

Исследование трофических взаимоотношений на примере колорадского жука и его энтомофагов.

Китаев К.А., Беньковская Г.В.

Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, г. Уфа

cordek@ya.ru

1. Система хищник-жертва

В работах Лотки и Вольтерра было математически описано взаимодействие хищника и жертвы во времени

$$N_{t+1} = N_t \text{Exp} \left(r \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) - CP_t \right)$$

N — численность жертвы, P — численность хищника, K — емкость среды жертвы, t — время, r — прирост жертвы, B, C — постоянные отношения хищника к жертве.

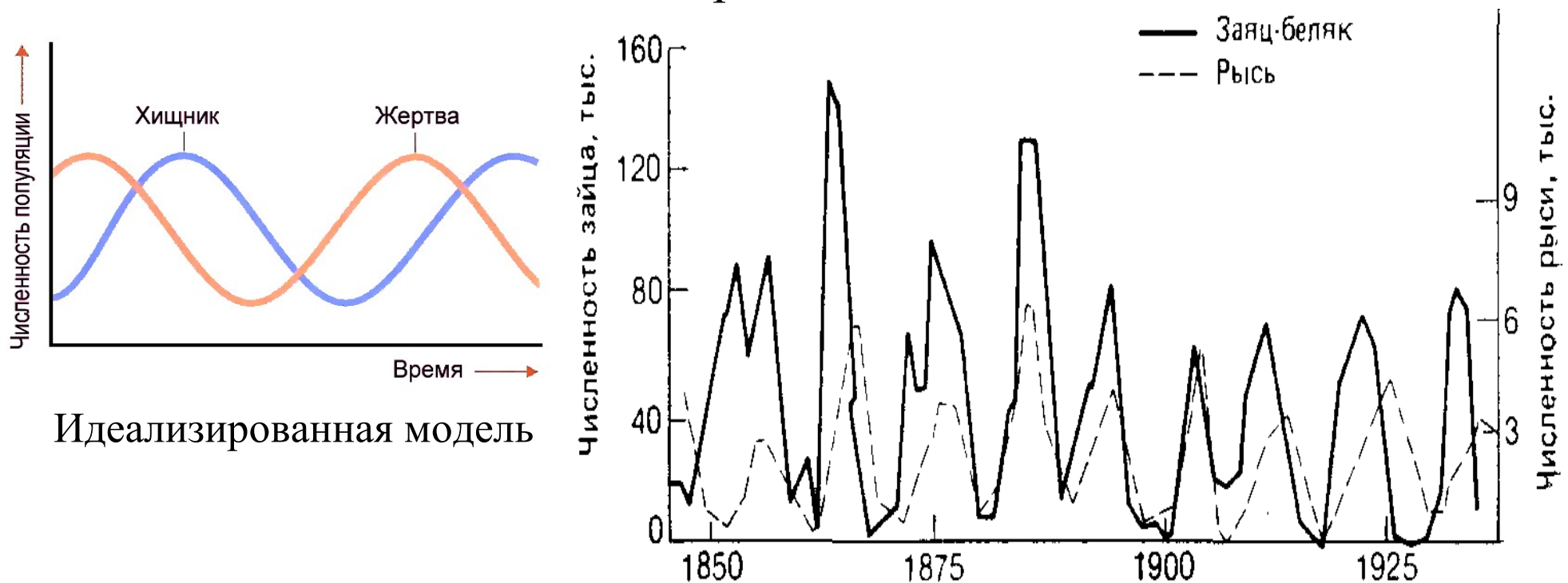
$$P_{t+1} = BN_t(1 - \text{Exp}(-CP_t))$$

В рамках этой концепции численность хищника и жертвы должна колебаться циклически.

При этом возникают коэволюционные взаимодействия, которые могут привести как к возникновению устойчивых трофических отношений, так и дестабилизировать систему и разрушить трофические взаимоотношения (Abrams, 2000).

