



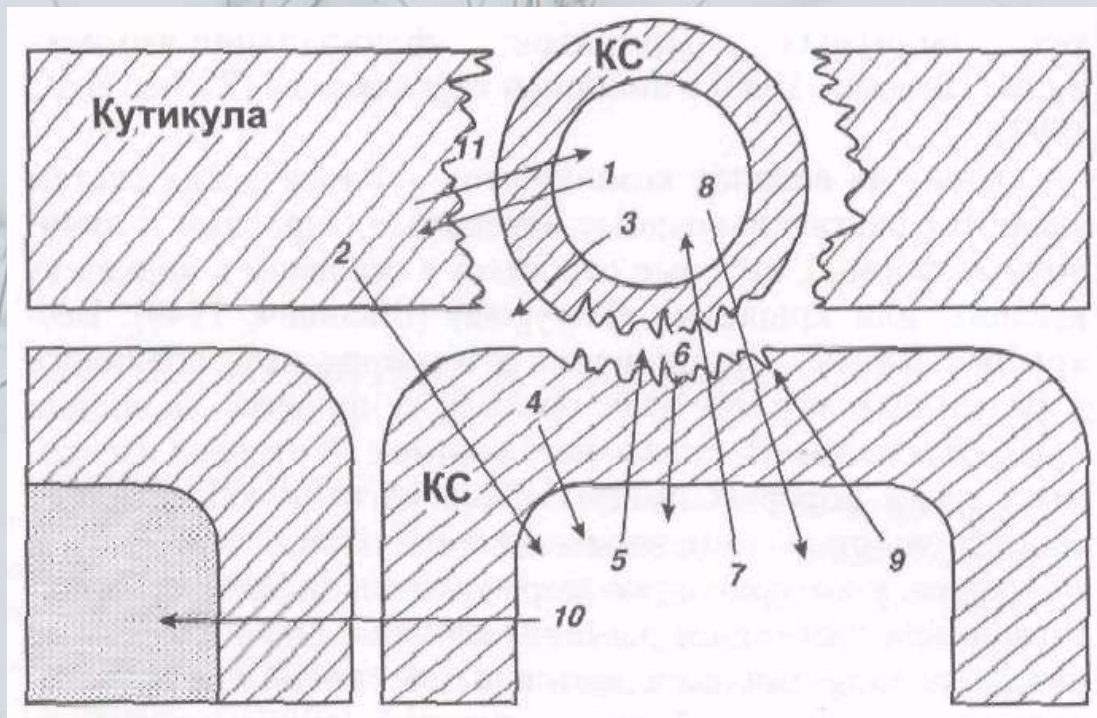
КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И БИОФИЗИКИ
ЛАБОРАТОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

Биополитика. Война и мир в растительно-микробном взаимодействии.

*Гоголев Ю.В., Гоголева Н.Е., Горшков В.Ю., Коннова Т.А., Исмаилов Т.Т.,
Белимов А.А.*

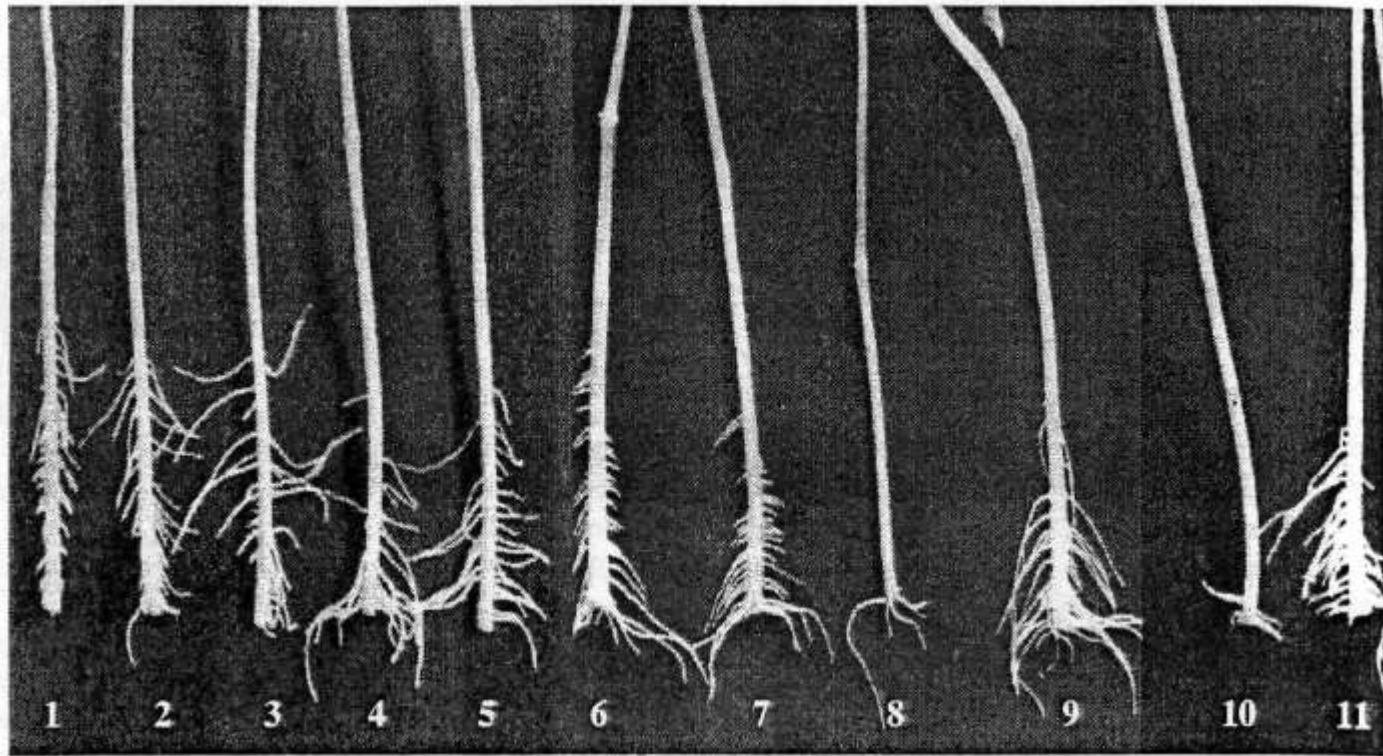
Схема взаимодействия клетки патогена с растением

И.А. Тарчевский, 2002



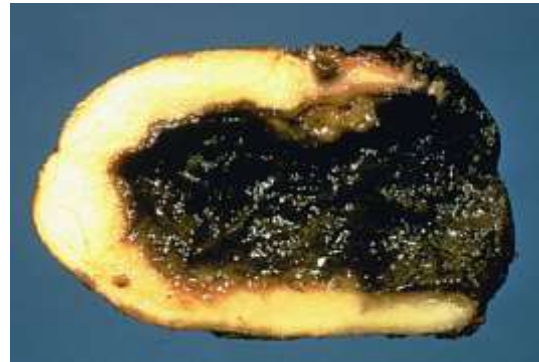
1 – кутиназа; 2 – продукты деградации компонентов кутикулы; 3 – β -глюканаза и др. гликозилазы, секретируемые патогеном; 4 – элиситоры, фрагменты КС хозяина; 5 – хитиназы; 6 – элиситоры, фрагменты КС патогена; 7 – фитоалексины, ингибиторы протеиназ, кутиназ, гликозилаз; 8 – токсические вещества патогена; 9 – укрепление КС хозяина за счет пероксидаз, синтеза лигнина, оксипролиновых белков и лектинов; 10 – индукторы сверхчувствительности и некроза соседних клеток; 11 – продукты деградации кутина, действующие на клетку патогена.

Манипуляция микроорганизмов растениями.
Бактерии используют фитогормоны для влияния на
развитие и состояние растения-хозяина.



Влияние культуральной жидкости бактерий на корнеобразование
черенков фасоли
(Цавкелова, Чердынцева, Нетрусов, 2005)

Болезни, вызываемые бактериями рода *Pectobacterium*



Эрвинии, или пектобактерии, часто называют чумой растений. Считается, что отношения между этими микроорганизмами и растениями носят исключительно антагонистический характер.



RESEARCH PAPER

Pathogen-induced conditioning of the primary xylem vessels – a prerequisite for the formation of bacterial emboli by *Pectobacterium atrosepticum*

V. Y. Gorshkov^{1,2}, A. G. Daminova¹, P. V. Mikshina¹, O. E. Petrova¹, M. V. Ageeva¹, V. V. Salnikov^{1,2}, T. A. Gorshkova¹ & Y. V. Gogolev^{1,2}

1 Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

2 Kazan Federal University, Kazan, Russia

Protoplasma (2014) 251:499–510

DOI 10.1007/s00709-013-0546-3

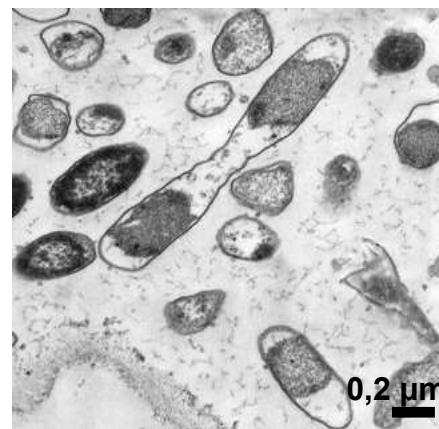
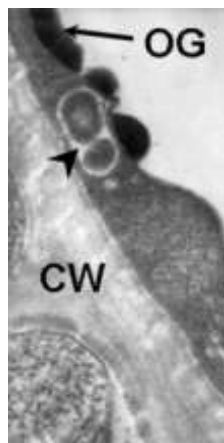
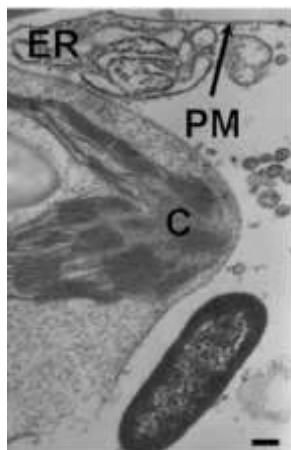
ORIGINAL ARTICLE

Dissociation of a population of *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 in tobacco plants: formation of bacterial emboli and dormant cells

Vladimir Gorshkov • Amina Daminova • Marina Ageeva • Olga Petrova • Natalya Gogoleva • Nadezhda Tarasova • Yuri Gogolev

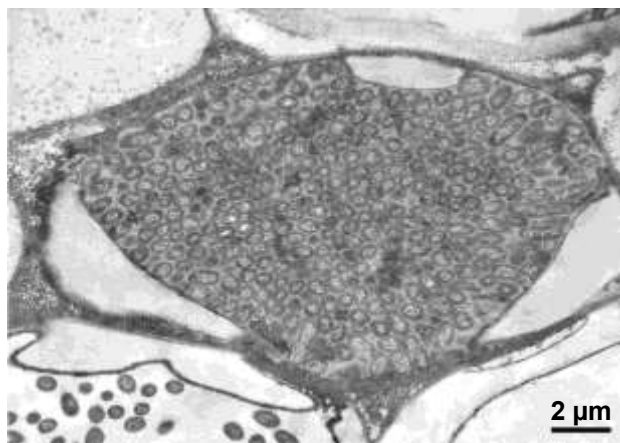
Различные стратегии бактерий связаны со способностью к образованию дифференцированных форм

Паренхима в процессе мацерации



Остатки после мацерации ткани

Закупорка кислородного сосуда



Коллективная подвижность при колонизации ризосферы

В специфичных патосистемах цитодифференцировка и структурирование популяций микроорганизмов происходят во взаимодействии с макроорганизмом. Это продемонстрировано на примере бактериальных эмбол.

Латентная инфекция растений.

Даже в условиях, максимально благоприятствующих инфекции, значительная доля растений табака не проявляет признаков заболевания.

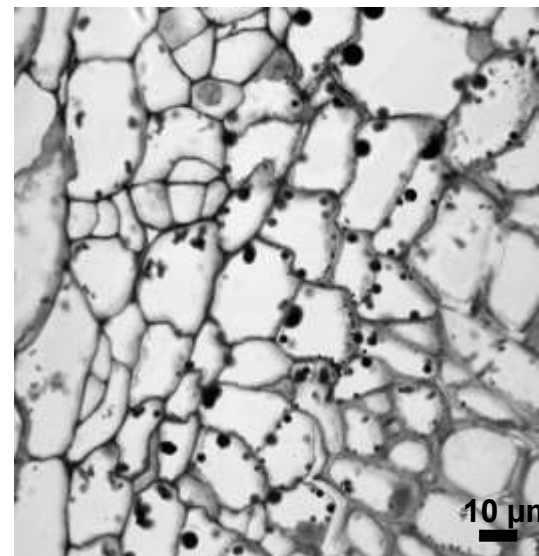


70%

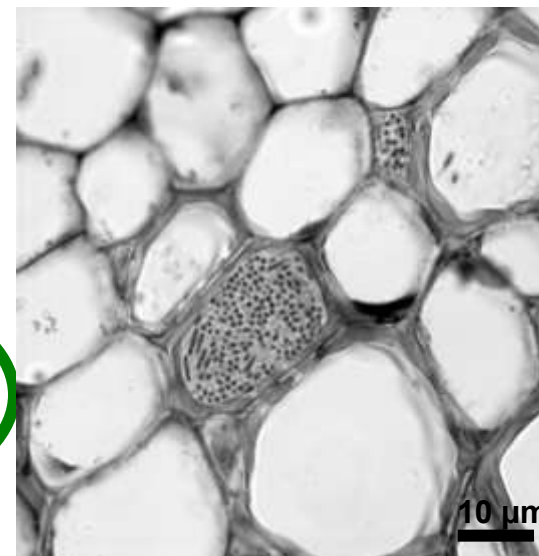
30%



Паренхима



Ксилема



Бактерии достигают высокой численности вне зависимости от симптомов заболевания.

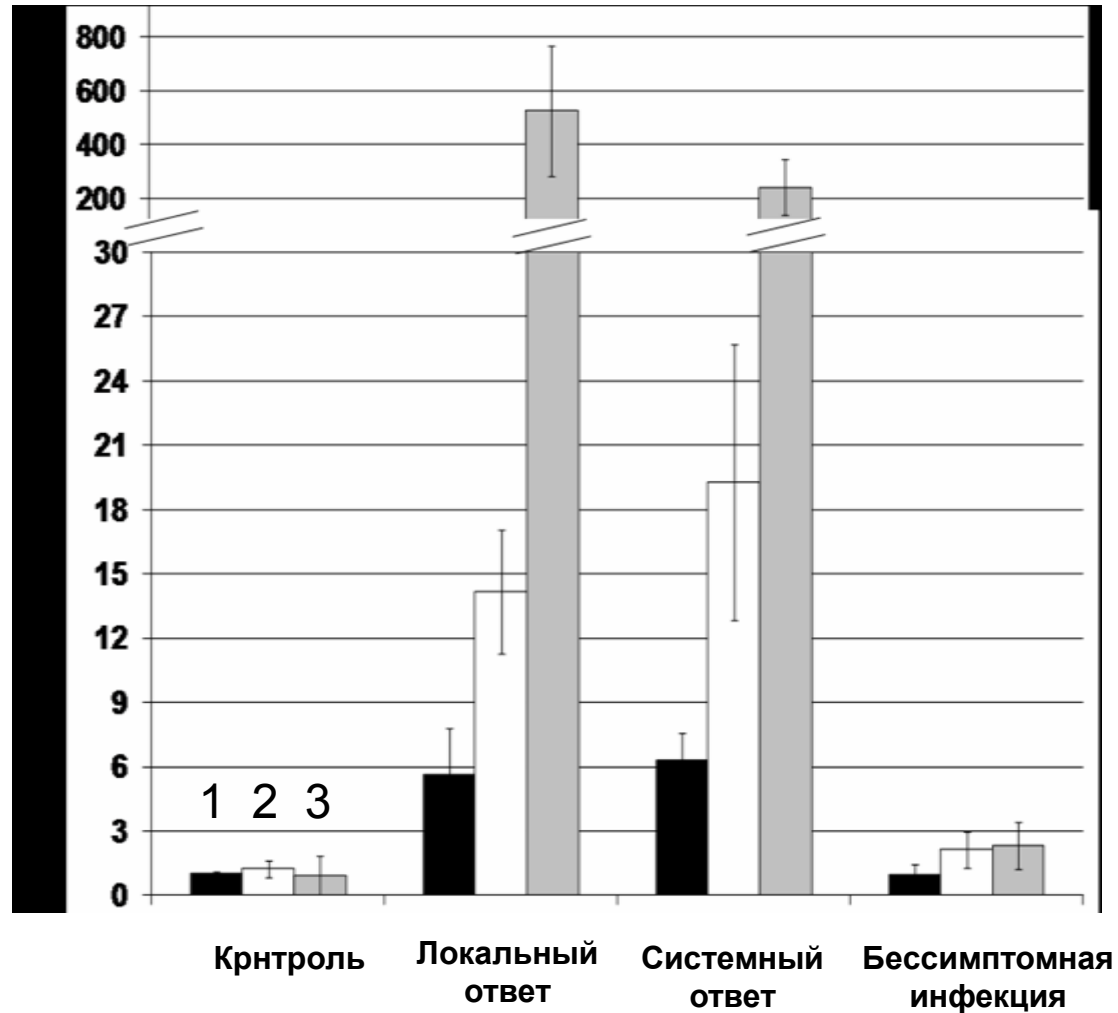
КОЕ от 5×10^5

до 2×10^8

Экспрессия жасмонат-индуцируемых генов



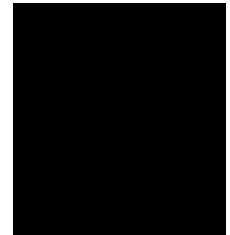
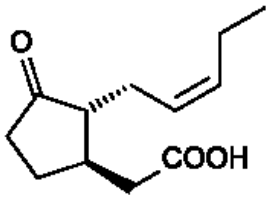
- 1 - *JAZ3*
- 2 - *NtAOC*
- 3 - *NtLOX2*



Латентная инфекция развивается при условии преобладания салицилат-индуцируемого ответа над жасмонат-зависимым ответом

Типичный бактериоз

Бессимптомная инфекция



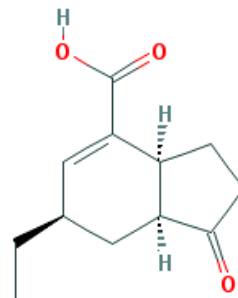
Жасмоновая кислота

Салицилловая кислота

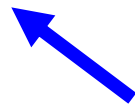


Усиление экспрессии маркерных генов:

Алленоксид циклазы NtAOC
Липоксигеназы NtLOX2
Регуляторного белка NtJAZ3



Патоген-индуцируемого
белка PR-1



Пектобактерии провоцируют жасмонат-зависимый ответ продукцией функционального аналога жасмоната – коронофациевой кислоты.

