

ООО «Научно-внедренческое предприятие «БашИнком»

**Институт биохимии и генетики Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук**

Хайруллин Р.М.

**Препараты на основе бактерий *Bacillus subtilis* -
многофункциональные эффективные инструменты
агронома в органическом земледелии**

Уфа-2026

Объем применения пестицидов в России, тыс. т.



В России используется 95 запрещенных в ЕС действующих веществ пестицидов в составе не менее 880 препаратов.

Численность населения в России на 01.01.2025 г. – 146 млн. человек.

В среднем на одного россиянина приходилось 1,897 кг пестицида!

Топ 5 регионов России по объемам применения пестицидов на первый квартал 2025 г.

1	Краснодарский край	601 тонна
2	Республика Башкортостан	509 тонн
3	Ставропольский край	348 тонн
4	Ростовская область	295 тонн
5	Белгородская область	258 тонн

В 2024 г. объем применения минеральных удобрений составил 3,6 млн. т, 77 кг/га.
Под посадки картофеля вносили 519 кг/га, овощей - 242 кг/га

Биометод - альтернатива химическим средствам защиты растений

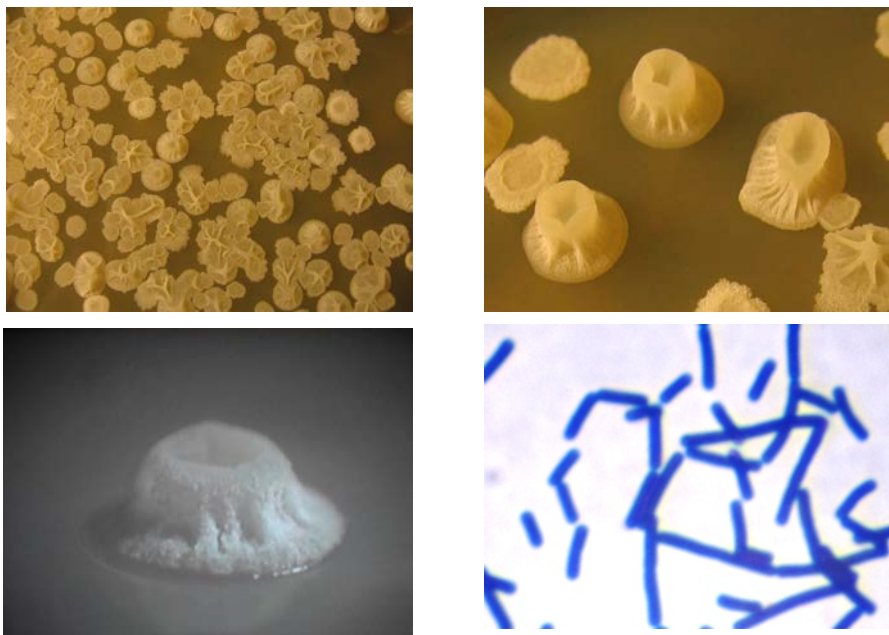
Коммерческие биопрепараты на основе *Bacillus* spp. для стимуляции роста и защиты растений (Ласточкина О.В., 2021)

Вид, штамм	Название	Производитель
<i>B. subtilis</i> 26Д	Фитоспорин-М	«НВП БашИнком», Россия
<i>B. subtilis</i> Ч-13	БисолбиСан	ВНИИСХМ, Россия
<i>B. subtilis</i> 63-Z	Баксис	«Инвиво», Россия
<i>B. subtilis</i> ИПМ215	Бактофит	«Сиббиофарм», Россия
<i>B. subtilis</i> В-10 ВИЗР	Алирин-Б	«АгроБиоТехнология», Россия
<i>B. subtilis</i> М-22 ВИЗР	Гамаир	«АгроБиоТехнология», Россия
<i>B. subtilis</i> ВКМ-В-2604D, <i>B. subtilis</i> ВКМ-В-2605D	Витаплан	ВИЗР, Россия
<i>B. subtilis</i> GB03	Quantum-400	«Ecological Laboratories, Inc.», США
<i>B. subtilis</i> QST713	Serenade	«AgraQuest, Inc.», США
<i>B. subtilis</i> улуч. GB03	Alinit, Kodiak	«Gustafson, Inc.», США
<i>B. subtilis</i> MBI600	Subtilex	«Becker Underwood, Inc.», США
<i>B. subtilis</i>	Companion	«Growth Products, Ltd.», США
<i>B. subtilis</i>	Cease	«BioWorks, Inc.», США
<i>B. subtilis</i>	Pro-Mix	«Premier Horticulture, Inc.», Канада
<i>B. velezensis</i> ABi19	FZB24	«ABITEP GmbH», Германия
<i>B. subtilis</i>	Bio Safe	«Lab. Biocontrole Farroupilha», Бразилия
<i>B. subtilis</i>	Ecoshot	«Kumiai Chemical Industry», Япония
<i>B. subtilis</i>	Biosubtilin	«Biotech International, Ltd.», Индия
<i>B. amyloliquefaciens</i>	BioYield	«Gustafson, Inc.», США
<i>B. amyloliquefaciens</i> ,	Rhizocell GC	«Lallemand Plant Care», Франция
<i>B. velezensis</i> FZB42	RhizoVital® 42	«ABITEP GmbH», Германия
<i>B. velezensis</i> FZB45	RhizoVital® 45	«ABITEP GmbH», Германия
<i>B. atropheus</i> Abi05	RhizoFert®	«ABITEP GmbH», Германия
<i>B. pumilus</i>	Yield Shield	«Bayer CropScience», США
<i>B. pumilus</i>	Ballad Plus	«AgraQuest, Inc.», США
<i>B. pumilus</i>	Sonata	«AgraQuest, Inc.», США
<i>B. licheniformis</i>	EcoGuard®	«Novozymes A/S», Дания
<i>B. velezensis</i>	Botrybel	«Agricaldes», Испания
<i>B. megaterium</i>	Symbion-P	«T. Stanes & Co., Ltd.», Индия
<i>Bacillus</i> sp.	Sublic	«ELEP Biotechnologies», Италия
<i>Bacillus</i> spp.	<i>Bacillus</i> SPP	«Bio Insumos Nativa», Чили

