

Лекция 6.

Тема 4. Взаимодействие популяций.

Часть 2. Эксплуатация, симбиоз и прочие взаимодействия.

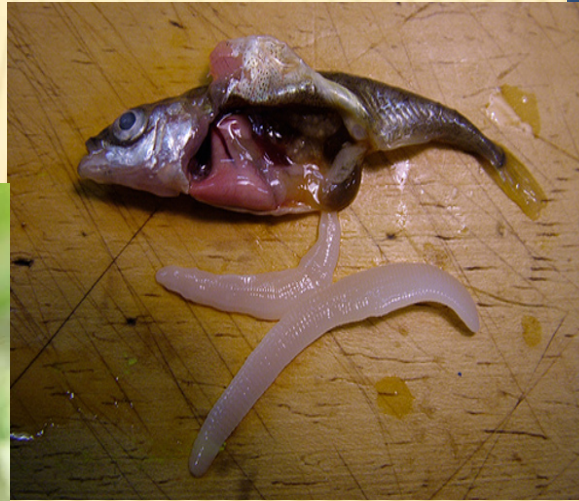
ЭКОЛОГИЯ

Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков

dzamolod@mail.ru

Взаимодействие (+,-): эксплуатация

- ✘ Хищник-жертва
- ✘ Паразит-хозяин
- ✘ Фитофаг-растение



Модель хищник-жертва базируется на экспоненциальном уравнении

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

Модель хищник-жертва базируется на экспоненциальном уравнении

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2$$

Модель хищник-жертва Лотка-Вольтерра (1925, 1926)

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2 \\ \frac{dN_2}{dt} = p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2 \end{array} \right.$$

Нахождение условий равновесия для популяции 1

$$\frac{dN_1}{dt} = 0$$

$$r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2 = 0$$

$$r_1 - p_1 N_2 = 0$$

$$N_2 = r_1 / p_1$$

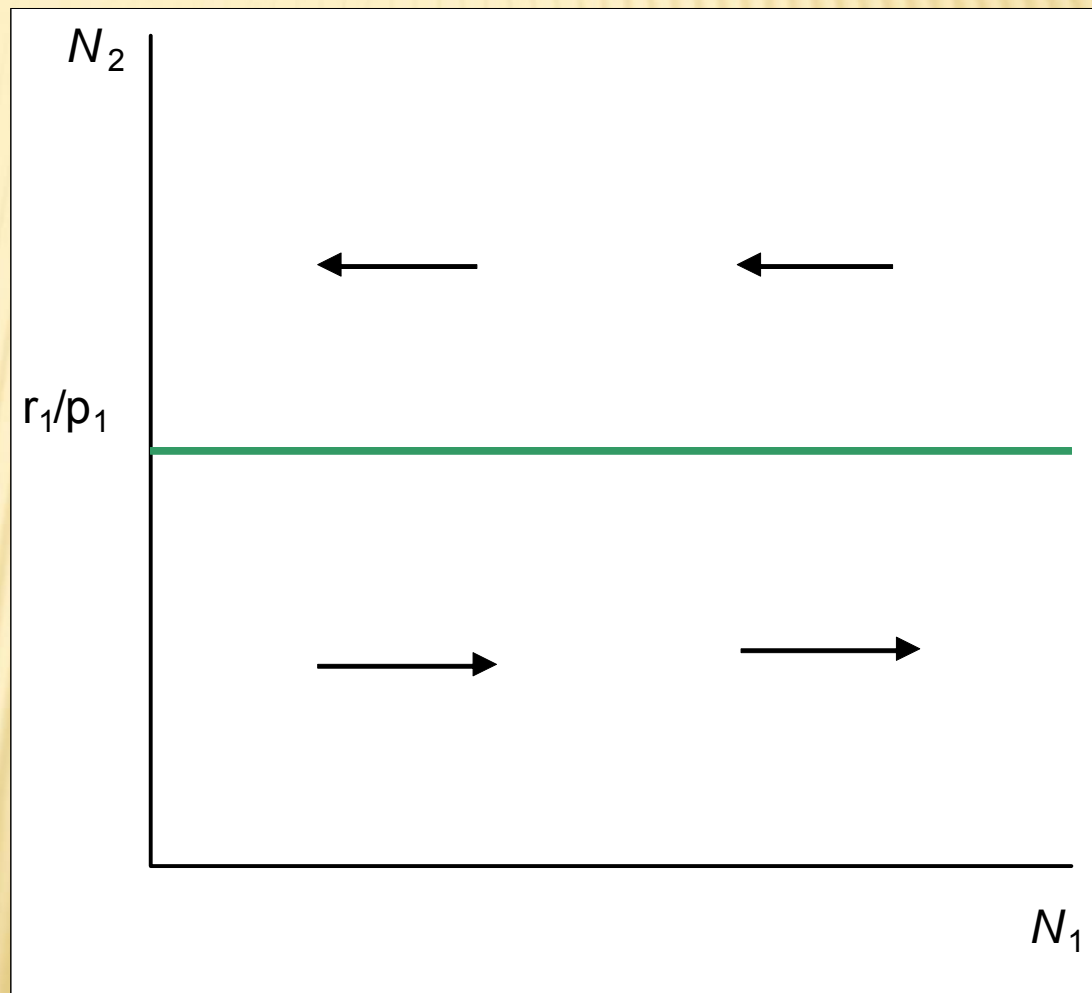
Нахождение условий равновесия для популяции 1 (жертва)

$$\frac{dN_1}{dt} = 0$$

$$r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2 = 0$$

$$r_1 - p_1 N_2 = 0$$

$$N_2 = r_1/p_1$$



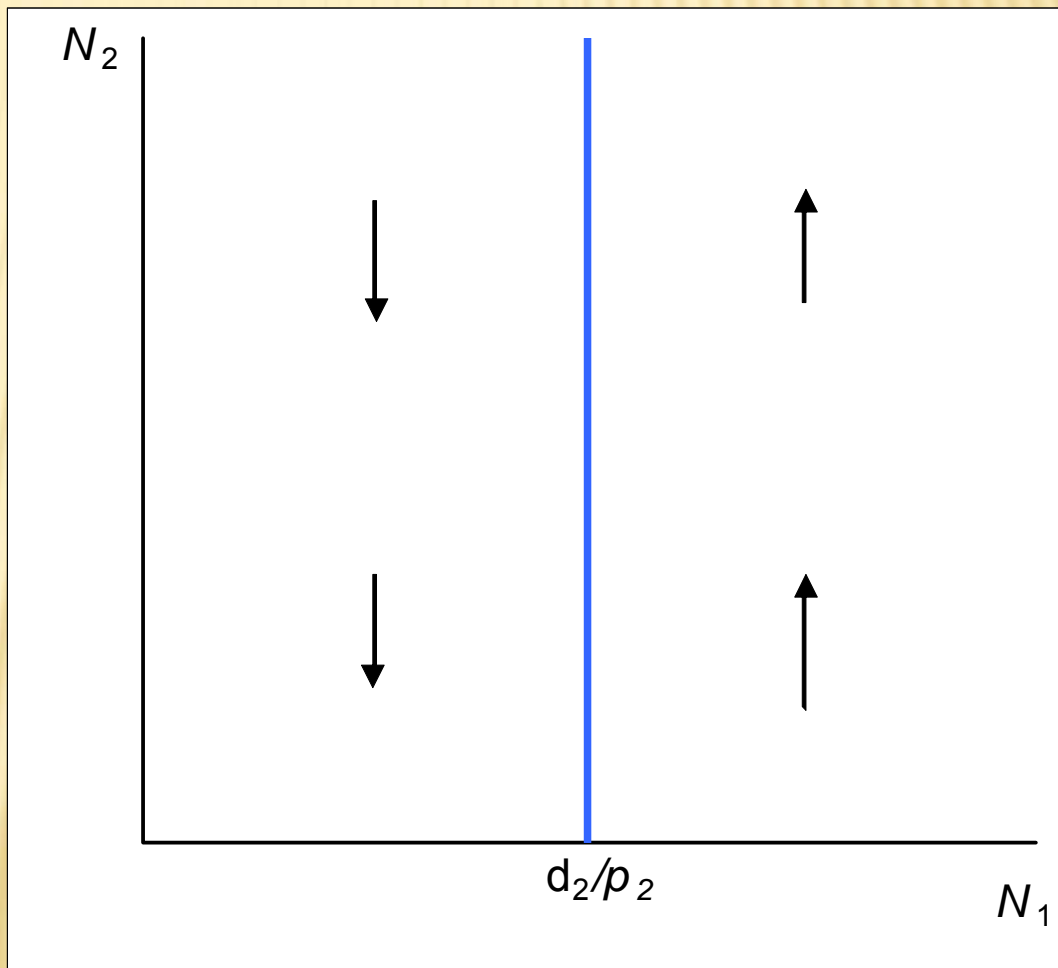
Нахождение условий равновесия для популяции 2 (хищник)