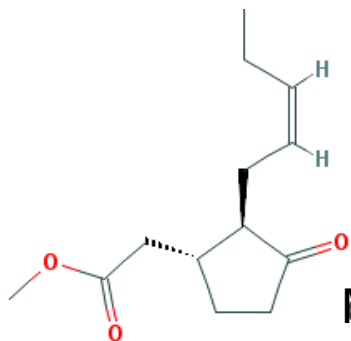
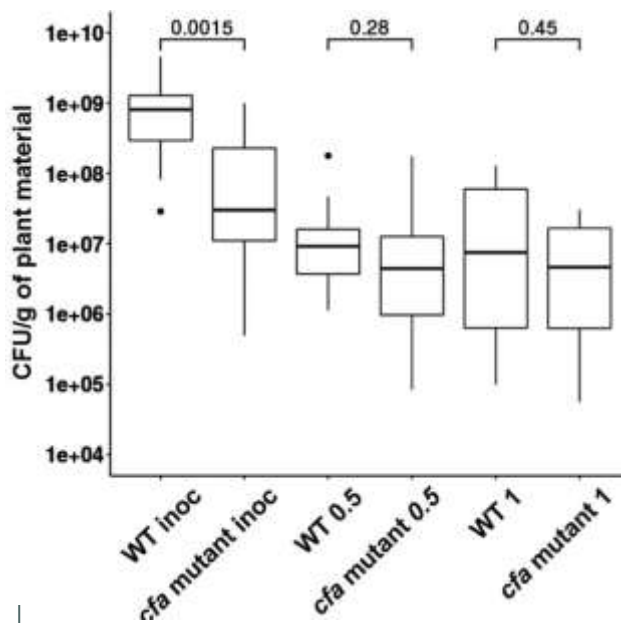
Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in *Pectobacterium atrosepticum* during systemic colonization of tobacco plants

**Vladimir Gorshkov • Rim Gubaev • Olga Petrova • Amina Daminova •
Natalia Gogoleva • Marina Ageeva • Olga Parfirova • Maxim Prokchorchik •
Yevgeny Nikolaichik • Yuri Gogolev**

Accepted: 27 April 2018

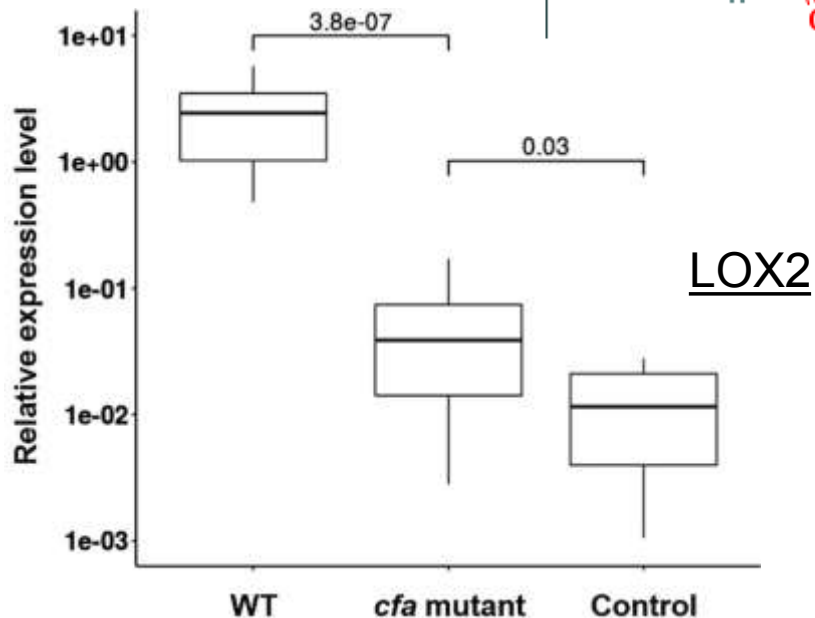
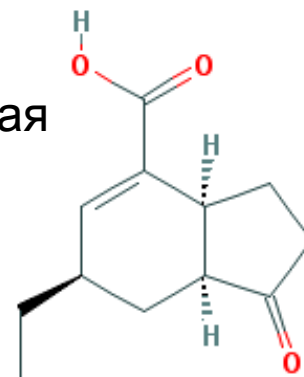
© Koninklijke Nederlandse Planteziektenkundige Vereniging 2018

По данным транскриптомного анализа NGS RNA-seq локус *cfa*, ответственный за синтез коронофациевой кислоты активизируется при переходе от бессимптомной к острой инфекции. Мутанты по *cfa* не образуют мягких гнилей, не колонизируют паренхиму, но способны к колонизации сосудов.



Метил жасмонат

Коронофациевая кислота



LOX2

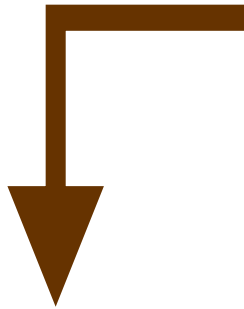
Компоненты клеточных стенок растений не только источник питательного субстрата для бактерий, они предоставляют структурные элементы для построения биоэмбол



В результате бурный поток ксилемного сока превращается в тихую заводь и бактерии могут спокойно мигрировать к подземным органам.

Расселение бактерий по растению

Каким образом
инфицируются
дочерние клубни ?



Почва является неблагоприятной средой для патогена.

Роль биоэмбол в расселении бактерий.

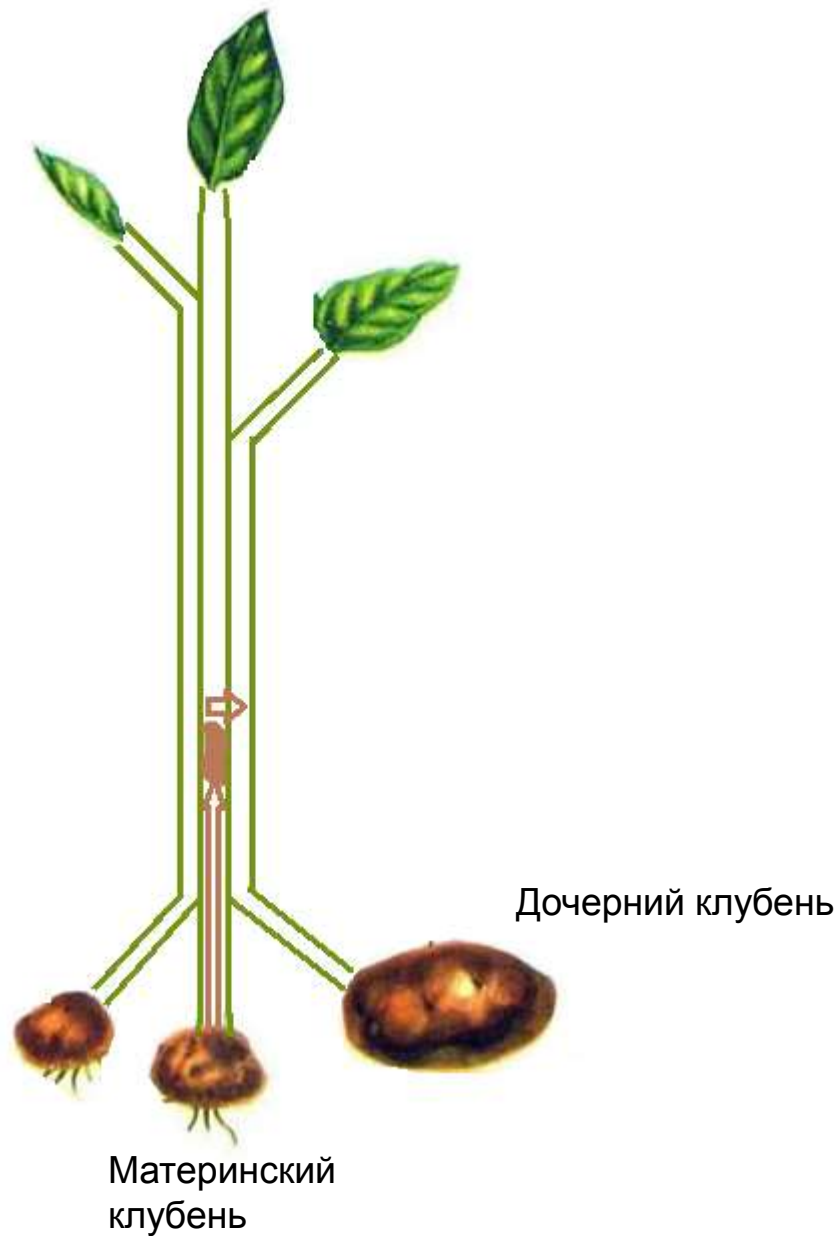


Чтобы добраться до дочернего клубня нужно пройти по лабиринту сосудов.

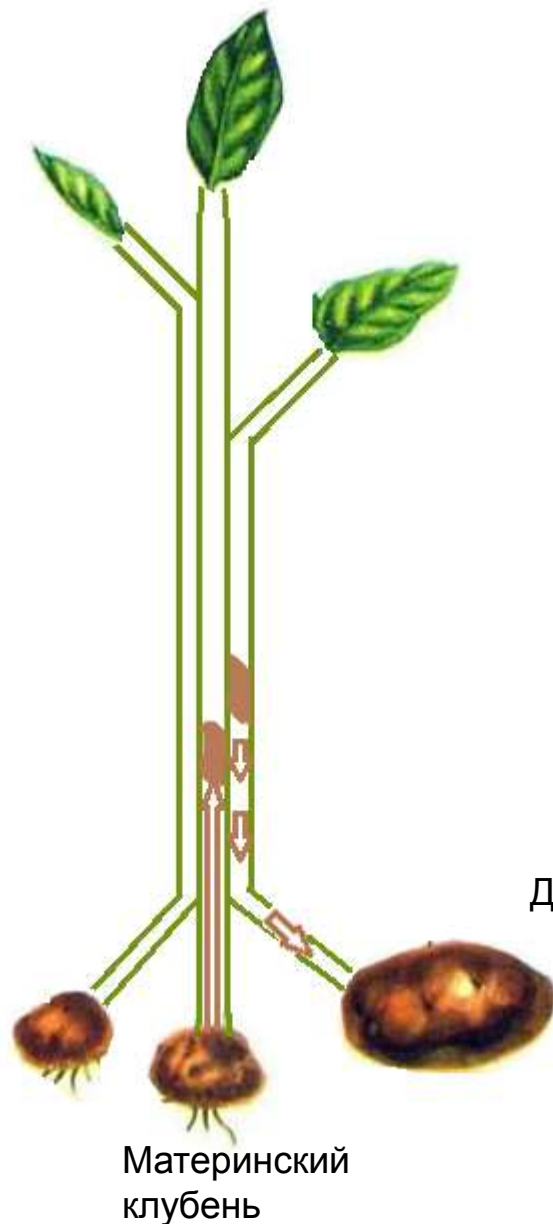
Восходящий транспорт
с ксилемным током



Закрепление путем
образования эмбол,
миграция в смежные
сосуды



Нисходящая миграция и формирование симптомов «черной ножки».

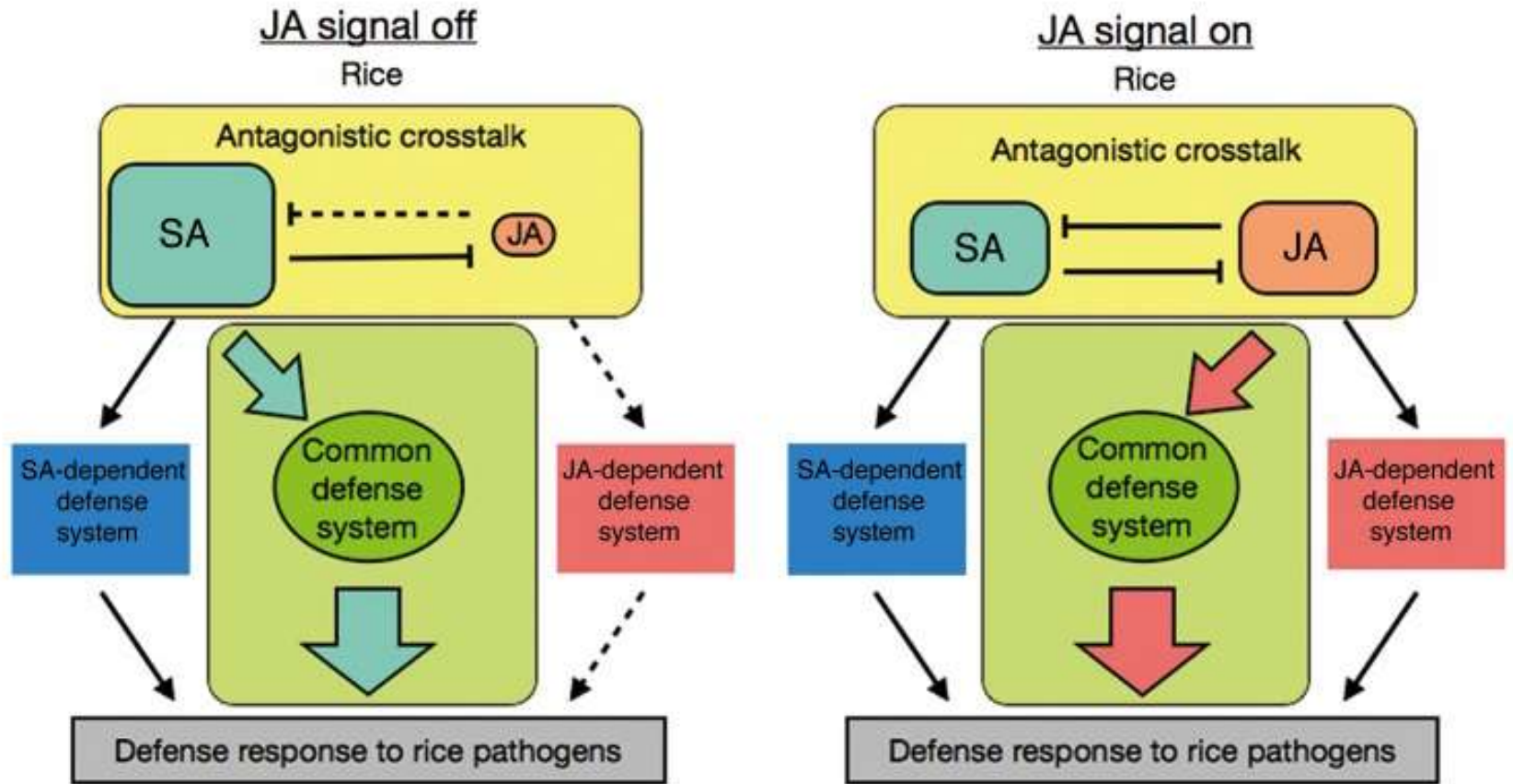


Образование эмбол в смежных сосудах, ведущих от дочерних клубней. Нисходящая миграция после остановки респираторного тока.

Дочерний клубень

Материнский клубень

Модуляция иммунного статуса, связанного с типом защитного ответа.



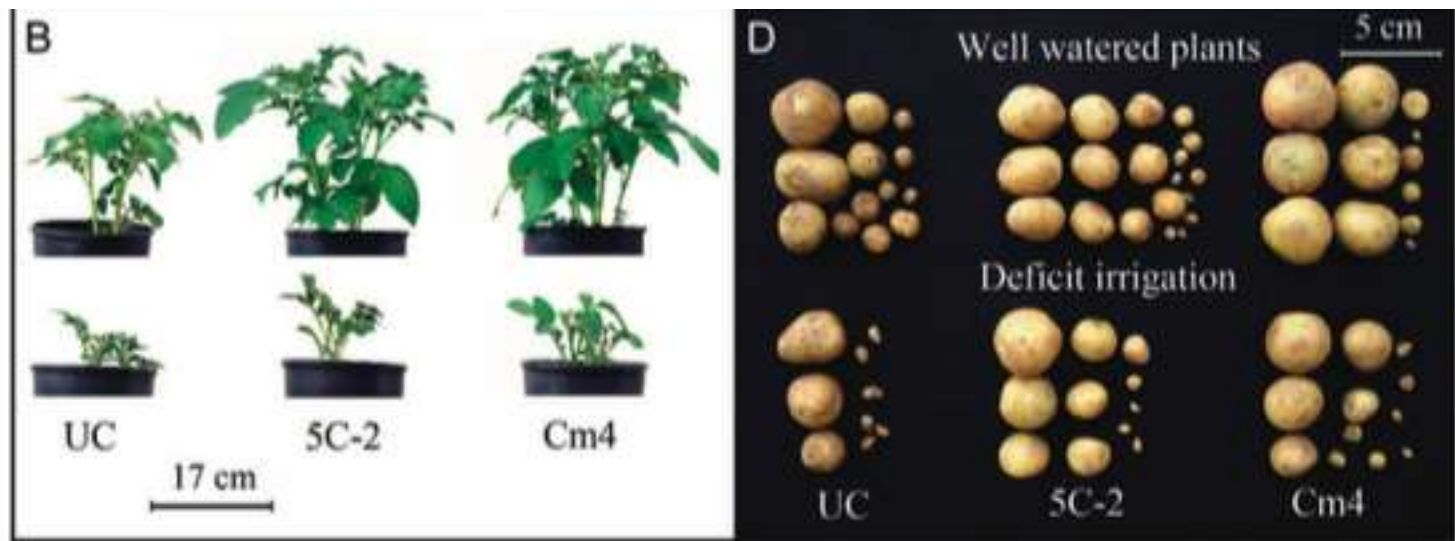
Как синтез, так и деградация гормонов микроорганизмами может иметь регуляторное значение в растительно-микробном взаимодействии

Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746

RESEARCH ARTICLE

Rhizobacteria that produce auxins and contain 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid deaminase decrease amino acid concentrations in the rhizosphere and improve growth and yield of well-watered and water-limited potato (*Solanum tuberosum*)

A.A. Belimov¹, I.C. Dodd², V.I. Safronova¹, A.I. Shaposhnikov¹, T.S. Azarova¹, N.M. Makarova¹, W.J. Davies¹ & I.A. Tikhonovich¹



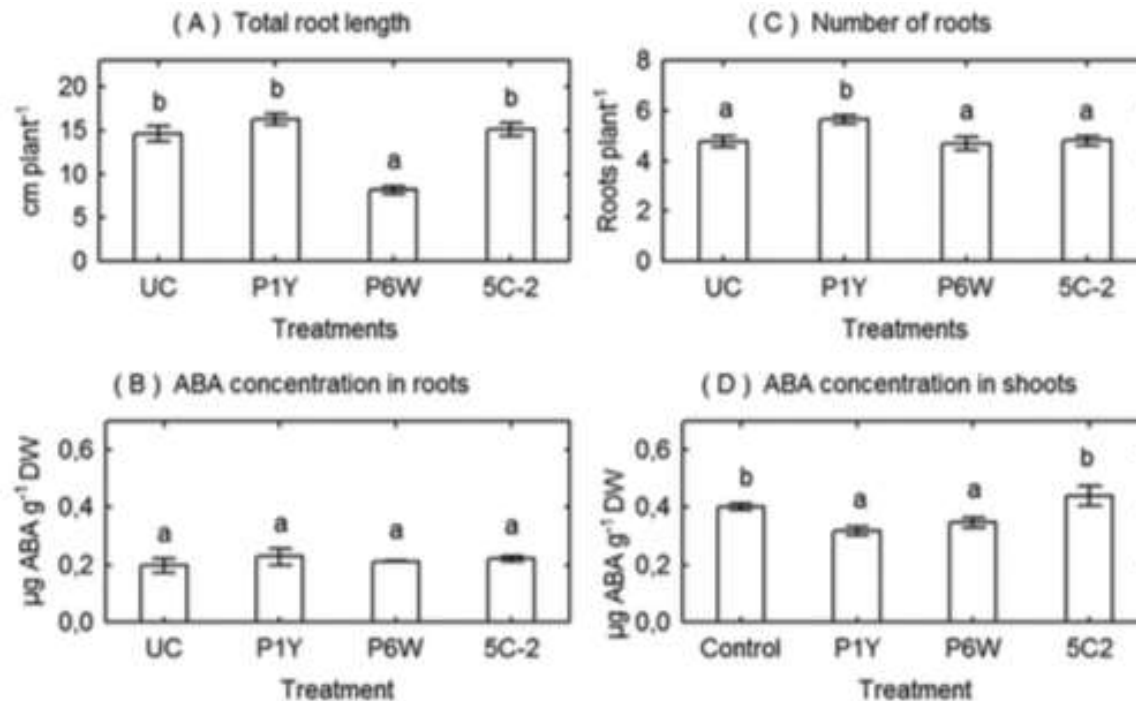


Research article

Abscisic acid metabolizing rhizobacteria decrease ABA concentrations *in planta* and alter plant growth



Andrey A. Belimov^{a,*}, Ian C. Dodd^b, Vera I. Safronova^a, Valentina A. Dumova^a,
Alexander I. Shaposhnikov^a, Alexander G. Ladatko^c, William J. Davies^b

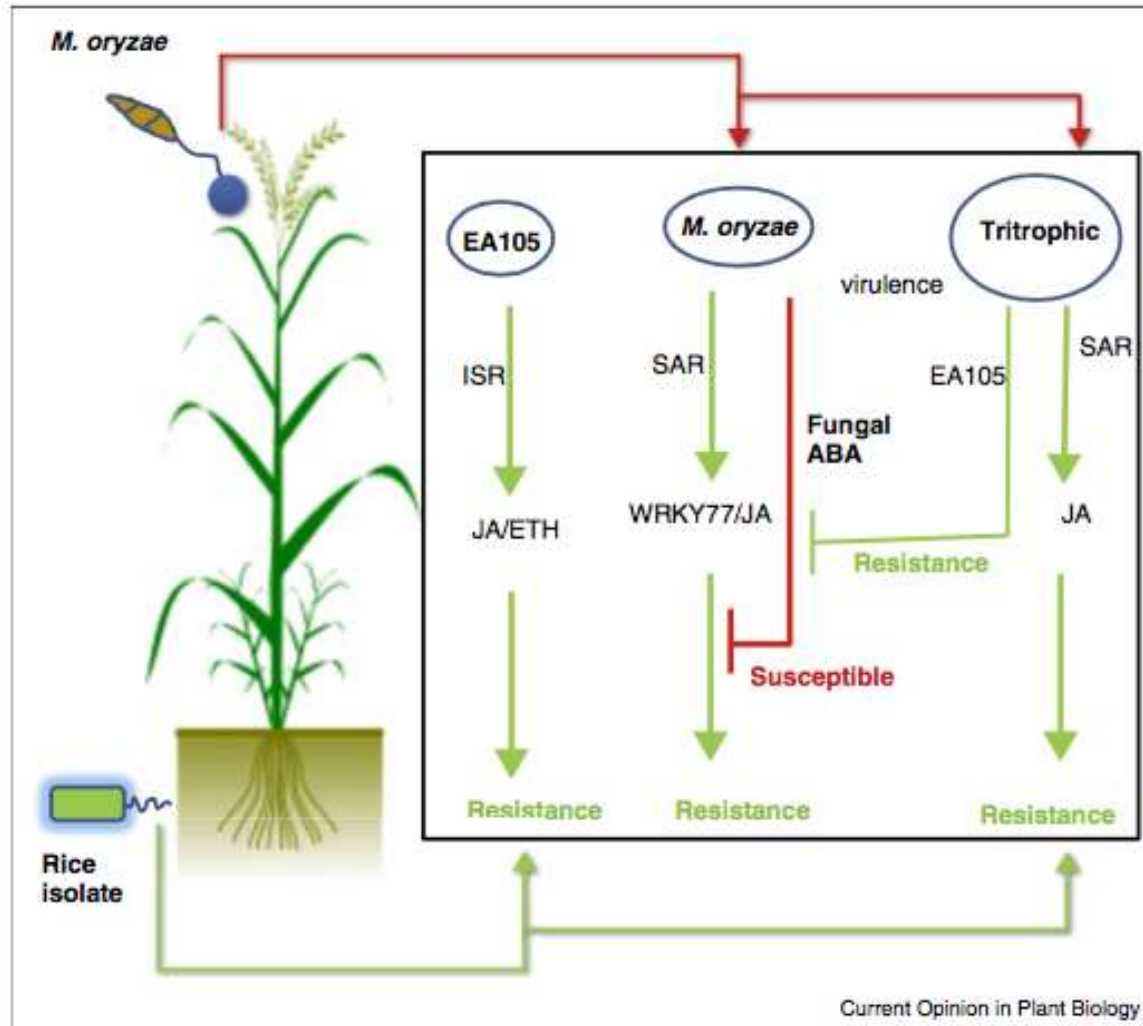


Содержание в почвенной подстилке АБК, вносимой опадом, может быть значительным, что препятствует преждевременному прорастанию семян.

