



Влияние ксенобиотиков и глифосатов на микробиом и продуктивность птицы.

Большаков Владислав Николаевич,
кандидат сельскохозяйственных наук
Лауреат Премии Правительства РФ
НПК «БИОТРОФ»



Новосибирск, 06. 06. 2024 г.

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

КАК ПРОИСХОДИТ МЕТАБОЛИЗМ КСЕНОБИОТИКОВ



Микрофлора В ПРОСВЕТЕ КИШЕЧНИКА



ФЕРМЕНТЫ

У печени главная роль в метаболизме ксенобиотиков, но другие и органы принимают участие.

Ферменты реакций биотрансформации встречаются во многих тканях тела - почки, легкие, кишечник, гол. мозг и кожа.

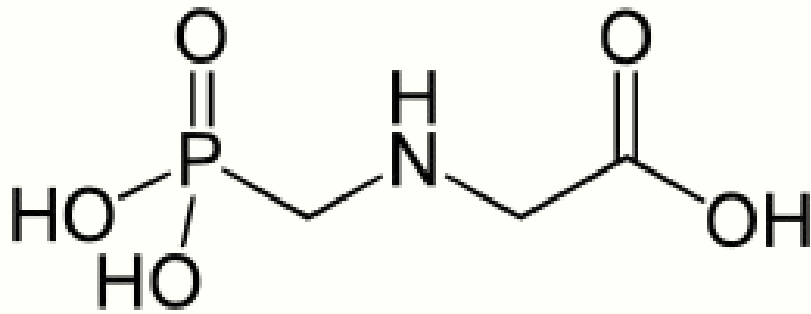
Первая линия - легко всасываемые ксенобиотики проходят через клетки кишечника, где они могут быть обрабатываться ферментами хозяина перед транспортировкой в печень через воротную вену*

* Ilett et al. *Metabolism of drugs and other xenobiotics in the gut lumen and wall. Pharmacol Ther.* 1990;46(1):67-93, Doherty and Charman, 2002; Ding and Kaminsky, 2003, Wang et al., 2003).

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

GLYPHOSATE



Глифосат (*N*-(фосфонометил)-глицин

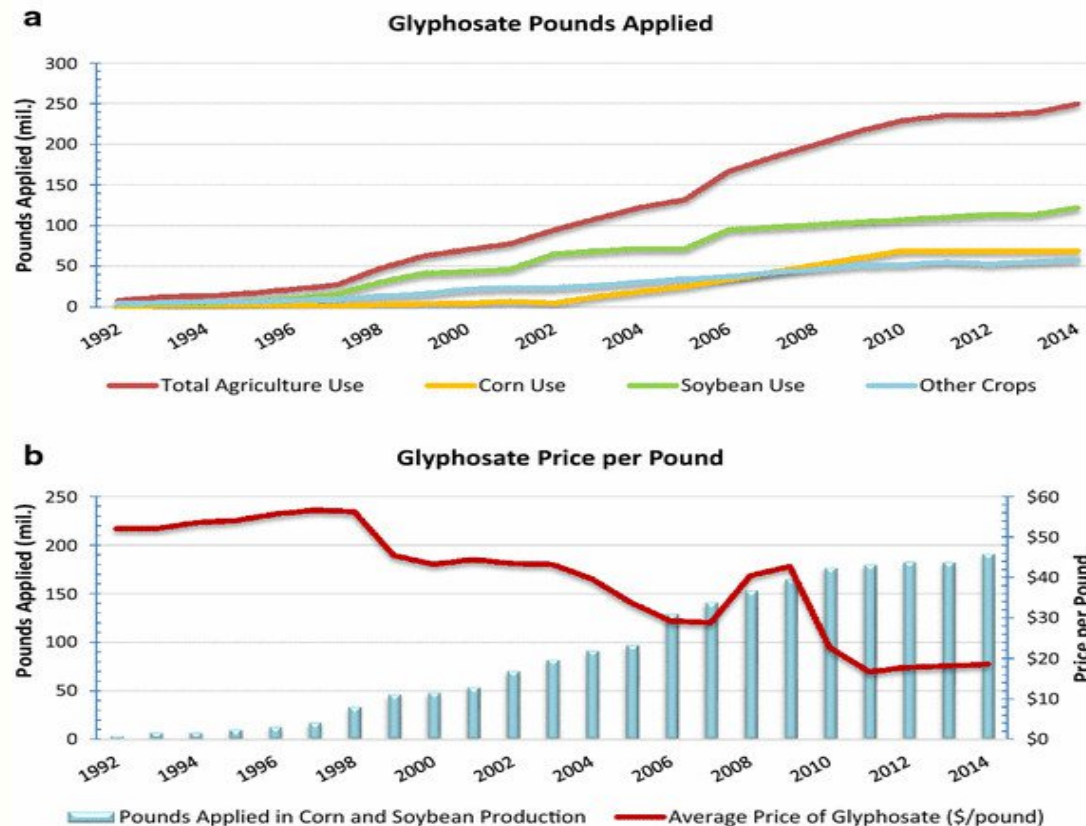
Неселективный системный гербицид для борьбы с одно- и многолетними сорняками.

Первое место в мире по объему производства по сравнению с остальными гербицидами.

Ученый компании Monsanto Джон Франц открыл вещество «глифосат» с сильными системными гербицидными свойствами в 1970 году.

- Уничтожение сорняков
- уход за парами
- No-till
- Предуборочная десикация

Рост производства и использования глифосата



Benbrook C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental sciences Europe*, 28(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>

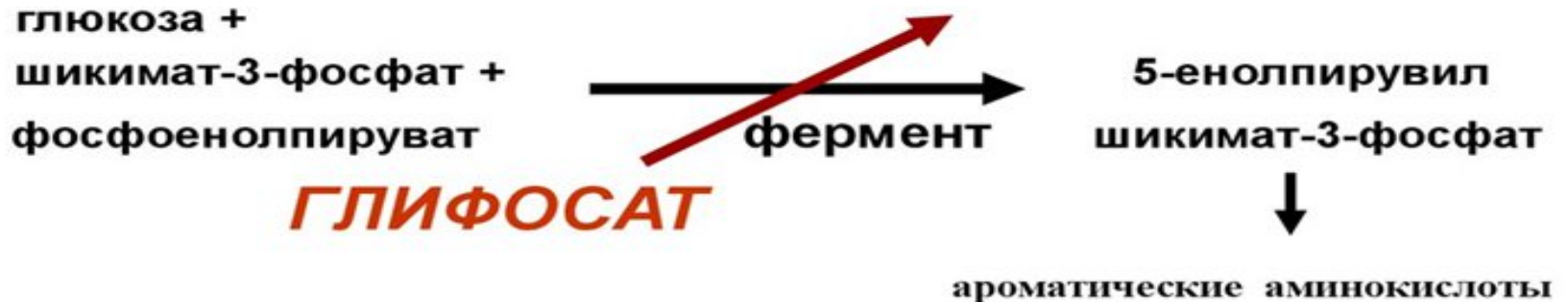
Рост производства и использования глифосата

- Глифосат относительно недорогой гербицид;
- Широкое распространение ГМ-растений, технология выращивания которых предполагает регулярное применение глифосата и его накопление в продукции растениеводства
- Появление устойчивых сорняков ведет к повышению дозировок и частоты обработок

Международное агентство по исследованию рака отнесло глифосат к группе 2А - «вероятно, канцерогенный для человека» в 2015 году

Механизм действия глифосата

Основная реакция синтеза белка в растениях



фермент-
5-енолпирувилшикимат-
3-фосфатсинтаза



Ароматические аминокислоты:
фенилаланин, тирозин и триптофан

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Значение шикиматного пути

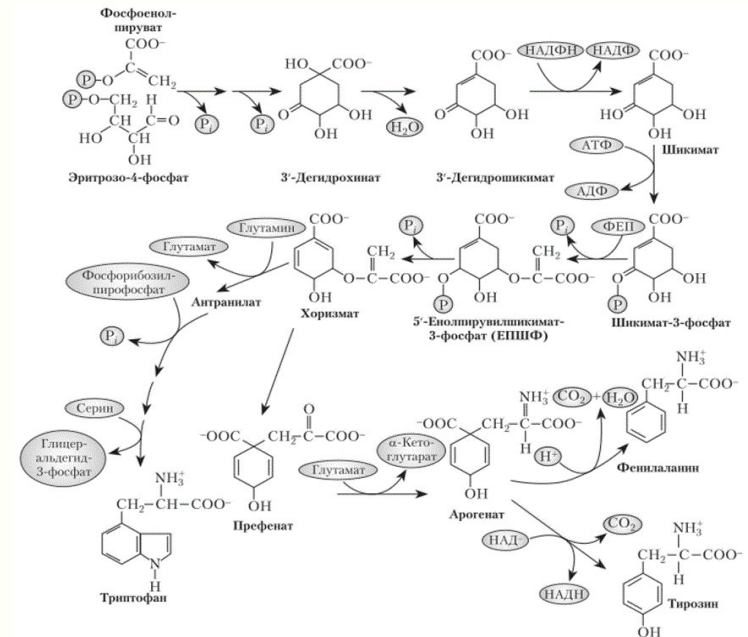
Есть шикиматный путь

- Бактерии
- Археи
- Грибы
- Растения
- Простейшие

Глифосат
влияет на
микробиом

Нет шикиматного пути

- Некоторые бактерии
- Животные



ПДК глифосата

МДУ глифосата в России
По ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»

Наименование действующего вещества	МДУ/ВМДУ в продукции, мг/кг
Глифосат	Подсолнечник(семена), кукуруза (зерно) – 0,3. Зерно хлебных злаков – 3,0. Рис, соя (бобы) – 0,15.