$$\frac{dN_2}{dt} = 0$$

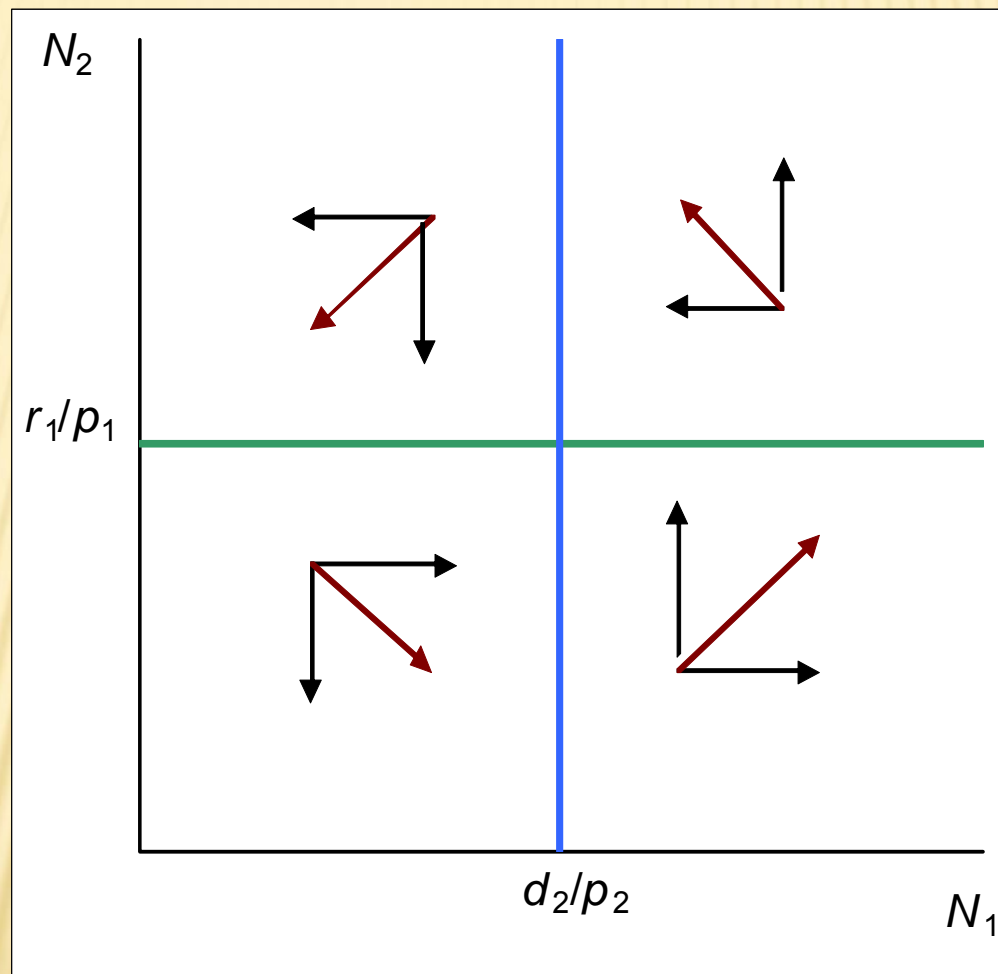
$$p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2 = 0$$

$$p_2 N_1 - d_2 = 0$$

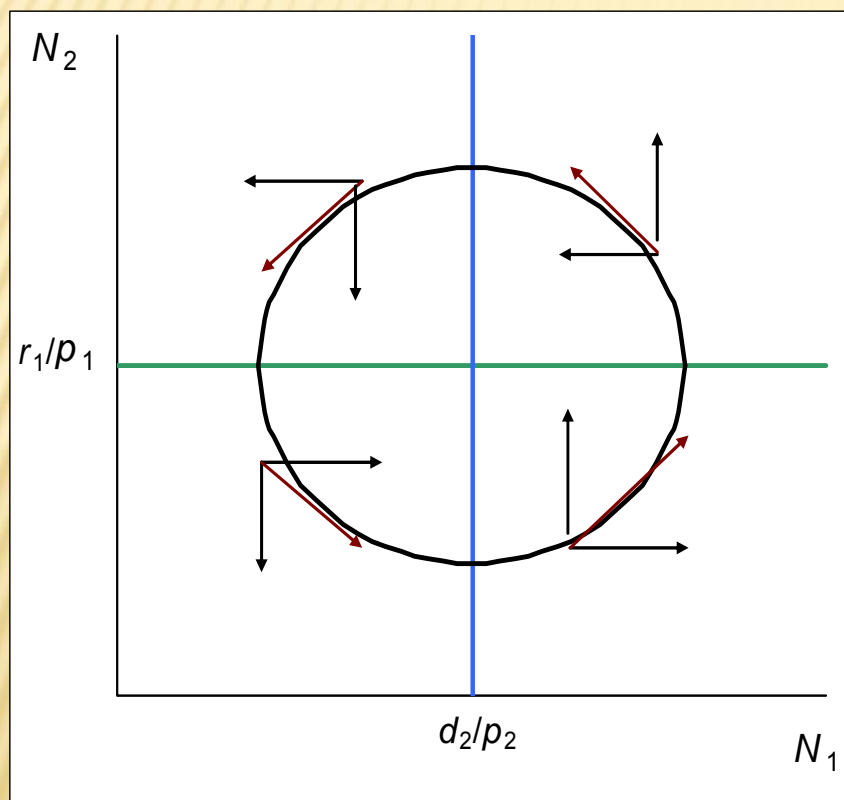
$$N_1 = d_2 / p_2$$



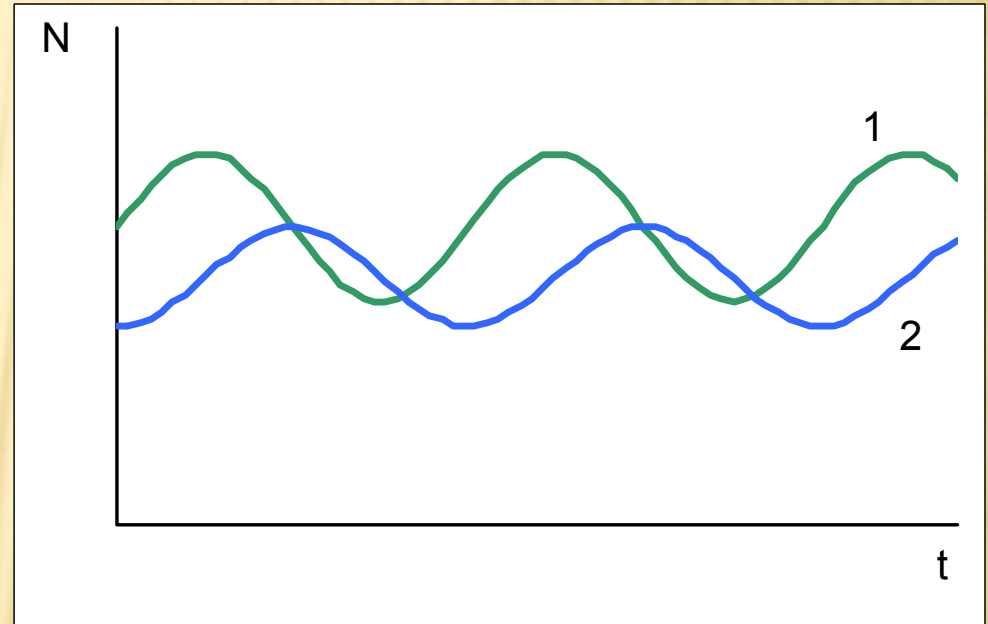
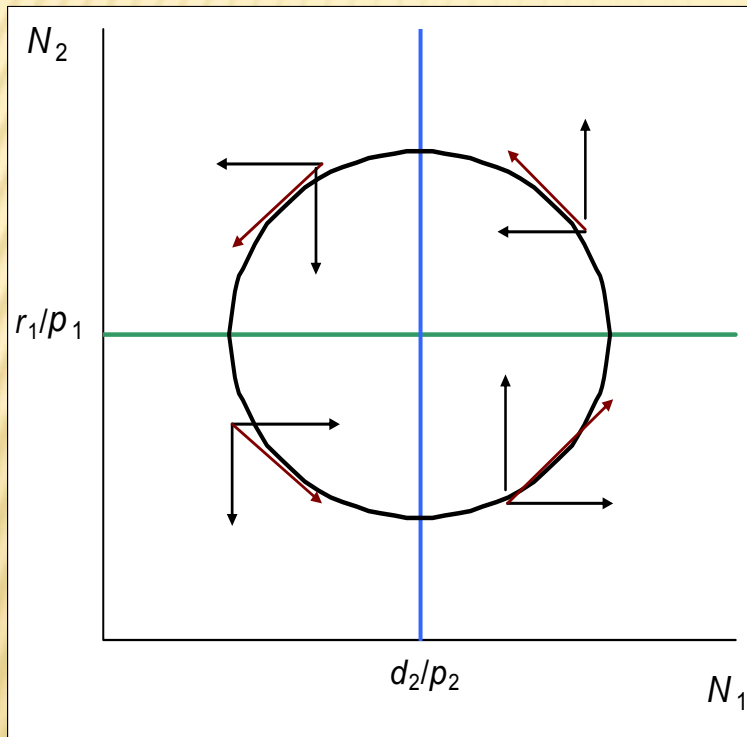
Фазовый портрет модели хищник-жертва