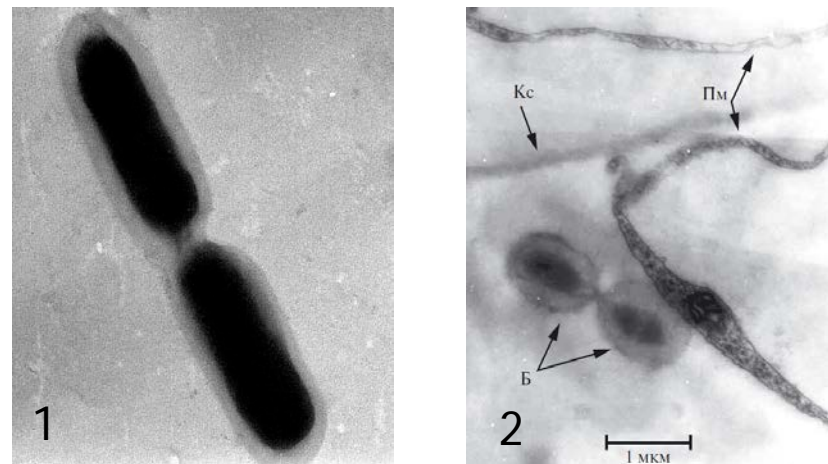
Биометод - альтернатива химическим средствам защиты растений

Представители семейства *Bacillaceae* (филум *Firmicutes*, порядок *Bacillales*), включающего 117 родов, 266 видов, в т.ч. *Bacillus subtilis* наряду с другими видами бактерий широко используются в различных сферах экономики.

Bacillus subtilis - грамположительные аэробные палочки диаметром 0,7-0,8 мкм, длиной 2-3 мкм, встречаются одиночно, попарно или образуют цепочки. Формируют споры округлой формы, стойкие к высоким и низким температурам, засолению, экстремальным значениям pH среды, длительно сохраняют жизнеспособность в почве. Клетки обладают жгутиками и подвижны в жидких и полутвердых средах. Бактерии способны продуцировать различные ферменты (протеазы, амилазы, хитиназы, целлюлазы и др.), антибиотики, фунгициды, фитогормоны и секретировать метаболиты в окружающую среду. Представители этого вида встречаются в различных экологических нишах, множество штаммов используются в хозяйственной деятельности человека, в том числе в растениеводстве, животноводстве и экологии. Особенностью некоторых представителей бацилл является их способность проникать внутрь растений и жить в растительных тканях, не только не нанося вреда хозяину, но и стимулировать его рост, повышать устойчивость к неблагоприятным факторам среды и защищать от болезней и вредных насекомых. Такие бактерии и другие микроорганизмы называются эндофитами.



Морфология колоний и клеток *B. subtilis*

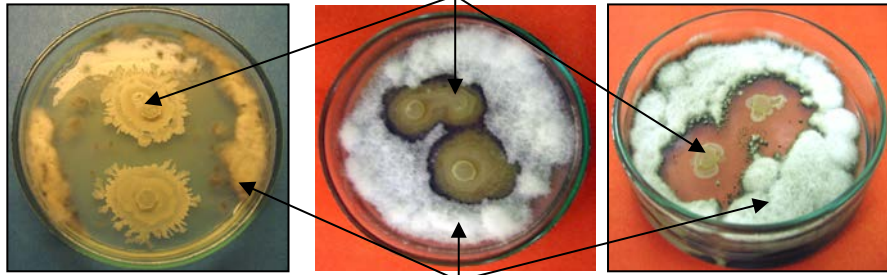


Клетки бактерии-эндофита *B. subtilis* 26Д в культуре (1) и внутри растений картофеля (2). Б – бактерии, Кс – клеточная стенка растения, Пм – плазмалемма (Хайруллин Р.М., Кутлубаев А.А., 2025).

Перспективность использования в сельском хозяйстве препаратов на основе бактерий *Bacillus subtilis* и их метаболитов

1. Широкое распространение бактерии в природе, способствующее выделению полезных штаммов.
2. Безопасность для животных и человека.
3. Подавление развития патогенов растений, животных и человека.
4. Стимуляция роста, развития и устойчивости растений к болезням.
5. Способность мобилизовать в почве труднорастворимые элементы питания растений.
6. Спорообразование и устойчивость спор к действию экстремальных факторов среды.
7. Длительная (несколько лет) сохранность активности споровых препаратов.
8. Технологичность производства препаратов и небольшая себестоимость.
9. Эндифитность штаммов – способность жить внутри растений, в т.ч. с пользой для хозяина.
10. Многолетняя стабильная эффективность препаратов для защиты растений (штамм *B. subtilis* 26Д - препараты хлопкоспорин, фитоспорин более 30 лет!).
11. Возможность использования в различных сферах экономики: растениеводстве, животноводстве, экологии, пищевой индустрии, производстве ферментов и др.

