), семенного (5-7 обр.)  
Интервалы 5-14 дней в зависимости от погодных условий



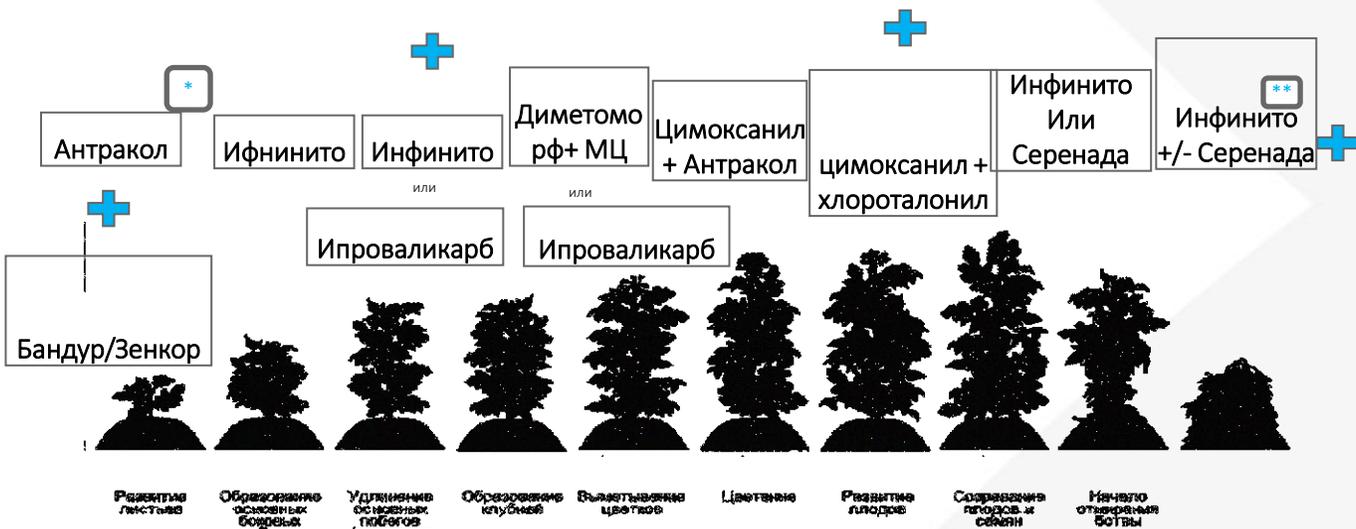
Альтернариоза  
 (сильное развитие), антракноз

Луна Траквилити  
 0,7 л/га  
 или трифлуксистробин  
 0,15 кг/га/Антракол 2  
 кг/га

Фомоз

Луна Транквилити  
 0,7 л/га  
 или  
 трифлуксистробин 0,15  
 кг/га

Контроль  
 фитофтороза



К всем системным и трансламинарным фунгицидам **Серенада 4-5 л/га + МЕРО** или в чистом виде вместо хим. Контактных препаратов

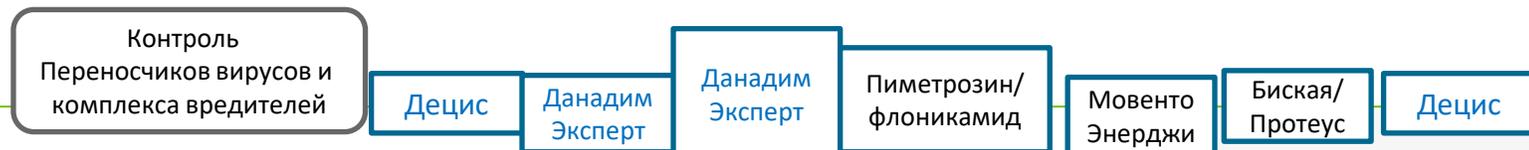
- \* - обработка Антраколом при 70-80% всходов – 10-15 см картофеля (при сильно зараженном семенном материале фитофторозом и альтернариозом), совместно или отдельно с Титус или Пантера
- \*\* - Иффинито совместно с десикантом применяется в норме 1,2 л/га или последняя обработка должна быть за 5-7 до десикации.

Нормы Расхода: Антракол 1,75-2 кг/га, Иффинито 1,4 -1,6 л/га, Акробат 2 кг/га, Ипроваликарб 1,75 кг/га; Цимоксанил (450 г/кг) 0,22-0,3 кг/га + Антракол или хлороталонил 1,6-2,5 л/га или Серенада 4-5 л/га

\*\*\* в случае сильной фитофторы для получения СТОП-Эффекта циазофамид/флуазинам + Иффинито в полных нормах.