1.1. Колебания численности хищника и жертвы

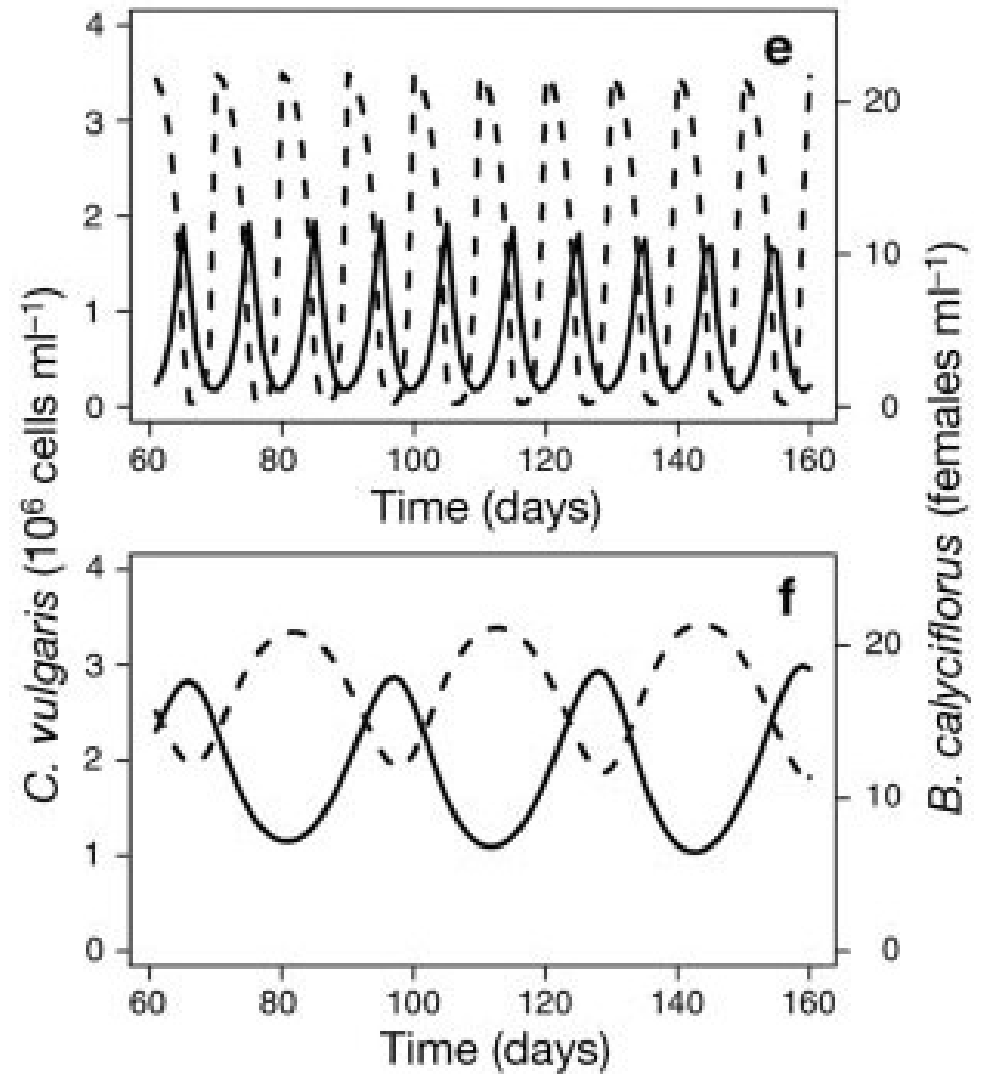
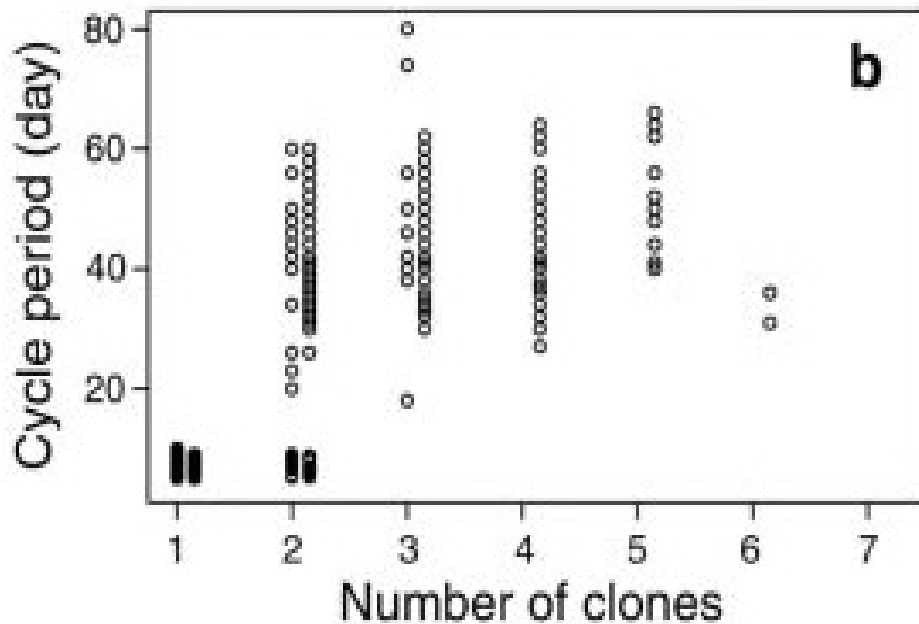
В лабораторных опытах и в природных наблюдениях существуют определенные взаимосвязанные колебания численности хищников и жертв.



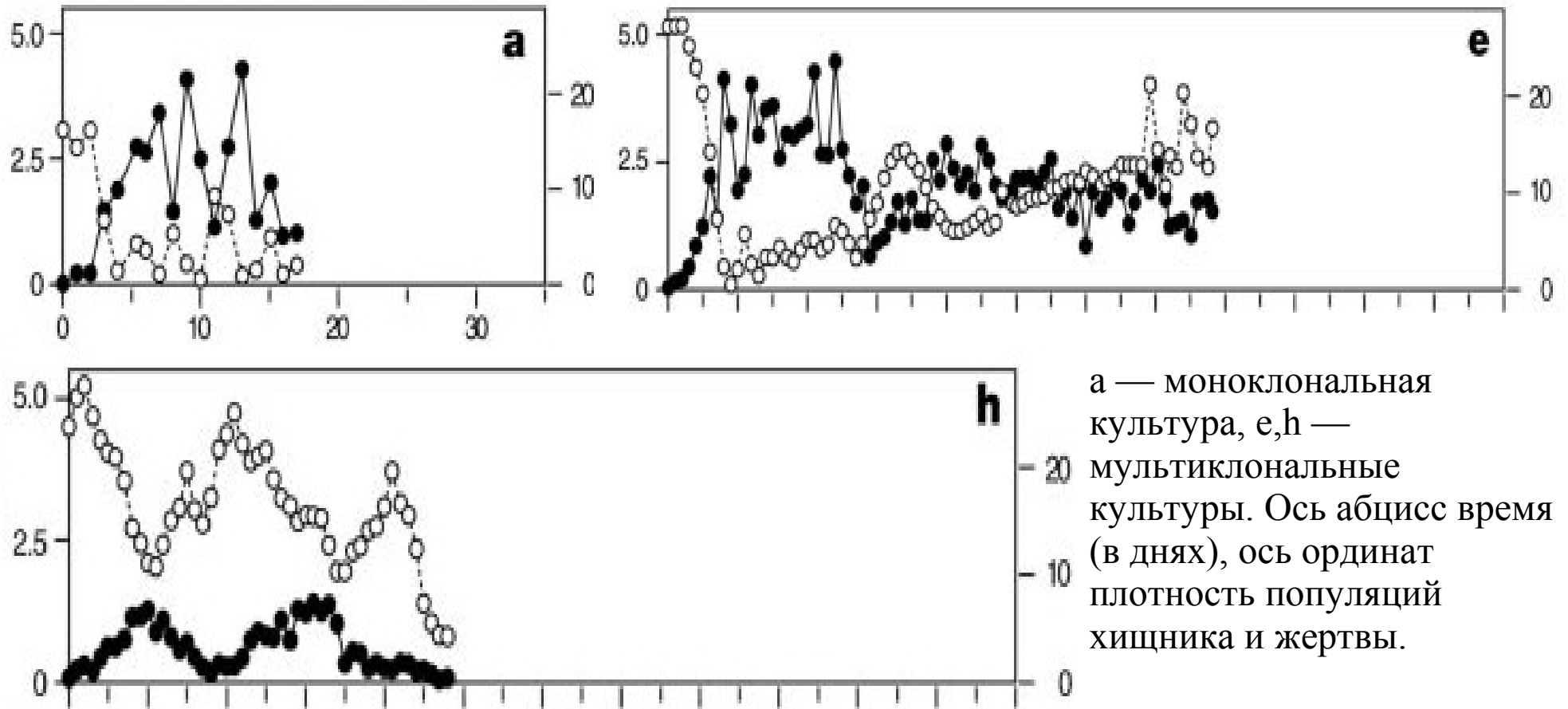
Данные о колебаниях численности зайца и рысей.