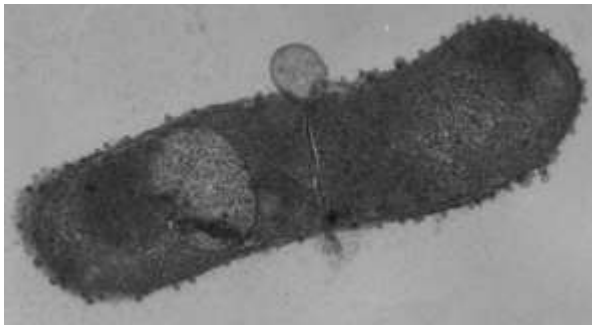


Деградация фитогормона PGPR способствует восстановлению всхожести в следующем вегетативном сезоне.

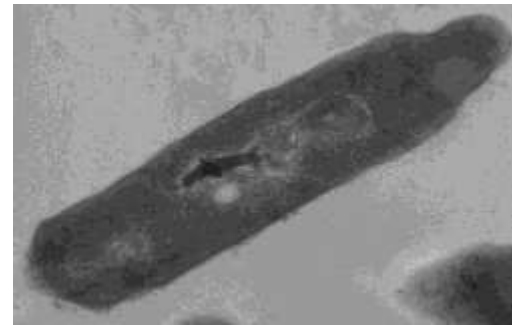
Редукция АБК является важным биопротекторным свойством ризосферных бактерий, поскольку АБК-продукция служит ключевым фактором вирулентности многих фитопатогенных грибов.



Ранее были изолированы два штамма ризосферных бактерий, способных усваивать абсцизовую кислоту.



Novosphingobium sp. P6W

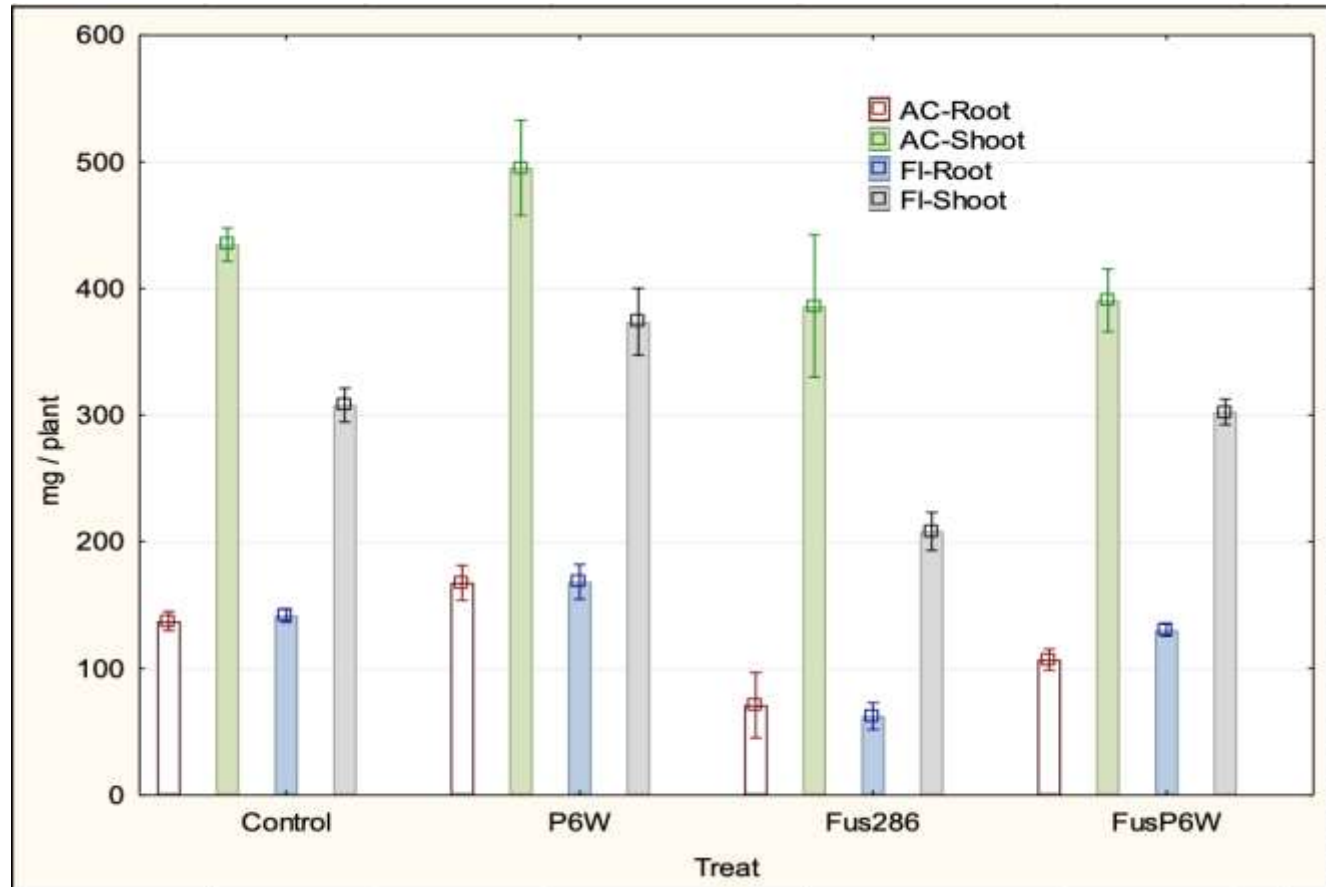


Rhodococcus sp. P1Y

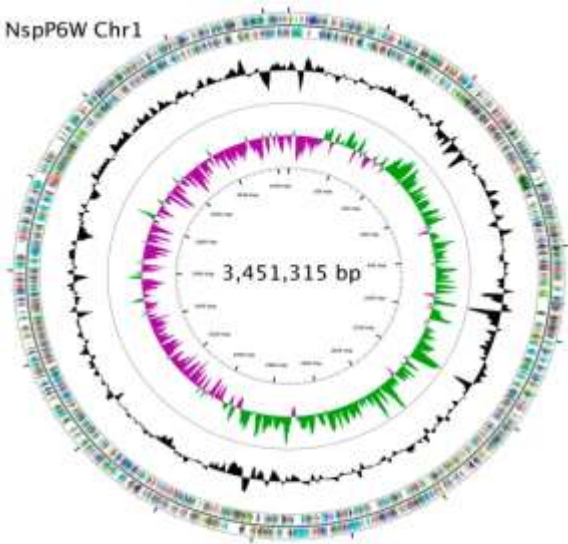
Оба штамма *Rhodococcus* sp. P1Y и *Novosphingobium* sp. P6W, показали способность уменьшать концентрацию АБК в проростках риса и томата.

Belimov et al. 2014.

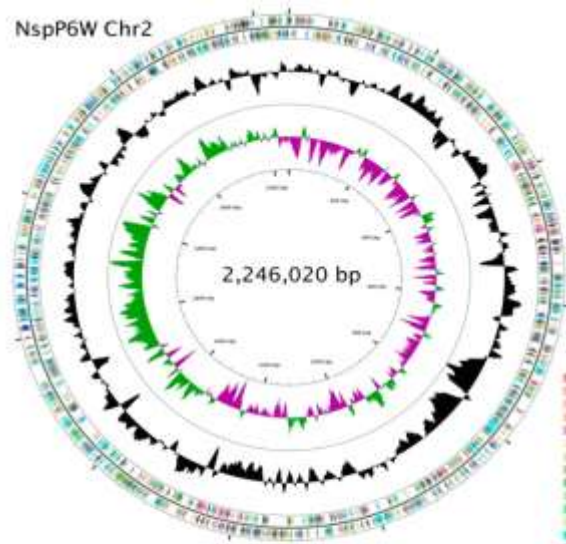
Влияние бактерий АБК-деструкторов на рост растений, инфицированных грибным патогеном АБК-продуцентом.



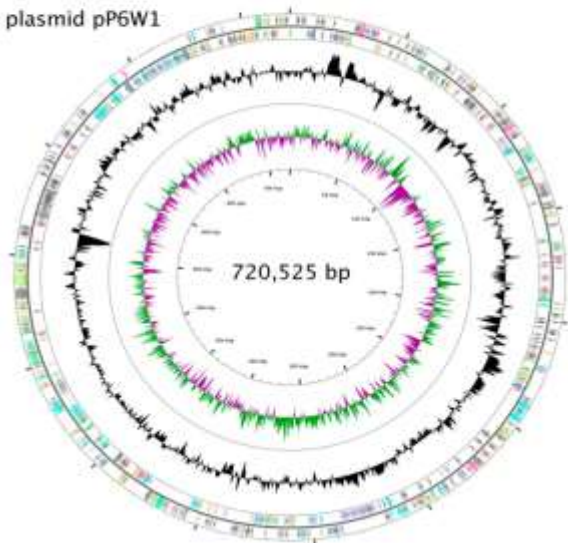
NspP6W Chr1



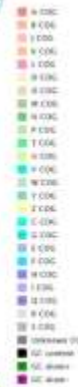
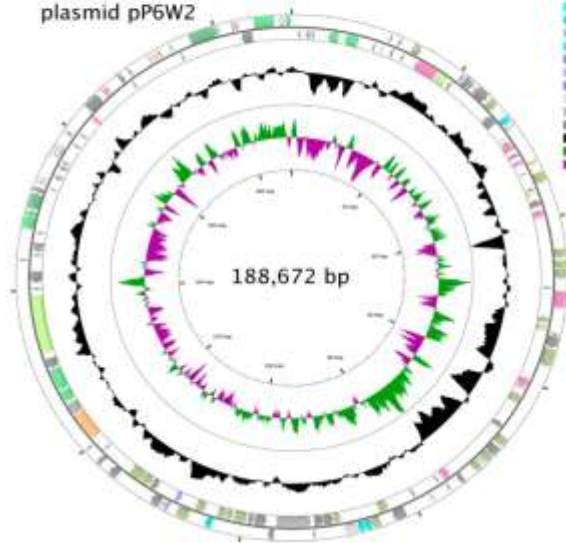
NspP6W Chr2



plasmid pP6W1



plasmid pP6W2



3 Biotech (2019) 9:94
<https://doi.org/10.1007/s13205-019-1625-8>

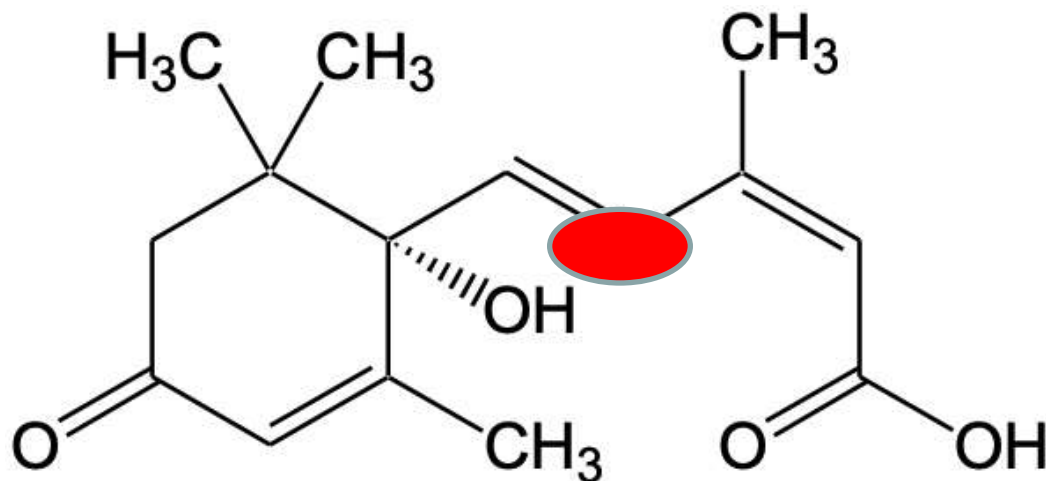
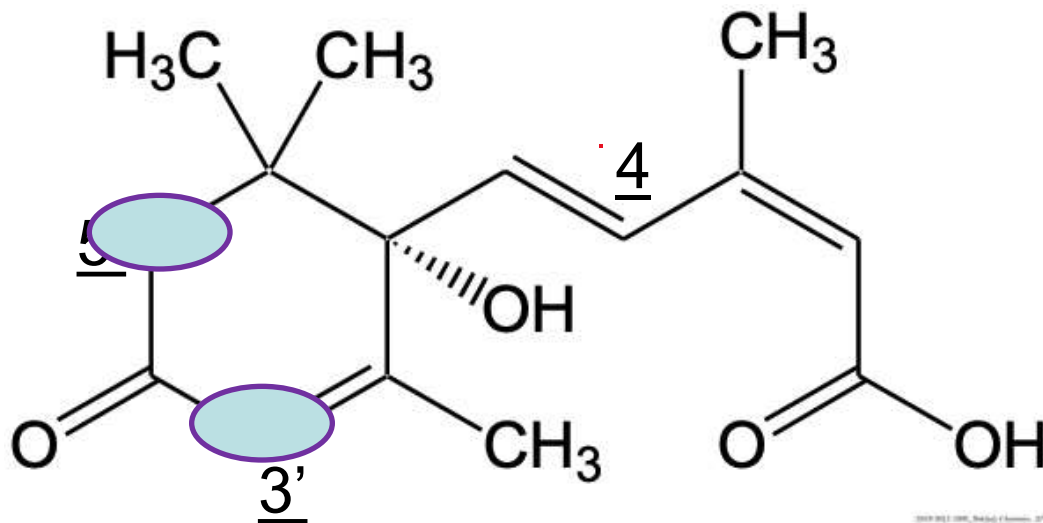
GENOME REPORTS



Complete genome sequence of the abscisic acid-utilizing strain
Novosphingobium sp. P6W

Natalia E. Gogoleva^{1,2} · Yevgeny A. Nikolaichik³ · Timur T. Ismailov² · Vladimir Y. Gorshkov^{1,2} · Vera I. Safronova⁴ · Andrey A. Belimov⁴ · Yuri Gogolev^{1,2}

Tritium was introduced by isotope exchange reaction with 100% tritiated water at 220°C in the presence of diisopropylethylamine.



1000011100, *Nature Chemistry*, 2011, Vol. 03, No. 1, pp. 268-271. © Nature Publishing UK, 2011.
 Original Article: V. P. Shevchenko, I. Yu. Nagayev, A. I. Shaposhnikov, K. V. Shevchenko, A. A. Bolshakov, S. N. Ratasheva, N. E. Gogoleva, Yu. V. Gogolev, and Academician N. F. Myasodov*

CHEMISTRY

Synthesis and Testing of Abscisic Acid with Predominant Replacement of Protium Atoms by Tritium in the Cyclohexene Moiety

V. P. Shevchenko¹, I. Yu. Nagayev¹, A. I. Shaposhnikov¹, K. V. Shevchenko¹, A. A. Bolshakov¹, S. N. Ratasheva¹, N. E. Gogoleva¹, Yu. V. Gogolev¹, and Academician N. F. Myasodov¹

Received June 11, 2010

Abstract—A procedure for tritiation of predominantly the cyclohexene moiety of abscisic acid was developed. Tritium was introduced by isotope exchange reaction with 100% tritiated water at 220°C in the presence of diisopropylethylamine. The yield of abscisic acid was 80%, and the specific activity was 30.1 Ci/mmol. The labeled product was tested. It was shown that tritiated abscisic acid synthesized by the proposed method did not differ from the unlabeled precursor and could be used for biological assays.

DOI: 10.1039/S002500101011

The biological activity of abscisic acid (ABA) has been studied for many years [1, 2]. It inhibits the growth of various parts of plants and seed and tuber sprouting and plays an important role in the plant resistance to herbivores. The use of tritium-labeled and hydrogenated of the starting compound is the major reaction.

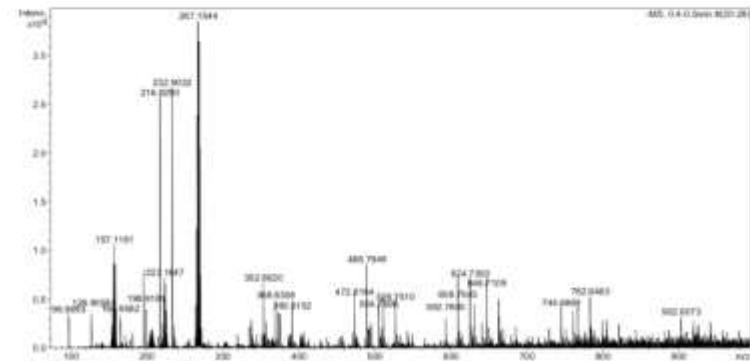
Operations with 100% tritiated water are usually carried out using heterogeneous catalysts that are in-

№ фракции	Метаболиты АБК, меченой Н ³ в циклогексеновой части (положение C-3', C-5')		Метаболиты АБК, меченой Н ³ в боковой цепи (положение C-4)	
	<i>Rhodococcus</i> sp. P1Y	<i>Novosphingobium</i> sp. P6W	<i>Rhodococcus</i> sp. P1Y	<i>Novosphingobium</i> sp. P6W
Радиоактивность фракций культуральной жидкости (имп./мин/мл)				
1	525	5610	0	830
2	117	116	0	0
3	131	57	0	0
4	52	11	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	2640	5980
7	735	1030	5035	484
8	6770	112	111	19
9	280	46	109	0
10	0	0	0	0
Радиоактивность фракций лизатов клеток бактерий (имп./мин/10 ⁶ клеток)				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	18	0	182
6	63	41	383	297
7	31	60	945	46
8	45	0	96	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0

Mass spectrum of metabolites of *Novosphyngobium* sp. P6W incubated in a medium with ABA enriched deuterium in the cyclohexene moiety.