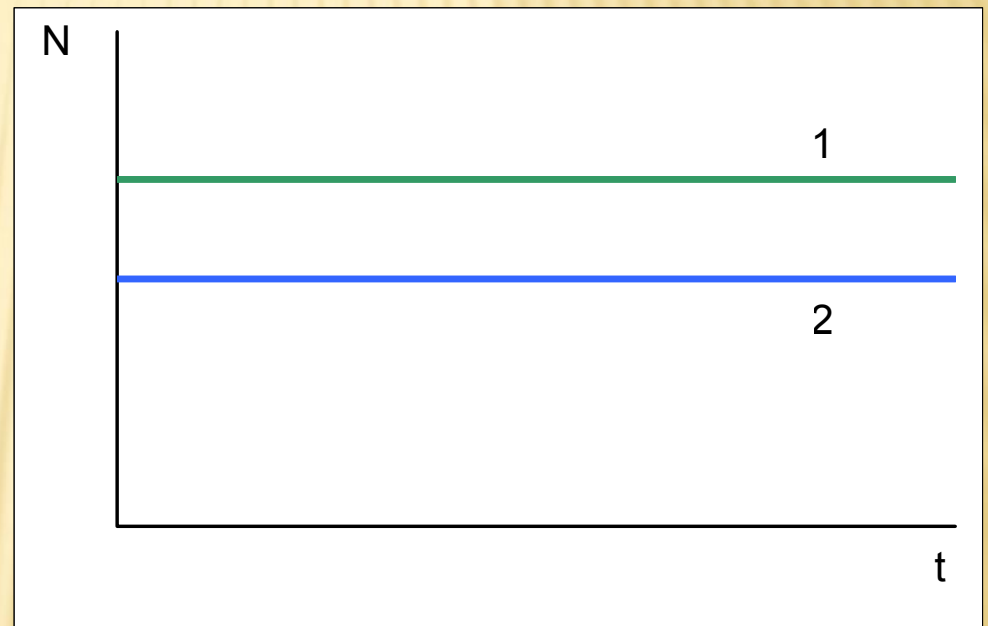
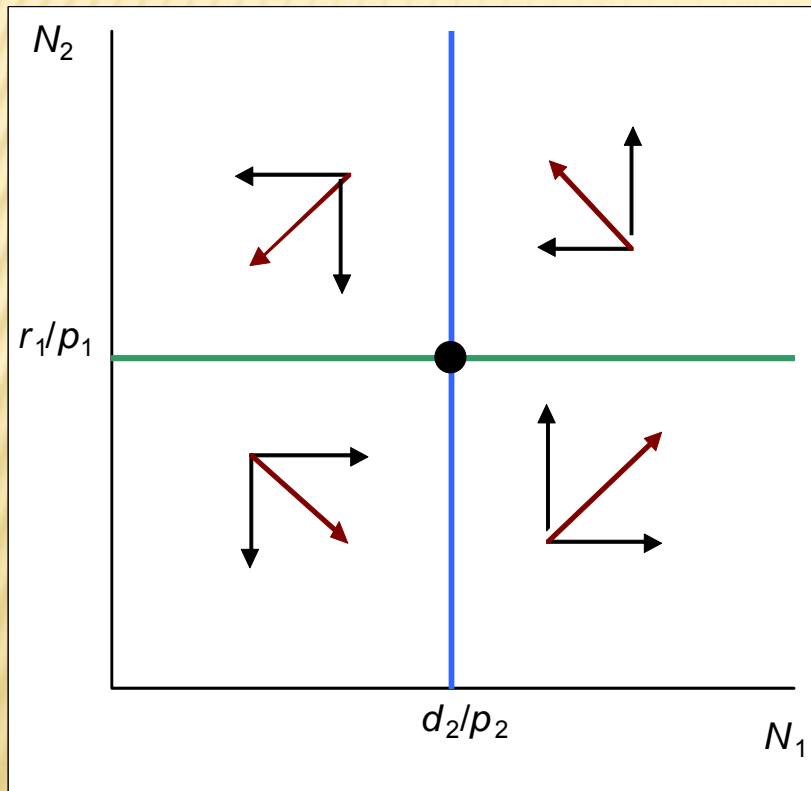
Исход 1 – равномерные колебания



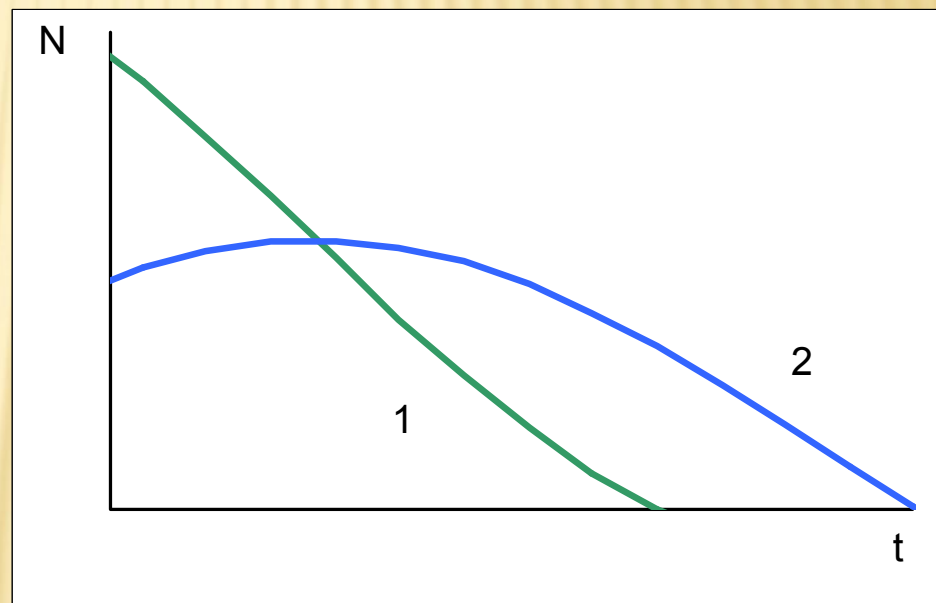
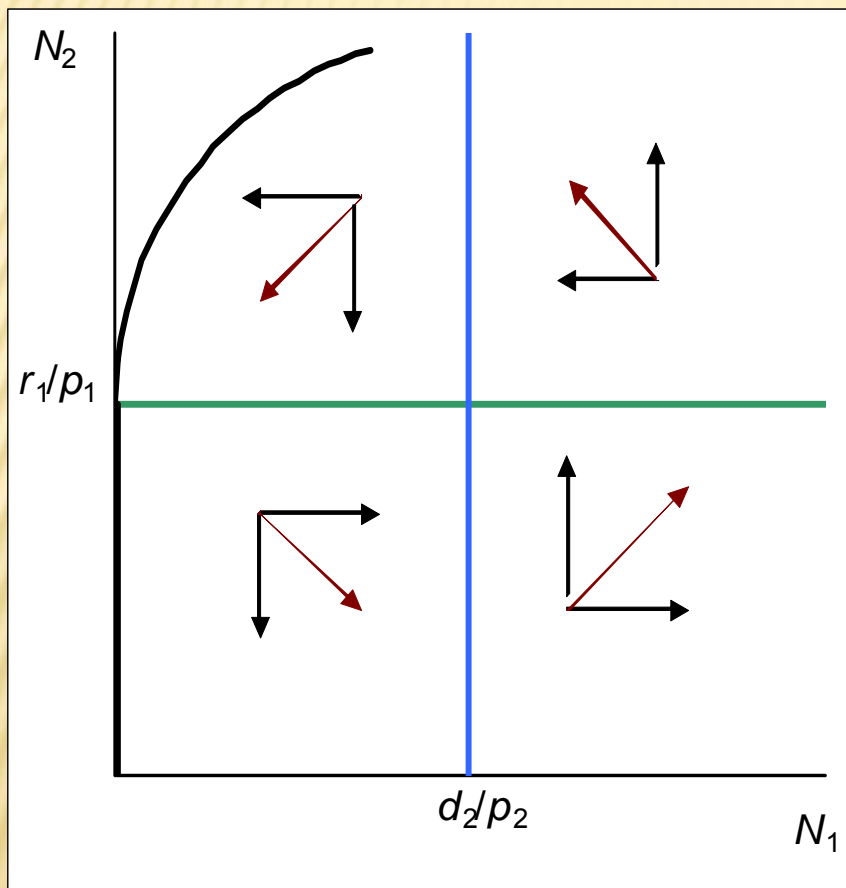
Исход 1 – равномерные колебания



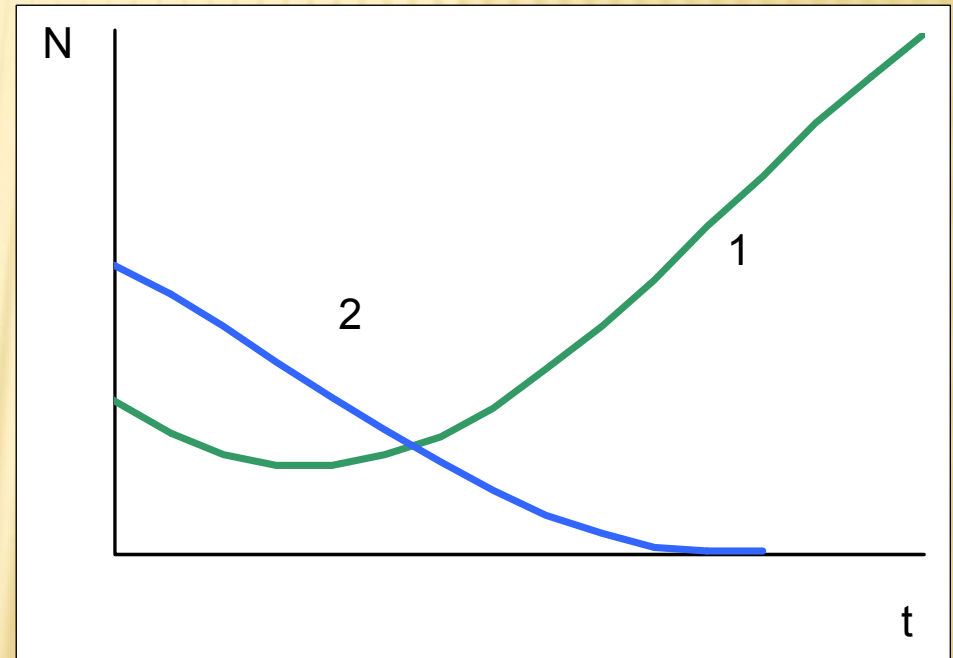
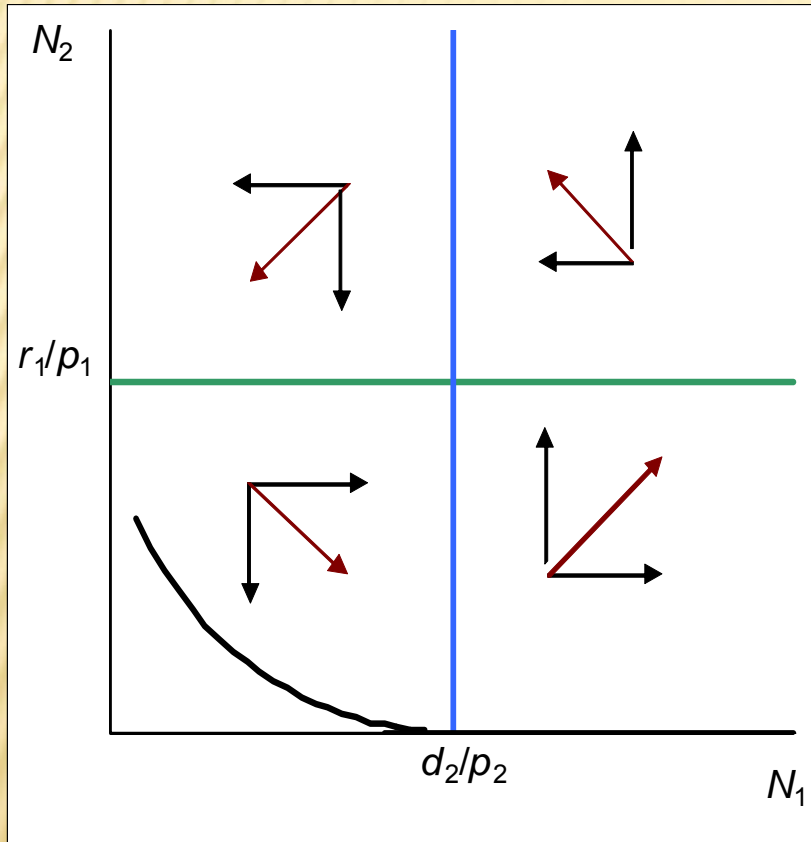
Исход 2 – постоянные численности