1.3. Моделирование изменений в системе хищник-жертва

Предсказана возможность быстрых эволюционных изменений, которые происходят в системе хищник-жертва под взаимным влиянием (Yoshida et al., 2003).



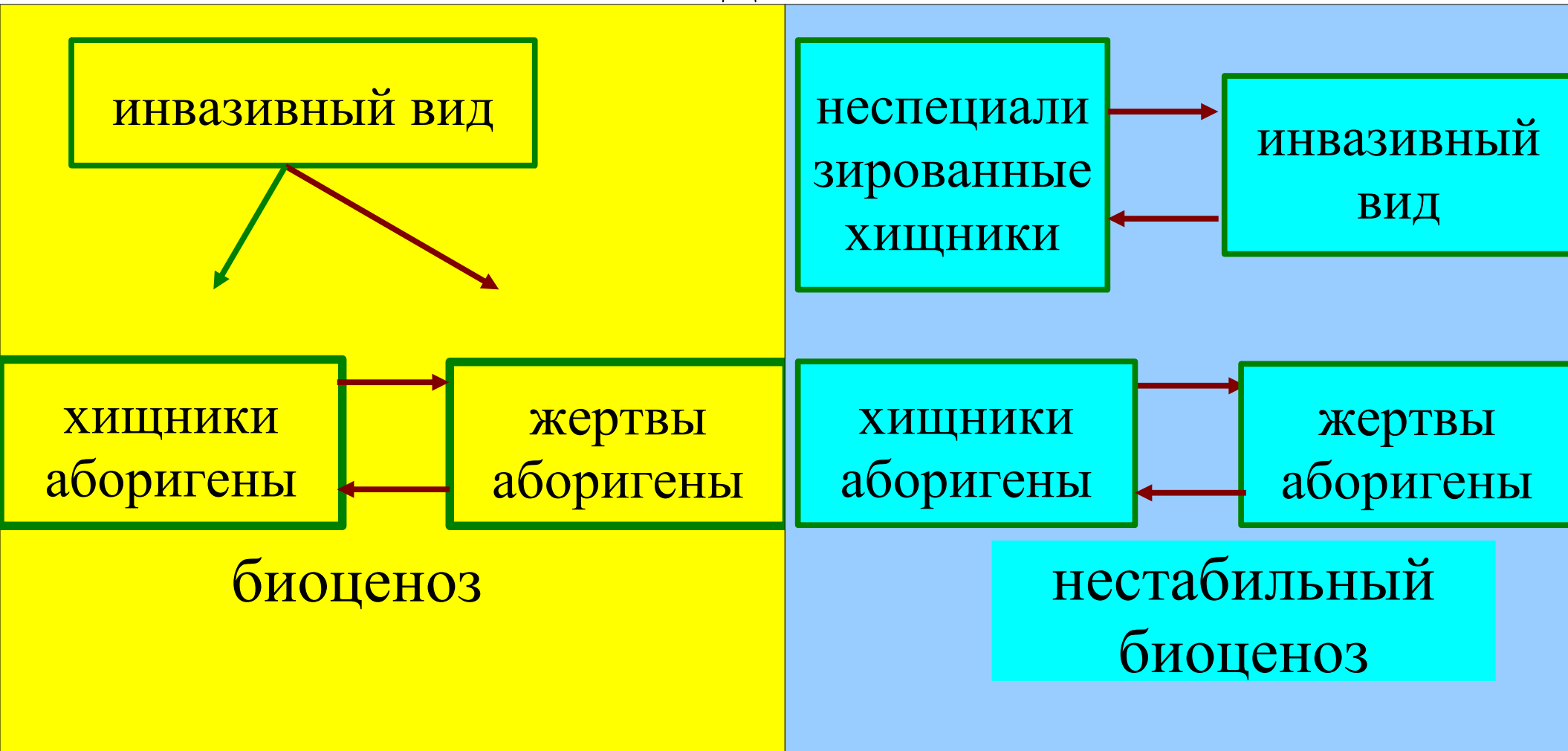
1.4. Наблюдаемые изменения в системе хищник-жертва



а — моноклональная культура, е, h — мультиклональные культуры. Ось абсцисс время (в днях), ось ординат плотность популяций хищника и жертвы.

В лабораторных экспериментах показано соответствие моделирования быстрых эволюционных изменений наблюдаемым процессам (Yoshida et al., 2003).