Бактерия *B. subtilis* 26Д

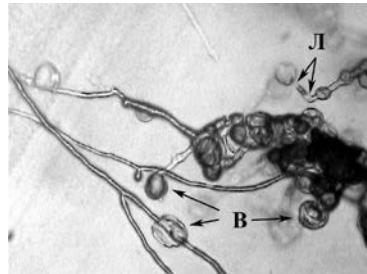
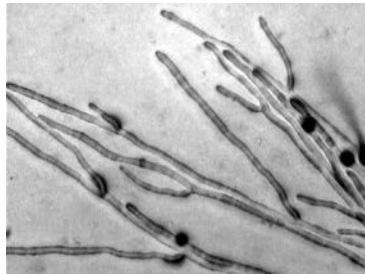
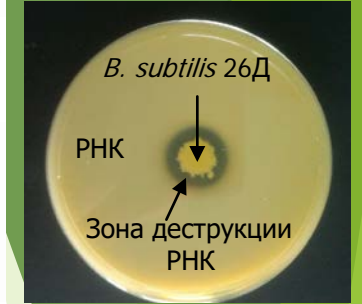
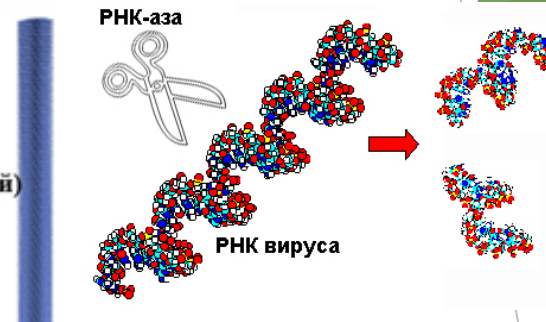


Гриб

Антагонизм *B. subtilis* 26Д к фитопатогенным грибам



Строение РНК-вируса (мозаики табака)



Alternaria brassicicola, контроль *A. brassicicola* + *B. subtilis* 26Д

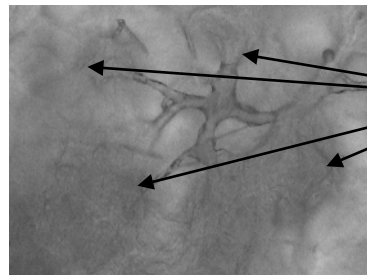
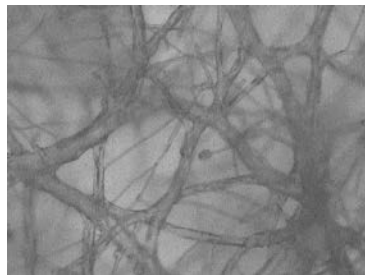
Антибиотики и ферменты *B. subtilis* подавляют рост мицелия грибов и вызывают морфологические изменения на линии фронта



Поражение картофеля вирусом М

Эффективность эндофита *B. subtilis* 26Д в защите растений картофеля от поражения вирусом М (Бурханова Г.Ф. и др., 2019)

Показатель	Контроль (вода)	<i>B. subtilis</i> 26Д
КОЕ/г сырой ткани	0	5×10^5
Поражено растений вирусом М, %	60	18
Пораженных листьев, %/растение	14	1
Урожайность, ц/га	182 ± 12	242 ± 23



«Взрывы»



Злаковая тля *Schizaphis graminum*

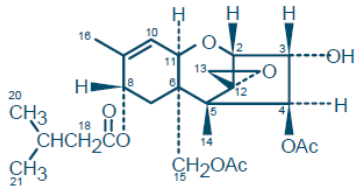
Афицидность эндофита *B. subtilis* 26Д (Веселова С.В. и др., 2019)

Показатель	Вариант обработки	Контроль (вода)	<i>B. subtilis</i> 26Д
Плодовитость, %	Обработка семян	$87,8 \pm 1,9$	$75,5 \pm 2,2$
Смертность, %		$12,2 \pm 1,9$	$24,5 \pm 2,2$
Кoeff. размножения	Прямое влияние суспензии клеток	2,46	1,28
Кoeff. Размножения		2,33	0,73
Афицидность, %		-	$33,8 \pm 7,2$

Fusarium sporotrichioides, контроль

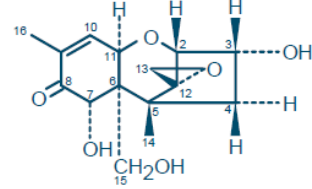
F. sporotrichioides + *B. subtilis* 26Д

Под влиянием метаболитов *B. subtilis* происходит взрывообразный лизис гиф гриба и выброс содержимого в окружающую среду



T-2 токсин

Микотоксины грибов *F. sporotrichioides* и *F. poae*



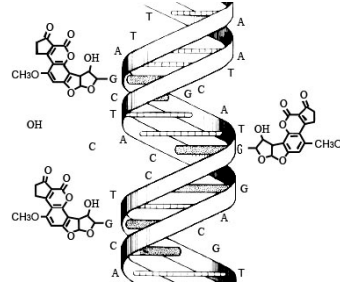
Дезоксиниваленол (ДОН)