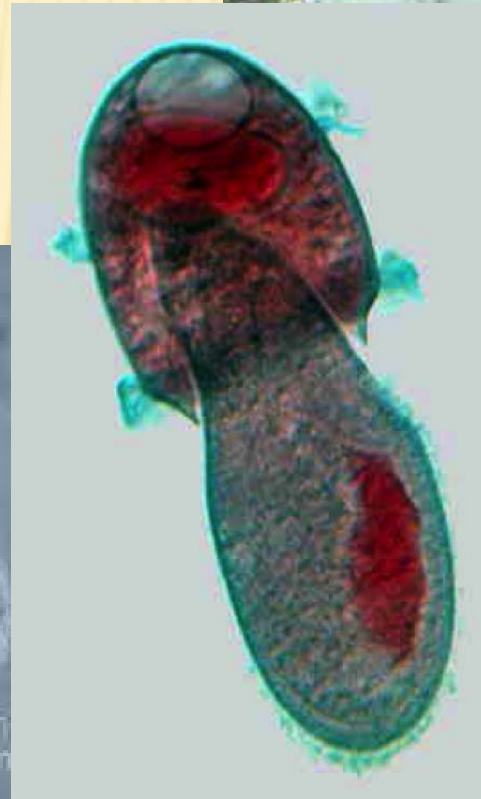
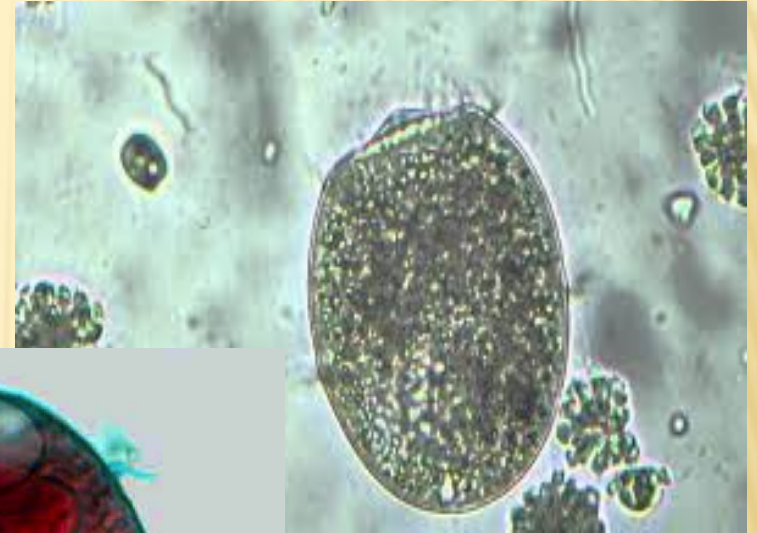
Исход 3 – эффективный хищник



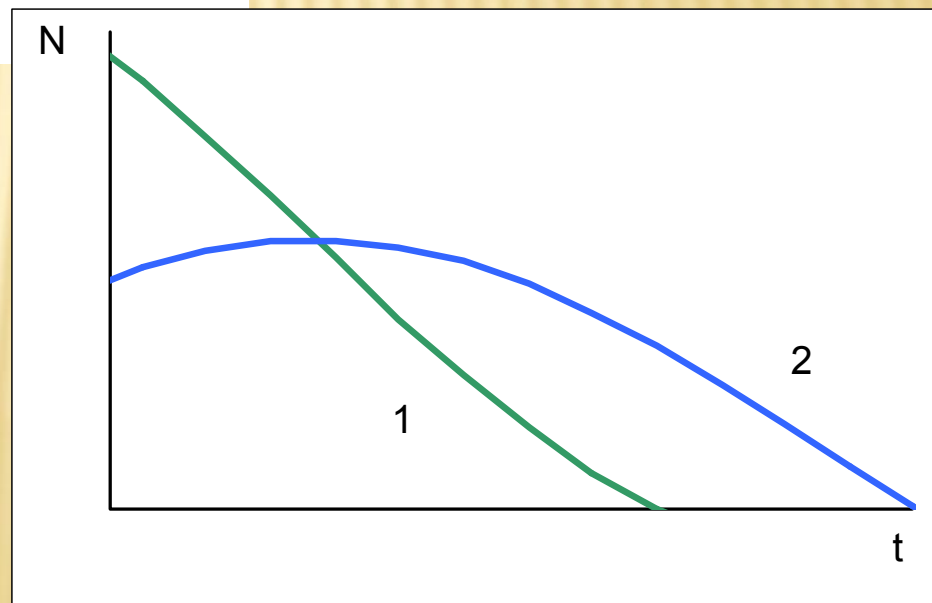
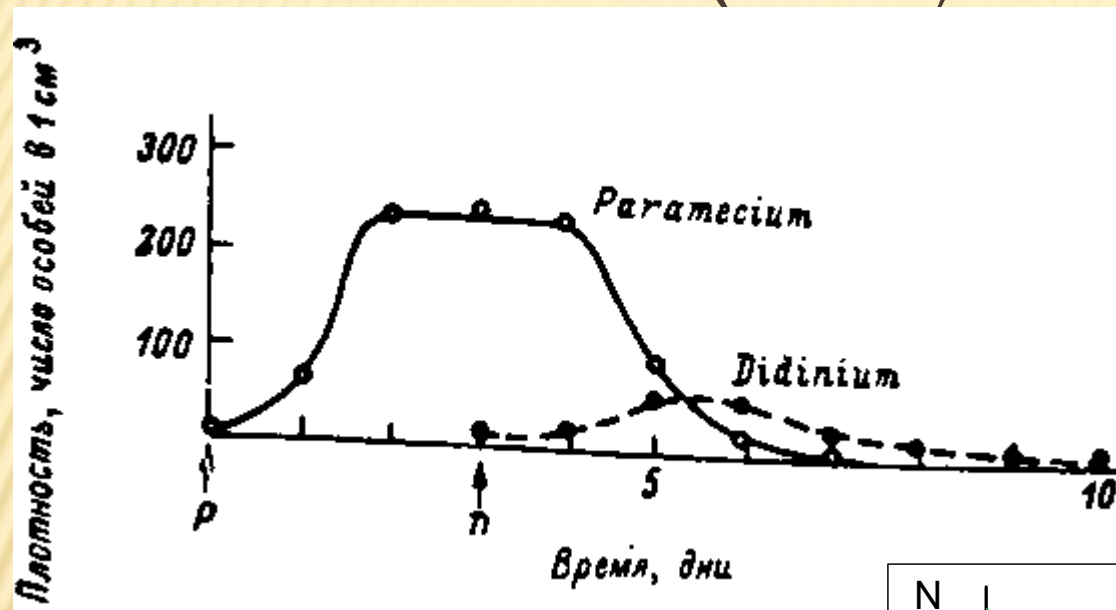
Исход 4 – неэффективный хищник