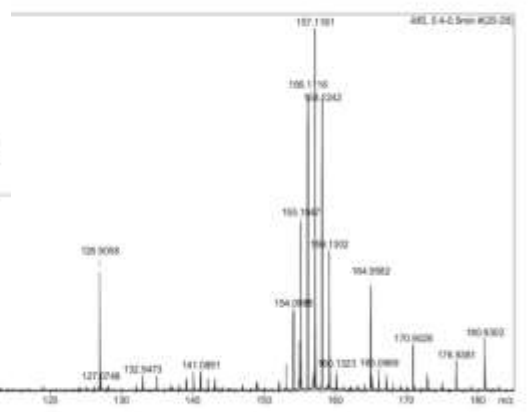
Mass Spectrum Report

Analysis Info		Acquisition Date		07.12.2018 14:19:22	
Analysis Name	D:\Data\2018\deceber\7\W0n.d	Operator	max722P	Bruker Customer	max722P
Method	Surf_Scan.m	Instrument / Serial	max722P		10223
Sample Name	W0n				
Comment	ABA-H2O				
Acquisition Parameter					
Source Type	ESI	Ion Polarity	Negative	Set Nebulizer	0.4 Bar
Focus	761.000um			Set Dry Heats	180 °C
Scan Begin	30 Hz	Set Capillary	500 V	Set Dry Gas	4.0 l/min
Scan End	3655 Hz	Set End Plate Offset	-500 V	Set Divert Valve	Source



Bruker Compass DataAnalysis 4.0 printed: 07.12.2018 14:11:30 Page 1 of 1

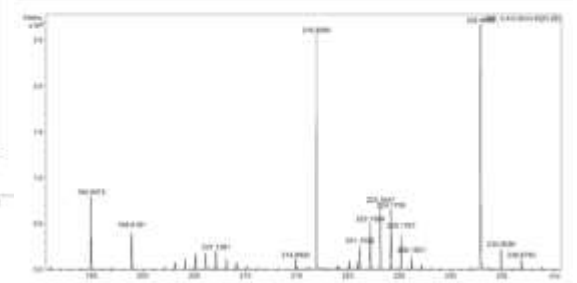
Ion Polarity	Negative	Set Nebulizer	0.4 Bar
Set Capillary	500 V	Set Dry Heats	180 °C
Set End Plate Offset	-500 V	Set Dry Gas	4.0 l/min
		Set Divert Valve	Source



Bruker Compass DataAnalysis 4.0 printed: 07.12.2018 14:53:12 Page 1 of 1

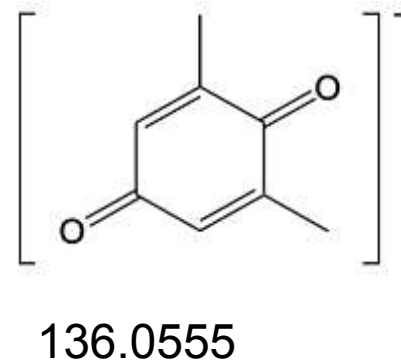
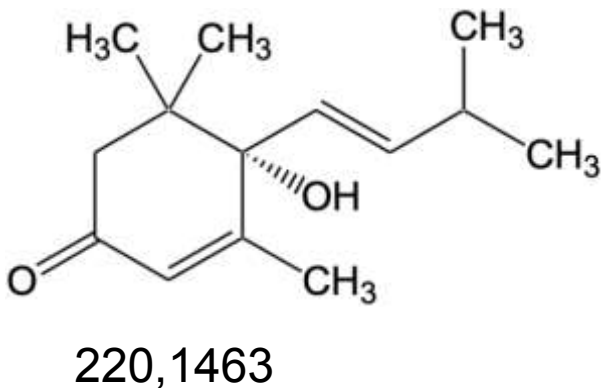
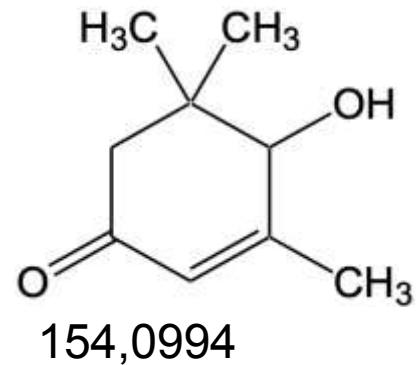
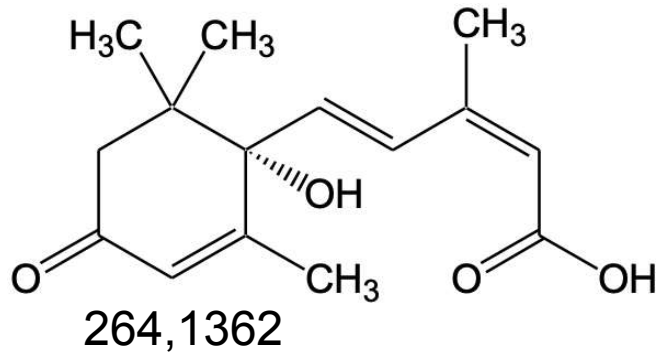
Mass Spectrum Report

Analysis Info		Acquisition Date		07.12.2018 14:19:22	
Analysis Name	D:\Data\2018\deceber\7\W0n.d	Operator	max722P	Bruker Customer	max722P
Method	Surf_Scan.m	Instrument / Serial	max722P		10223
Sample Name	W0n				
Comment	ABA-H2O				
Acquisition Parameter					
Source Type	ESI	Ion Polarity	Negative	Set Nebulizer	0.4 Bar
Focus	761.000um			Set Dry Heats	180 °C
Scan Begin	30 Hz	Set Capillary	500 V	Set Dry Gas	4.0 l/min
Scan End	3655 Hz	Set End Plate Offset	-500 V	Set Divert Valve	Source



Bruker Compass DataAnalysis 4.0 printed: 07.12.2018 14:53:12 Page 1 of 1

New compounds were found, indicating the existence of an unknown biochemical pathway for ABA catabolism.



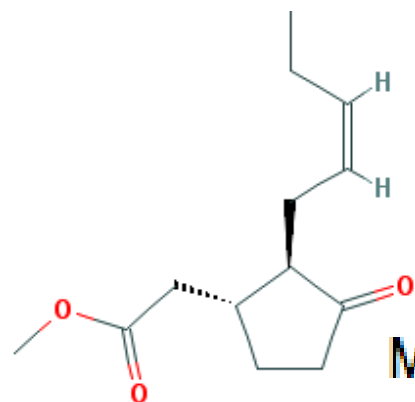
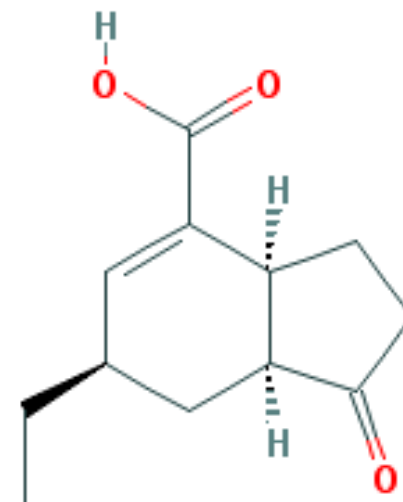
Description of this pathway promises to be an exciting challenge!

Использование фитогормонов и мимикрирующих агентов для манипуляции хозяином.

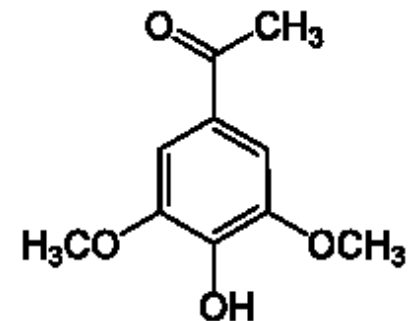
Патогенез *Pseudomonas syringae* связан с рецепцией ацетосирингона и синтезом коронофациевой кислоты



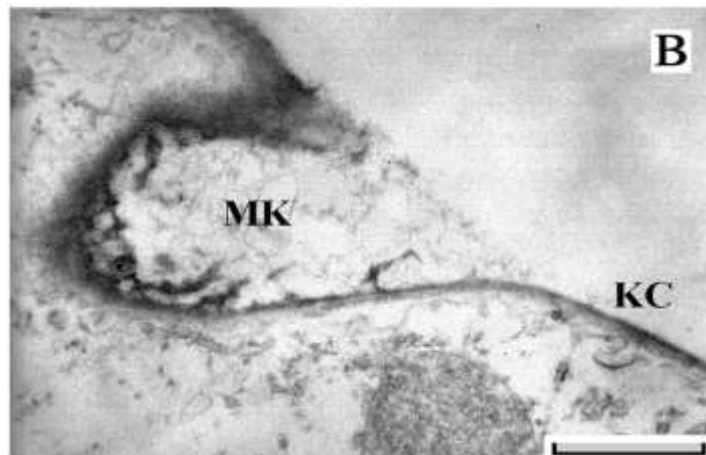
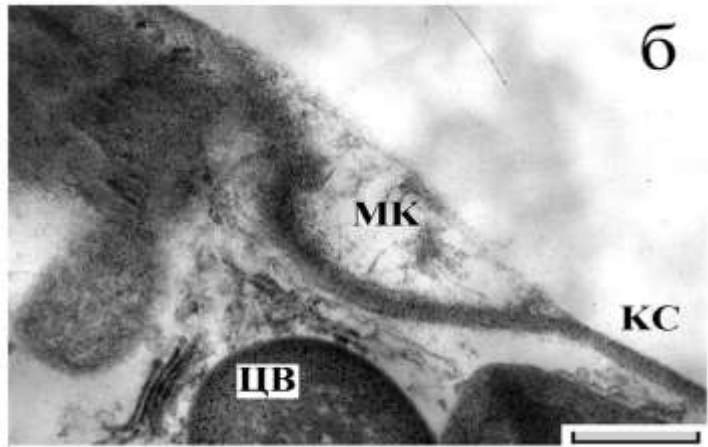
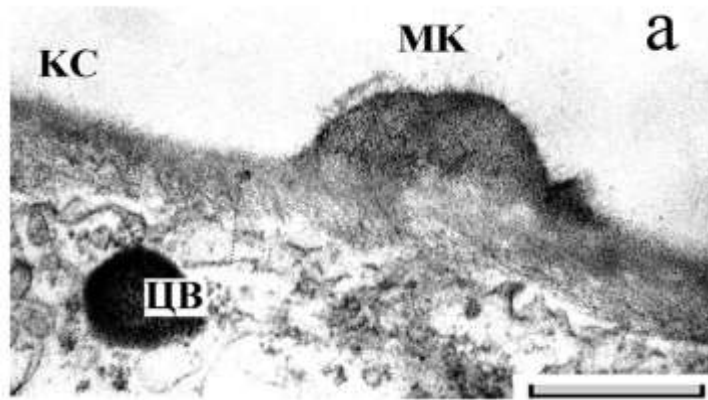
Коронофациевая кислота



Метил жасмонат



ацетосирингон



Ультраструктура клеток
листьев *P. sativum*,
инфицированных *A. laidlawii*.

Микоплазмы, не вызвавшие
образования инвагинаций – а;

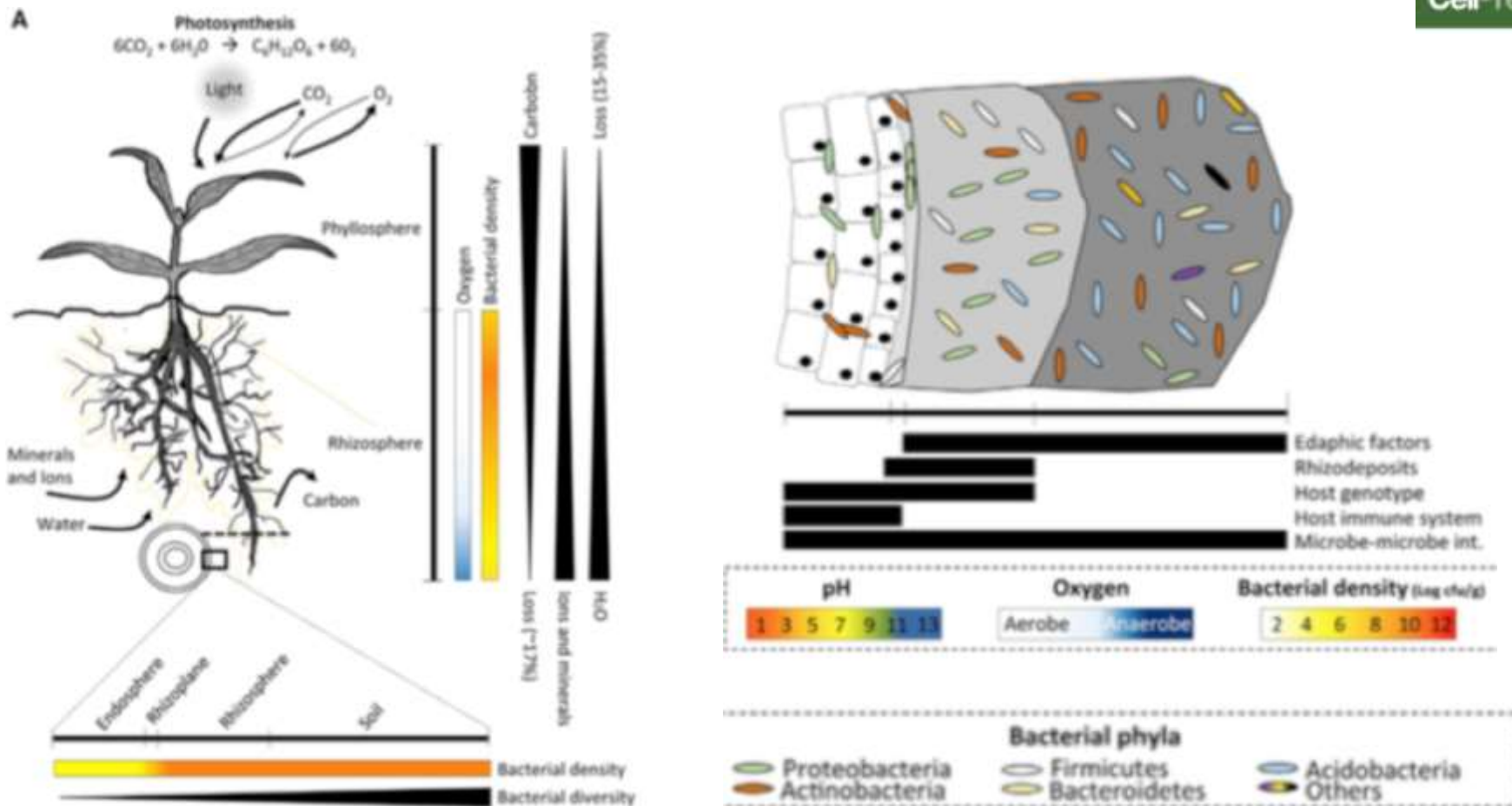
цитоплазматические включения
в зоне контакта микоплазм с
клеточной стенкой – а, б;

инвагинации клеточных стенок
– б, в.

Могут ли растения манипулировать микроорганизмами?

Cell Host & Microbe

CellPress

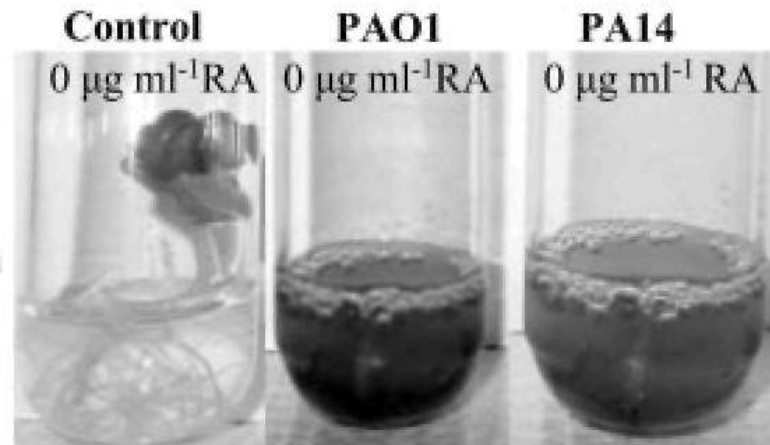


Изучение метагенома показало, что в направлении почва-ризосфера-ризоплан возрастает численность бактерий (от 10^7 до 10^{12} / гр) и избирательно снижается видовое разнообразие.

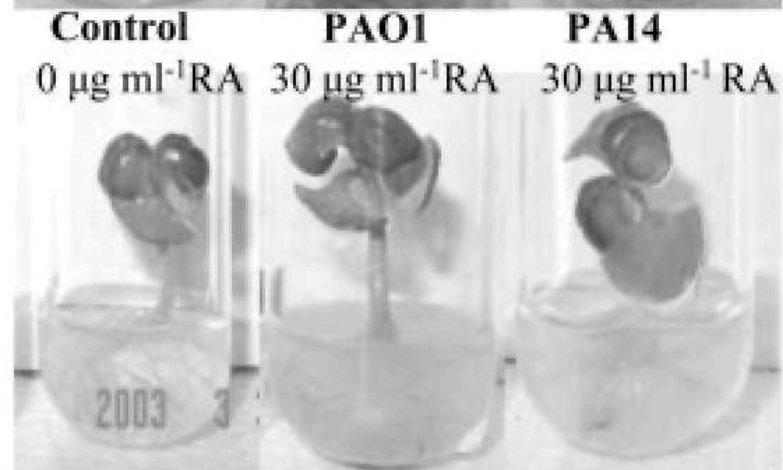
Роль образования бактериального биоплёнки в патогенезе растений

A

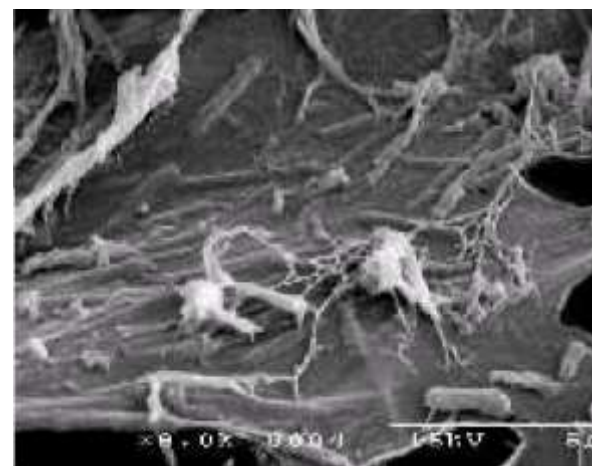
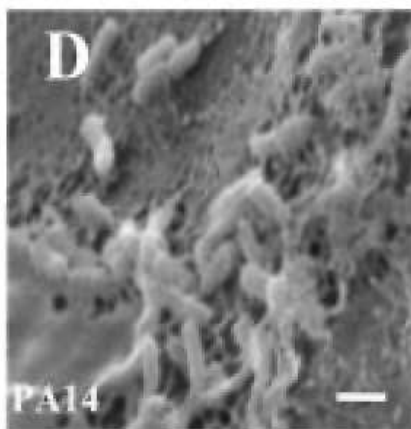
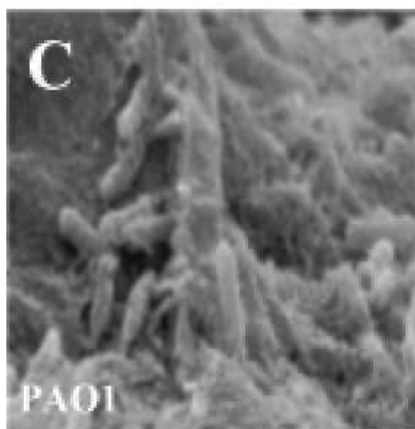
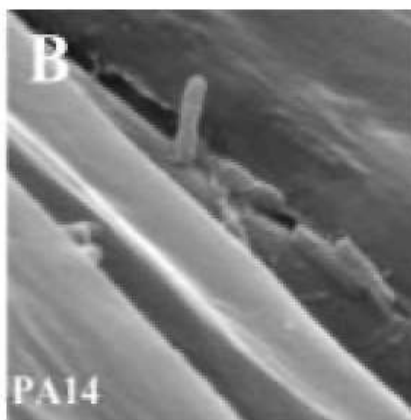
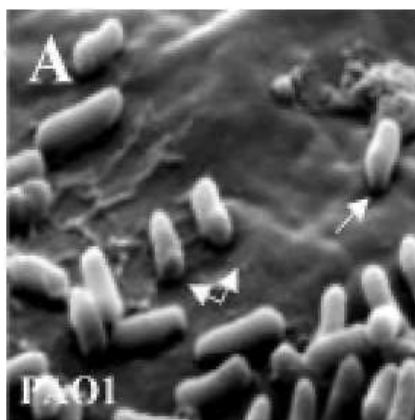
Without RA supplementation



**7-days after
supplementation of RA**



Образование биоплёнки *P. aeruginosa* при инфицировании восприимчивых растений



Супрессия вирулентности мутантного штамма *E. carotovora*,
дефектного по продукции АГЛ, трансгенными АГЛ-
продуцирующими растениями табака

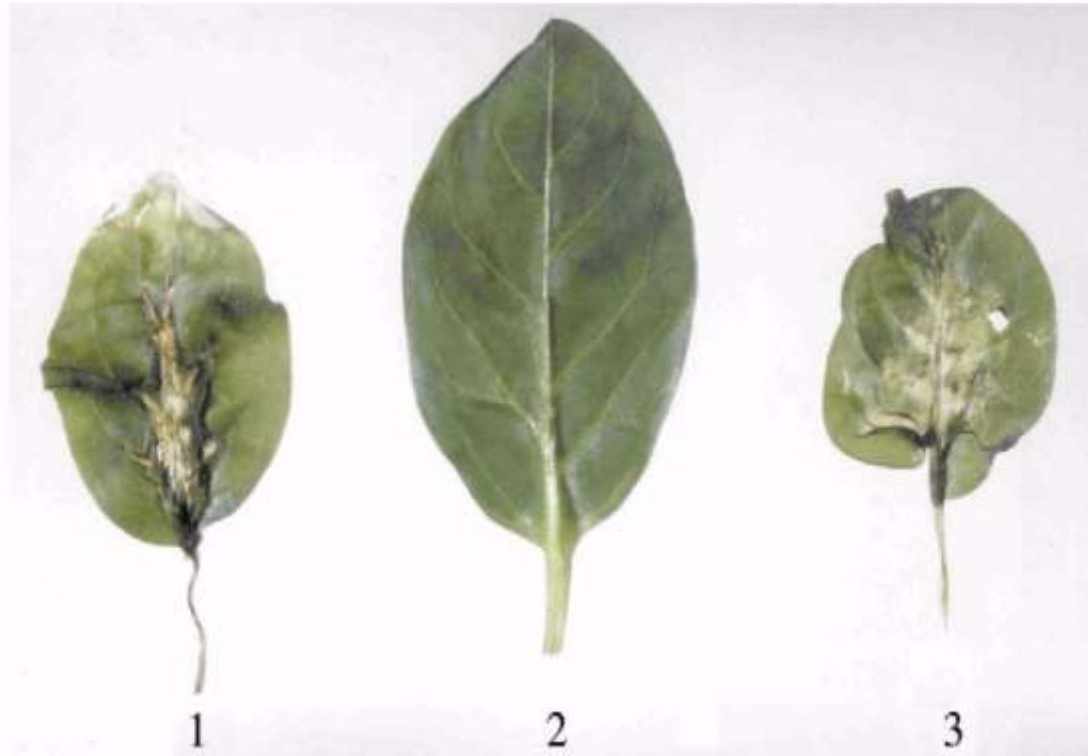


FIG. 2. AHL-producing transgenic tobacco plants restore pathogenicity to an avirulent AHL-deficient *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* mutant (PNP22). The photograph shows the leaves 4 d after infection. 1, Wild-type tobacco inoculated with wild-type *Erwinia carotovora*; 2, Wild-type tobacco inoculated with AHL-negative *Erwinia carotovora* mutant PNP22; 3, AHL-producing tobacco line inoculated with *Erwinia carotovora* PNP22.