Аспергиллы: плесневые грибы – продуценты афлатоксинов

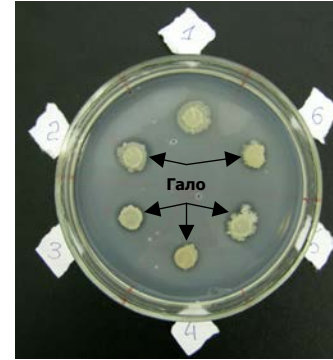


Конъюгация афлатоксина с ДНК



Уменьшение фитотоксичности метаболитов фузариев по отношению к проросткам пшеницы, инокулированным эндофитом *B. subtilis* 26Д (Егоршина А.А., 2012)

Вариант	Средняя длина корня проростка пшеницы, мм			
	<i>F. sporotrichioides</i>	<i>F. poae</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>F. avenaceum</i>
Контроль (среда без фитотоксинов)				
Вода	65±4	62±4	67±5	63±4
<i>B. subtilis</i> 26Д	70±4	65±5	73±3	68±3
+ фитотоксины (культуральный фильтрат)				
Вода	16±1	17±1	15±1	20±1
<i>B. subtilis</i> 26Д	19±2	23±1	31±2	24±2



Растворение фосфата железа штаммами *B. subtilis* (Егоршина А.А., 2012)



Подавление роста колоний патогенов пчел штаммами *B. subtilis*

Отсутствие антагонизма штаммов *B. subtilis* по отношению к азотфиксаторам (Егоршина А.А., 2012)

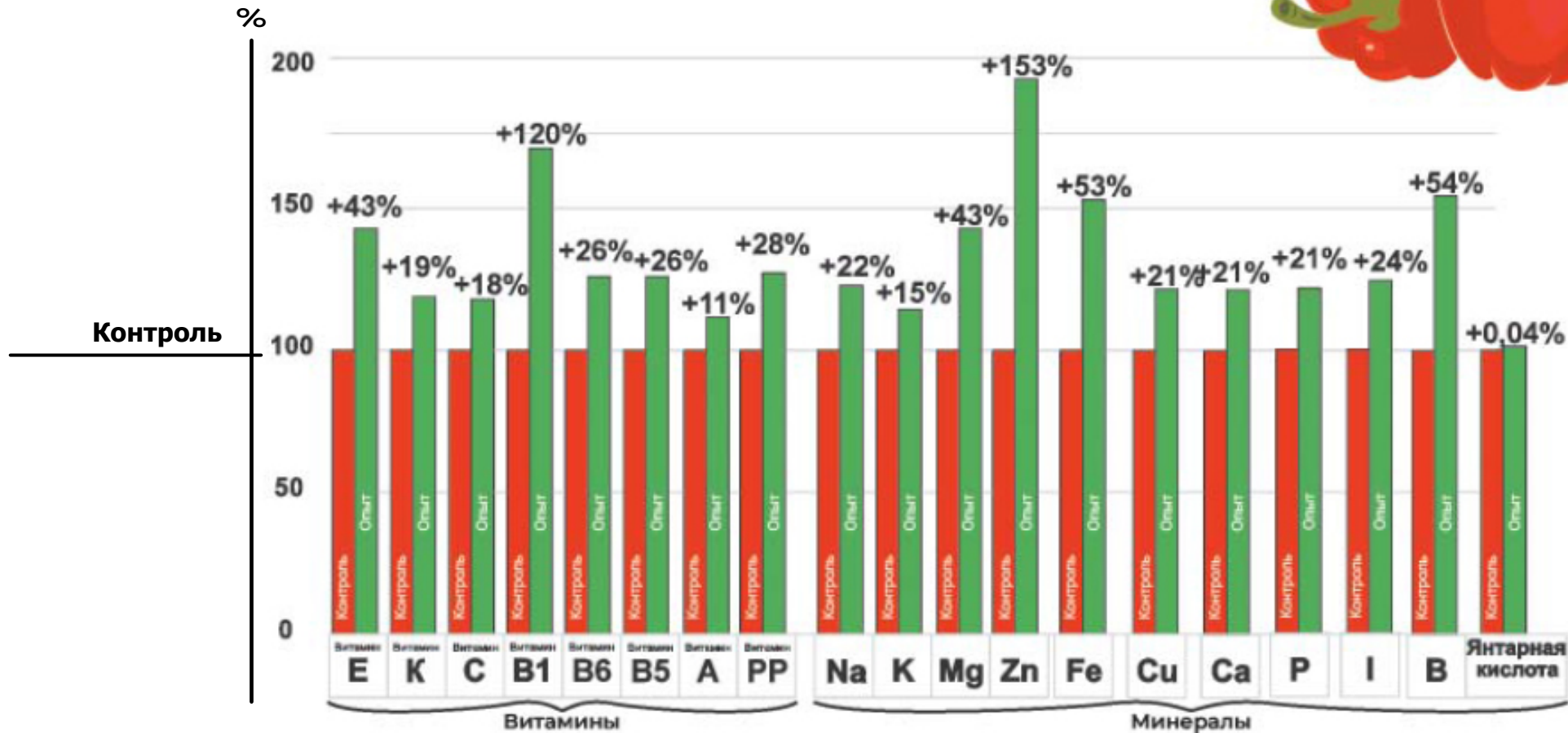
Площадь зоны подавления роста бактерий, мм ²	Штамм <i>B. subtilis</i>	
	11В	26Д
<i>Azospirillum brasilense</i> SR15	Нет антагонизма	
<i>Azospirillum lipoferum</i> Sp59b		
<i>Azospirillum irakense</i> KBC1		
<i>Azotobacter chroococcum</i>		

Продукция органических кислот бактерией *B. subtilis* 26Д (Егоршина А.А., 2012)