2. Схема возникновения трофических взаимодействий



Инвазивный вид дестабилизирует систему.

2.1. Инвазия колорадского жука

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) является вредителем картофеля, распространенным на территории России.

Основной метод контроля численности — химический. Отмечается устойчивость к большинству видов инсектицидов.



2.2. Возможные энтомофаги колорадского жука среди герпетобионтов

На территории России обитает несколько видов, являющихся потенциальными энтомофагами колорадского жука (Вилкова и др. 2001), в агроценозах картофеля Башкирии наиболее многочисленны следующие виды хищных герпетобионтов.



*Harpalus (Pseudophonus)
rufipes* Deg.



Poecilus cupreus L.

2.3. Возможные энтомофаги колорадского жука среди афидофагов



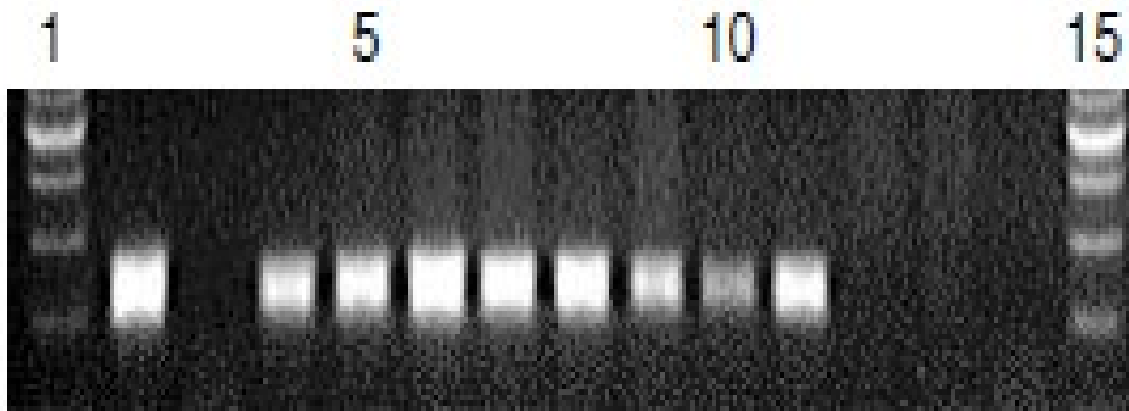
Adonia variegata
Goeze



Coccinella
septempunctata L.

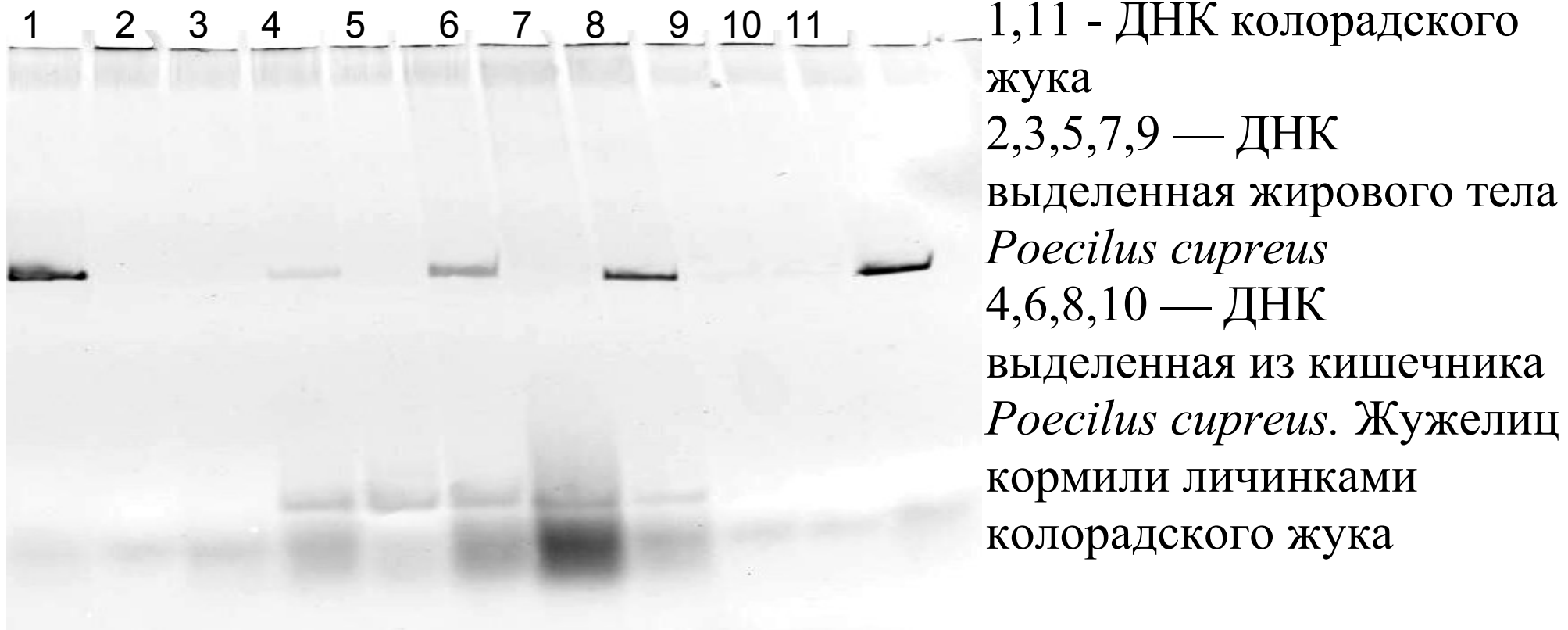
3. Определение энтомофагов.

Для определения энтомофагов колорадского жука предложено использовать метод ПЦР с видоспецифичными праймерами.