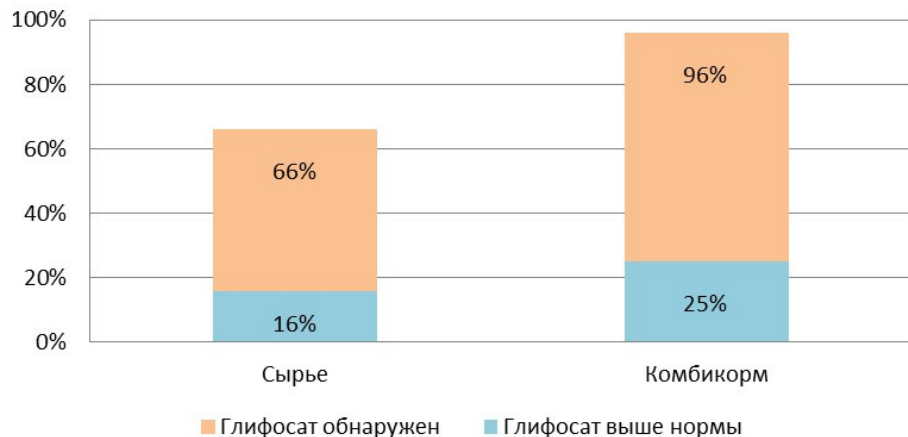
МДУ глифосата в России
По СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

Наименование действующего вещества	МДУ/ВМДУ в продукции, мг/кг
Глифосат N-(фосфонометил)глицин	рис - 0,15; зерно хлебных злаков - 20,0 ; кукуруза (зерно) - 1,0; соя (бобы) - 20,0; подсолнечник (семена) - 7,0; рапс (зерно) - 10,0; горох (сухой) - 5,0; хлопчатник (семена) - 40,0; субпродукты млекопитающих - 5,0; отруби пшеничные, не обработанные - 20,0; подсолнечник (масло), рапс (масло) - 0,1; соя (масло) - 0,05

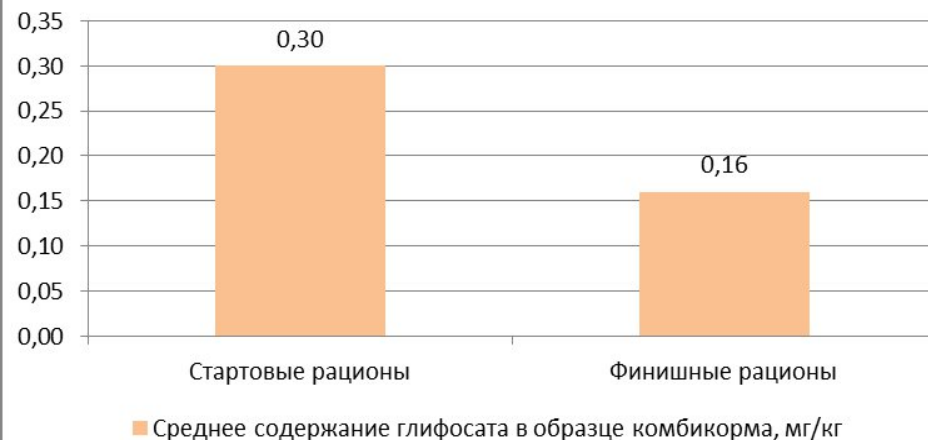
ПДК в мире
0,05 – 530 мг/кг

Уровень глифосата в комбикормах

Содержание глифосата в исследованных образцах



Среднее содержание глифосата в комбикормах для бройлеров



Преимущественно образцы сырья поступали из центральных и южных регионов России, где выращивается подсолнечник и соя. При этом большая часть образцов комбикормов поступила из центральных и северо-западных регионов, где высока вероятность попадания импортной ГМ-сои, что может объяснить более высокую частоту обнаружения глифосата в комбикорме

Глифосат в кормах замедляет рост бройлеров

Показатели послеубойной массы и длины органов пищеварительной системы бройлеров кросса «Росс 308» в конце эксперимента в ответ на скармливание глифосата, ($M \pm m$, $n=10$)

Показатели	Группы			
	Control I	Experimental II	Experimental III	Experimental IV
Масса печени, г	43.2 ± 1.62	39.8 ± 1.95	$37.5 \pm 2.01^*$	44.1 ± 1.73
Длина кишечника, см	224.3 ± 8.01	219.8 ± 11.98	$202.9 \pm 6.91^*$	216.2 ± 6.80
Масса кишечника, г	62.5 ± 1.72	59.7 ± 1.48	$56.8 \pm 1.64^*$	61.4 ± 3.58
Масса тонкого кишечника, г	48.6 ± 1.26	47.1 ± 1.29	44.6 ± 5.11	48.5 ± 2.78
Масса толстого кишечника, г	13.9 ± 1.16	12.6 ± 0.64	12.2 ± 0.98	13.0 ± 1.17
Масса желудка, г	27.7 ± 0.89	26.2 ± 1.08	26.3 ± 0.97	26.4 ± 1.26
Длина желудка, см	9.4 ± 0.23	9.5 ± 0.93	9.5 ± 0.18	9.6 ± 0.24

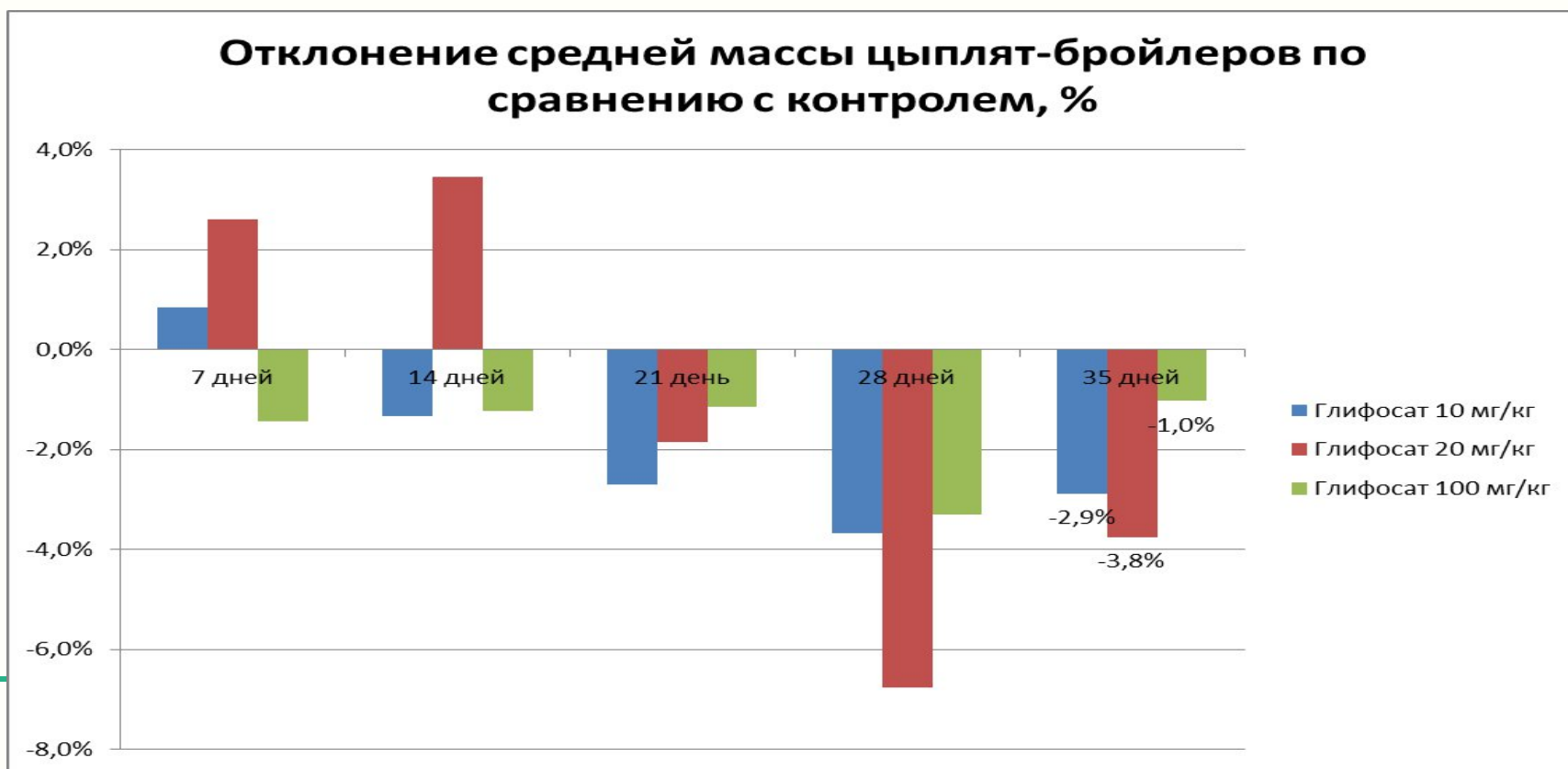
Тенденция к сокращению размеров и массы органов пищеварения

БИОТРОФ

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Глифосат в кормах замедляет рост бройлеров

Control I	Experimental II	Experimental III	Experimental IV
Основной рацион – полнорационный комбикорм ПК-5, ПК-6	Основной рацион – полнорационный комбикорм ПК-5, ПК-6	Основной рацион – полнорационный комбикорм ПК-5, ПК-6	Основной рацион – полнорационный комбикорм ПК-5, ПК-6
	+ глифосат 10 мг/кг	+ глифосат 20 мг/кг	+ глифосат 100 мг/кг



Антибиотикорезистентность – проблема из решаемых?

Основы генетики устойчивости бактерий к антибиотикам

**«Бактерии живут под ободком унитаза, а размножаться
ходят в полость рта»**

Устойчивость к антибиотикам

Как она возникает у бактерий?

1. При контакте с антибиотиком?
2. Предсуществует в популяции бактерий, то есть возникает спонтанно вне зависимости от контакта с антибиотиком?