Ингибирование растениями бактериальных реакций, регулируемых сигналами межклеточной коммуникации

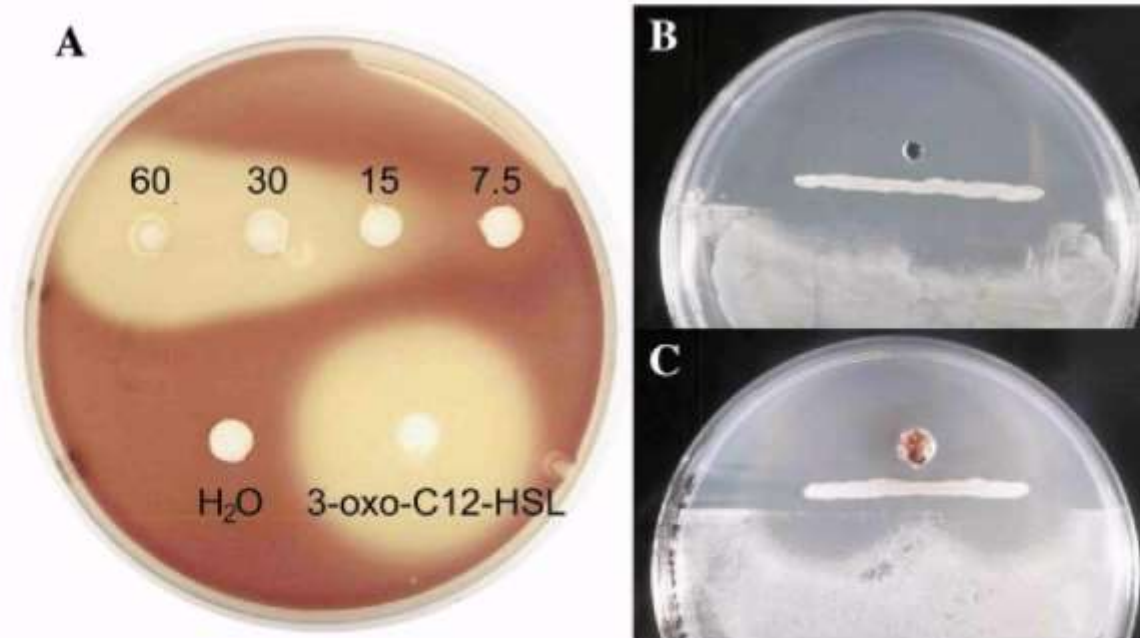


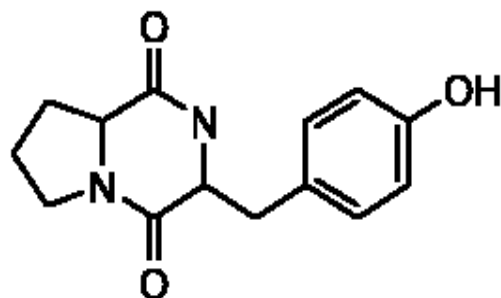
FIG. 3. Inhibition of quorum sensing responses. A, In a reverse assay, 3-oxo-C6-HSL was added to a top agar containing the *Chromobacterium violaceum* *CviI* biosensor strain. Inhibition of quorum sensing by the long chain 3-oxo-C12-HSL, or by dilutions of a crude grape extract (60–7.5 μ l made up to 60 μ l with H₂O), results in inhibition of violacein production but not bacterial growth. B and C, Other plant extracts also inhibit AHL responses. Antibiotic production by wild-type *Erwinia carotovora* is revealed by inhibition of growth in a lawn of an *Escherchia coli* strain sensitive to carbapenem. In B, the well contains water whilst in C it contains a crude strawberry extract. Inhibition of antibiotic production (an AHL response) is revealed by growth of the *E. coli* lawn adjacent to the well containing the fruit extract.

Использование АГЛ для распознавания патогенов

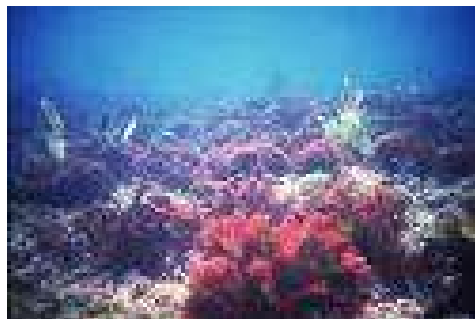
Table 1. Proteins differentially accumulated in AHL-treated roots as percent of controls

Putative identity	M.I. TC ²	TOG ³	pI/M _r ⁴	C12 **	C12	C12	C16	C16	C12	C16
				2 uM block 24h	100 nM spray 24h	10 nM ¹² spray 24h	10 nM ¹⁴ block 24h	1 nM ¹⁵ spray 24h	2 uM block 48h	10nM ¹³ spray 48h
Defense and stress response *										
L-ascorbate peroxidase, cytosolic	TC43117	129246	5.9 / 26	10	10	10	70	20	80	130
L-ascorbate peroxidase, cytosolic	TC43117	129246	5.0 / 25	60	10	3	40	10	80	170
L-ascorbate peroxidase, cytosolic	TC43117	129246	6.1 / 32	20	20	20	70	30	70	100
Glucan endo-1,3-beta-glucosidase	TC45439	n/a	6.7 / 33	110	90	230	100	90	80	70
Glutathione dependent dehydroascorbate reductase	TC51525	129252	5.9 / 29	20	4	60	50	20	90	100
Hypersensitive-induced response protein (HIR1) similar to Late embryogenesis abundant (LEA) protein	TC43552	129912	5.2 / 30	10	40	100	50	20	20	0
Superoxide dismutase	TC26214	156708	4.7 / 37	60	20	40	100	60	110	150
Peroxidase	TC43738	126480	6.5 / 24	10	10	70	50	5	70	130
Thioredoxin peroxidase	TC52384	158767	6.6 / 36	20	20	30	90	30	90	150
Thioredoxin peroxidase	TC43680	128471	5.9 / 17	50	20	40	80	50	160	110
Phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase	TC43680	128471	5.6 / 18	150	160	110	250	150	180	180
PR10-1 protein	TC51061	n/a	4.3 / 15	40	50	60	120	60	60	80
PR10-1 protein	TC51061	n/a	5.1 / 16	120	110	140	150	190	70	100
PR10-1 protein	TC51061	n/a	4.4 / 17	50	60	70	110	50	130	50
PR10-1 protein	TC51061	n/a	4.5 / 17	50	30	60	120	60	60	40
Putative Hslpro-1 homolog	TC51338	140039	6.2 / 29	80	20	20	90	60	150	230
similar to Ripening related protein [†]	TC51327	n/a	5.5 / 18	80	60	80	150	100	80	60
similar to Ripening related protein [†]	TC51851	n/a	6.2 / 17	40	7	70	100	4	110	110
similar to Ripening related protein [†]	TC51326	n/a	5.9 / 18	0	0	250	140	0	40	40
similar to Ripening related protein [†]	TC51330	n/a	5.9 / 17	30	20	30	170	50	40	130
similar to Ripening related protein [†]	TC21961	n/a	5.5 / 18	new	new	new	new	new	110	200
similar to Ripening related protein [†]	TC21963	n/a	5.9 / 18	20	6	20	50	10	90	80
Flavonoid metabolism										
Chalcone isomerase	TC45048	131607	6.1 / 25	30	30	40	80	30	140	200
Isoflavone reductase	TC43281	n/a	5.8 / 33	30	20	30	60	30	120	140
Isoflavone reductase	TC43281	n/a	5.6 / 33	60	50	110	30	80	150	200
Isoflavone reductase	TC43281	n/a	5.5 / 37	190	90	290	100	300	400	110
Isoflavone reductase-like NAD(P)H-dependent oxidoreductase	TC43869	130227	6.6 / 33	50	10	110	110	40	90	100
Vestitone reductase	TC51930	174422	4.4 / 21	20	10	20	30	20	50	50
Hormone response and metabolism										
ABA-responsive protein	TC43134	n/a	4.8 / 16	60	50	70	110	70	70	80
2,4-D inducible glutathione S-transferase	TC51307	133964	6.4 / 26	30	10	100	70	20	90	100
Putative auxin-induced protein	TC51487	130978	6.1 / 37	60	0	50	100	30	new	new
Auxin- or ripening induced protein	TC45813	157407	5.5 / 34	80	70	40	70	100	110	50
Auxin-induced protein (Quinone oxidoreductase-like protein)	TC44469	133822	6.1 / 36	40	30	70	140	50	150	130
Indole-3-acetate beta-glucosyltransferase	TC45997	n/a	5.6 / 44	20	60	30	20	20	100	100
Regulatory proteins										
Adenylate kinase- α	TC51802	126968	6.8 / 29	240	190	380	160	10	new	0
probable DNA-binding protein	TC43627	127452	6.7 / 18	200	0	180	0	200	0	0
Early nodulin ENOD18 (ATP binding protein)	TC43493	133037	6.3 / 17	40	10	60	70	40	110	110
Translation Elongation factor 1-beta	TC43535	126576	4.2 / 32	70	100	50	100	50	120	70
Nucleoside diphosphate kinase 1	TC43358	126390	6.6 / 15	40	20	60	90	50	50	80
Poly (A) binding protein	TC43026	126489	5.3 / 18	140	90	90	130	260	80	50
putative transcription factor BTF3	TC51530	127518	6.8 / 22	240	70	120	320	0	0	new
RNA binding protein 45	TC51432	169345	6.4 / 27	0	30	60	100	10	100	360
Protein degradation										
Cysteine proteinase precursor	TC43256	127013	4.3 / 38	10	100	10	90	20	0	0
Cysteine proteinase inhibitor (cystatin)	TC44534	130947	6.4 / 26	50	20	50	100	50	90	170
Cysteine proteinase inhibitor (cystatin)	TC44546	132105	6.3 / 10	150	120	450	420	130	60	140
Protease inhibitor	TC15512	n/a	4.7 / 21	450	490	830	350	900	130	270
Proteasome subunit alpha type 5	TC52108	126530	4.4 / 25	60	50	70	90	80	90	50
Proteasome subunit alpha type 1-2	TC43700	126692	5.2 / 34	30	20	110	200	100	170	10
Proteasome subunit alpha type 6	TC43840	126527	5.9 / 26	30	20	30	60	30	110	110
Thiolprotease or cysteine proteinase	TC51274	127480	4.4 / 31	30	50	100	100	0	100	240
Protein synthesis and processing										
20 kDa chaperonin chloroplast precursor (Protein Cpn21)	TC44234	159458	5.7 / 24	180	60	100	160	200	90	110
Mitochondrial processing peptidase beta subunit	TC51456	126663	5.2 / 50	20	60	40	60	40	150	70

Мимикрирующие кворум-агенты макроорганизмов

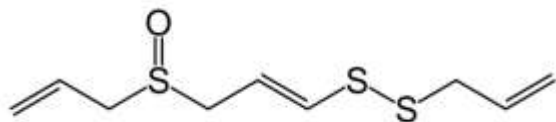
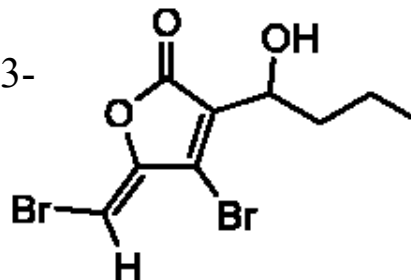


Цикло(L-Pro-L-Tyr)
Alternaria alternata



4-бромо-5-(бромометилен) -3-(1'-гидроксибутил)-2(5H)-фуранон

Delisea pulchra



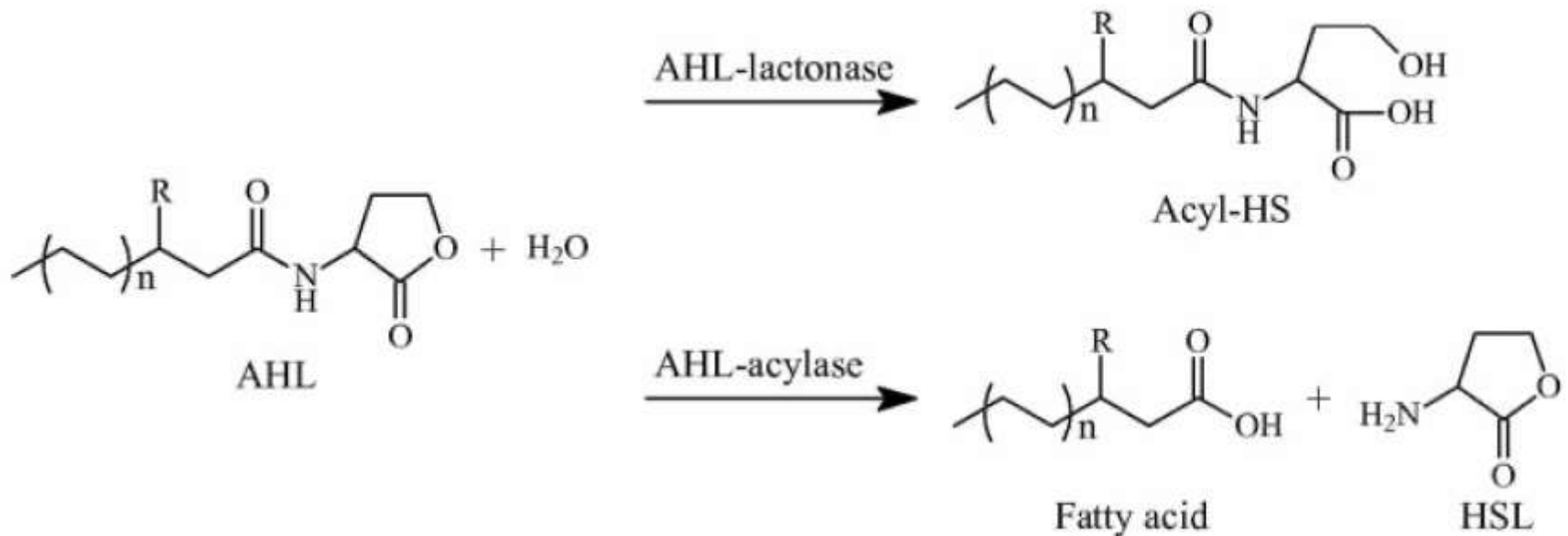
Ajoene

4,5,9-trithiododeca-
1,6,11-triene 9-oxide



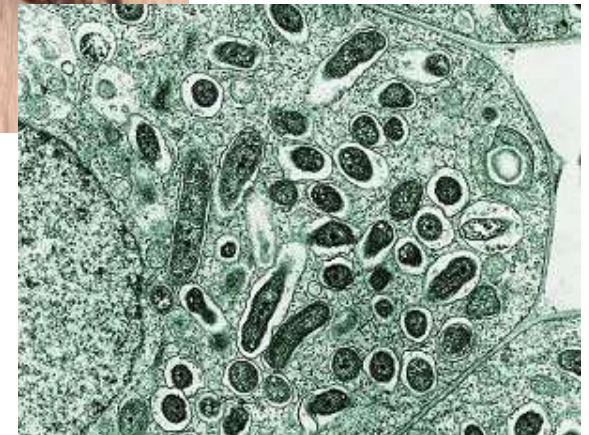
Givskov et al. (2012); Antimicrobial Agents and Chemotherapy.

Ферментативное разрушение аутоиндукторов бактерий некоторыми членами почвенного сообщества



Манипулирование патогенами с привлечением антагонистической им микрофлоры, как элемент биополитики.

Симбиоз или паразитическое использование?



ВЫВОДЫ

Задача размножения и длительного поддержания численности популяции успешно решается патогеном при бессимптомной инфекции в здоровом хозяине.

Механизмом латентной инфекции является индукция «правильного» иммунного ответа и отмена «неправильного». В специфичной патосистеме макросимбионтом одновременно запускаются программы сдерживания численности и контроля вирулентности микроорганизма партнера.

Результаты изучения модельных патосистем:

1. Стратегическая задача макроорганизма заключается в контроле над специфичным патогеном.

2. Существуют специализированные механизмы привлечения патогена, создания с ним патосистем и поддержания их в устойчивом состоянии, в том числе, с возможностью вертикальной передачи следующим поколениям.

Наблюдаемая картина вступает в противоречие с представлениями о том, что паразитические организмы – чужеродный и исключительно вредоносный объект от которого хозяева стараются избавиться. Противоречие снимается допущением, что возбудители заболеваний одних видов с другими видами вступают в мутуалистические симбиозы.

Какую выгоду могут получить организмы-хозяева от патогенов?

Сложные патосистемы.

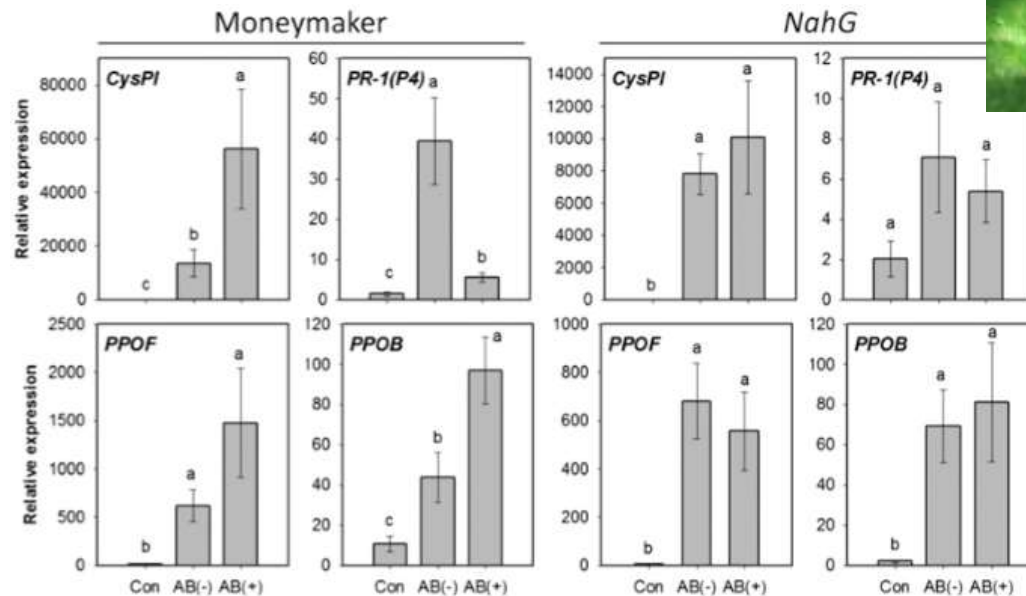
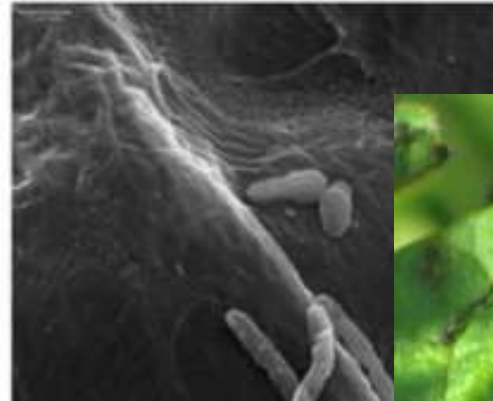
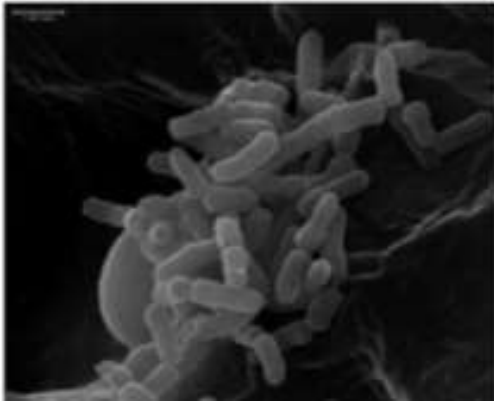
СЛУЖЕБНЫЕ ИНФЕКЦИИ

Herbivore exploits orally secreted bacteria to suppress plant defenses

Seung Ho Chung^a, Cristina Rosa^a, Erin D. Scully^b, Michelle Peiffer^a, John F. Tooker^a, Kelli Hoover^a, Dawn S. Luthe^c, and Gary W. Felton^{a,1}

Departments of ^aEntomology and ^cPlant Science, Center for Chemical Ecology, and ^bIntercollege Program in Genetics, Huck Institutes of the Life Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802

Edited by James H



Stenotrophomonas,
Pseudomonas,
Enterobacter



Megacopta punctatissima

Buchnera sp.