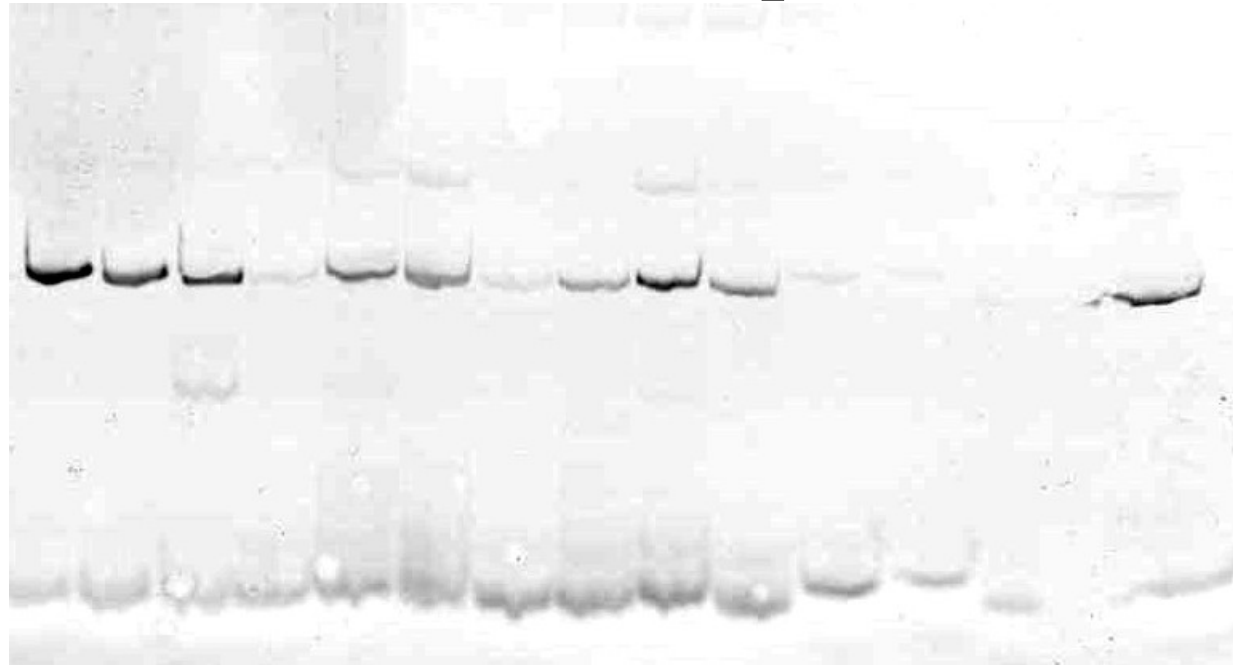
1,15 - маркер длины, 2,4,5,6,7,8,9,10,11 — колорадский жук из разных популяций, 3,12,13 — другие виды рода *Leptinotarsa*, 14 — не содержит ДНК (Greenstone et al, 2007).

3.1 Определение энтомофагов по содержимому кишечника.



Выделение ДНК из содержимого кишечника с последующим проведением ПЦР анализа позволяет выявить хищничество по прошествии суток после съедения колорадского жука хищником.

3.2 Определение энтомофагов по экскрементам.



ДНК из экскрементов *Pterostichus niger*, после кормления колорадским жуком. 1-3 - первые сутки, 4-6 - вторые сутки, 7-9 — третьи сутки, 10-13 — четвертые сутки, к+ - ДНК колорадского жука.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 к+

Сбор и последующее выделение ДНК из экскрементов также позволяет выявить хищничество в отношении колорадского жука в течении 1-3 суток после ¹²съедения.

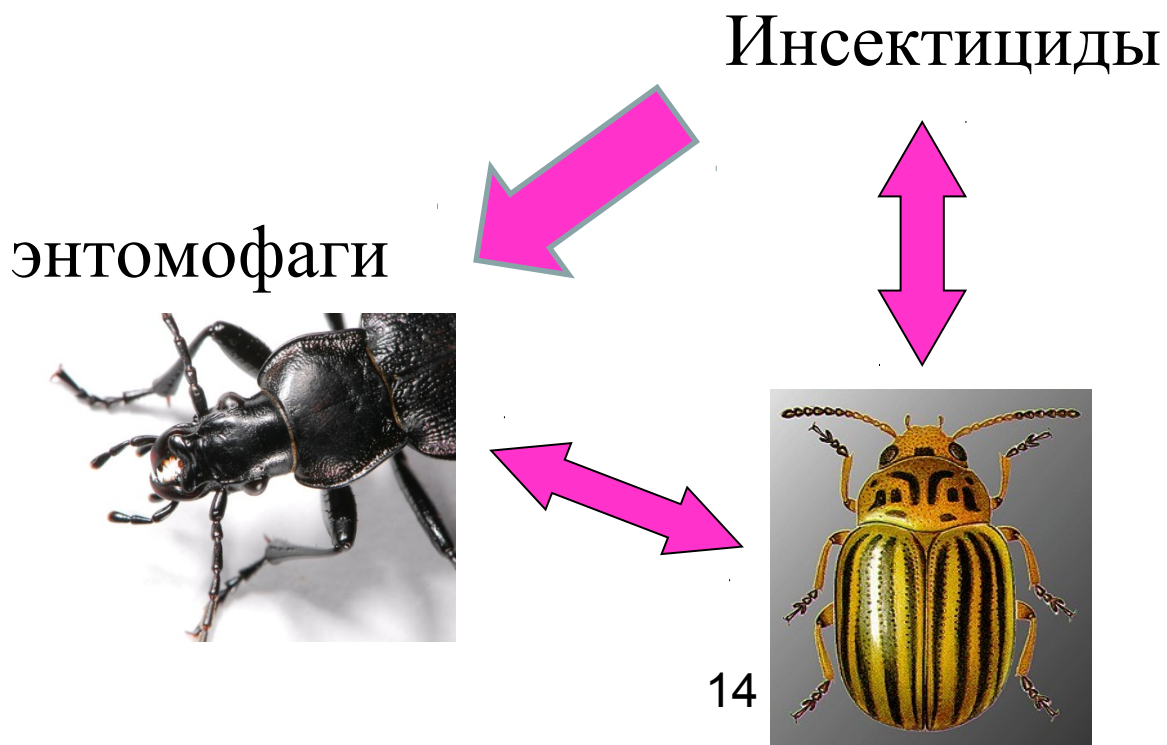
3.3. Обнаруженные энтомофаги колорадского жука

Сборы проводились в трех районах, в 4 агроценозах.