Неожиданное открытие

Еще в 1991 году было сказано: «Очень интересно то, что бактерии из тел, замороженных 140 лет тому назад, оказались устойчивыми к тем антибиотикам, которые были открыты на 100 лет позднее. Таким образом, в бактериях существует специфическая химическая потребность в устойчивости»

Боуден, 1991

Флуктуационный тест (Лурия и Дельбрюк)

- Если устойчивость к фагу (антибиотику) происходит при контакте с фагом (антибиотиком), то $n/N = a$, где n – число устойчивых клеток, N – общее количество клеток, тогда a – постоянная величина,
- Если устойчивость к фагу (антибиотику) возникает в результате мутации, то $n/N = ga$, где g – количество генераций

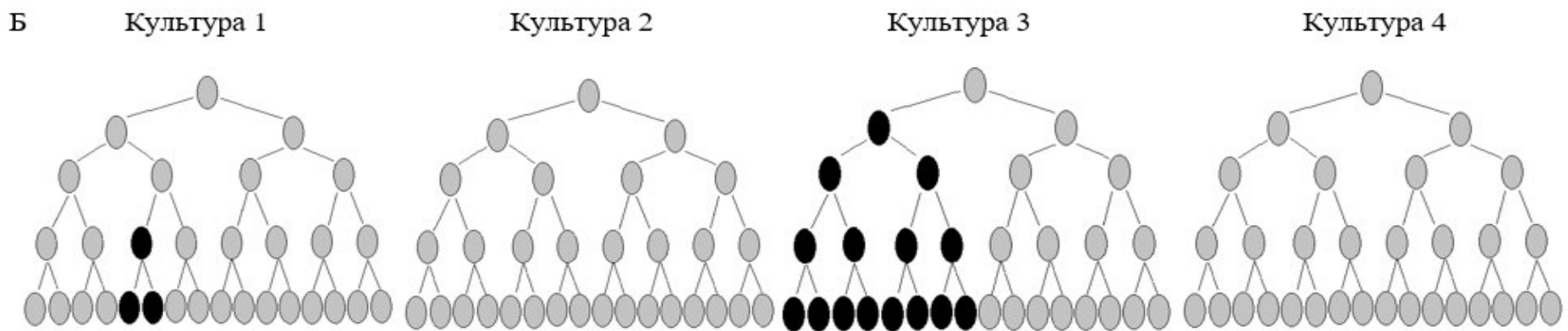
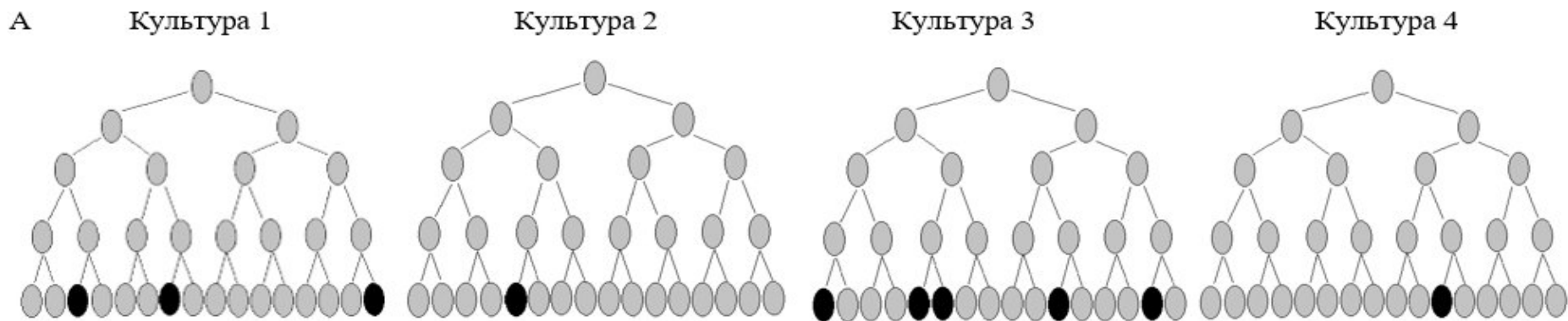


Рис. 6-4. Схема, показывающая появление десяти мутантов Top^{I} *E. coli* в четырех параллельных культурах Top^{S} *E. coli*

А. Распределение мутантов, которого следует ожидать в том случае, если признак Top^{S} индуцируется у 0,15 бактерий Top^{S} после их контакта с фагом T1.

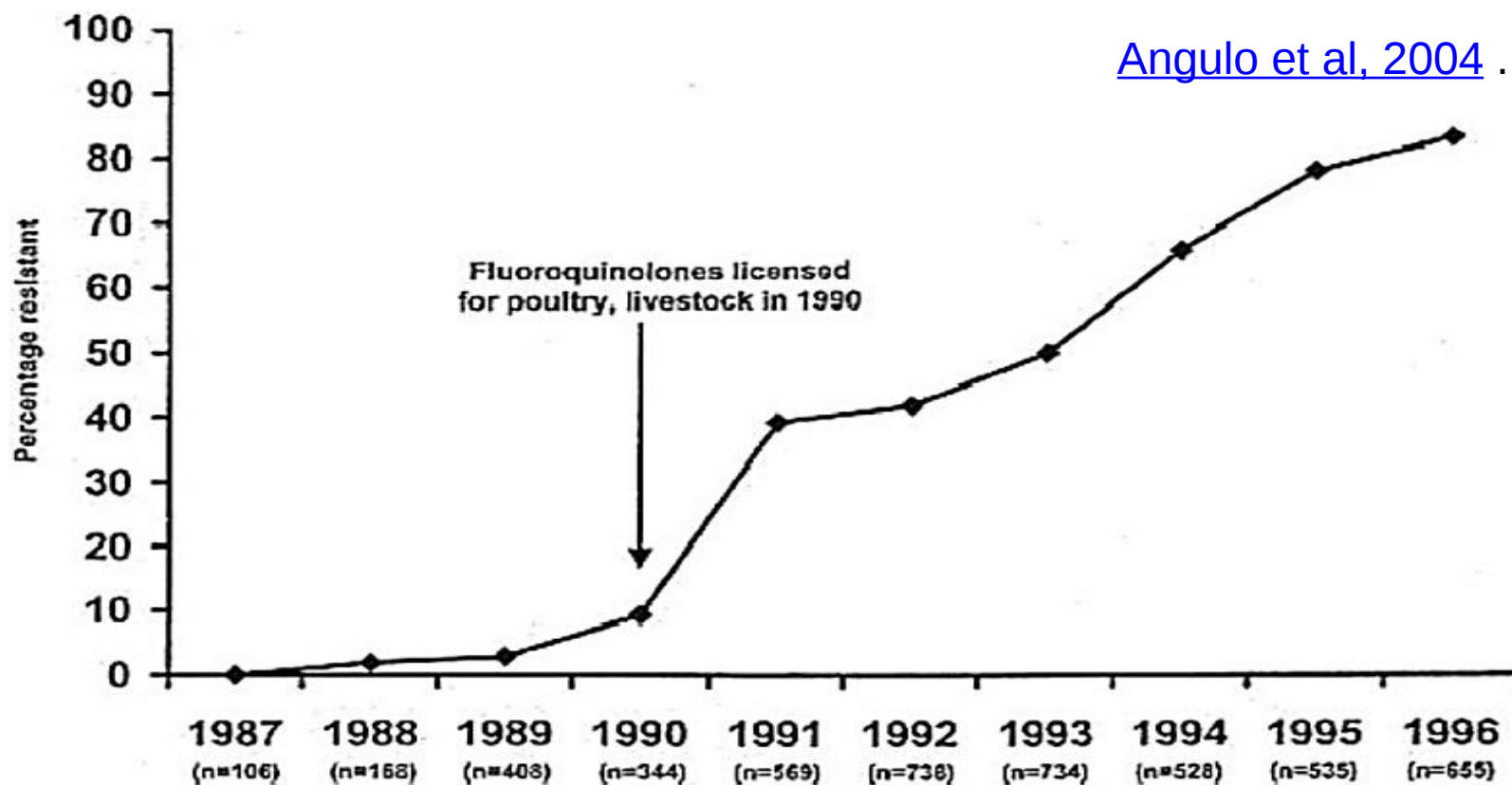
Б. Распределение мутантов, которое следует ожидать в том случае, если признак Top^{I} появляется в результате спонтанной мутации с вероятностью 0,033 на одну клетку Top^{S} за время одной генерации.

Устойчивость к антибиотикам

- 1. Устойчивые к антибиотикам бактерии «предсуществуют» в популяциях бактерий**
- 2. Их численность возрастает при добавлении антибиотиков в среду**
- 3. Их численность снижается при прекращении дачи антибиотика, поскольку устойчивость – тяжелое бремя**

**Устойчивые к антибиотикам
мутанты возникают независимо
от применения антибиотиков на
птицефабрике вследствие
спонтанного мутационного
процесса**

Тенденции распространённости резистентности к фторхинолонам в клинических изолятах *Campylobacter jejuni*, в Испании, исследованные на резистентность с 1987 по 1996 г.



**«Близ есть, при дверех» - о явлении Антихриста
С.А.Нилус, 1911**

Проблема антибиотикоустойчивости сложнее, чем кажется:

- 1. Антибиотикоустойчивые мутанты возникают не вследствие применения антибиотиков на птицефабрике, а предсуществуют в популяции микроорганизмов.
- 2. Применение антибиотиков в кормлении птицы увеличивает численность ранее возникших в процессе эволюции форм бактерий.
- 3. Совокупность генов устойчивости к антибиотикам составляет **«мировой резистом»**. **это совокупность генов устойчивости к антибиотикам**
D·Costa et al, 2006
- 4. Проблема антибиотикоустойчивости – это не только проблема кормления птицы, но проблема контроля за микробиомом птицы.