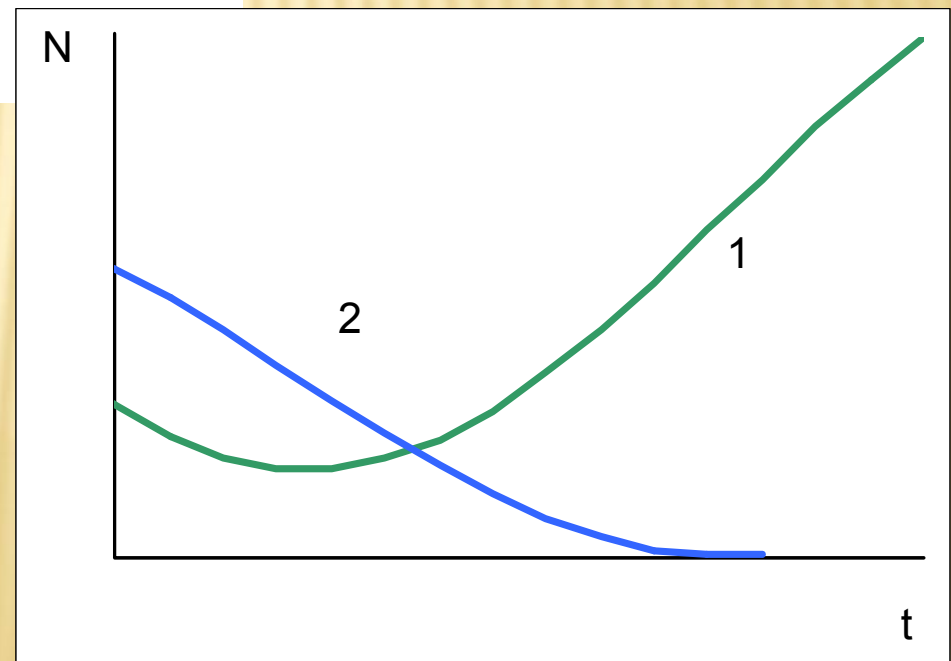
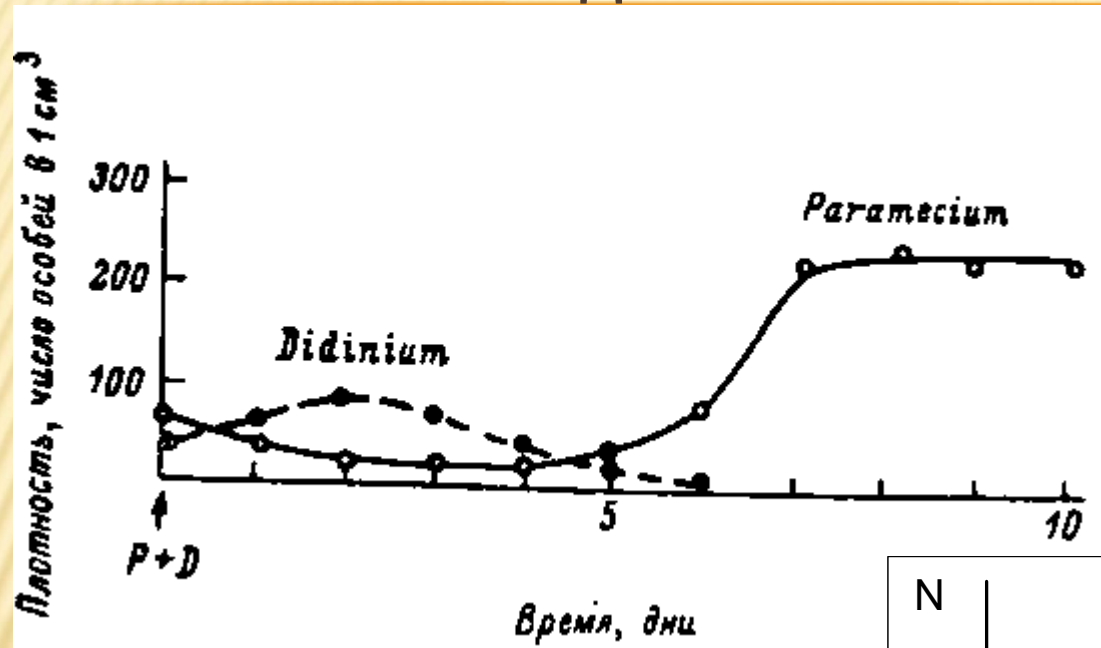
Опыты Г. Гаузе: туфелька и дидиниум



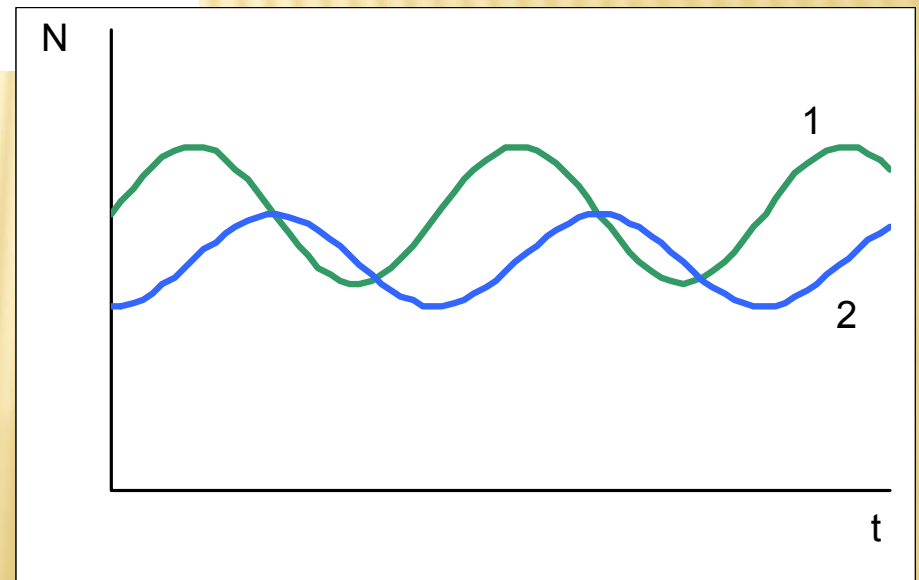
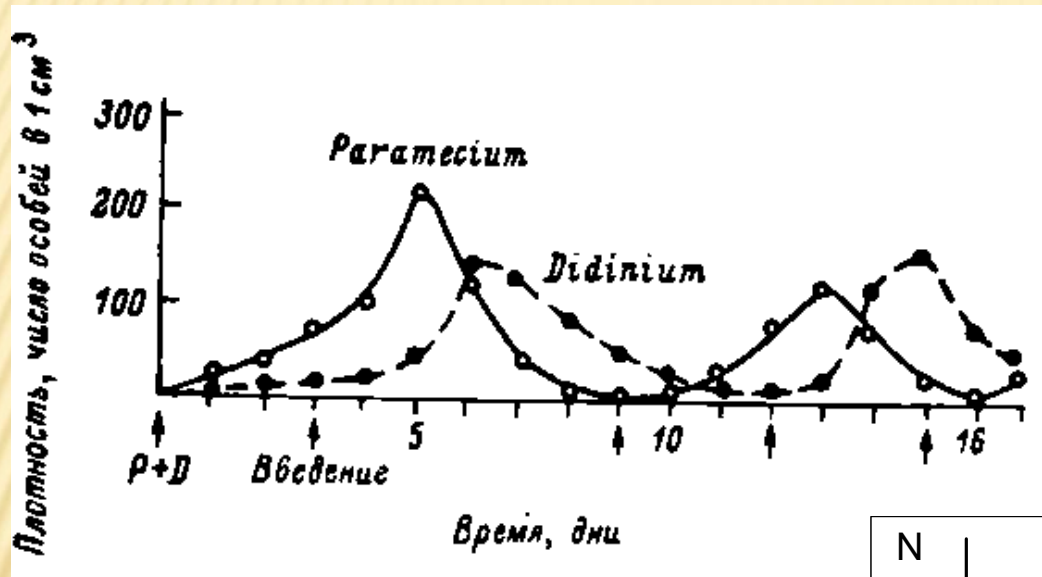
Опыты Г. Гаузе: туфелька и дидиниум (1934, 1936)



Опыты Г. Гаузе: туфелька и дидиниум с добавлением песка



Опыты Г. Гаузе: туфелька и дидиниум с добавлением туфельки



Опыты К. Хаффейкера на двух видах клещей (Huffaker, 1958).

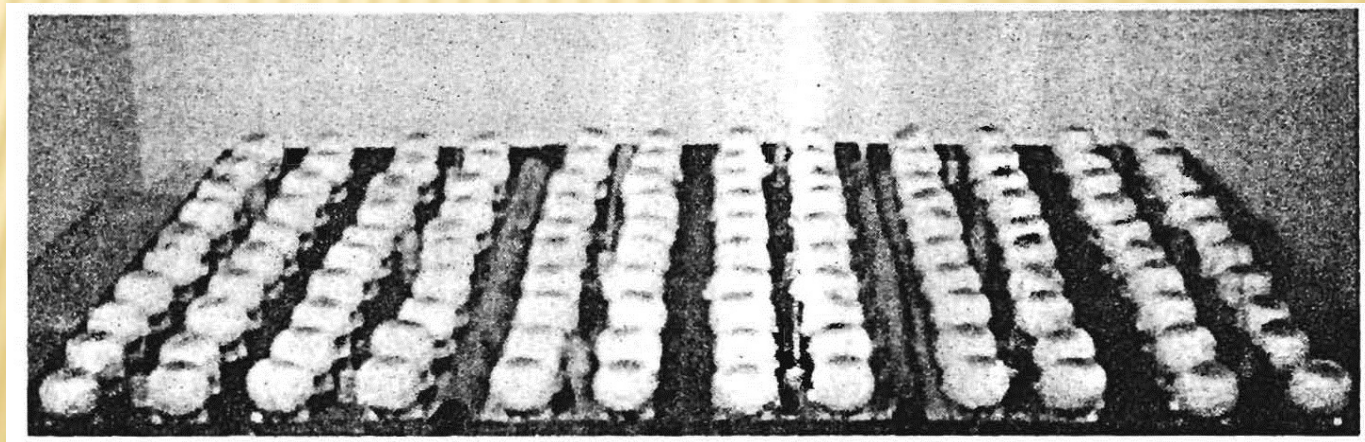
Растительноядный клещ
Eotetranychus sexmaculatus