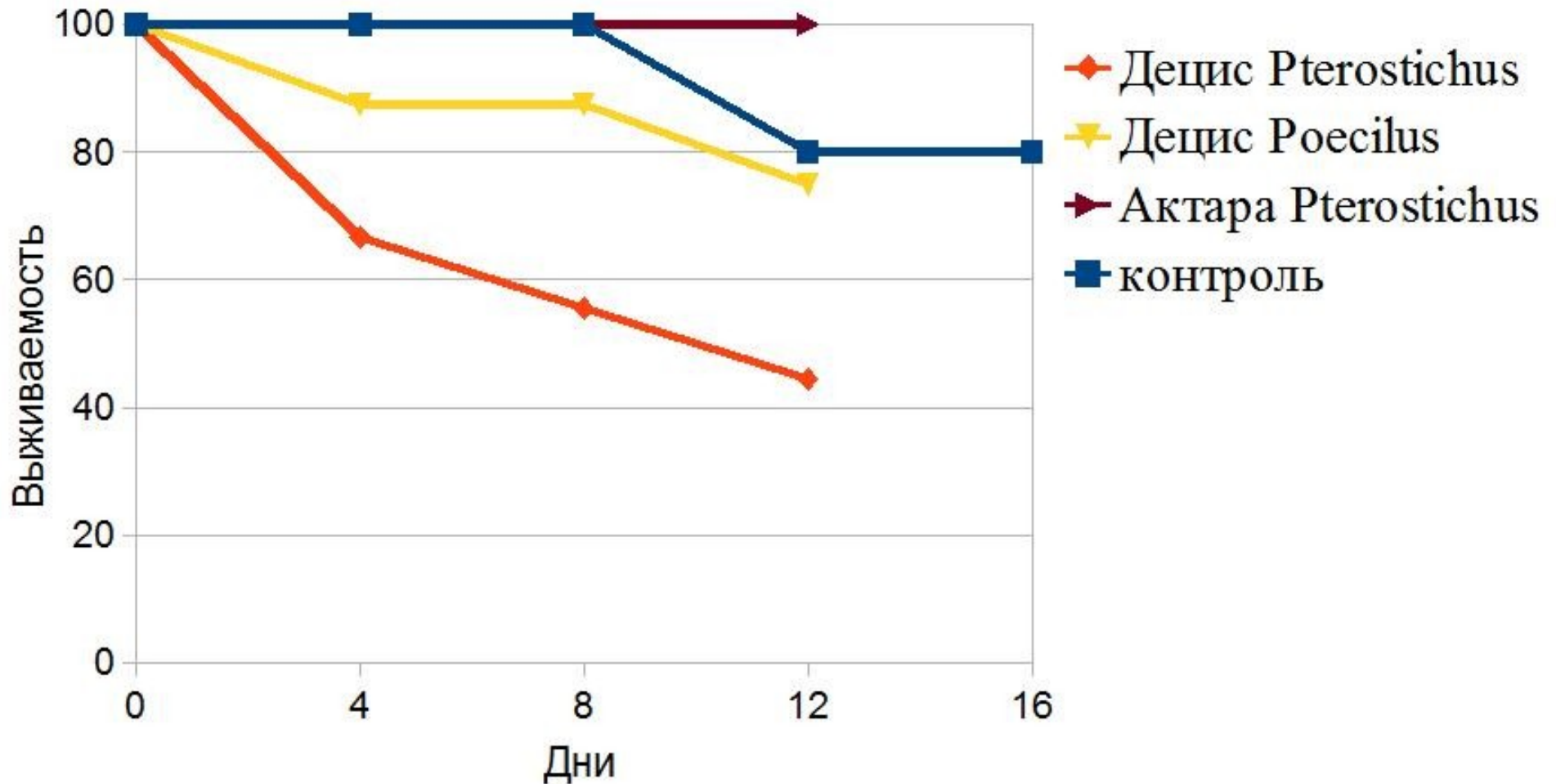
4. Процессы коадаптации и их обнаружение.

- 1) Изменение чувствительности к инсектицидам
- 2) Смена питания, изменение поведения.
- 3) Биохимические маркеры стресса.
- 4) Генетические маркеры (РАПД)
- 5) Морфометрия