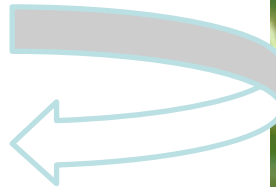


Glycine max

Эндосимбионт может
расширять круг хозяев



Megacopta cribaria



Микросимбионт создает условия, благоприятные для хозяина



Phyllonorycter blancardella



Wolbachia sp.

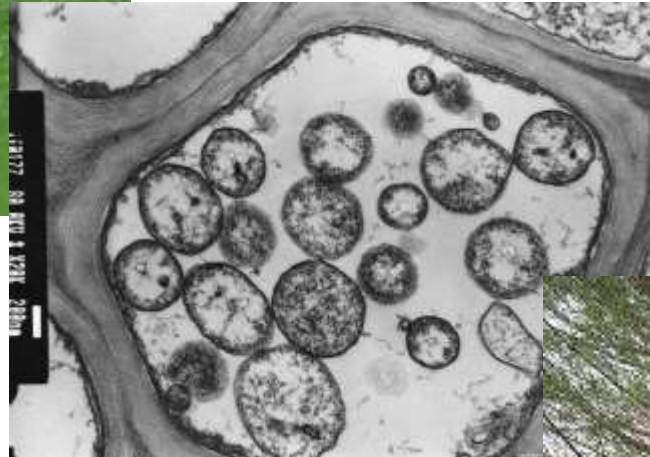


Phytoplasma protein effector SAP11 enhances insect vector reproduction by manipulating plant development and defense hormone biosynthesis

Akiko Sugio, Heather N. Kingdom, Allyson M. MacLean, Victoria M. Grieve, and Saskia A. Hogenhout¹

Department of Disease and Stress Biology, The John Innes Centre, Norwich NR4 7UH, United Kingdom

Edited* by Detlef Weigel, Max Planck Institute for Developmental Biology, Tübingen, Germany, and approved October 10, 2011 (received for review April 18, 2011)

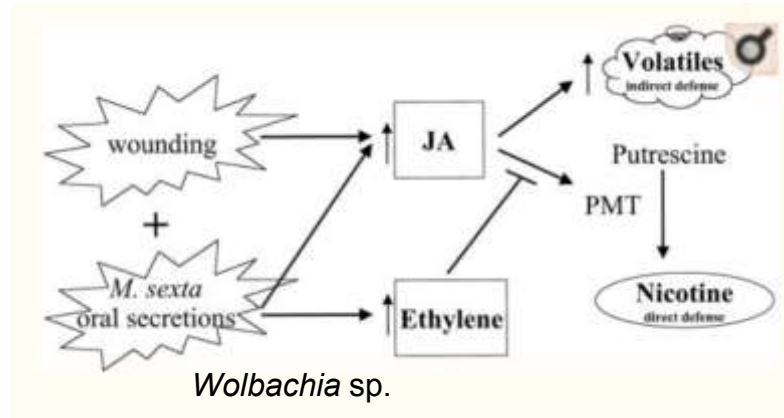


Угнетение синтеза жасмонатов благоприятствует развитию цикадок, которые служат микоплазмам в качестве вектора и, возможно, второго хозяина.

Многокомпонентный иммунитет биоценоза (биополитика)



Manduca sexta

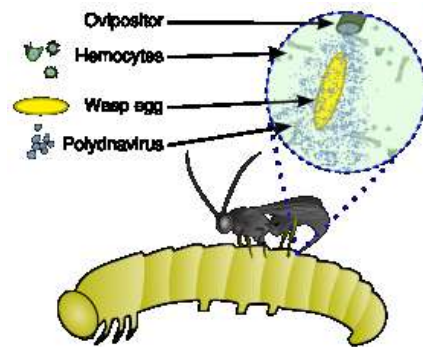


Winz, Baldwin, 2001



Cotesia congregata

Выделение гексеналей при поранении, привлечение хищников



Polydnaviruses

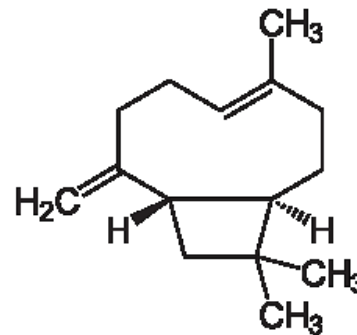


Кукурузный корневой точильщик *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Western Corn Rootworm)



Выделение терпеноидов
привлекает хищных нематод

*Heterorhabditis
bacteriophora*



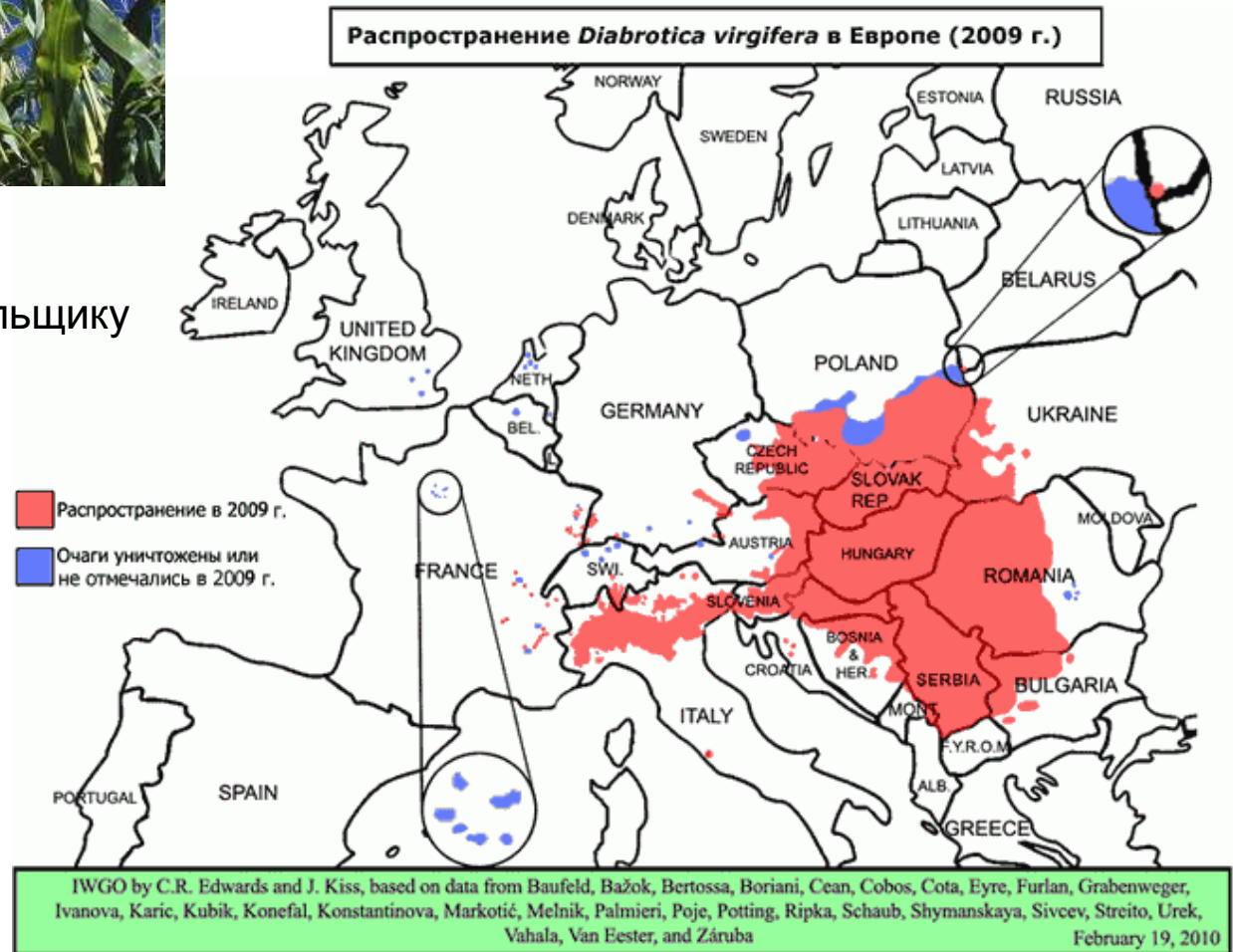
бета-кариофиллен



Распространение корневого точильщика во время Югославской войны.



Кукуруза от «Монсанты»,
устойчивая к корневому точильщику



Микотоксины как бонус от служебной инфекции



Пыльная головня



Больной антониевым огнем



Спорынья

Фанатичными участниками первого крестового похода 1096 года 1096 года были бедные крестьяне из районов, наиболее сильно пострадавших в эпидемии «священного огня» 1094 года в рейнских районах.

Событиям 1789 года предшествовала необычайно суровая для Франции зима, которая ослабила сопротивляемость озимой ржи, а влажное лето благоприятствовало размножению спорыньи.



Роль патогенов во внутривидовой конкуренции

Commensal pathogens as a source of a coexistence mechanism



Hilla Behar, Yoram Louzoun*

Gonda Brain Research Center and Department of Mathematics, Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel

HIGHLIGHTS

- Coexistence can emerge through spatial segregation in the presence of mutually lethal viruses.
- Coexistence can only emerge in discrete stochastic simulations.
- In two dimensions, one dimensional domain walls emerge to produce large uni-population domains.

Journal of Animal Ecology 2000, **69**, 829–840

The role of shared parasites in the exclusion of wildlife hosts: *Heterakis gallinarum* in the ring-necked pheasant and the grey partridge

D. M. TOMPKINS*, J. V. GREENMAN†, P. A. ROBERTSON‡ and P. J. HUDSON*

**Institute of Biological Sciences, University of Stirling, Stirling, FK9 4LA*; †*Department of Computing Science and Mathematics, University of Stirling, Stirling, FK9 4LA*; and ‡*Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, YO41 1LZ, UK*



Review

TRENDS in Ecology and Evolution Vol.19 No.7 July 2004

Full text provided by www.sciencedirect.com



Roles of parasites in animal invasions

John Prenter¹, Calum MacNeil¹, Jaimie T.A. Dick¹ and Alison M. Dunn²

¹School of Biology and Biochemistry, Queen's University Belfast, MBC, 97 Lisburn Road, Belfast, UK, BT9 7BL

²Centre for Biodiversity and Conservation, School of Biology, University of Leeds, Leeds, UK, LS2 9JT

Патологические состояния возникают при атаке восприимчивого организма со стороны конкурирующей патосистемы.

Commensal pathogens as a source of a coexistence mechanism



Hilla Behar, Yoram Louzoun *

Gonda Brain Research Center and Department of Mathematics, Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel

H I G H L I G H T S

- Coexistence can emerge through spatial segregation in the presence of mutually lethal viruses.
- Coexistence can only emerge in discrete stochastic simulations.
- In two dimensions, one dimensional domain walls emerge to produce large uni-population domains.

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received 23 May 2014

Received in revised form

19 January 2015

Accepted 25 January 2015

Available online 4 February 2015

Keywords:

Allopatric speciation

Spatial segregation

Host virus interaction

Stochastic process

Coexistence

A B S T R A C T

Most known organisms carry commensal viruses or bacteria. These parasites are often treated as an inevitable nuisance. We here show that they may be essential for the survival of the host species, and may actually be the force driving speciation.

Viruses that do not hurt their natural host but are deadly for other species have been argued to facilitate invasion. We show using a generic SIR model that the opposite may be the general case. Such viruses may be the force sustaining multiple distinct populations through spatial segregation, in the absence of physical barriers. This segregation protects the hosts against invasion by neighboring, possibly more fit, populations. The virus induced segregation can eventually lead to allopatric speciation, with no animal dispersal, geographical changes or human activities.

We further propose a speculative mechanism, where the introduction of a new virus to a population with a heterogeneous response (based for example on the MHC polymorphism) may lead to the segregation of distinct sub-populations reacting to different strains of the virus. The existence of such a mechanism will require further experimental validation.

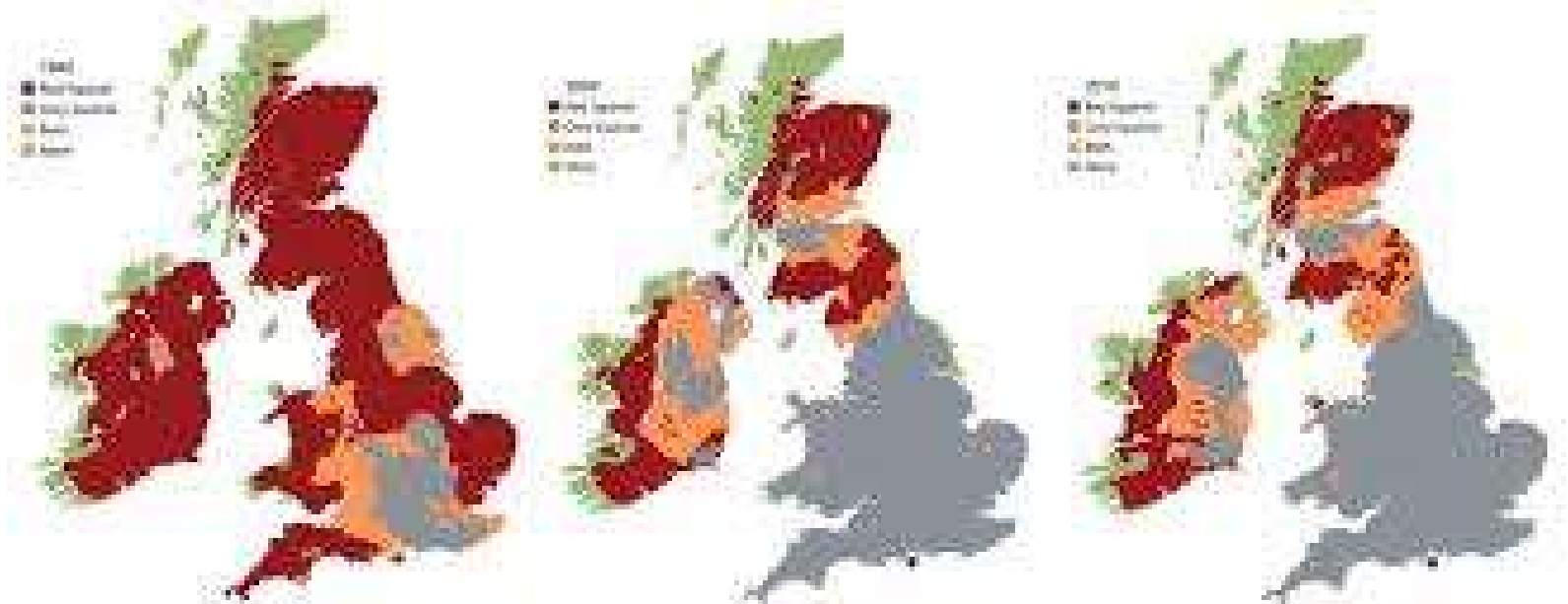
© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Патологические состояния возникают при атаке восприимчивого организма со стороны конкурирующей патосистемы.





CHANGES IN RED SQUIRREL DISTRIBUTION SINCE 1845



Commensal pathogens as a source of a coexistence mechanism



Hilla Behar, Yoram Louzoun*

Gonda Brain Research Center and Department of Mathematics, Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel

HIGHLIGHTS

- Coexistence can emerge through spatial segregation in the presence of mutually lethal viruses.
- Coexistence can only emerge in discrete stochastic simulations.
- In two dimensions, one dimensional domain walls emerge to produce large uni-population domains.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 May 2014

Received in revised form

19 January 2015

Accepted 25 January 2015

Available online 4 February 2015

Keywords:

Allopatric speciation

Spatial segregation

Host virus interaction

Stochastic process

Coexistence

ABSTRACT

Most known organisms carry commensal viruses or bacteria. These parasites are often treated as an inevitable nuisance. We here show that they may be essential for the survival of the host species, and may actually be the force driving speciation.

Viruses that do not hurt their natural host but are deadly for other species have been argued to facilitate invasion. We show using a generic SIR model that the opposite may be the general case. Such viruses may be the force sustaining multiple distinct populations through spatial segregation, in the absence of physical barriers. This segregation protects the hosts against invasion by neighboring, possibly more fit, populations. The virus induced segregation can eventually lead to allopatric speciation, with no animal dispersal, geographical changes or human activities.

We further propose a speculative mechanism, where the introduction of a new virus to a population with a heterogeneous response (based for example on the MHC polymorphism) may lead to the segregation of distinct sub-populations reacting to different strains of the virus. The existence of such a mechanism will require further experimental validation.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

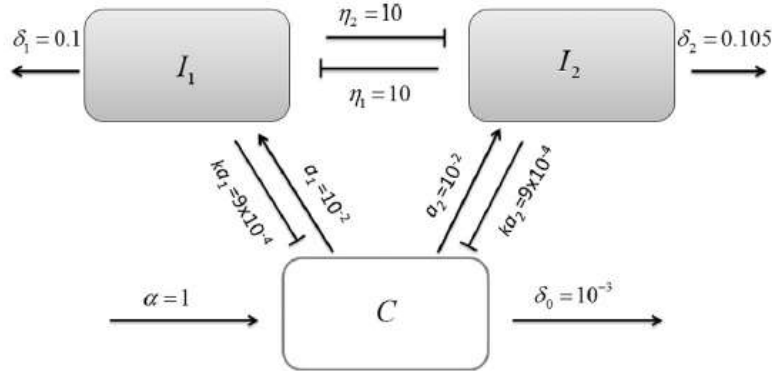


Fig. 1. Description of the system with two populations (I_1, I_2), where both populations consume the same resource (C). Each population is killed by the other strain.

The equivalence between the solutions of System (2) and System (3) is discussed in details in [Supplementary material B](#). This model is schematically presented in [Fig. 1](#).

2.2. ODE and PDE

The ODEs were solved numerically using the adaptive step Matlab 4th/5th order Runge Kutta ([Jameson et al., 1981](#)), as applied in the Matlab ([Guide, 1998](#)) ode45 function assuming non-stiff equations. The PDEs were solved using a 4th order Runge Kutta scheme. Diffusion was performed by assigning each agent (host/resource) a constant probability to jump to the neighboring lattice site in each time interval.

2.3. Simulation

- (B) The two populations can survive.
- (C) Only the first population survives.
- (D) Only the second population survives.

A detailed analysis of these solutions and their stability can be found in [Supplementary material C](#). An interesting aspect of this system is that following the cross inhibition of the two populations. A necessary and sufficient condition for the existence of both fixed points (C) and (D) is that the zero population fixed point (A) is unstable. In such a case, the two populations cannot coexist.