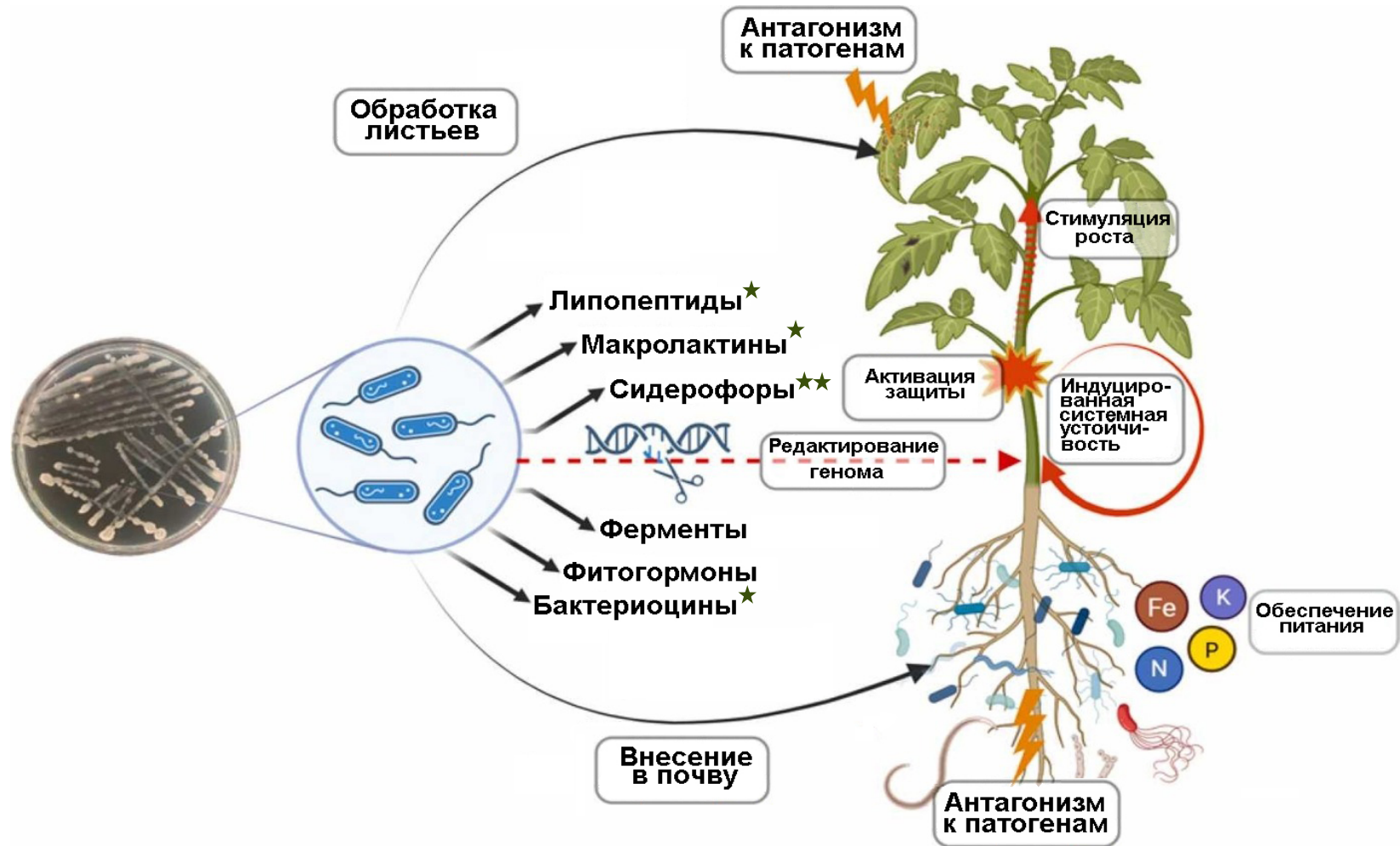
Кислоты	Среда	Результат
Лимонная	Жидкая	Следы
	Плотная	Не обнаружено
Малоновая	Жидкая	Не обнаружено
	Плотная	177 нг/мл
Янтарная	Жидкая	255 нг/мл
	Плотная	Не обнаружено
Щавелевая	Жидкая	Следы
	Плотная	Не обнаружено
Изолимонная	Жидкая	326 нг/мл
	Плотная	Не обнаружено
Молочная	Жидкая	737 нг/мл
	Плотная	269 нг/мл

Влияние бактерии *B. subtilis* на размножение пчел (Туктаров В.Р. и др., 2009)

Группы	Сила семей, улочек	Количество печатного расплода, ячеек×100
Контрольная (сахарный сироп)	9,2±0,8	122,7±6,5
Суспензия штамма <i>B. subtilis</i> 11В	10,6±0,5	132,8±3,5
Препарат «Пчелка»	9,8±0,8	127,2±4,3