!!!! Если Флуопирам или азоксистробин – применили в протравливание запрещены обработки с данным механизмом действия по вегетации, чтобы не развивалась устойчивость у антракноза и альтернариоза

# Инсектицидная система защиты картофеля



Децис 0,15 л/га  
 Данадим Эксперт/Диазинон 2 л/га  
 Мовенто Энерджи 0,5 л/га  
 Протеус 0,75 л/га  
 Биская 0,3 л/га

МЕРО 5-7 л/га  
 (инсектицидное масло)  
 или использовать как смачиватель 0,2% (+ Мовенто, Децис, ФОС)

Семенной картофель

имidakлоприд +/-  
 От почвенных дельтаметрин 0,75 л/га



Развитие листьев    Образование основных побегов    Удлинение основных побегов (связанные рядков)    Обрезание клубней    Выметывание цветков    Цветение    Развитие плодов    Созревание плодов и семян    Начало отмирания ботвы

Совки  
 Подгрызающие - Гусеницы, жук, проволочники

1)  
 Имидаклоприд + фунгицид

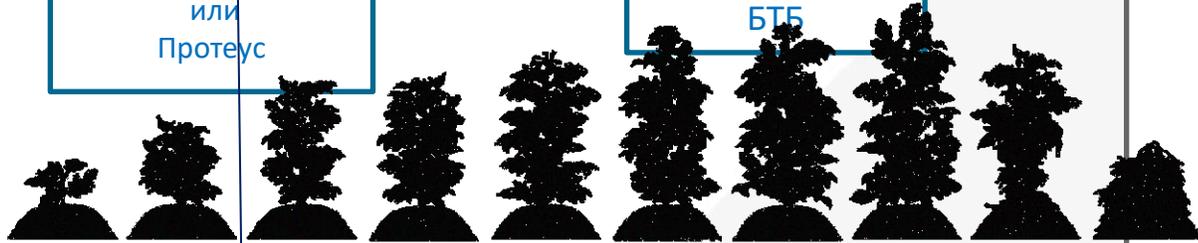


дельтаметрин 0,75 л/га

Индоксакарб/Децис или Протеус

Совки-Имаго, колорадский жук, картофельная моль

Кораген, Регент, абамектин, индоксакарб, БТБ



Развитие листьев    Образование основных побегов    Удлинение основных побегов (связанные рядков)    Обрезание клубней    Выметывание цветков    Цветение    Развитие плодов    Созревание плодов и семян    Начало отмирания ботвы

Подгрызающие совки:  
 \* - работать в вечернее время по всходам  
 Индоксакарб или Протеус. Против Имаго во 2 и 4-ю фунгицидную обработку добавить инсектицид Децис/Протеус/Хлопирифос

\*\* - устойчивый колорадский жук 2-4 обработки:  
 Кораген, 0,1; Регент 0,03, Биская 0,3 или Протеус 1,0; Абамектин (36 г/л) 0,2-0,4; Индоксакарб (150 г/л) 0,25 л/га; БТБ 2-3 кг/га

\*\*\* МОЛЬ – Кораген 0,15 л/га; Протеус 1,0 л/га; Абамектин (36 г/л) 0,5; дифлубензурон 0,5 кг/га или эмаектин 0,4 кг/га

# Инсектицидная система защиты картофеля ЮГ РОССИИ против колорада согласно антирезистентной стратегии IRAC

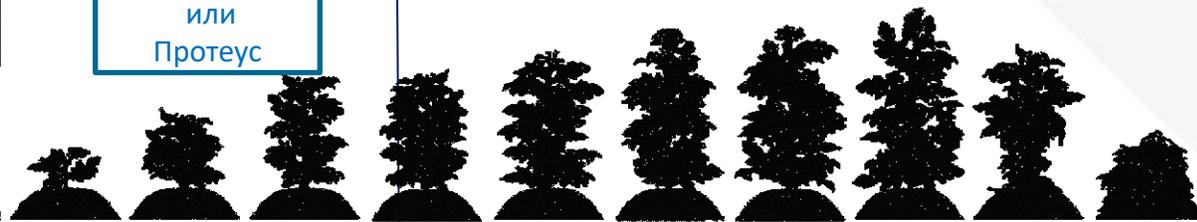
1 посадка

Эместо  
Квантум  
1,5 л/га

Совки-Имаго,  
колорадский жук,  
картофельная моль

Авант/Децис  
или  
Протеус

Регент, абамектин,  
индоксакарб, БТБ



Развитие листьев    Образование основных побегов    Удлинение основных побегов (связанные рядки)    Образование клубней    Вылетывание цветков    Цветение    Развитие плодов    Созревание плодов и семян    Начало отмирания ботвы

2 посадка

Совки  
Подгрызающие -  
Гусеницы, жук,  
проволочники

Эместо  
Сильвер  
1,2 л/га



Дельтаметрин  
0,75 л/га

Биская или Протеус,  
Кораген, БТБ, ФОС



Развитие листьев    Образование основных побегов    Удлинение основных побегов (связанные рядки)    Образование клубней    Вылетывание цветков    Цветение    Развитие плодов    Созревание плодов и семян    Начало отмирания ботвы