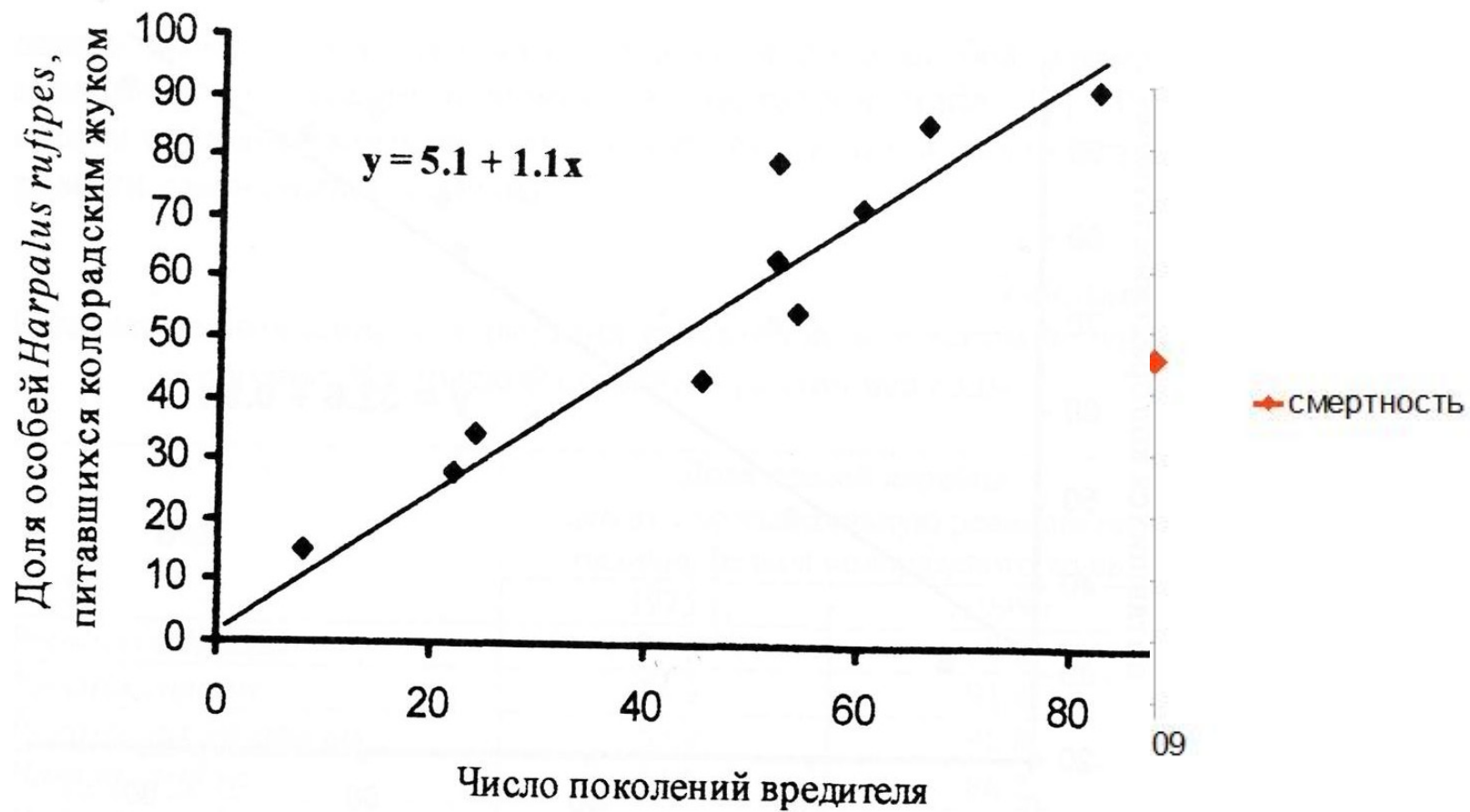


4.1. Выявление энтомофагов, устойчивых к инсектицидам.

В лабораторных условиях кормили жужелиц отравленными личинками колорадского жука

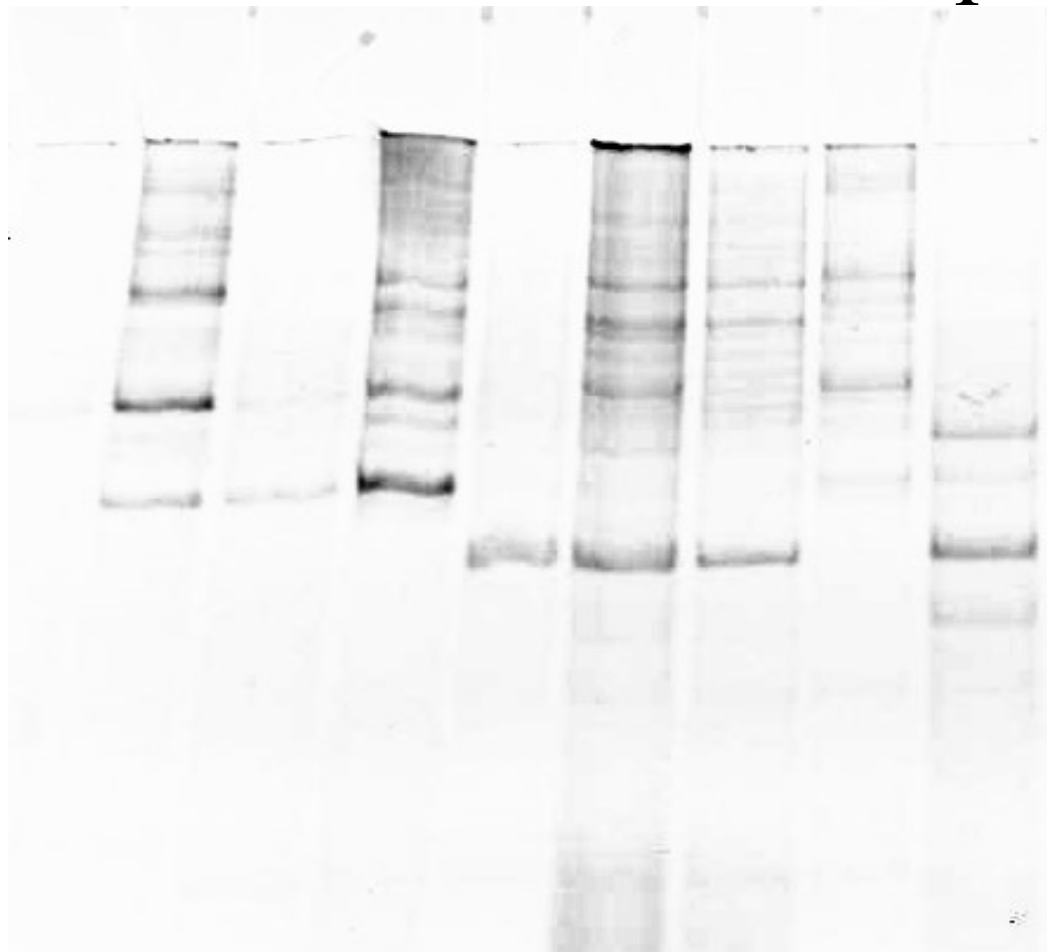


4.2.1 Смена питания, изменение поведения.