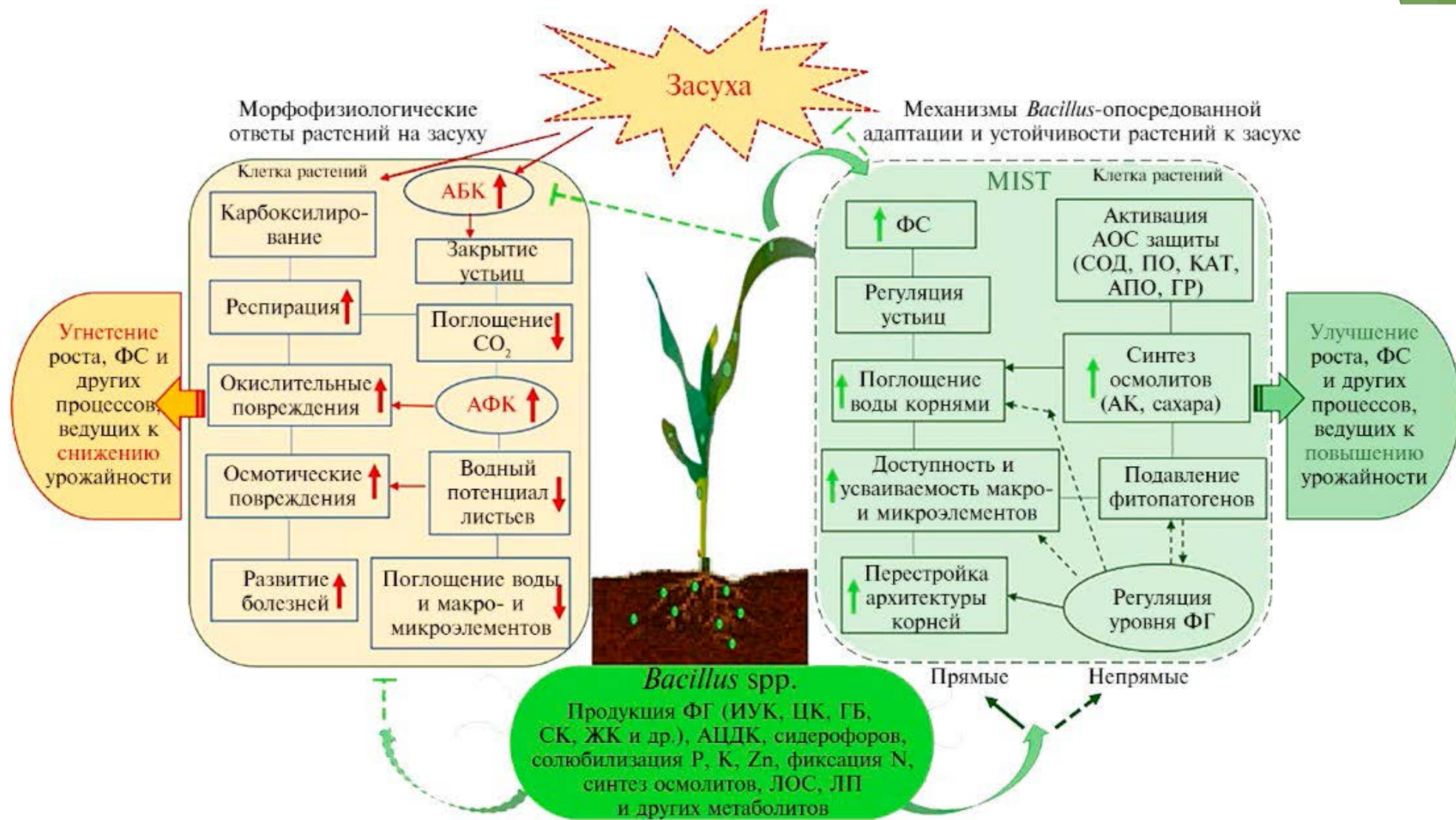


Повышение пищевой ценности сладкого перца при обработке семян и растений микробиологическими препаратами, включающими в т.ч. бактерии *B. subtilis* (Хайруллин Р.М. и др., 2025)



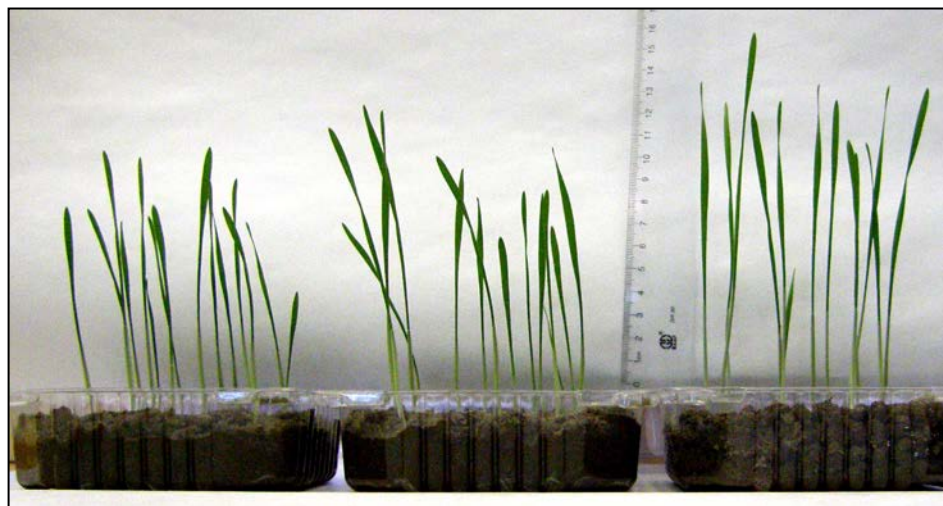
- ★ Липопептиды, макролактин, бактериоцины – вещества антибиотического действия
- ★★ Сидерофоры – вещества, связывающие ионы железа, переводя их в подвижную форму (хелаторы)

Основные механизмы защитного действия *B. subtilis* (Ortiz A. et al., 2026)