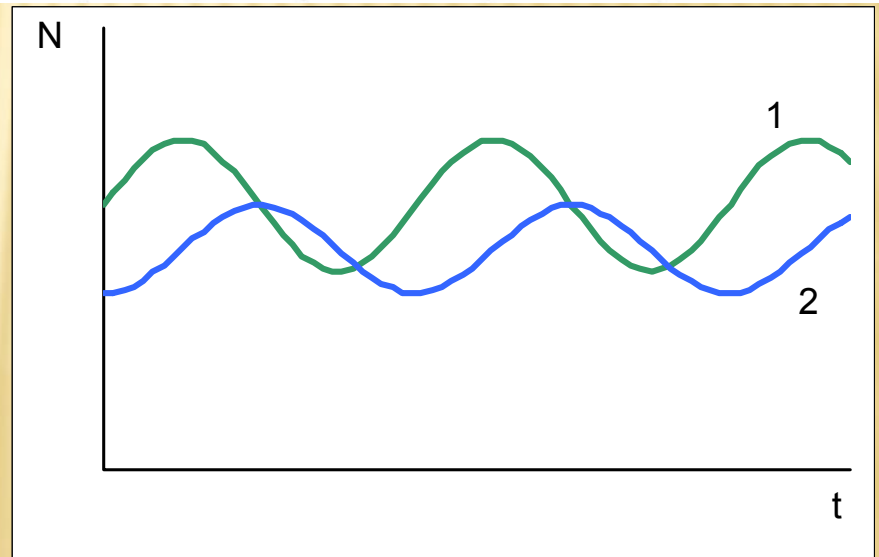
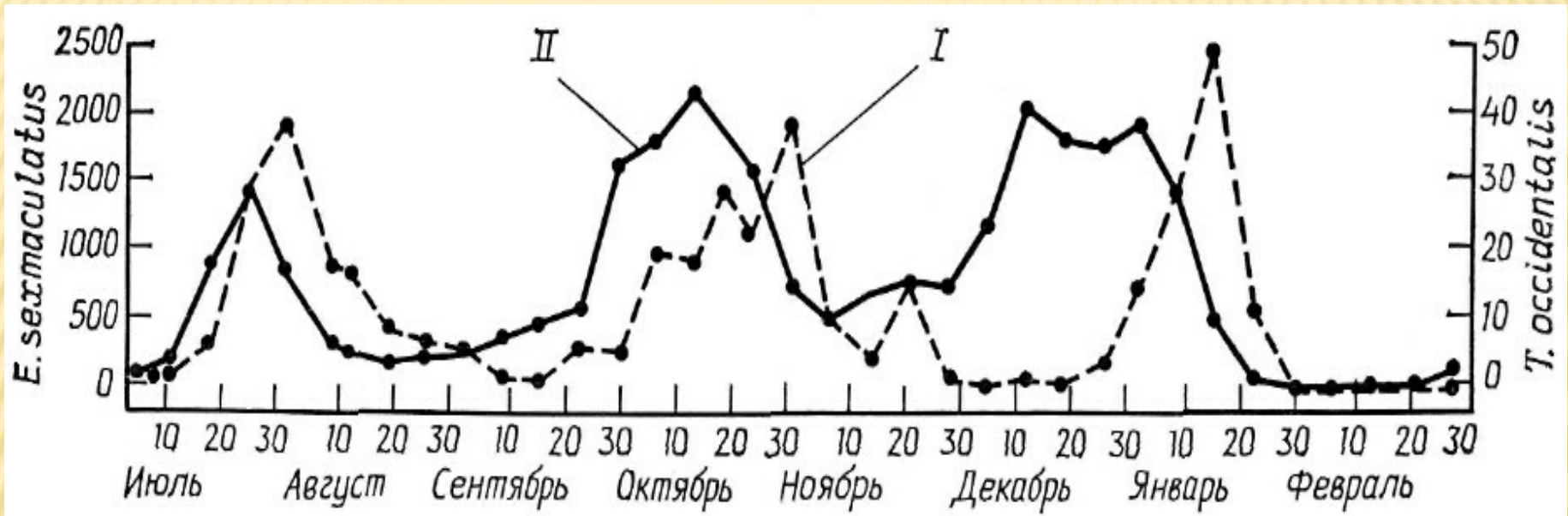
Хищный клещ *Typhlodromus occidentalis*



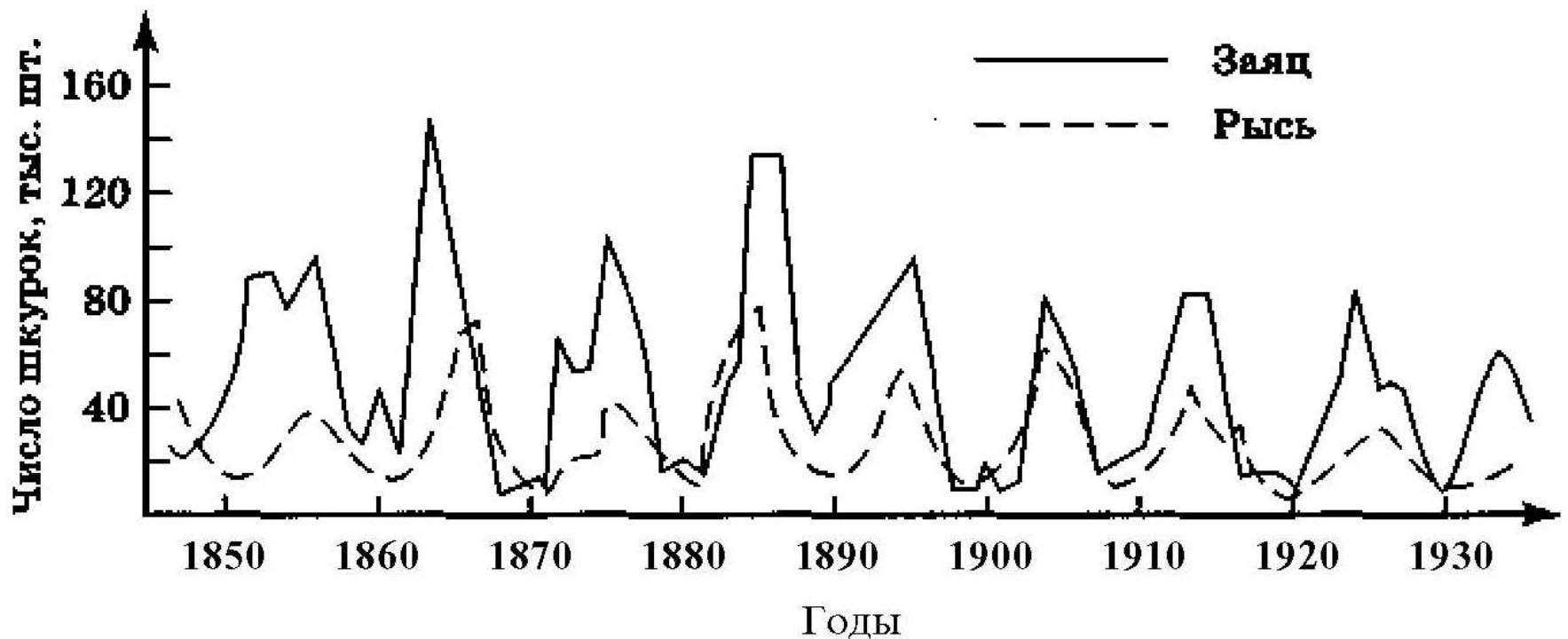
Манипуляции с расположением и преградами между апельсинами,
являющимися пищей для растительноядного клеща



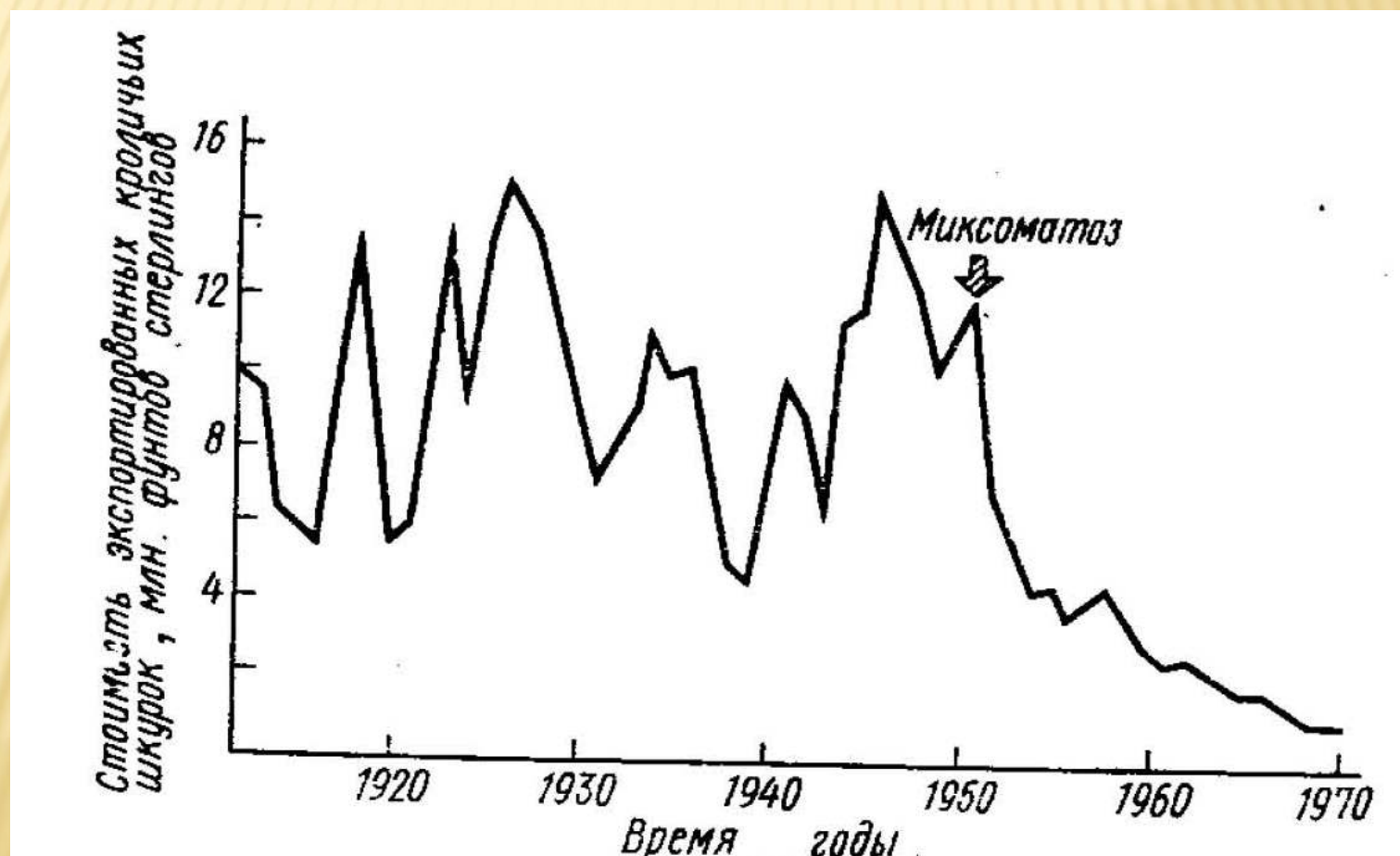
Опыты К. Хаффейкера на двух видах клещей (Huffaker, 1958).