Показано увеличение доли энтомофагов, питающихся колорадским жуком, среди жужелиц-герпетобионтов в зависимости от поколений вредителя (Коваль, 2009)

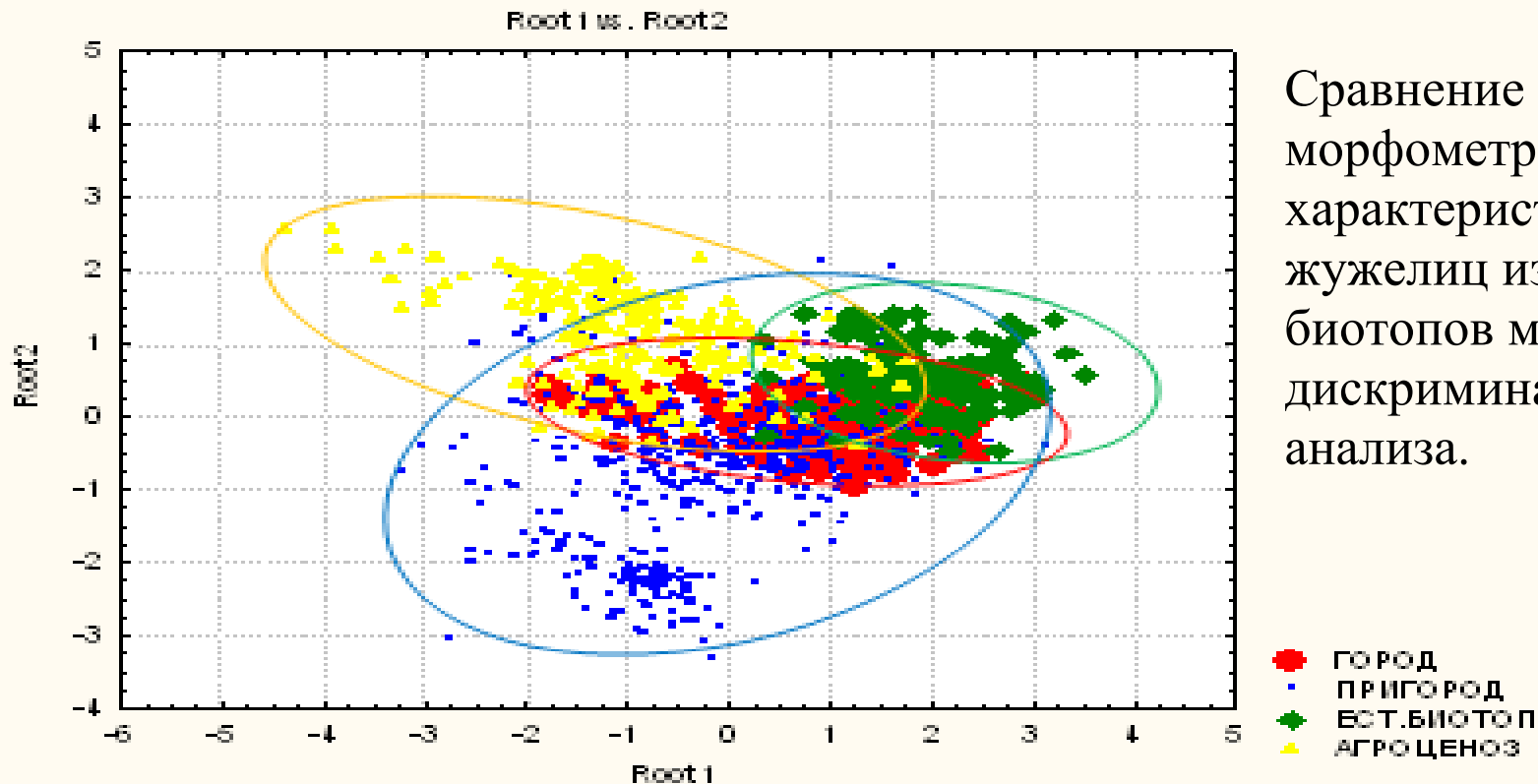
4.3. Генетические маркеры. РАПД ПЦР.



Результат РАПД ПЦР
нескольких образцов
ДНК *Coccinella
septempunctata*.

Использование неспецифичных праймеров для случайной амплификации, позволяет выявить генетически схожие (родственные) группы и определить изменения генетического состава популяции

4.4. Морфометрия.



Измерение основных характеристик тела насекомого: длина надкрыльев, бедер, ширина переднеспинки и головы — позволяет сравнивать разные группы, определять их гетерогенность и влияние окружающей среды методом дисперсного или дискриминантного анализа (Тимофеева, 2010)

Заключение.

Возникновения и развития трофических взаимодействий является фундаментальной проблемой, которая может быть решена комплексными методами.

В рамках этого исследования планируется применять наиболее общие и неспецифические методы, которые могут дать статистически достоверный результат.

Благодарю за внимание.

Работа поддержана РФФИ №09-04-00391-а и №11-04-01886-а

Благодарю н.с. к.б.н. Никонорова Ю.М. за консультации в области молекулярно-генетических методов.

Особая благодарность к.б.н. Удалову М.Б. за конструктивную критику.