Основные механизмы *Bacillus*-опосредованной адаптации и устойчивости растений пшеницы к засухе: ФГ — фитогормоны, АБК — абсцизовая кислота, АК — аминокислоты, АОС — антиоксидантная система, АФК — активные формы кислорода, АЦДК — 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат-дезаминаза, ГБ — гиббереллины, ЖК — жасмоновая кислота, ИУК — индолил-3-уксусная кислота, ЛОС — летучие органические соединения, ЛП — липопептиды, СК — салициловая кислота, СОД — супероксиддисмутаза, ПО — пероксидаза, КАТ — каталаза, АПО — аскорбатпероксидаза, ГР — глутатионредуктаза, ФС — фотосинтез, ЦК — цитокинины, MIST — микроб-индуцированная системная устойчивость. (Ласточкина О.В., 2021)

Эффективность обработки семян пшеницы биопрепаратами
(Недорезков В.Д., 2002)



**Контроль
(вода)**

**Фитоспорин-М
(*B. subtilis* 26Д)**

**Штамм
B. subtilis 11VM**

Стимуляция роста растений пшеницы обработкой семян спорами эндофитных штаммов *B. subtilis*

Варианты	Пораженность растений корневыми гнилями, %	Урожайность зерна, ц/га
Контроль	22,7	35,8
ТМГД	17,6	38,2
Планриз	20,9	36,2
Фитоспорин	15,6	38,4

Урожайность зерна гречихи сорта Девятка (Стебаков В.А. и др., 2024)

Варианты	Урожайность зерна, ц/га
Контроль	16,1
БиоАзФК (3 л/т)	17,3
Фитоспорин-АС (1,5 л/т)	17,5
БиоАзФК (3 л/т) + Фитоспорин-АС (1,5 л/т)	18,9
НСР ₀₅	0,59

Интенсификация адаптационных защитных реакций картофеля сорта Невский, обработанного бактериальным штаммом, в процессе раневой репарации
(Чеботарь, Кипрушкина, 2015)

Параметр	Контроль		<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13	
	3±1°C	18±1°C	3±1°C	18±1°C
Число слоев раневой перидермы	1,78±0,23	4,11±0,09	5,01±0,12	7,12±0,03
Содержание суберина в раневой перидерме, г/100 г	0,09±0,01	0,78±0,01	0,18±0,03	1,04±0,04
Содержание ришитина, мкг/г инфицированной ткани	11,0±1,8	23,3±0,4	28,8±1,8	109,8±2,1
Массовая доля витамина С	-	18,7±0,4	-	24,7±0,5

Биопрепараты на основе *Bacillus* spp. для стимуляции роста
и защиты растений (Госкаталог, 2024)

Коммерческие биопрепараты на основе
Bacillus spp. для стимуляции роста и защиты
растений (Ласточкина О.В., 2021)

№ п/п	Название	Вид, штамм
1	Фитоспорин-М	<i>B. subtilis</i> 26Д
2	БисолбиСан	<i>B. subtilis</i> Ч-13
3	Баксис	<i>B. subtilis</i> 63-Z
4	Бактофит	<i>B. subtilis</i> ИПМ215
5	Алирин-Б	<i>B. subtilis</i> В-10 ВИЗР
6	Гамаир	<i>B. subtilis</i> М-22 ВИЗР
7	Витаплан	<i>B. subtilis</i> ВКМ-В-2604D, <i>B. subtilis</i> ВКМ-В-2605D

№ п/п	Название биопрепарата	Состав
1	Алирин-Б, СП	<i>B. subtilis</i> В-10 ВИЗР
2	Баксис, Ж	<i>B. subtilis</i> 63-Z
3	Бактерра, СП	<i>B. subtilis</i>
4	Бактофит, СК	<i>B. subtilis</i> ИПМ 215
5	Бактофорт, Ж	<i>B. subtilis</i> В-2918+ <i>B. amyloliquefaciens</i> ИМВВ-7100
6	Бинал, Ж	<i>B. subtilis</i> В1018+ <i>Trichoderma viride</i> F2001
7	Биосфера-Фунгимен, Ж	<i>B. subtilis</i> В-76
8	БисолбиСан, Ж	<i>B. subtilis</i> Ч-13
9	Бисолбицид, Ж	<i>B. subtilis</i> ВL01
10	Витаплан, СП	<i>B. subtilis</i> В-76, <i>B. subtilis</i> ВКМ В-2604D, <i>B. subtilis</i> ВКМ В-2605D
11	Гамаир, КС	<i>B. subtilis</i> М-22 ВИЗР
12	Инсектобактерин, СП	<i>B. thuringiensis</i> В-82+ <i>B. subtilis</i> В-76
13	Метабактерин, СП	<i>Methylobacterium extorquens</i> NVDBKMB-2879 D + <i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp « <i>limoneus</i> » ВКПМАС-1966+ <i>B. subtilis</i> ВКПМВ-2918 ИПМ-215
14	Микозар, СП	<i>B. subtilis</i> В-10 ВИЗР, <i>B. subtilis</i> М-22 ВИЗР, <i>T. harzianum</i> ВИЗР-18
15	Пралин Экстра, СП	<i>B. subtilis</i> В1018
16	Споробактерин, СП	<i>B. subtilis</i> + <i>T. viride</i> 4097
17	Фитоспорин-АС, Ж	<i>B. subtilis</i> 26Д+ <i>B. subtilis</i> 1К+ <i>B. subtilis</i> 3К+ <i>B. subtilis</i> 3Н+ <i>B. subtilis</i> 8К+ <i>B. subtilis</i> 7К+ <i>B. subtilis</i> 3/28+ <i>T. reesei</i> 4К+ <i>T. atroviride</i> 10К+ <i>T. longibrachiatum</i> 9К
18	Фитоспорин-М, Ж	<i>B. subtilis</i> 26Д