Выращивание птицы без антибиотиков

**Возможно только при жестком контроле за
микробиомом птицы**


Возможности компании БИОТРОФ для контроля и корректировки микрофлоры кишечника птицы

- ❑ **Собственная молекулярно-генетическая лаборатория.**
 - ❑ Возможность проведения анализов микрофлоры ЖКТ с/х животных и птицы

- ❑ **Собственное производство кормовых добавок:**
 - ❑ Ферментативные пробиотики **Целлобактерин+** и **Целлобактерин-Т.**
 - ❑ Водорасстворимые пробиотики – **Ликвипро, Ликвафид**
 - ❑ Мультифункциональный пробиотик – **Профорт.**
 - ❑ Фитобиотики – **Интебио, Интебио Форте**
 - ❑ Фитопrobiотик – **Провитол**
 - ❑ Нейтрализаторы микотоксинов – **ЗАСЛОН, ЗАСЛОН-ФИТО, ЗАСЛОН 2+**
 - ❑ Подкислители – **Пробиоцид, Пробиоцид Фито, Пробиоцид Ультра**

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ СЕТЬ *B. megaterium*

Organism Overview for *Bacillus megaterium* (1404.1)

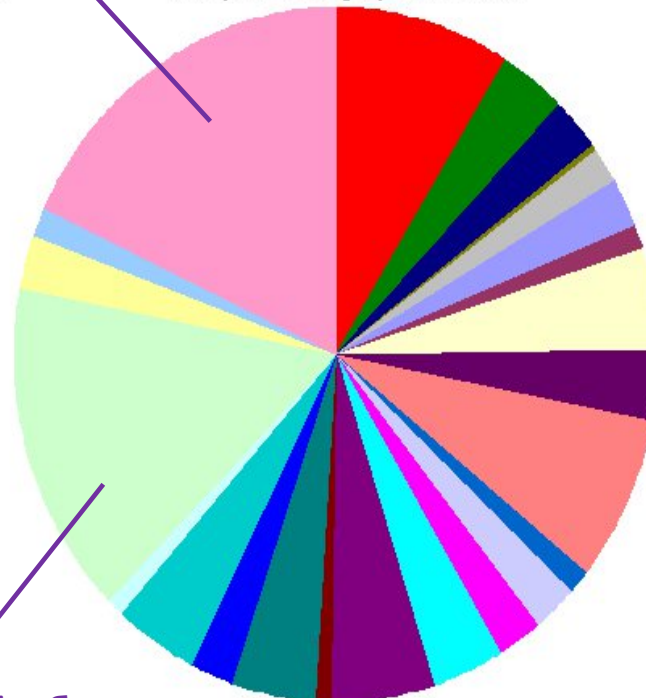
Genome	Bacillus megaterium (Taxonomy ID: 1404) 
Domain	Bacteria
Taxonomy	Bacteria; Bacillus megaterium
Neighbors	View closest neighbors
Size	6,113,972
GC Content	37.5
N50	822311
L50	3
Number of Contigs (with PEGs)	617
Number of Subsystems	490
Number of Coding Sequences	6324
Number of RNAs	158

Углеводный обмен

Subsystem Coverage



Subsystem Category Distribution



Subsystem Feature Counts

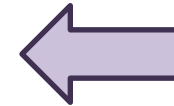
- ☒ Cofactors, Vitamins, Prosthetic Groups, Pigments (340)
- ☒ Cell Wall and Capsule (123)
- ☒ Virulence, Disease and Defense (95)
- ☒ Potassium metabolism (13)
- ☒ Photosynthesis (0)
- ☒ Miscellaneous (60)
- ☒ Phages, Prophages, Transposable elements, Plasmids (5)
- ☒ Membrane Transport (86)
- ☒ Iron acquisition and metabolism (42)
- ☒ RNA Metabolism (179)
- ☒ Nucleosides and Nucleotides (129)
- ☒ Protein Metabolism (285)
- ☒ Cell Division and Cell Cycle (48)
- ☒ Motility and Chemotaxis (84)
- ☒ Regulation and Cell signaling (81)
- ☒ Secondary Metabolism (7)
- ☒ DNA Metabolism (140)
- ☒ Fatty Acids, Lipids, and Isoprenoids (192)
- ☒ Nitrogen Metabolism (31)
- ☒ Dormancy and Sporulation (162)
- ☒ Respiration (78)
- ☒ Stress Response (163)
- ☒ Metabolism of Aromatic Compounds (24)
- ☒ Amino Acids and Derivatives (596)
- ☒ Sulfur Metabolism (91)
- ☒ Phosphorus Metabolism (53)
- ☒ Carbohydrates (661)

Аминокислотный обмен

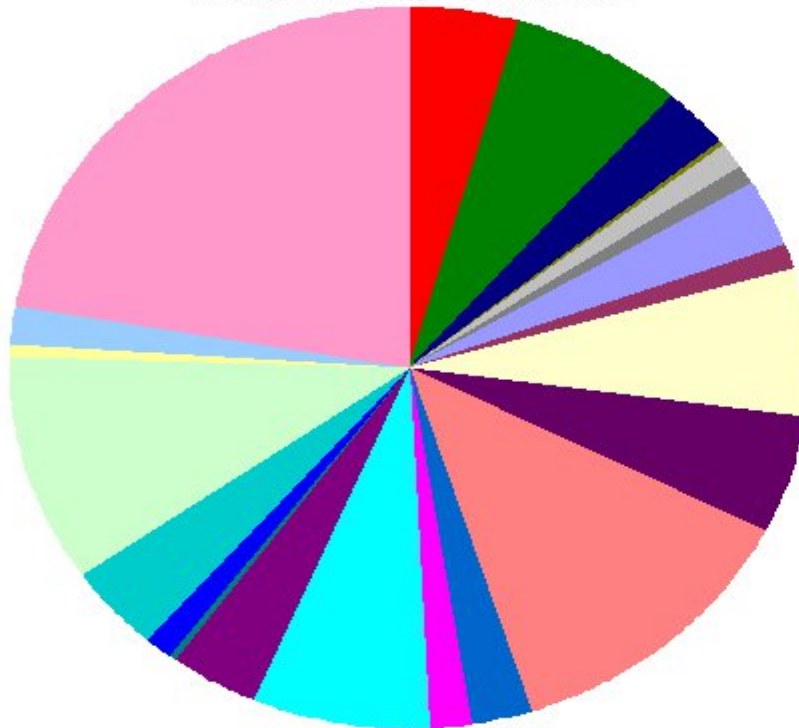
МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ СЕТЬ

E. faecium

Genome	Enterococcus faecium (Taxonomy ID: 362)
Domain	Bacteria
Taxonomy	Bacteria; Enterococcus faecium
Neighbors	View closest neighbors
Size	2,668,596
GC Content	38.3
N50	99727
L50	11
Number of Contigs (with PEGs)	200
Number of Subsystems	332
Number of Coding Sequences	2585
Number of RNAs	86



Subsystem Category Distribution



Subsystem Feature Counts

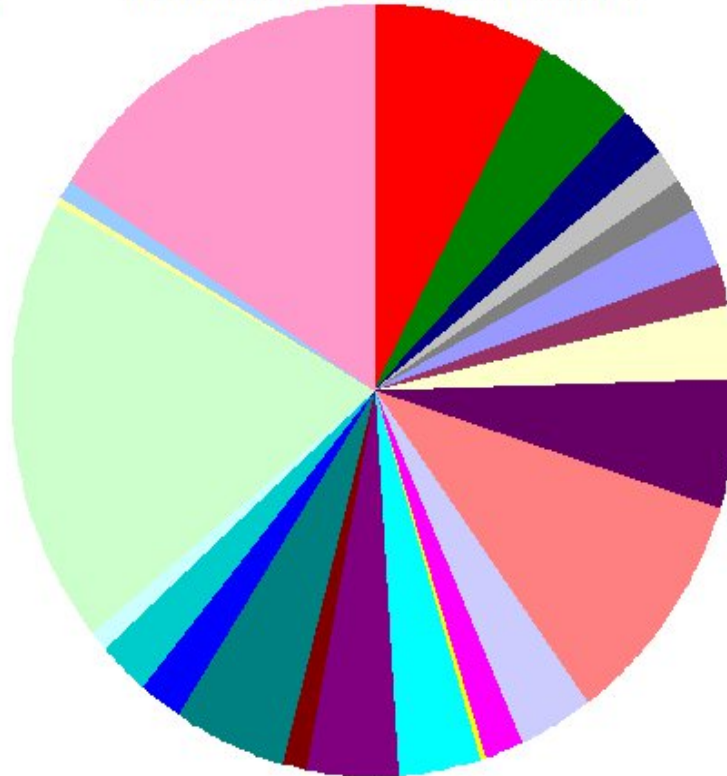
- ⊕ ■ Cofactors, Vitamins, Prosthetic Groups, Pigments (83)
- ⊕ ■ Cell Wall and Capsule (120)
- ⊕ ■ Virulence, Disease and Defense (52)
- ⊕ ■ Potassium metabolism (5)
- ⊕ ■ Photosynthesis (0)
- ⊕ ■ Miscellaneous (21)
- ⊕ ■ Phages, Prophages, Transposable elements, Plasmids (13)
- ⊕ ■ Membrane Transport (54)
- ⊕ ■ Iron acquisition and metabolism (22)
- ⊕ ■ RNA Metabolism (117)
- ⊕ ■ Nucleosides and Nucleotides (95)
- ⊕ ■ Protein Metabolism (222)
- ⊕ ■ Cell Division and Cell Cycle (42)
- ⊕ ■ Motility and Chemotaxis (1)
- ⊕ ■ Regulation and Cell signaling (31)
- ⊕ ■ Secondary Metabolism (0)
- ⊕ ■ DNA Metabolism (129)
- ⊕ ■ Fatty Acids, Lipids, and Isoprenoids (62)
- ⊕ ■ Nitrogen Metabolism (0)
- ⊕ ■ Dormancy and Sporulation (7)
- ⊕ ■ Respiration (16)
- ⊕ ■ Stress Response (69)
- ⊕ ■ Metabolism of Aromatic Compounds (2)
- ⊕ ■ Amino Acids and Derivatives (187)
- ⊕ ■ Sulfur Metabolism (8)
- ⊕ ■ Phosphorus Metabolism (29)
- ⊕ ■ Carbohydrates (390)

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ СЕТЬ ШТАММА *B. subtilis*

Покрытие подсистемы



Распределение по категориям подсистем



Количество функций подсистемы

- ⊕ Кофакторы, витамины, протезные группы, пигменты (164)
- ⊕ Клеточная стенка и капсула (95)
- ⊕ Вирулентность, болезнь и защита (48)
- ⊕ Метаболизм калия (4)
- ⊕ Фотосинтез (0)
- ⊕ Разное (29)
- ⊕ Фаги, профаги, мобильные элементы, плазмиды (28)
- ⊕ Мембранный транспорт (48)
- ⊕ Приобретение железа и метаболизм (35)
- ⊕ Метаболизм РНК (67)
- ⊕ Нуклеозиды и нуклеотиды (113)
- ⊕ Белковый метаболизм (212)
- ⊕ Деление клеток и клеточный цикл (5)
- ⊕ Подвижность и хемотаксис (71)
- ⊕ Регуляция и клеточная передача сигналов (32)
- ⊕ Вторичный метаболизм (7)
- ⊕ Метаболизм ДНК (74)
- ⊕ Жирные кислоты, липиды и изопреноиды (86)
- ⊕ Метаболизм азота (25)
- ⊕ Покой и спороношение (103)
- ⊕ Дыхание (41)
- ⊕ Стресс-реакция (49)
- ⊕ Метаболизм ароматических соединений (18)
- ⊕ Аминокислоты и производные (393)
- ⊕ Обмен серы (8)
- ⊕ Метаболизм фосфора (14)
- ⊕ Углеводы (320)