The stability condition for the two single population solutions is ([Fig. 2](#))

$$\begin{cases} (a) & \alpha a_i - \delta_0 \delta_i > 0 \\ (b) & \delta_2 - \delta_1 < \eta_1 \frac{\alpha a_2 - \delta_0 \delta_2}{k a_2 \delta_2} \\ (c) & \delta_1 - \delta_2 < \eta_2 \frac{\alpha a_1 - \delta_0 \delta_1}{k a_1 \delta_1} \end{cases} \quad \text{for } i = 1, 2 \quad (4)$$

This is approximately in agreement with the classical niche theories predicting that in the presence of a single resource a single species survives ([Austin, 1985](#)), with the basic difference that in the current model, the final state of the system is determined by its initial condition and typically the larger population will take over the smaller one, even if the smaller population has a higher fitness ([Fig. 2](#)). The two single population solutions are stable to small perturbations, since one needs a large enough perturbation of the system to allow one Infected population to take over a system dominated by the other infected population. In the following sections, we assume that all the parameters are equal ($a_1 = a_2; \eta_1 = \eta_2$), except for the death rate ($\delta_1 \neq \delta_2$). We assume that the first population has some advantage over the second population ($\delta_1 < \delta_2$). The results presented here can be obtained similarly when other parameters vary between the two populations.

(Durrett and Levin, 1994). The end state of the dynamics is always uniform, since the current model does not sustain Turing instability. The PDE results and a discussion about the Turing instability are described in Supplementary material D.

3.3. Stochastic models of split space are stable in 1D and split 2D

PDEs can misrepresent the dynamics. We have recently shown that systems that do not sustain two parallel steady states in the PDE description can sustain one in the stochastic discrete description of the same system (Behar et al., 2012, 2014). We here show that such a difference induces in this model segregation and coexistence.

When the same system is described by discrete stochastic reactions, completely different types of dynamics emerges. We define the model by a set of discrete stochastic interactions; the variables now represent numbers of cells instead of densities; the two populations are characterized by the following production and death reactions:

- $i_j + c \xrightarrow{a_j} i_j + i_j + c; \quad j = 1, 2$
- $i_j \xrightarrow{\delta_j} \emptyset; \quad j = 1, 2$

where i_1 and i_2 are units of the populations I_1 and I_2 respectively, and c is a unit of resources. Values above the arrows represent the reaction probabilities per unit time. The resources are produced and die naturally. In addition the resources are also consumed by both populations in discrete, stochastic events

- $\emptyset \xrightarrow{\alpha} c$
- $c \xrightarrow{\delta_0} \emptyset$
- $c + i_j \xrightarrow{k_{aj}} i_j; \quad j = 1, 2$

Finally, diffusion is performed through a random walk of populations and resources to a randomly chosen neighboring site, with diffusion rates of D_I and D_C respectively. Diffusion was performed by assigning each agent (host/resource), a constant

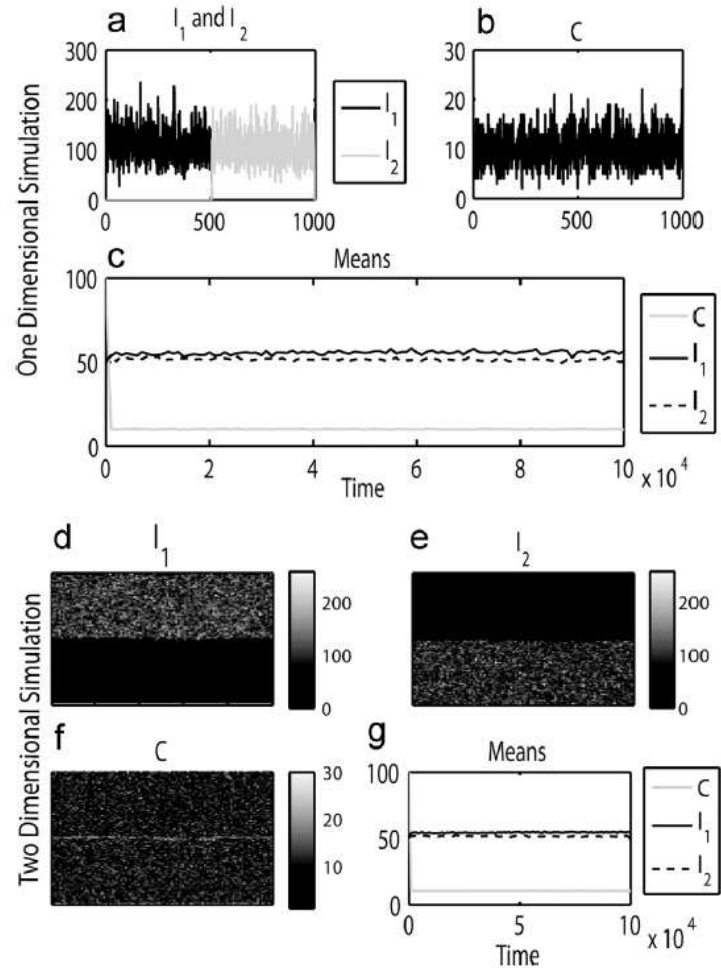


Fig. 3. The stochastic results of model (3) in one and two dimensional grid. (a) Hosts concentration as a function of position at the final time point, in a one-dimensional grid. (b) Resources concentration as a function of position at the final time point, in a one-dimensional grid. (c) Hosts and resource average densities as a function of time in a one-dimensional grid. (d,e) Hosts concentration at the end of the simulations, in a two dimensional grid. (f) Resources concentration at the end of the simulations, in a two dimensional grid. (g) Resources concentration at the end of the simulations, in a two dimensional grid.

Преимущества патосистем

Специфичные патогены защищают хозяев от инвазии конкурирующих видов.

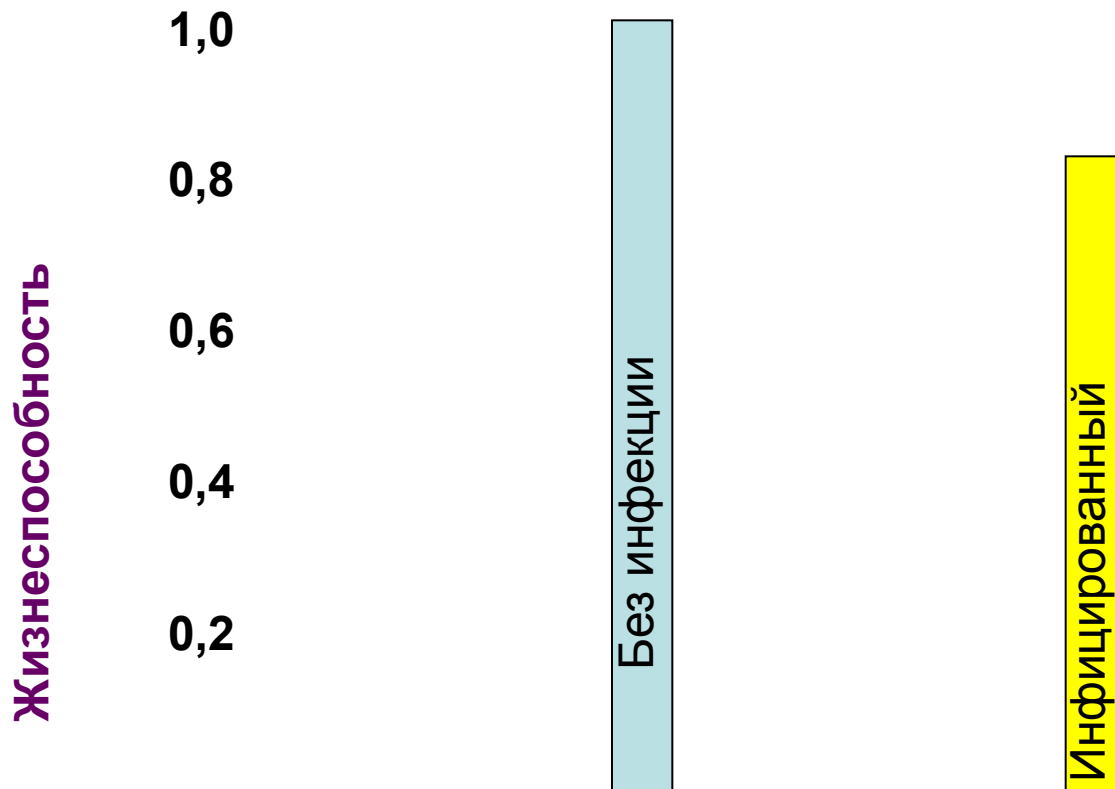


Наличие большого количества мух цеце спасло большую часть Африки от перевыпаса и эрозии почв, обычно вызываемой крупным рогатым скотом.

Патогены широкого круга хозяев могут использоваться в межвидовой борьбе во взаимоотношениях хищников с их жертвами.

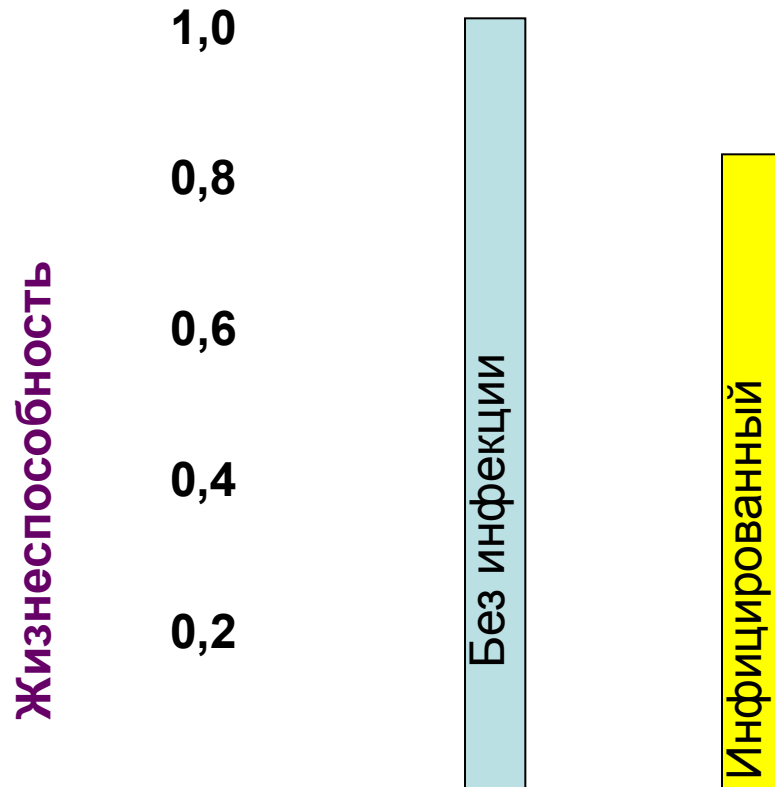


Роль инфекции во внутривидовой конкуренции



Роль инфекции во внутривидовой конкуренции

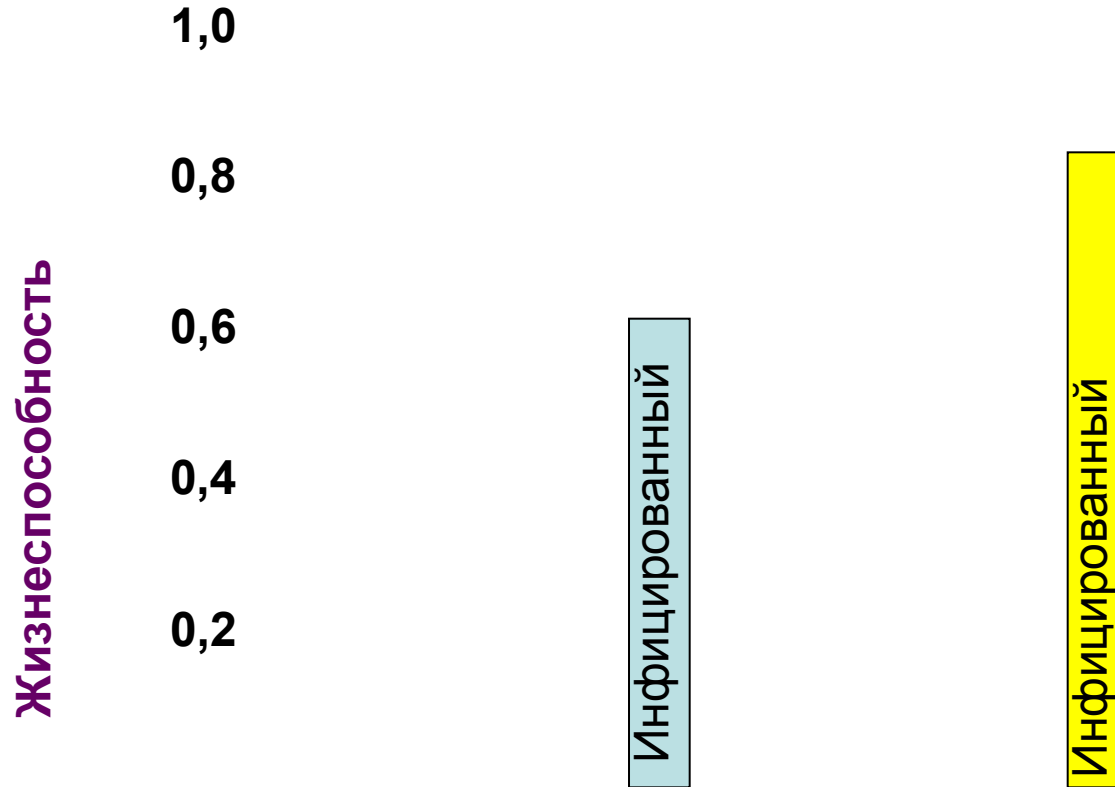
Влияние на жизнеспособность особей



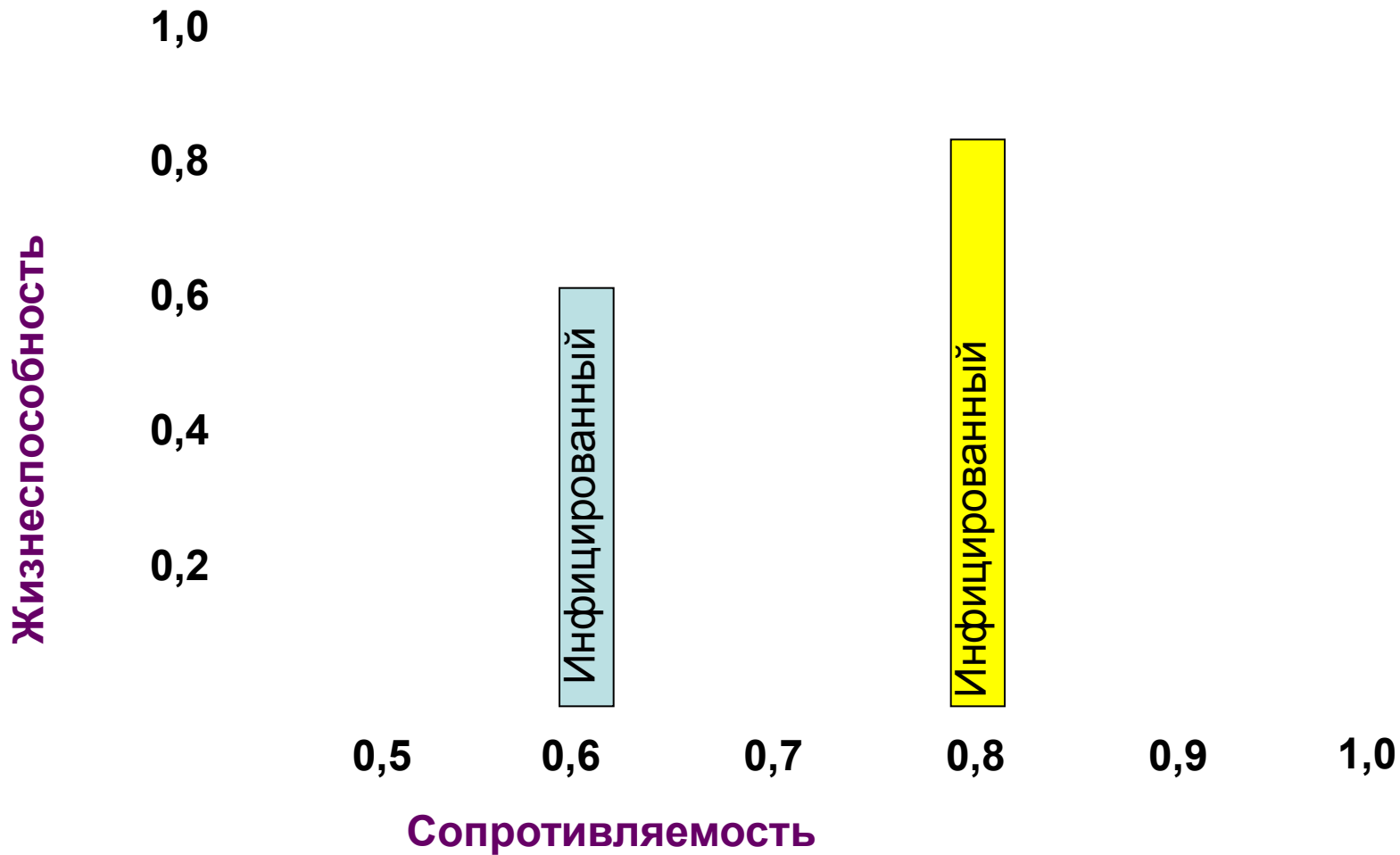
Элиминация патогена в результате гибели хозяина или его поражения в конкуренции

Естественный отбор должен элиминировать всех паразитов вместе с их носителями.

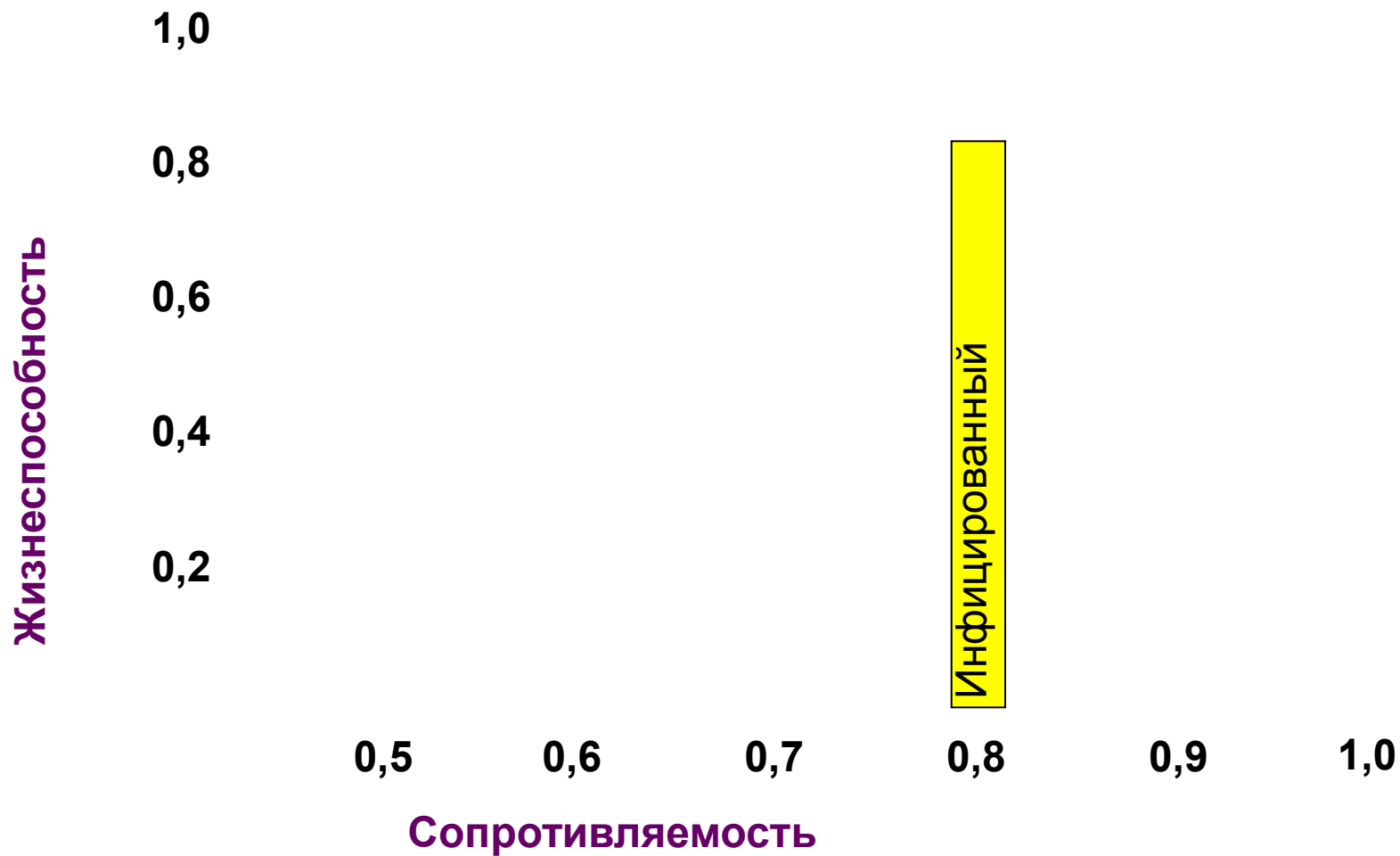
Влияние инфекции на жизнеспособность особей при распространении патогена в популяции.