Колебания в природе: статистика пушной компании Гудзонова залива



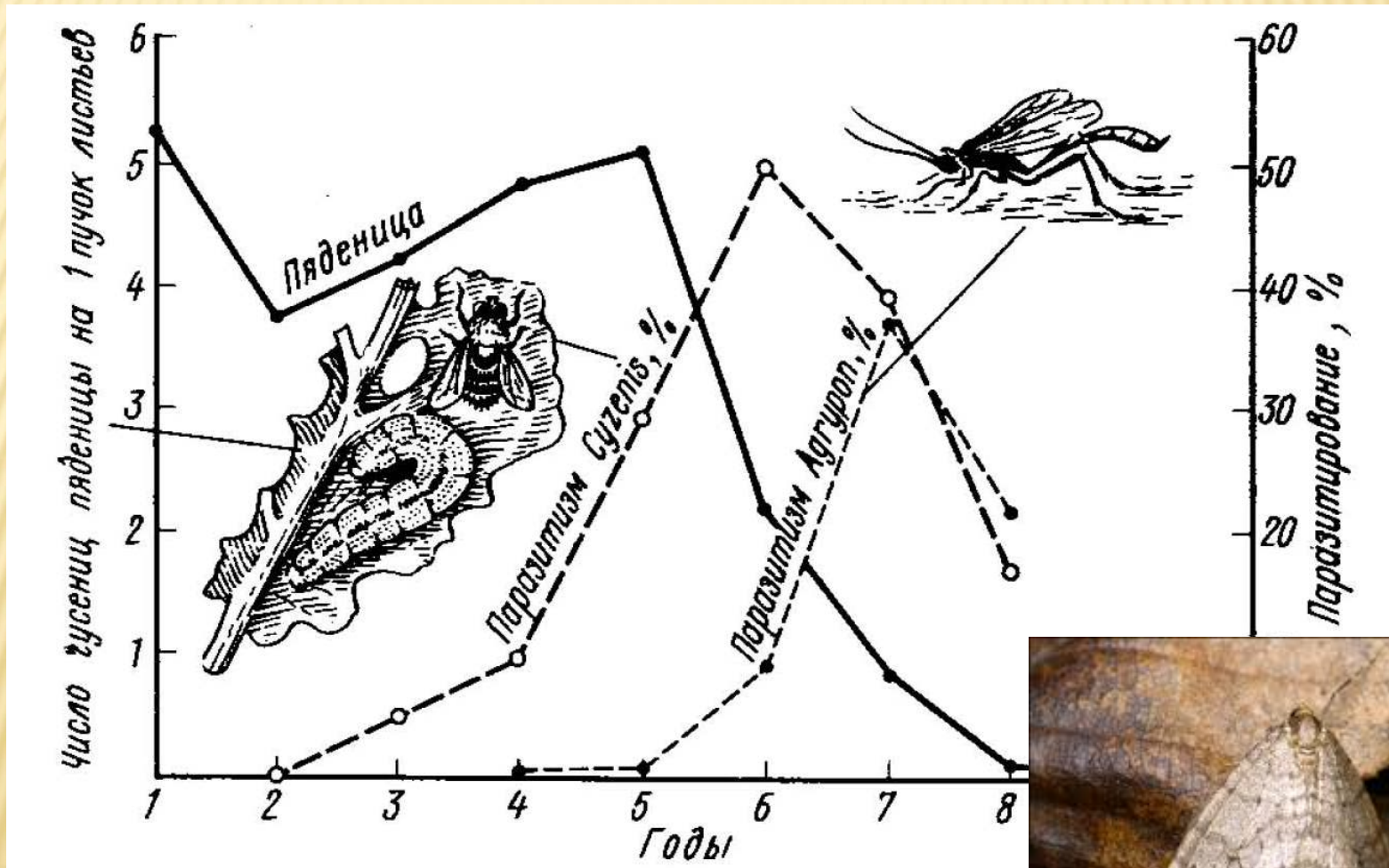
Биологические методы борьбы с вредителями: поиск эффективного хищника (паразита). Использование миксоматоза для контроля численности кроликов в Австралии.



Еще один пример из Австралии: кактус опунция и кактусовая огневка (1913-1925)



Использование наездника *Aggron* и мухи *Suzenit* для контроля численности зимней пяденицы в Канаде (1955-1965)



Неэффективный хищник: около 50% интродукций с целью биологического контроля заканчивается неудачей

- ✘ Известно около 300 видов насекомых и паукообразных, являющихся энтомофагами колорадского жука. Ни один из них не стал эффективным способом контроля жука в Евразии.



Клоп периллюс, уничтожающий самку колорадского жука (имаго)



Специфика взаимодействия паразит-хозяин

- ✘ Кроме питания, паразит использует тело хозяина как среду обитания.
- ✘ Это приводит к упрощению строения паразита.
- ✘ Паразитами чаще становятся представители просто устроенных групп организмов (прокариоты, протисты, черви, членистоногие).



Группы паразитов

✘ Эктопаразиты и эндопаразиты



✘ Временные и постоянные паразиты



Специфические варианты паразитизма

Клептопаразитизм – присвоение пищевого или гнездового ресурса



Крапивник кормит кукушонка



Пчела-кукушка (*Epeolus cruciger*) является паразитом земляных пчел рода *Colletes*.

Растения-паразиты

Заразиха (*Orobanche* sp.)



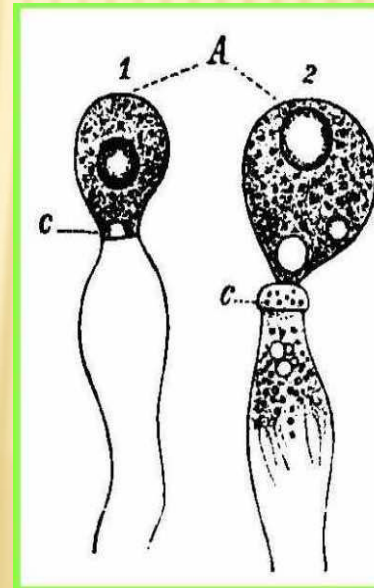
Омела (*Viscum album*)



Контроль численности жертвы

- ✘ Хищники более эффективны при низких уровнях численности жертвы.
- ✘ Паразиты более эффективны при высоких уровнях численности хозяев.

Поражение саранчевых
энтомофильным грибком
Empusa grylli



Симбиоз (взаимодействие + +)

- ✘ Облигатный симбиоз (мутуализм)
- ✘ Факультативный симбиоз (протокооперация)