Метаболические пути штаммов бактерий *Bacillus megaterium* и *Enterococcus faecium* в составе многофункционального пробиотика Профорт

BACILLUS MEGATERIUM

1. СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ

глицин	триптофан
серин	валин
треонин	лейцин
гистидин	изолейцин
фенилаланин	

5. СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

янтарная
фумаровая
масляная

2. СИНТЕЗ γ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

6. СИНТЕЗ ВИТАМИНОВ

рибофлавин	ретинол
фолиевая кислота	пантотеновая кислота

3. СИНТЕЗ БАКТЕРИОЦИНОВ

из группы ансамицинов

7. КОЛОНИЗАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ:

био пленки	защитные
жгутики	полисахариды

4. СИНТЕЗ АНТИОКСИДАНТОВ

глутатион

ENTEROCOCCUS FAECIUM

1. СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ:

лизин	метионин
цистеин	аргинин

2. ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ с антимикробными свойствами

3. СИНТЕЗ ВИТАМИНОВ

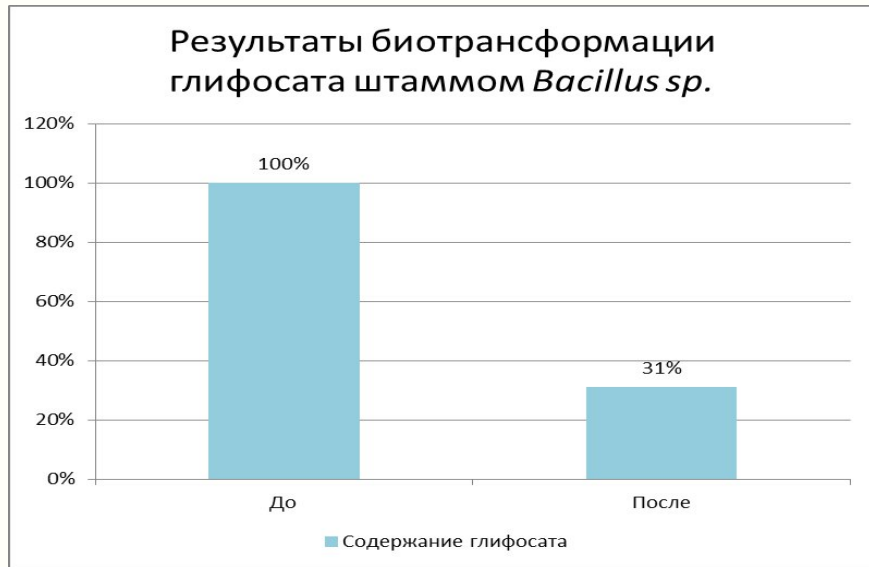
биотин
тиамин

4. БИОДЕСТРУКЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Возможности пробиотиков (Биотрансформация)



Представители *Vacillus sp.* могут использовать глифосат и его метаболиты как источник углерода и фосфора

Enterococcus sp. (Проформ)

Снижение количества глифосата на 20-48% от первоначального

Vacillus sp. (Проформ-Т)

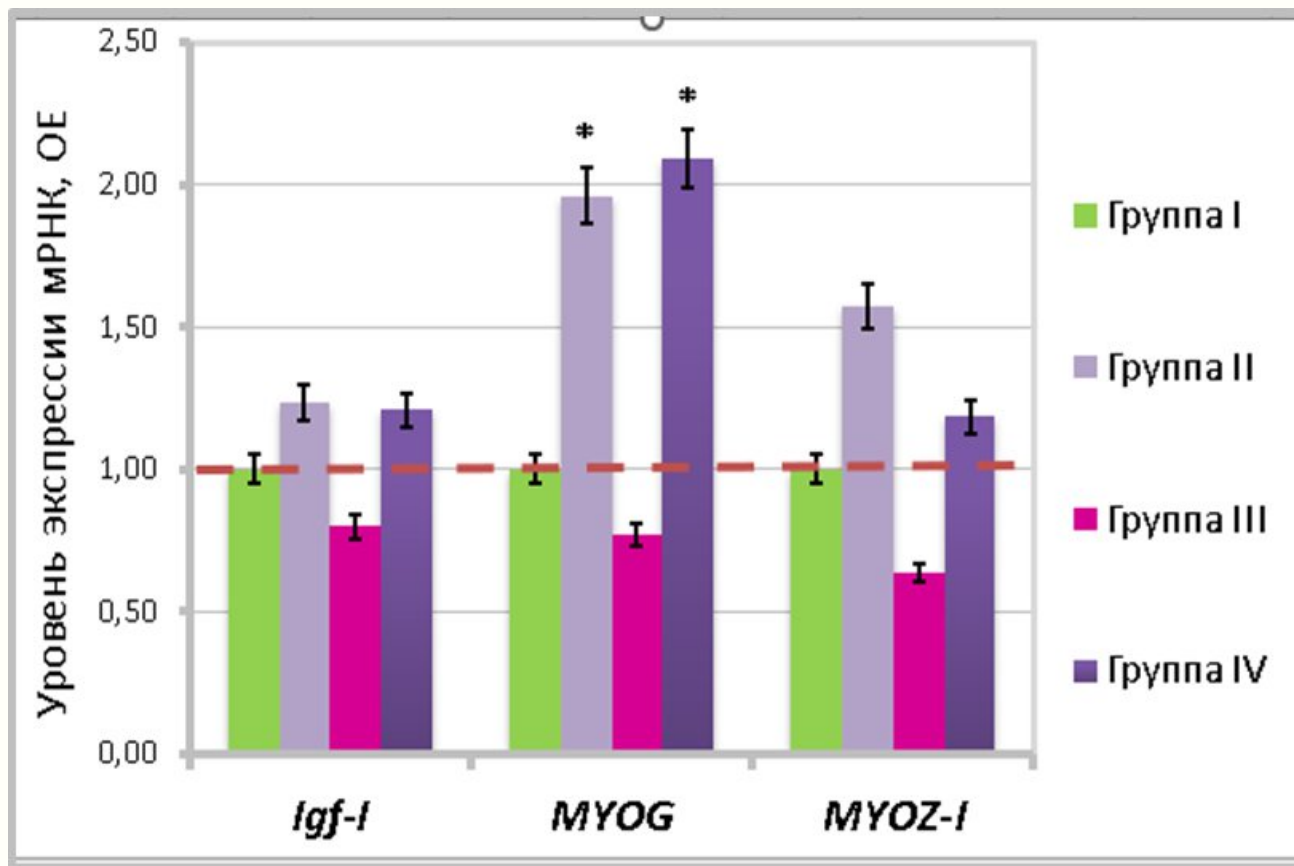
Снижение количества глифосата на 13-33% от первоначального

При культивировании на бедной питательной среде показывали рост на порядок по сравнению с контрольной колбой (без глифосата)

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Влияние кормовых факторов на экспрессию генов птицы



I - контрольная,

II опытная
-антибиотики;

III опытная
-антибиотики и
глифосат;

IV опытная -
антибиотики, глифосат
и Пробиоцид-Ультра

Применение Профорта позволяет сдерживать развитие патогенных микроорганизмов в ЖКТ цыплят-бройлеров



■ Фузобактерии ■ Стафилококки ■ Кампилобактерии ■ Пастереллы

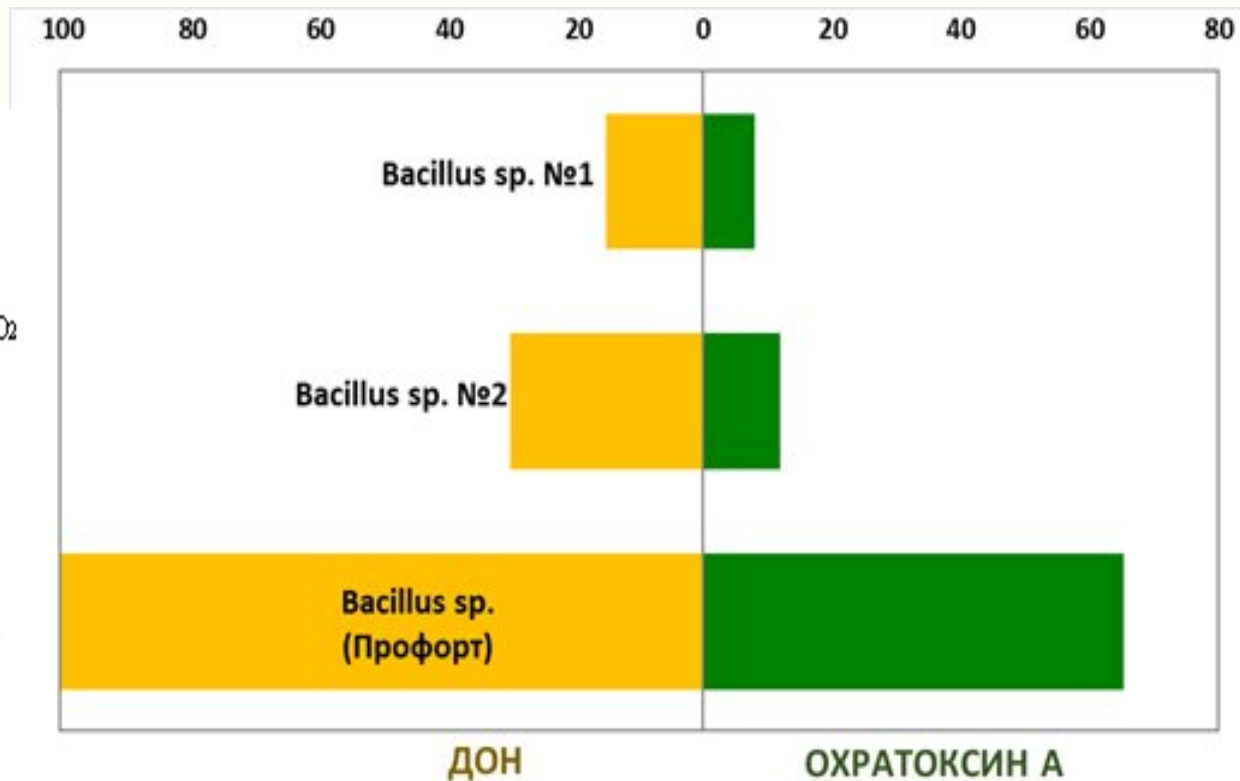
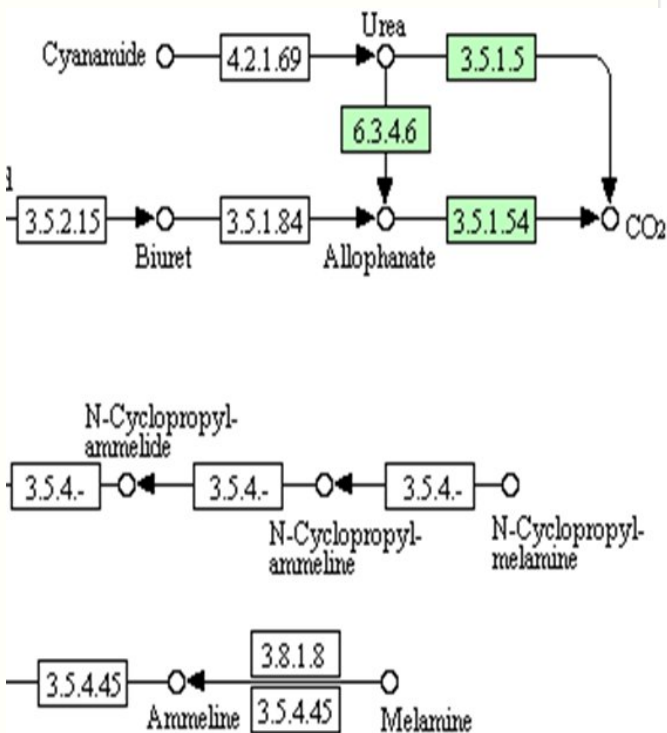
Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