**Препараты на основе бактерий *Bacillus subtilis* -
перспективные, многофункциональные, эффективные инструменты
агронома в органическом земледелии**

Литература

1. Harirchi Sh., Sar T., Ramezani M., Aliyu H., Etemadifar Z., Nojumi S.A. et al. *Bacillales*: From Taxonomy to Biotechnological and Industrial Perspectives // *Microorganisms*. 2022,10(12), 2355. <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/12/2355>
2. Ortiz A., Vaca J., Sansinenea E., Argente-Martinez L., Peñuelas-Rubio O., Kwon S.-M. et. al. *Bacillus subtilis* species complex: Secondary metabolites, genomic insights, and metabolite-driven strategies for sustainable agriculture // *J. Env. Chem. Engineering*. 2026. V.14, Issue 1, 20631. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221334372505328X>
3. Бурханова Г.Ф., Сорокань А.В., Черепанова Е.А., Сарварова Е.Р., Хайруллин Р.М., Максимов И.В. Эндوفитные бактерии *Bacillus* spp. с РНКазной активностью и устойчивость картофеля к вирусам // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(7):873-878. https://vavilovj-icg.ru/download/12_Burkhanova.pdf
4. Веселова С.В. , Бурханова Г.Ф. , Румянцев С.Д., Благова Д.К., Максимов И.В. Бактерии рода *Bacillus* в регуляции устойчивости пшеницы к обыкновенной злаковой тле *Schizaphis graminum* Rond // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2019. Т.55. №1. С. 56–63. <https://sciencejournals.ru/cgi/getPDF.pl?jid=prikbio&year=2019&vol=55&iss=1&file=PrikBio1901018Veselova.pdf>
5. Егоршина А.А. Биологическая активность эндوفитных штаммов *Bacillus subtilis*, перспективных в качестве основы новых препаратов для растениеводства. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Саратов, 2012 . 24 с.
6. Недорезков В.Д. Биологическая защита пшеницы от болезней в условиях Южного Урала. М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 2002. 172 с.
7. Стебаков В.А., Мозгова Е.К., Бобкова Ю.А. Влияние микробиологических препаратов на урожайность и посевные качества семян гречихи в условиях Орловской области // *Вестник аграрной науки*. 2024. 1(106). С. 86-93. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikrobiologicheskikh-preparatov-na-urozhaynost-i-posevnye-kachestva-semyan-grechih-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti/viewer>
8. Туктаров В.Р., Кузнецова Т.Н., Мишуковская Г. С., Уразбахтина Н.А., Хайруллин Р.М. Средство для стимуляции физиологических функций у пчел и защиты их от инфекционных заболеваний. Патент РФ №2380406. <https://new.fips.ru/Archive/PAT/2010FULL/2010.01.27/DOC/RUNWC2/000/000/002/380/406/DOCUMENT.PDF>
9. Хайруллин Р.М., Кутлубаев А.А. Эндифит *Bacillus subtilis* 26Д – четыре десятилетия исследований и перспективы применения // *Микробиология*, 2025. Т.94. №5. С. 15-28. <https://journals.eco-vector.com/0026-3656/article/view/691978>
https://biomicsj.ru/uploads/pdf_articles/15_4/bmcs2023154224.pdf
10. Хайруллин Р.М., Кузнецова М.В., Кызин А.А. Технология выращивания суперполезного перца с повышенным содержанием витаминов и минералов, на 718% в сумме // *Картофель и овощи*. 2025. №4. С. 12-16. potatoveg.ru/wp-content/uploads/2025/07/БашИнком.pdf
11. В.К. Чеботарь, Е.И. Кипрушкина.. 2015. Т. 29. №1. С. 33-35. Применение микробных препаратов в технологиях хранения картофеля // *Достижения науки и техники АПК*. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mikrobnih-preparatov-v-tehnologiyah-hraneniya-kartofelya/viewer>

Материалы сайтов Интернет

https://agroex.ru/novosti/svoya_khimiya_rossiyskie_proizvoditeli_khszr_zhizn_posle_sanktsiy/
https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Инсектициды_и_пестициды_%28рынок_России%29
<https://soz.bio/v-rossii-ispolzuetsya-95-zapreshhennykh-v-e/>
<https://ziemniak-bonin.pl/wp-content/uploads/2020/07/Charakterystyczne-miękkie-zwijanie-się-górnych-liści-jako-objaw-porażenia-PVM-fot.-S.-Wróbel.jpg>
<https://fsvps.gov.ru/news/rosselhoznadzor-soobshhaet-ob-obemah-primenenija-pesticidov-i-agrohimatov-v-regionah-rossii-za-pervyj-kvartal-2025-goda/>
<https://www.sbras.ru/files/files/rep/rep1999/nj/nj1.html>
https://databases.nbair.res.in/Aphids/images/Schizaphisgraminum/Schizaphis_graminum1.jpg
http://www.ehow.com/facts_6792085_mold-fungus-spores.html
<https://yandex.ru/q/health/2327600386/>
file:///C:/Users/user/Downloads/Aflatoxinas_Mecanismos_de_toxicidad_en_la_etiologi.pdf

Благодарим за представленный экспериментальный материал (без ссылок): Захарову Р.Ш., к.б.н. Уразбахтину Н.А., к.в.н. Имашева А.В., к.б.н. Кутлубердину Д.Р., к.б.н. Сарварову Е.Р., Ахмадуллина А.Б.

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!