Рак-отшельник - актиния

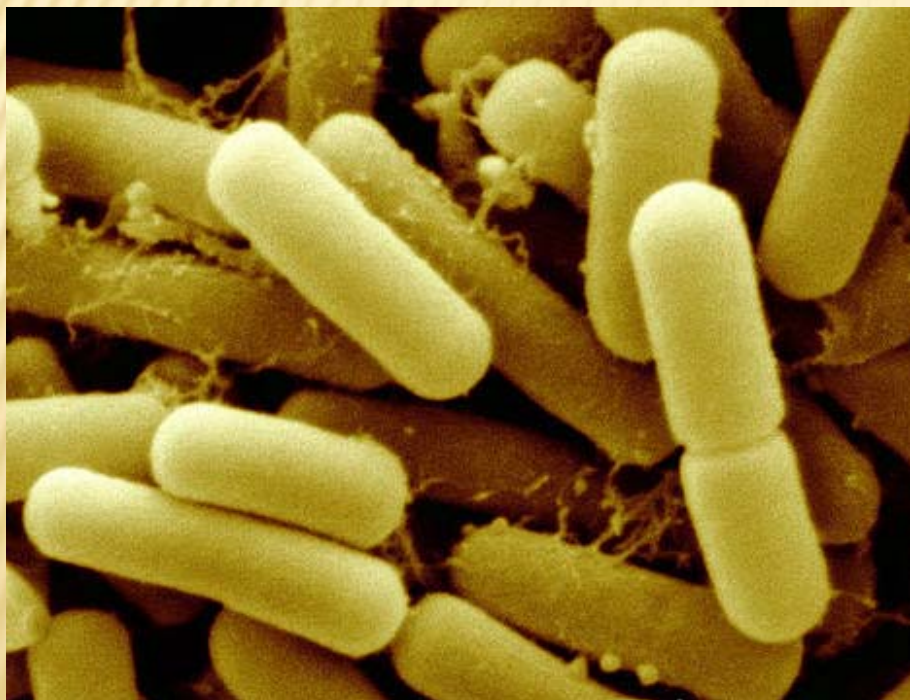


Рыба-клоун - актиния

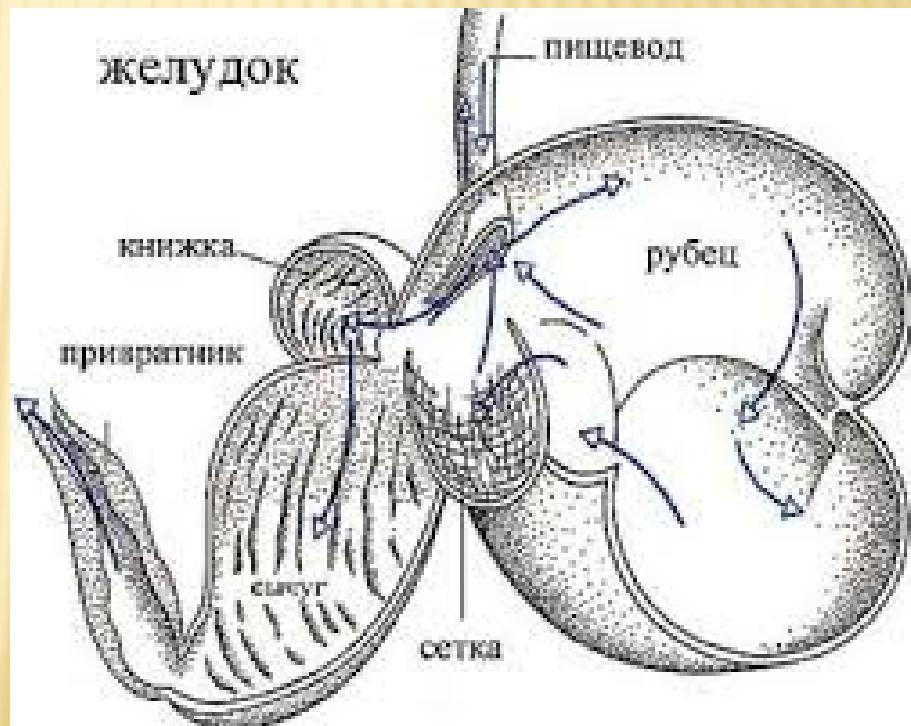


Животные – кишечная микрофлора

Лактобактерии



Желудок коровы



Сохранение аппендикса – следствие значимости кишечной микрофлоры



Кто «главнее» в организме человека? (По Human microbiome project, 2014)

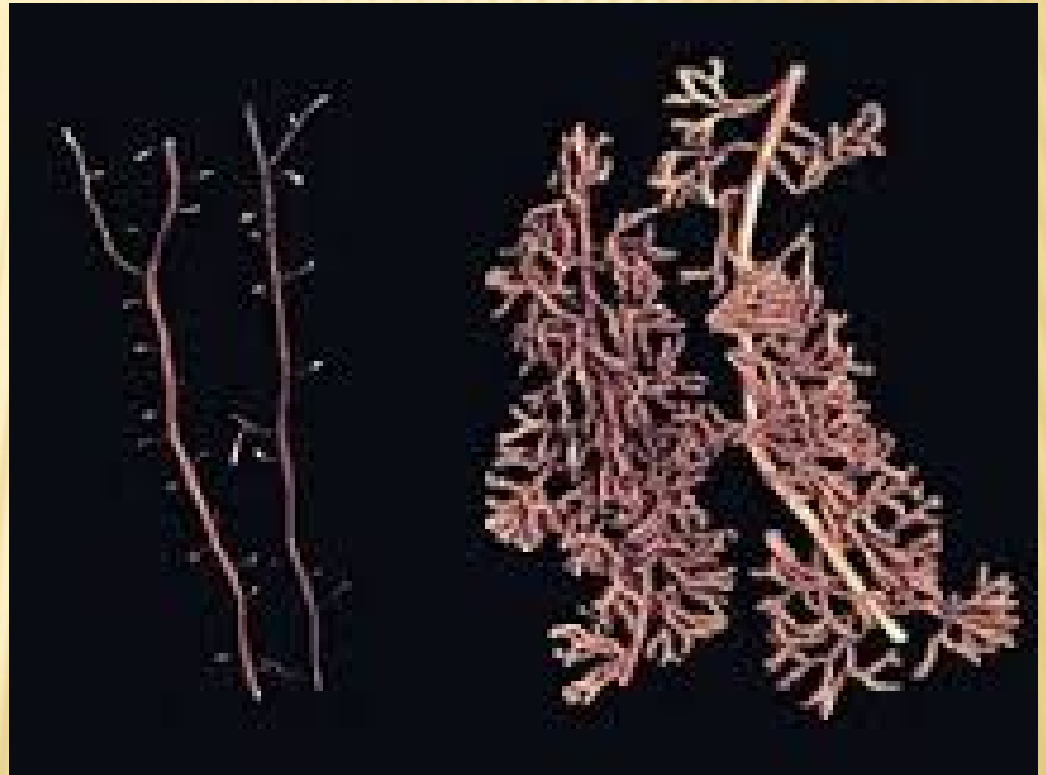
	Человек	Бактерии-симбионты
Масса, кг	50-100	1.5-2
Число клеток	10^{14}	10^{15}
Время обновления клеток	15 лет	3 дня
Число активных генов	22 тыс.	8 млн.

Бобовые и азотфиксирующие бактерии

Клубеньки на корнях фасоли



Микориза: растения и грибы



Лишайники: грибы и водоросли

Уснея бородатая
Usnea barbata

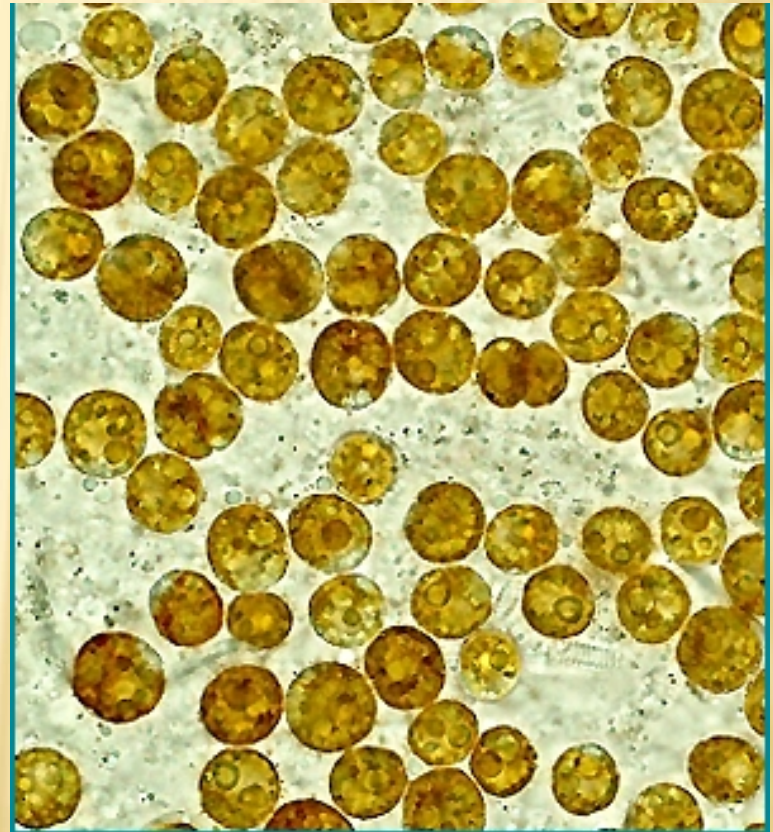


Ягель
группа видов *Cladonia*



Рифовые кораллы и зооксантеллы (пирофитовые водоросли)

Symbiodinium sp.



Турбеллярия и зоохлорелла (зеленая водоросль)

*Symsagittifera
roscoffensis*



*Tetrasetelmis
convolutae*



Комменсализм (взаимодействие + 0)

- ✘ Эпibiоз, эпифития – поселение на поверхности других организмов



Комменсализм (взаимодействие + 0)

- ✘ Синойкия – использование для поселения жилищ других организмов



Воробьи часто устраивают гнезда в стенках гнезд врановых и хищных птиц.



Более 1000 видов насекомых живут в муравейниках.

Комменсализм (взаимодействие + 0)

- ✘ Зоохория – распространение семян животными



Комменсализм (взаимодействие + 0)

- ✘ Форезия – использование другого организма для перемещения
- ✘ Пример – акула и рыба-прилипала



Комменсализм (взаимодействие + 0)

- ✘ Пример форезии – перемещение клещиков на жуках мертвоедах и могильщиках.
- ✘ Но это скорее симбиоз, так как клещики питаются личинками мух.



Аменсализм (взаимодействие - 0)

- ✘ Антибиоз – угнетение организмов за счет интоксикации среды другими организмами



Плесневый гриб *Penicillium* выделяет пенициллин, токсично действующий на бактерии.

На самом деле, это пример конкуренции (интерференция).

Аменсализм (взаимодействие - 0)



При массовом размножении цианобактерии выделяют токсины, ядовитые для рыб, птиц и млекопитающих, в том числе для человека.



Аменсализм (взаимодействие - 0)

✘ Отрицательная средообразующая роль



Ельник
мертвопокровный –
низкое содержание
биогенных
элементов в
верхних слоях
почвы

Аменсализм и комменсализм в одном примере

- ✘ Сопровождение малой белой цаплей пасущихся стад с целью поедания распугиваемых насекомых



Нейтрализм (0 0) – отсутствие очевидных взаимодействий

✘ Пример – белки и лоси