БИОДЕСТРУКЦИЯ ТОКСИНОВ

НА МОЛЕКУЛЯРНОМ
УРОВНЕ:

IN VITRO:

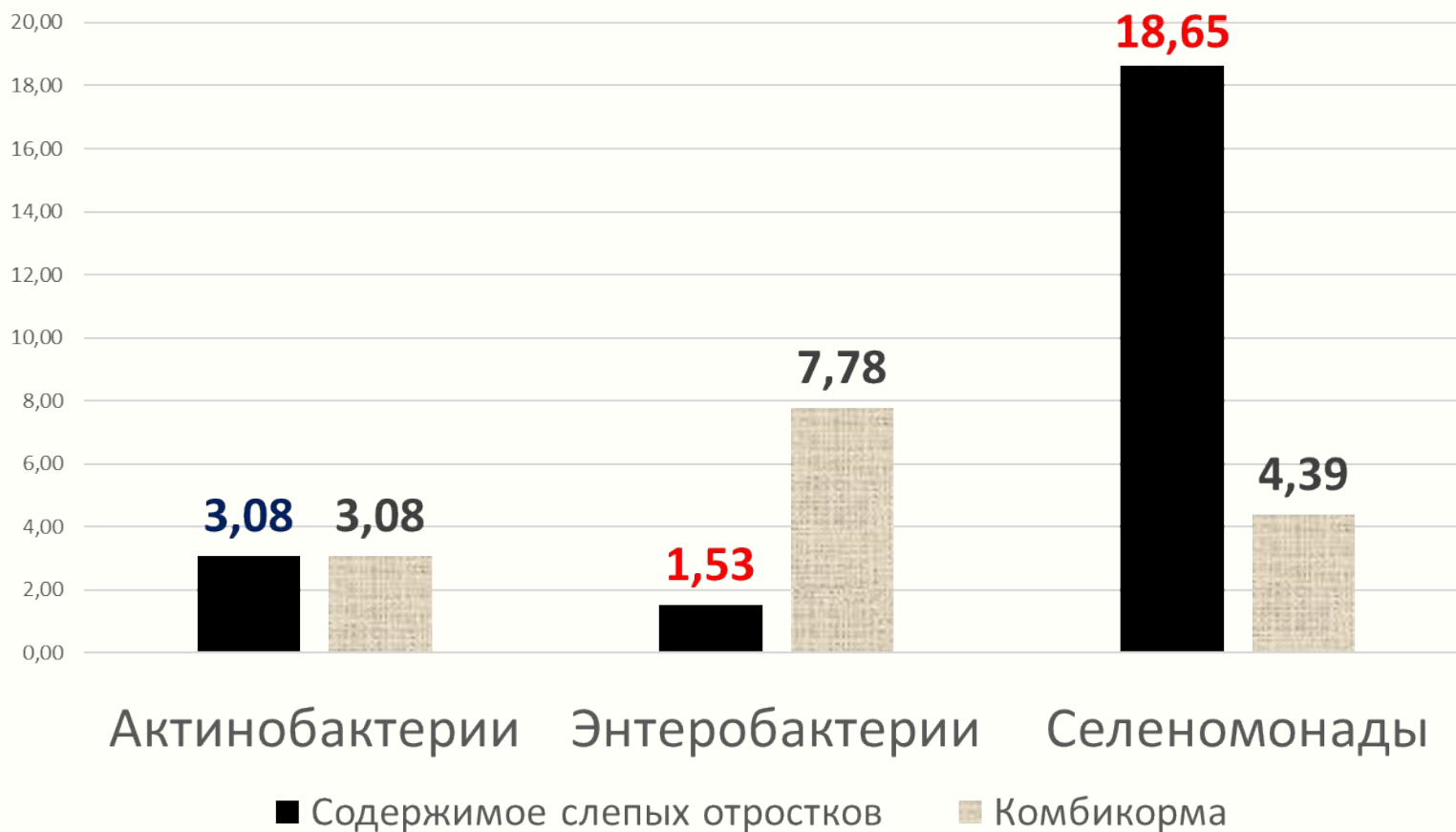


Уровень биодеструкции микотоксинов, %

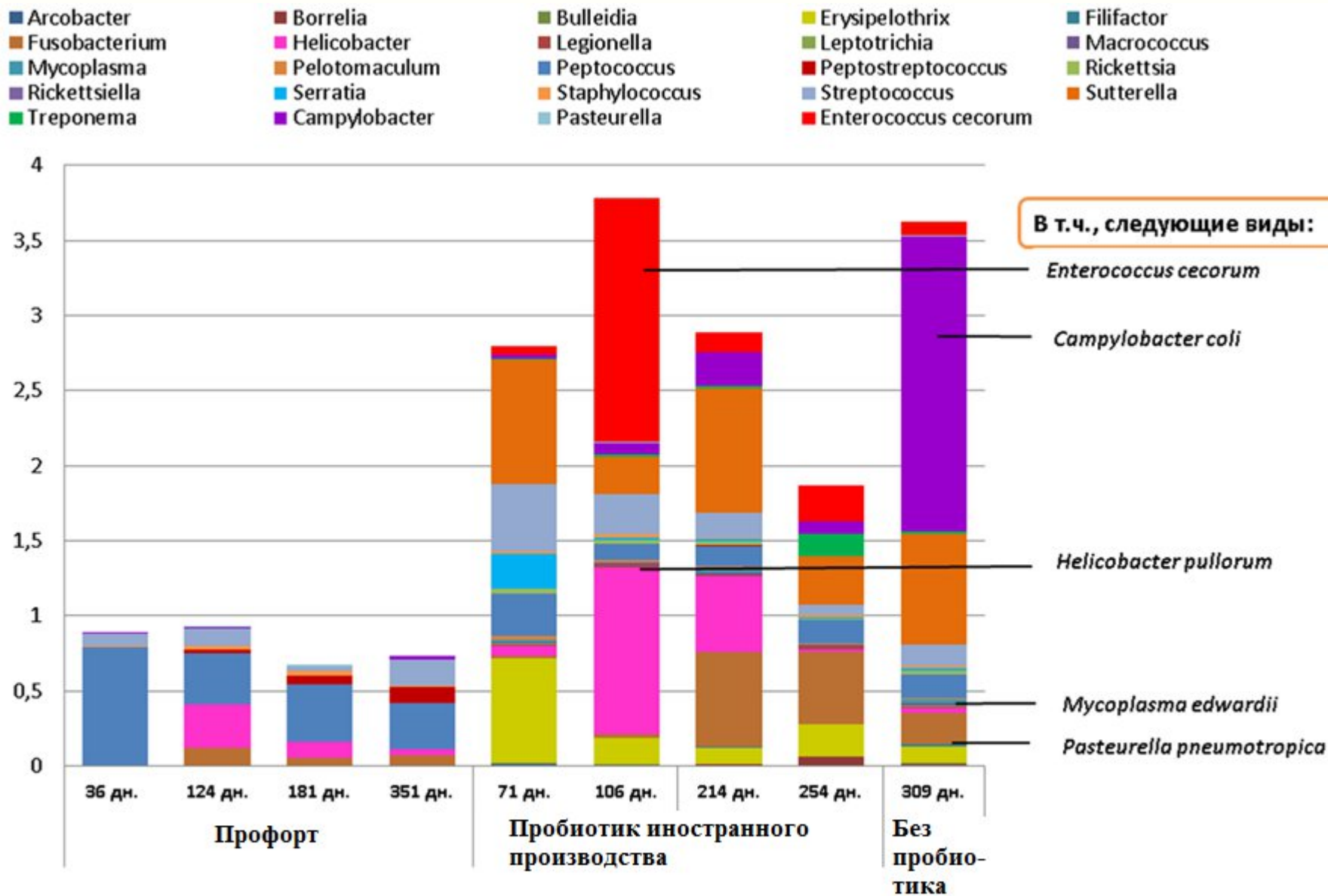
БИОТРОФ

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

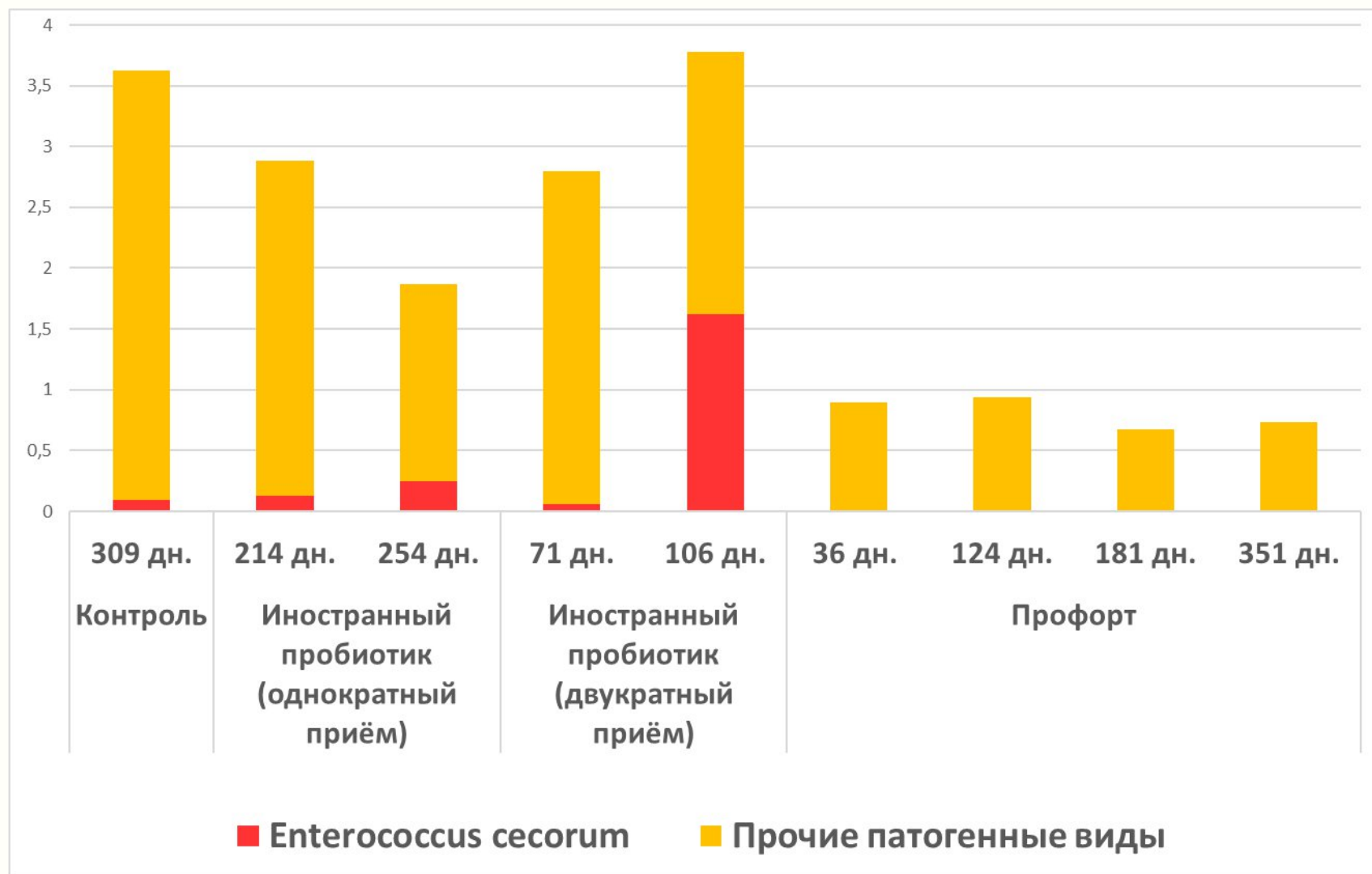
Сравнительный анализ микрофлоры в комбикорме ПК-8 805 и слепых отростков петуха с применением Профорта



Суммарное содержание патогенов в слепых отростках ЖКТ кур, %



Содержание *E.сесориум* среди прочих представителей патогенных бактерий в слепых отростках ЖКТ при применении различных пробиотиков, %



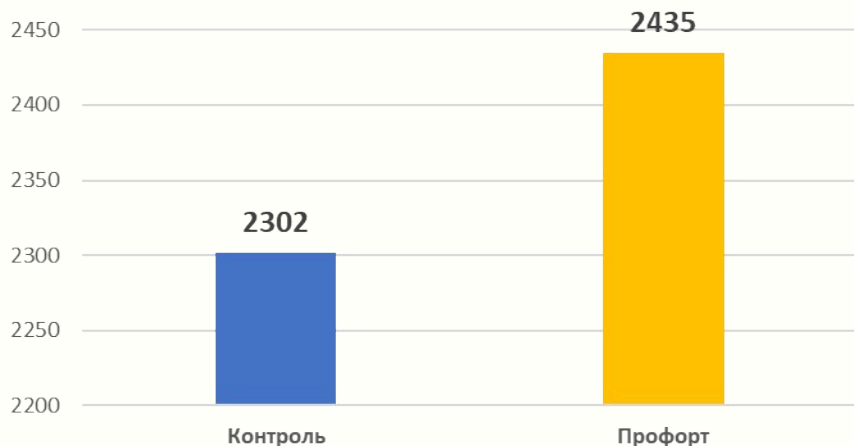
Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

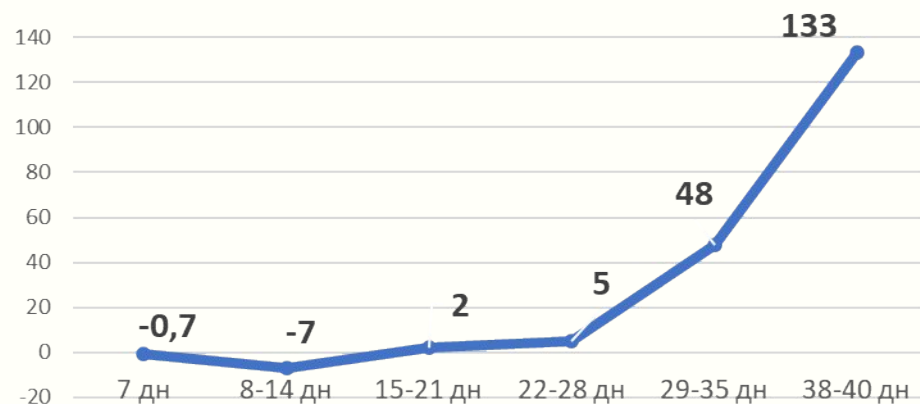