Влияние инфекции на жизнеспособность особей



Влияние инфекции на жизнеспособность особей



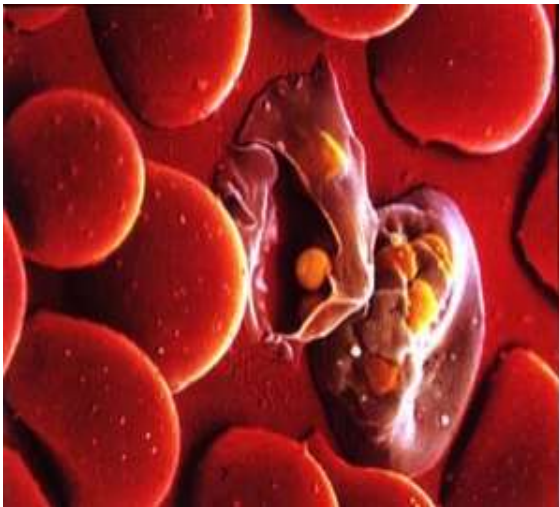
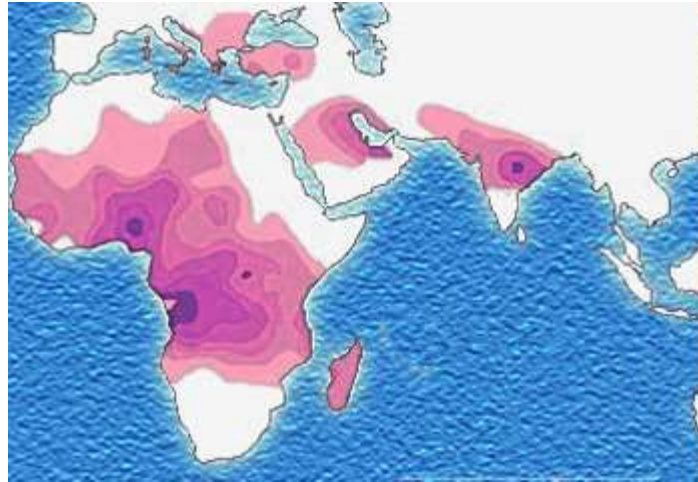
Паразиты с контролируемой вирулентностью облегчают вытеснение конкурентов и распространение хозяев по территории, занятой восприимчивыми популяциями вне зависимости от их адаптационных преимуществ.



Встреча Кортеса и Монтесумы

Положение Кортеса при осаде Теночтитлана в 1520 году сильно упрочила эпидемия гриппа, оспы, кори и сыпного тифа завезенных испанцами, к которым у местного населения не было иммунитета.

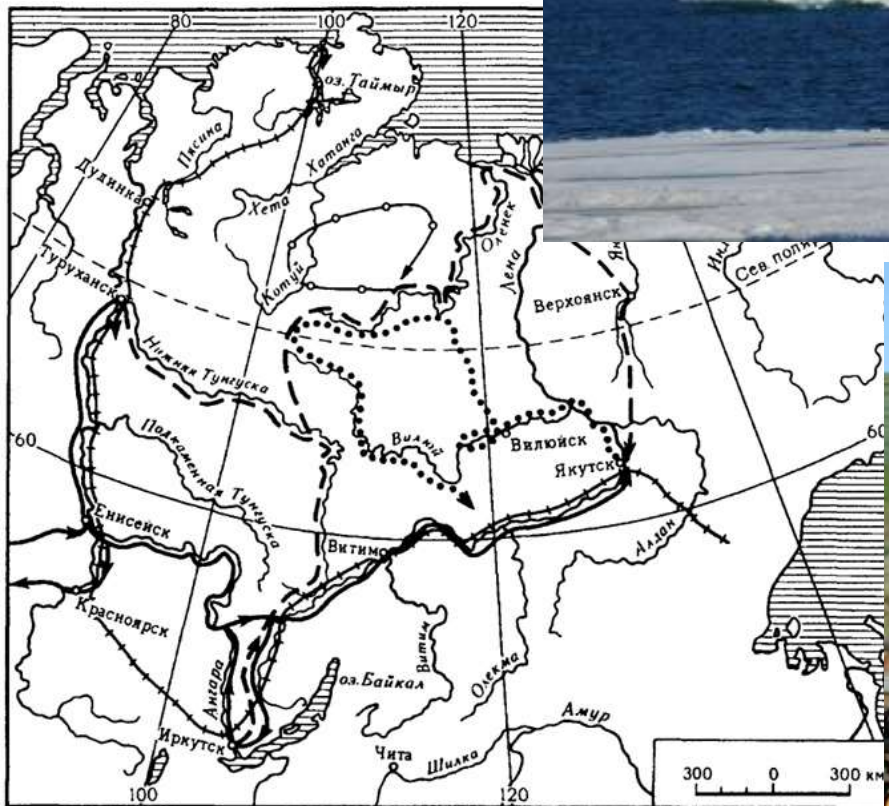
Регионы распространения серповидно-клеточной анемии



Малярийный
плазмодий



Устойчивые
гетерозиготы



Экологические преимущества патосистем

Специфичные патогены защищают хозяев от инвазии близких конкурирующих видов.

Паразиты с контролируемой вирулентностью облегчают носителям вытеснение конкурентов и распространение по территории, занятой восприимчивыми популяциями вне зависимости от их конкурентных преимуществ.

В естественной природе организмы-хозяева заинтересованы в сохранении разнообразия специфичных патогенов и увеличении их вирулентности, в связи с чем, *появление новых высоковирулентных вариантов патогенов является неизбежным.*

Возможные причины инфекционных заболеваний

1. Патологические состояния возникают при атаке восприимчивого организма со стороны конкурирующей патосистемы.
2. Сочетание несбалансированных генотипов паразита и хозяина (плата за совершенствование вооружения и средств его контроля).
3. Выход патогена из под контроля в результате естественного или искусственного снижения иммунитета

ВЫВОДЫ

Разнообразие патогенов в различных биоценозах является результатом длительной коэволюции паразитов и хозяев и экологически оправдано.

Вероятно, все организмы имеют физиологические программы обеспечения поселения (инвазии), носительства (персистенции) и передачи следующему поколению специфичных патогенов (паразитов);

Задача иммунной системы заключается в элиминации неспецифичных патогенов (от конкурирующих видов) и контроле вирулентности специфичных.

Элиминация специфичных патогенов (терапия) может приводить к изменению (ухудшению) иммунных и конкурентных свойств организма-хозяина.

Все биоценозы имеют мощные механизмы противодействия как естественной так и искусственной интродукции. Вспышки заболеваний являются результатом нарушения экосистем (монокультуры) и изменения иммунного статуса человека, домашних животных и культурных растений.



Создание и культивирование устойчивых форм, тем самым, создает очаг инфекции для восприимчивых сортов и пород.

в четверг в пять часов дня армия Лаврового переулка пришла на пустырь за кирпичным домом. Стыдно сказать, что это была за армия. Стайка несчастных дошкольников в чистых сандаликах вперемешку с тихими отличниками-первоклашками.

И перед этой несчастной армией стояло войско проходного двора, вооружённое по последнему слову техники всякими самострелами и пугачами, а во главе войска стоял сам Семён Семёнов, дважды второгодник и круглый двоечник.

— Во избежание бессмысленного кровопролития предлагаю вам сдаться на милость победителя. Впрочем, можно считать, что вы уже сдались, так как пришли без оружия.

— Нет! — сказали лавровые. — Оружие у нас есть.

— Где же ваше оружие? — смеялись проходные. — Покажите.

И тогда армия Лаврового переулка расступилась и проходные увидели девчонку Катюку. Катюке было четыре года, и на первый взгляд она была совсем обыкновенная девчонка, только очень сопливая.

— Вот оно, наше оружие! — сказали лавровые. — Оно у нас бактериологическое, микробное. У этой девчонки Катюки страшно заразительная болезнь гонконгский коклюш. Микробы в ней кишмя кишат, в этой Катюке. И сейчас она всех вас позаражает! Катюка, давай!

армия Лаврового переулка расступилась и проходные увидели девочку Катю. Катю было четыре года, и на первый взгляд она была совсем обыкновенная девочка, только очень сопливая.

— Вот оно, наше оружие! Оно у нас бактериологическое, микробное. У этой Катюшки страшно заразительная болезнь гонконгский коклюш. Микробы в ней кишмя кишат. И сейчас она всех вас позаражает! Катюшка, давай!



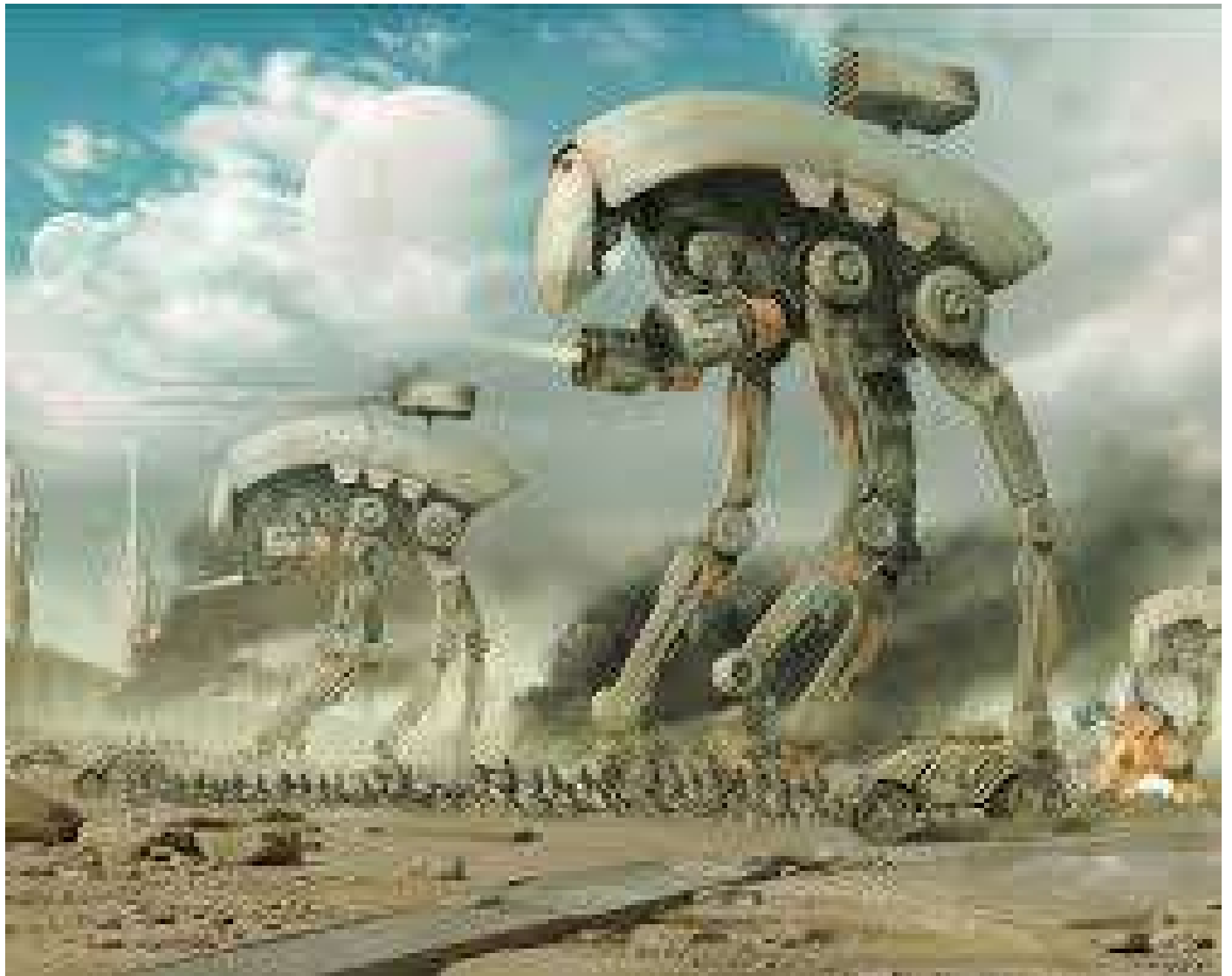
Уююй! Уююй! Ууууу!

Это была победа! Войско проходного двора во главе со своим дважды
второгодником так удирало, так улепётывало, так разбегалось... Нет!
Об этом нельзя рассказать. Это надо было увидеть!



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!







Все произошло так, как и я, и многие люди могли бы предвидеть, если бы ужас и паника не помрачили наш разум. Эти зародыши болезней уже взяли свою дань с человечества еще в доисторические времена, взяли дань с наших прародителей-животных еще тогда, когда жизнь на Земле только что начиналась.



Благодаря естественному отбору мы развили в себе способность к сопротивлению; мы не уступаем ни одной бактерии без упорной борьбы, а для многих из них наш организм совершенно неуязвим. На Марсе, очевидно, не существует бактерий, и как только явившиеся на Землю пришельцы начали питаться, наши микроскопические союзники принялись за работу, готовя им гибель.

Когда я впервые увидел марсиан, они уже были осуждены на смерть, они уже медленно умирали и разлагались на ходу. Это было неизбежно. Заплатив миллионами жизней, человек купил право жить на Земле, и это право принадлежит ему вопреки всем пришельцам. Оно осталось бы за ним, будь марсиане даже в десять раз более могущественны. Ибо человек живет и умирает не напрасно.

Species Interactions and the Evolution of Sex

Sarah P. Otto^{1*} and Scott L. Nuismer²

The Red Queen hypothesis posits that sex has evolved in response to the shifting adaptive landscape generated by the evolution of interacting species. Previous studies supporting the Red Queen hypothesis have considered a narrow region of parameter space and only a subset of ecological and genetic interactions. Here, we develop a population genetics model that circumscribes a broad array of ecological and genetic interactions among species and derive the first general analytical conditions for the impact of species interactions on the evolution of sex. Our results show that species interactions typically select against sex. We conclude that, although the Red Queen favors sex under certain circumstances, it alone does not account for the ubiquity of sex.

Interactions between species are as diverse as they are pervasive. Whether between malaria and humans or pollinating bees and orchids, species interactions are unique in their capacity to spur evolutionary change, with each species responding to changes in others. The result is a continual process of adaptation and

First, most of these simulations have focused on a single type of ecological interaction governed by a particular set of genetic rules. Second, because of the large number of parameters in these models, simulations have explored a narrow region of parameter space, focusing on very strong selection, two select-

Половое размножение поддерживается поскольку оно повышает способность виду отвечать на изменения окружающей среды.

Противоречие Ридли:

Относительно эволюционной системы виду необходимо постоянное изменение и адаптация, чтобы поддерживать его существование в окружающем биологическом мире, постоянно эволюционирующем вместе с ним.

Организмы постоянно ведут циклическую гонку вооружений со своими паразитами, и половое размножение позволяет передать гены, которые в настоящее время не приносят пользу, но на фоне вероятного для будущего появления устойчивых для защитных сил организма паразитов могут помочь в борьбе с ними.

Противоречие гипотезы в том, что естественный отбор действует в настоящее время, а положительные последствия полового размножения должны проявиться в будущем.



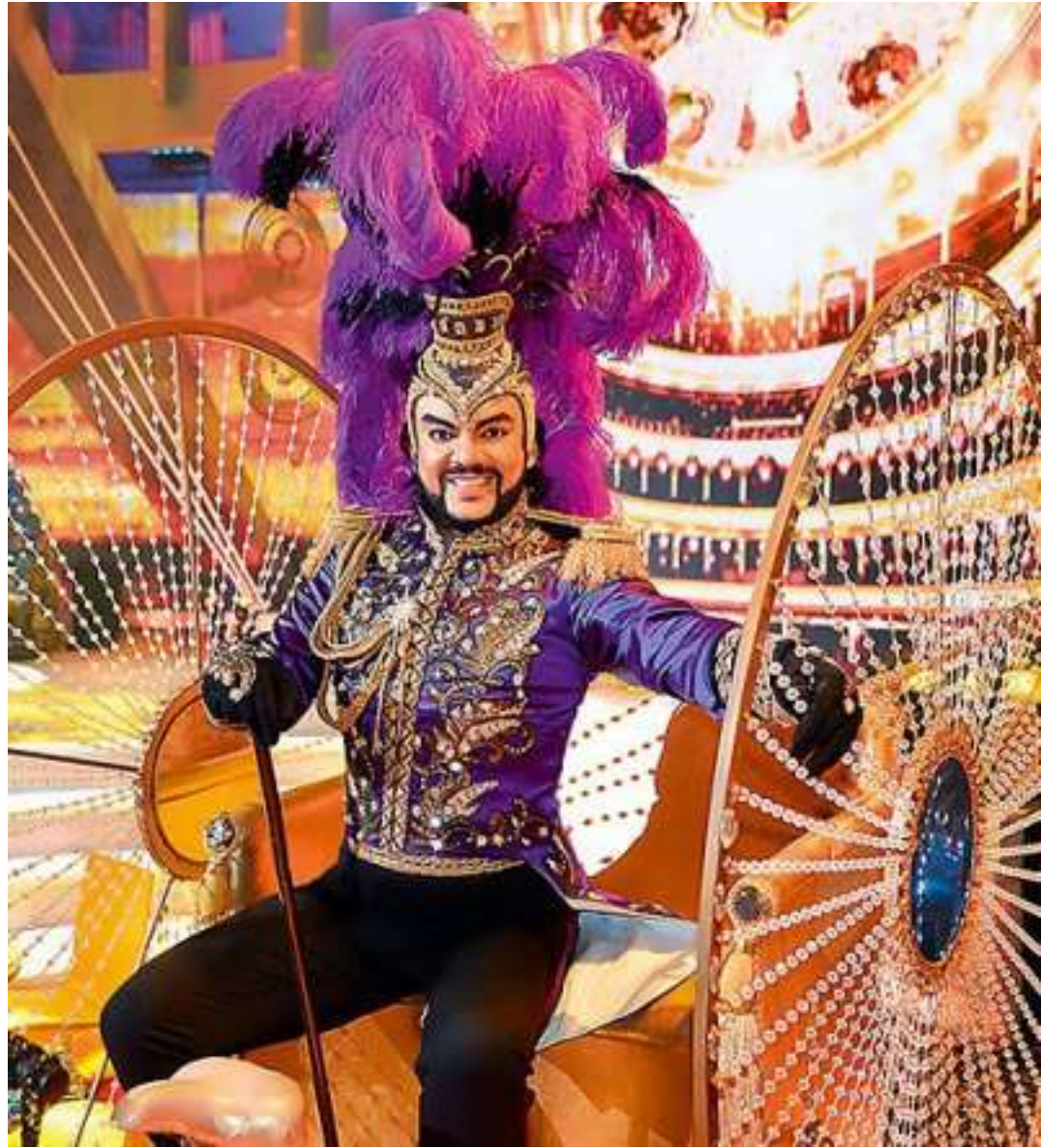
Вместе с тем, половое поведение требует непроизводительных затрат



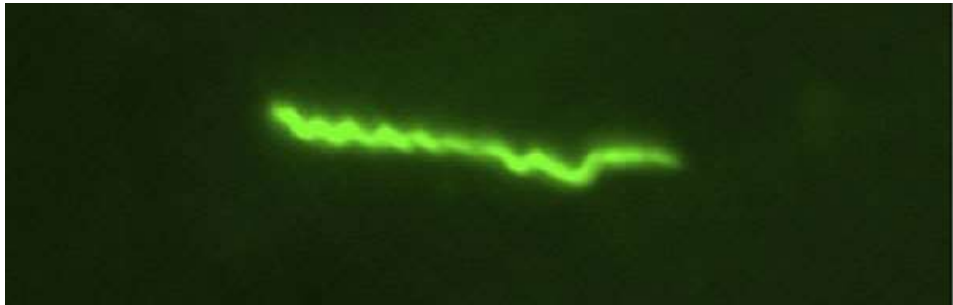


















Ngovantrii Leiolepis



Планета одуванчиков



Противоречие может быть снято, если предположить, что гонка вооружений идет не между паразитом и хозяином а между конкурирующими патосистемами, периодически обменивающимися своими патогенами.

Вирулентность паразита (вооружение) является общим достоянием патосистемы; ради этого популяция патосистем готова жертвовать некоторым количеством восприимчивых особей макроорганизма.

Половой процесс позволяет распространять детерминанты иммунитета, формировать и поддерживать устойчивые генотипы и соответствующие им вирулентные формы микросимбионтов.

Эволюционная роль патосистем

Изменчивость факторов вирулентности и соответствующих факторов иммунитета может приводить к разделению популяций по данным признакам и способствует образованию новых видов в отсутствии географических барьеров.

Поддержание иммунного статуса требует постоянной циркуляции генетического материала посредством полового размножения, что благоприятно отражается на эволюции вида в целом.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