Результат опыта применения пробиотика "Профорт" на ПФ "Нагайбакская" СИТНО

Дата посадки	Группа	Поголовье посадочное	Результат после убоя					Дата убоя	Затраты корма на 1 кг привеса, руб	Затраты на т к/к,руб (покупка ПРОФОРТА)	Средняя цена 1т к/к в кормовой программе,руб
			Поголовье забитое	Живой вес,т	Средний вес одной головы, гр(2527)	Конверсия корма, к ед	Сред.сут. привес,гр				
28.04.21-30.04.21	Контроль	270335	253304	587,3	2302	1,64	57,1	06.06.21-10.06.21	48,47		29892
01.05.21-03.05.21	Опыт	272417	251441	617,0	2435	1,63	59	11.06.21-13.06.21	47,7	250	29698
Отклонение опыт/контроль		2082	-1863	29,7	133	-0,01	1,9		-0,77	250	-194

Средний вес одной головы. г. (40 д. убой)



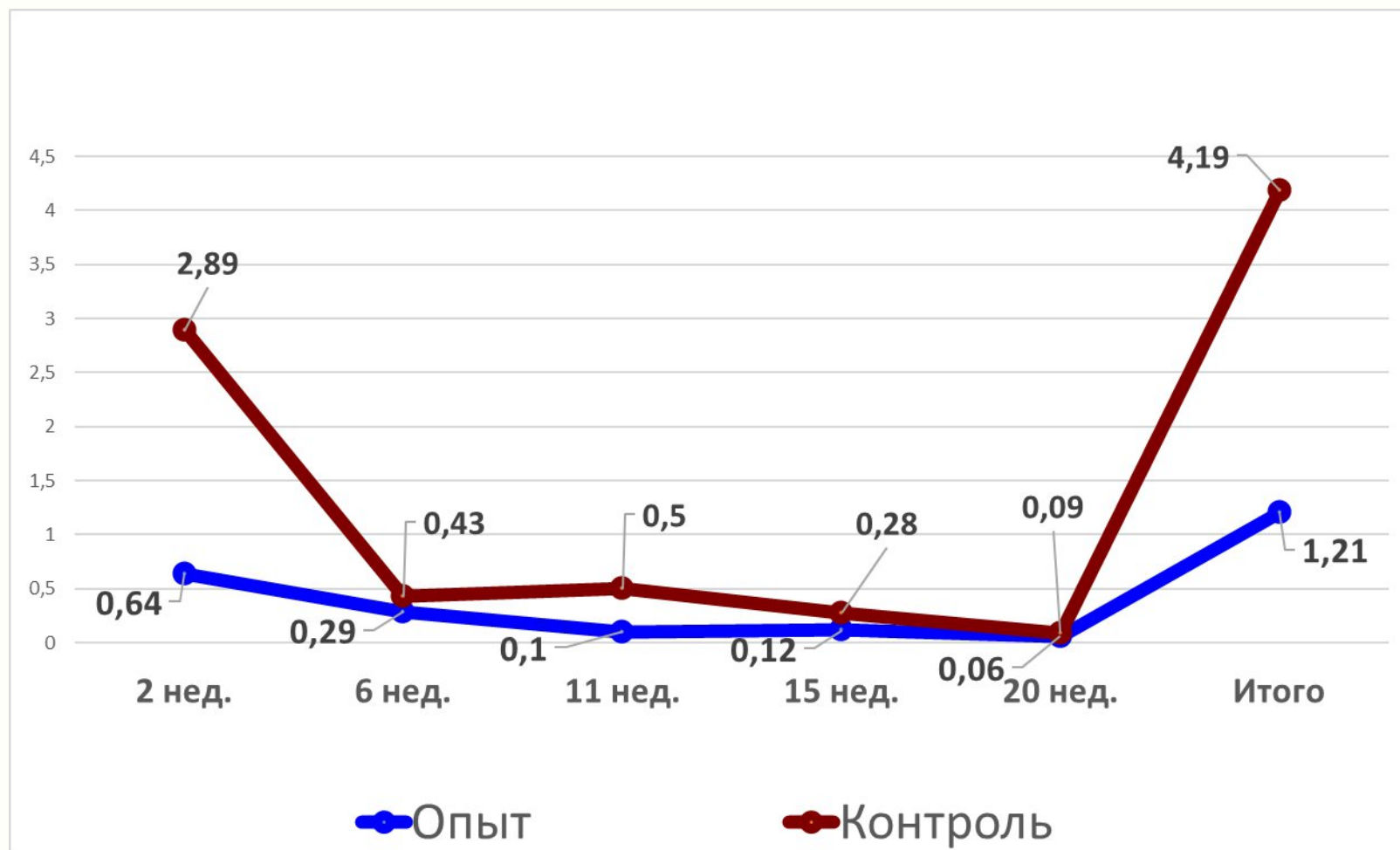
Динамика разницы Среднего веса одной головы Опыт-Контроль, г.



Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

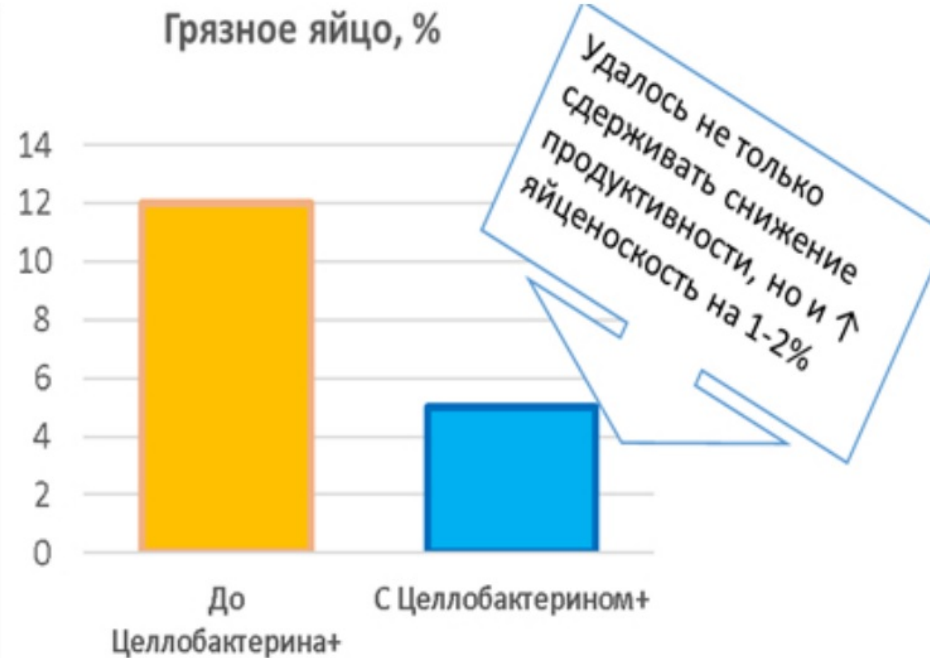
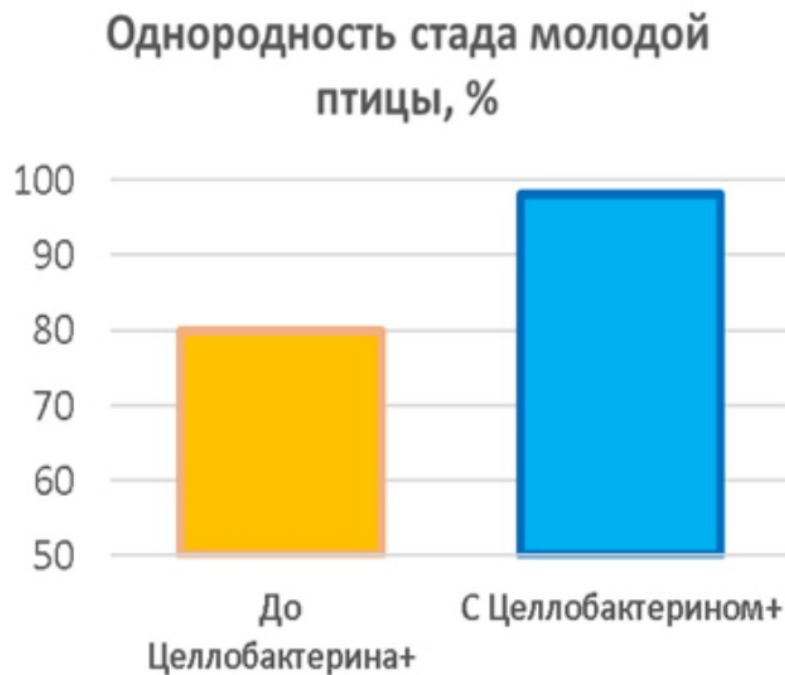
Пробиотик Профорт снижает падеж у молодняка кур-несушек



Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Целлобактерин+, положительно влияет на использование зерна нового урожая



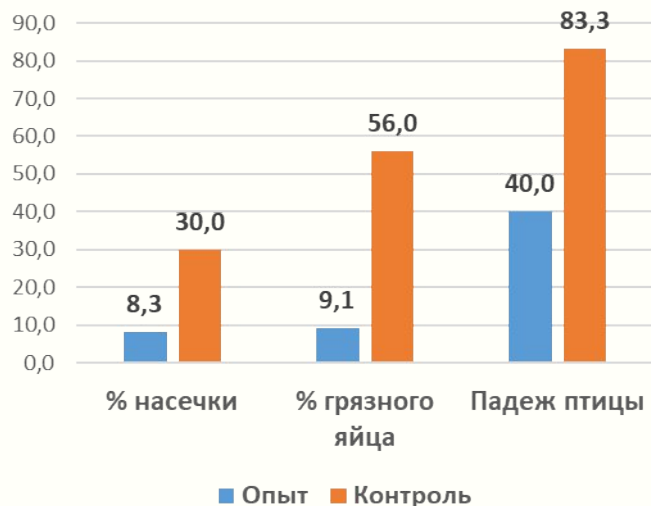
Эффективность использования пробиотика Целлобактерин+ на поголовье яичной птицы в период скармливания зерна нового урожая

Б И О Т Р О Ф

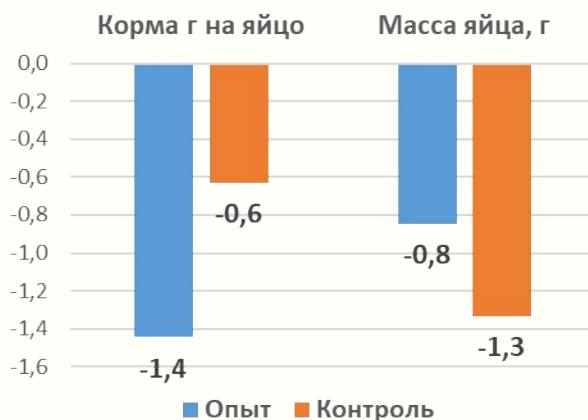
МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Провитол, снижает негативное воздействие теплового стресса у несушек

Динамика показателей контрольной и опытной групп на начало и конец опыта, %



Динамика показателей контрольной и опытной групп на начало и конец опыта, %



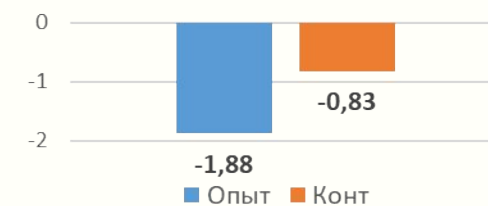
Разница в % насечка



Разница в %, грязного яйца



Разница Корма г на яйцо



Показатель	Опытная группа			Контрольная группа		
	До опыта	Во время опыта	Разница	До опыта	Во время опыта	Разница
% насечки	0,12	0,13	0,01	0,2	0,26	0,06
% грязного яйца	0,22	0,24	0,02	0,25	0,39	0,14
Падеж птицы	0,05	0,07	0,02	0,06	0,11	0,05
Корма г на яйцо	130,1	128,22	-1,88	131,96	131,13	-0,83
Масса яйца, г	59,2	58,7	-0,5	60	59,2	-0,8

БИОТРОФ

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Изменение метаболических путей под влиянием T-2 токсина

I группа II группа III группа IV группа

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПУТИ

I - БЕЗ ТОКСИНА,
II - T-2,
III - T-2, ЗАСЛОН2+
IV - T-2, ЗАСЛОН2+, ФЕРМЕНТ

МИН.



ШКАЛА

МАКС.

***** - p<0,0001
**** - p<0,001
*** - p<0,005
** - p<0,01
* - p<0,05

Метаболический путь	I группа	II группа	III группа	IV группа
3-HYDROXYPHENYLACETATE-DEGRADATION-PW				*****
GALLATE-DEGRADATION-II-PWY				*****
P221-PWY				*****
P281-PWY		****		*****
PROTocatechuate-ortho-cleavage-PWY		****		*****
PWY-5182		*****		*****
PWY-5415		****		*****
PWY-5431		*		*****
PWY0-321		*		*****
PWY-6182		*		*****
PWY-6185		*		*****
P381-PWY				***
PWY-5005		*		*****
PWY-5507		****		*****
PWY-7376		****		*****
PWY-5651		***		*****
LEU-DEG2-PWY		*		*****
CRNFORCAT-PWY		**		*****
TYRFUMCAT-PWY		*****		*****
PWY-6906		*****		*****
PWY-7295				**
PWY-7456				****
DHGLUCONATE-PYR-CAT-PWY				*****
PWY-6470				*****
PWYG-321				*****
PWY-7664				*****
PWY0-862			****	*****
PWY-5855				**
PWY-5920		*		**
PWY-6562				**
PWY-7328		***		**
PWY0-42		*		*****
PWY1G-0				*****
PWY-7198			*	*****
PWY-7254				*

РАЗЛОЖЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
ВКЛЮЧАЯ КСЕНОБИОТИКИ

СИНТЕЗ ВИТАМИНОВ

ДЕГРАДАЦИЯ БЕЛКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ДЕГРАДАЦИЯ МОНОСАХАРОВ
И ПОЛИСАХАРИДОВ

ФОРМИРОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК И СПОР

ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН

СИНТЕЗ КОФАКТОРОВ И КОФЕРМЕНТОВ

ФОРМИРОВАНИЕ БИОПЛЕНОК

ПАТОГЕНЕЗ

ДЕГРАДАЦИЯ ЛЖК

БИОСИНТЕЗ ПРОТЕКТОРОВ

СИНТЕЗ НУКЛЕОТИДОВ И НУКЛЕОЗИДОВ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

БИОТРОФ

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Спасибо за внимание!



Большаков владислав пиколаевич

+7(812) 322-85-50

+7 905 217 21 52

Б И О Т Р О Ф

МИКРОБИОЛОГИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА