**Возрастное распределение, выживаемость и смертность виноградной улитки Helix pomatia L. в экосистемах** **Калининградской области**

Е.Г. Стародубцева, В.П. Дедков

В рамках комплексной работы по изучению экологии и биологии виноградной улитки Helix pomatia на территории Калининградской области проведено исследование возрастного распределения, выживаемости и смертности в трех природных популяциях данного вида. Наблюдения проводились в августе 2001 года на популяциях Helix pomatia, изолированных друг от друга и от других популяций своего вида. На основе данных по возрастному распределению, собранных при проведении полевых работ, построены демографические таблицы и кривые выживания для всех трех популяций. Проведенное исследование показало, что предельная продолжительность жизни виноградной улитки в естественных условиях составляет 8 – 9 лет. Величина выживания, специфичная для каждой возрастной группы, остается на протяжении всего жизненного цикла у изученных популяций более или менее постоянной. До репродуктивного возраста доживают около 60 % новорожденных улиток. Интенсивность смертности ощутимо увеличивается только на шестом году жизни моллюсков. Природные популяции имеют S-образный тип кривой выживания. Высокий уровень смертности характерен для новорожденных улиток (возраст до одного года), а также для половозрелых моллюсков в возрасте четырех лет и более.

**Введение**

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к расширению спектра используемых человеком природных ресурсов. В число объектов эксплуатации в Калининградской области попала и виноградная улитка Helix pomatia (Linnaeus, 1758), используемая в пищу в ряде европейских стран. В последнее время начался интенсивный сбор и заготовка данного вида моллюсков для экспорта за рубеж. Виноградная улитка – самый крупный наземный моллюск в Калининградской области, бесконтрольный сбор которого может привести к уничтожению природных популяций Helix pomatia и значительным нарушениям биотического круговорота в экосистемах области. На сегодняшний день слабо изучено распространение виноградной улитки по исследуемой территории, мало данных о величине общей продуктивности моллюска, отсутствуют сведения о структуре популяций этого вида, особенностях жизнедеятельности на территории области. Всестороннее изучение данного вида – цель предпринимаемого в настоящее время исследования [3]. Частью данной работы является изучение возрастного распределения, выживаемости и смертности виноградной улитки на территории Калининградской области. Оценка этих показателей была предпринята для трех природных популяций Helix pomatia, обитающих в Гурьевском, Озерском и Черняховском районах Калининградской области.

**Материалы и методика исследования**

Изучение возрастного распределения, выживаемости и смертности виноградной улитки проводилось на трех относительно изолированных природных популяциях, которые обитают в следующих районах Калининградской области:

– часть лесного массива на 2-м км шоссе Ушаково – Ладушкин (недалеко от пос. Ульяновка) – 32 га;

– небольшой лесной массив в окрестностях пос. Жучково Озерского района – 24 га;

– участок леса на 6-м км шоссе Талпаки – Большаково (у пос. Дивное) – 36 га.

Выбор этих трех точек не случаен: полностью исключаются контакты и миграции животных из одной изучаемой популяции в другую, а кроме того, эти точки выбраны в различных физико-географических районах области [4]. У всех трех лесных массивов схожий тип растительности (лиственный лес с преобладанием в верхнем ярусе липы, клена и иногда ольхи черной, а в нижнем ярусе сныти обыкновенной) и почвенно-грунтовые условия (увлажненные почвы, богатые перегноем, толщина подстилки примерно 10 см). Это небольшие по площади участки леса, ограниченные со всех сторон дорогами, лугами, ручьями и реками. Такие условия делают обитающие там популяции виноградной улитки относительно изолированными, практически предотвращая эмиграцию и иммиграцию животных данного вида. Кроме того, проводились опросы местных жителей в местах учетных работ на предмет отсутствия промысла виноградной улитки в предыдущие годы и в 2001 году.

Исследование проведено в середине августа 2001 года. К этому времени появление молоди виноградной улитки уже заканчивается и учету, таким образом, были подвергнуты все животные, появившиеся в год исследования. Полевые работы включали в себя:

– предварительный осмотр района исследования с последующим проведением стратификации;

– закладка учетных пробных площадей;

– учетные работы.

Пробные площади для учета численности виноградной улитки закладывались по всей площади изучаемого лесного массива, причем частота закладки зависела от результатов проведенной ранее стратификации. Размеры учетных площадей составляли 4 м2 (квадрат 2×2 м), их количество на профилях варьировало от 5 до 15, а расстояние между пробными площадями – от 5 до 10 метров. В первой и третьей точках было заложено 100 учетных площадей, а во второй – 80. На первом участке учтено 160 животных, на втором – 144, на третьем – 68.

Полученные в результате исследований данные обрабатывались с использованием методик, приведенных в работах С.С. Крамаренко [6], К.К. Фасулати [10] и Г. Коли [5], с учетом особенностей биологии и экологии изучаемого вида [7, 11].

**Результаты**

В природных условиях измерить признаки популяции трудно или невозможно. До некоторой степени эти трудности можно преодолеть по мере развития методов исследования популяций. Поэтому разработка более совершенных методов измерения популяционных признаков у различных организмов, имеющих большое значение, – весьма плодотворное направление современных экологических исследований. Сомнительно, однако, что даже при значительном усовершенствовании методов все популяционные признаки можно будет измерять в природе с одинаковой точностью. К счастью, чтобы получить адекватную картину популяции, измерять их все нет необходимости. Часто один показатель можно рассчитать по данным о другом. Таким образом, точное измерение одного или двух показателей оказывается более ценным, чем приближенное измерение нескольких [8]. В качестве такого показателя в настоящем исследовании взято возрастное распределение особей в природных популяциях виноградной улитки, а на основании возрастной структуры рассчитаны показатели динамики численности – выживаемость и смертность моллюсков разных возрастных групп.

Выживаемость, обозначаемая lx, характеризует часть популяции, дожившей до конкретного возраста х. Этот показатель рассчитывается как отношение числа моллюсков возраста х (Fx) к начальной численности популяции (F0): lx = Fx / F0. Таким образом, величина lx характеризует вероятность каждого новорожденного дожить до возраста х [6]. Она представляет собой долю животных, доживших до данного возраста (возрастного интервала) [2].

Смертность относится к числу факторов, уменьшающих численность популяции. Она связана с гибелью особей вследствие старения, болезней, выедания хищниками, воздействия человека и других факторов [2] и сильно зависит от возраста, в связи с чем большой интерес представляет определение этого показателя для возможно большего числа возрастных групп, поскольку это позволяет установить силы, лежащие в основе механизмов, определяющих общую смертность в популяции [8]. Смертность, обозначаемая dx, – величина, обратная выживаемости. Это вероятность гибели особей в возрастном интервале от х до х + 1. Определяется она как разность между двумя последовательными значениями lx:

dx = lx – lx+1.

Удельная смертность qx соответствует доле животных в возрасте х, погибающих в интервале времени до х + 1, т.е. qx = dx / lx. Удельная выживаемость px – это доля животных в возрасте х, доживающих до возраста х + 1, которая вычисляется по формуле px = 1 – qx [2]. Другой формой выражения удельной смертности является показатель интенсивности смертности kx:

kx = lg Fx – lg Fx+1 [6].

Перечисленные популяционные показатели – это различные способы записи одной и той же информации, позволяющие рассматривать и использовать ее с различных точек зрения. Так, доля выживших lx и погибших dx особей используется почти во всех уравнениях популяционной динамики, а удельная смертность и выживаемость – в основном при изучении генетических и эволюционных последствий самой смертности, а также при моделировании популяционных процессов с помощью ЭВМ [2]. Кроме того, эти показатели используются при составлении демографических таблиц. Демографические таблицы – это таблицы структуры популяции по продолжительности жизни особей. Кривые, построенные на основе таблиц структуры природной популяции по продолжительности жизни особей, весьма информативны. Если откладывать интервалы времени по оси абсцисс, а число выживших особей – по оси ординат, то получится кривая, называемая кривой выживания [1; 9]. Кривые выживания – это графическое изображение процесса изменения численности популяций во времени. Построение этих кривых помогает выяснить, в каком возрасте популяция наиболее уязвима. Установив причины смертности в этом возрасте, можно понять, как и чем регулируется величина популяции. Кроме того, форма кривой выживания является в целом специфичной для каждой популяции, поэтому возможно сравнение демографических процессов между различными популяциями изучаемого вида [6].

Так как сбор наземных моллюсков (особенно при высоком уровне плотности) основан на вероятностном подходе, иногда может возникнуть ситуация, когда моллюсков возрастной группы х меньше, чем возрастной группы х+1. Для того чтобы избежать появления в демографической таблице бессмысленных отрицательных величин, исходные данные полевых исследований подвергают преобразованию, используя линейное сглаживание по трем ординатам:

F0 = (5 · f0 + 2 · f1 – f2) / 6;

Fx = 1/3 (fx+1 + fx + fx-1);

Fn = (5 · fn + 2 · fn-1 – fn-2) / 6,

где fx, fx-1, fx+1 – число особей возрастного класса х, предыдущего и последующего возрастных классов соответственно, а f0, f1, f2, fn-2, fn-1 и fn – число особей нулевого, первого, второго, предпредпоследнего, предпоследнего и последнего возрастных классов соответственно. Так вычисляются теоретические значения численности каждой возрастной группы (Fx). Теоретические значения заносятся в демографическую таблицу, и на их основе рассчитываются показатели смертности и выживаемости каждого возрастного класса [6].

Описанная выше последовательность обработки данных полевых исследований была проведена для трех природных популяций виноградной улитки, и полученные результаты обобщены в таблицах 1, 2 для популяции из окрестностей пос. Ушаково, в таблицах 3, 4 для популяции из окрестностей пос. Жучково и в таблицах 5, 6 для популяции из окрестностей пос. Дивное. На основании данных демографических таблиц построены кривые выживания для этих популяций (рис. 1 – 3).

Таблица 1

Результаты учетов виноградной улитки разных возрастных групп, проведенных в окрестностях пос. Ушаково Гурьевского р-на

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возраст  в годах, х | Количество найденных  особей (данные учетов), fx | Теоретические данные после  проведения сглаживания, Fx |
| 0 | 31 | 31 |
| 1 | 26 | 26 |
| 2 | 20 | 23 |
| 3 | 22 | 22 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возраст  в годах, х | Количество найденных  особей (данные учетов), fx | Теоретические данные после  проведения сглаживания, Fx |
| 4 | 23 | 21 |
| 5 | 17 | 17 |
| 6 | 12 | 11 |
| 7 | 5 | 7 |
| 8 | 3 | 3 |
| 9 | 1 | 1 |

Таблица 2

Демографическая таблица, построенная по результатам учетов виноградной улитки, проведенных в окрестностях пос. Ушаково Гурьевского р-на

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | Fx | lx | dx | qx | px | kx |
| 0 | 31 | 1,000 | 0,161 | 0,161 | 0,839 | 0,076 |
| 1 | 26 | 0,839 | 0,097 | 0,116 | 0,884 | 0,053 |
| 2 | 23 | 0,742 | 0,032 | 0,043 | 0,957 | 0,019 |
| 3 | 22 | 0,710 | 0,033 | 0,047 | 0,953 | 0,020 |
| 4 | 21 | 0,677 | 0,129 | 0,191 | 0,809 | 0,092 |
| 5 | 17 | 0,548 | 0,193 | 0,352 | 0,648 | 0,189 |
| 6 | 11 | 0,355 | 0,129 | 0,363 | 0,637 | 0,196 |
| 7 | 7 | 0,226 | 0,129 | 0,571 | 0,429 | 0,368 |
| 8 | 3 | 0,097 | 0,065 | 0,670 | 0,330 | 0,477 |
| 9 | 1 | 0,032 | – | – | – | – |

Таблица 3

Результаты учетов виноградной улитки разных возрастных групп, проведенных в окрестностях пос. Жучково Озерского р-на

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возраст  в годах, х | Количество найденных  особей (данные учетов), fx | Теоретические данные после  проведения сглаживания, Fx |
| 0 | 28 | 28 |
| 1 | 24 | 24 |
| 2 | 20 | 22 |
| 3 | 22 | 19 |
| 4 | 16 | 18 |
| 5 | 17 | 15 |
| 6 | 12 | 11 |
| 7 | 4 | 6 |
| 8 | 1 | 1 |

Таблица 4

Демографическая таблица, построенная по результатам учетов виноградной улитки, проведенных в окрестностях пос. Жучково Озерского р-на

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | Fx | lx | dx | qx | px | kx |
| 0 | 28 | 1,000 | 0,143 | 0,143 | 0,857 | 0,067 |
| 1 | 24 | 0,857 | 0,071 | 0,083 | 0,917 | 0,038 |
| 2 | 22 | 0,786 | 0,107 | 0,136 | 0,864 | 0,064 |
| 3 | 19 | 0,679 | 0,036 | 0,053 | 0,947 | 0,024 |
| 4 | 18 | 0,643 | 0,107 | 0,166 | 0,834 | 0,079 |
| 5 | 15 | 0,536 | 0,143 | 0,267 | 0,733 | 0,135 |
| 6 | 11 | 0,393 | 0,179 | 0,456 | 0,544 | 0,263 |
| 7 | 6 | 0,214 | 0,178 | 0,832 | 0,168 | 0,778 |
| 8 | 1 | 0,036 | – | – | – | – |

Таблица 5

Результаты учетов виноградной улитки разных возрастных групп, проведенных в Черняховском р-не в окрестностях пос. Дивное

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возраст  в годах, х | Количество найденных  особей (данные учетов), fx | Теоретические данные после  проведения сглаживания, Fx |
| 0 | 14 | 13 |
| 1 | 10 | 12 |
| 2 | 12 | 10 |
| 3 | 8 | 9 |
| 4 | 8 | 8 |
| 5 | 7 | 7 |
| 6 | 6 | 5 |
| 7 | 2 | 3 |
| 8 | 1 | 1 |

Таблица 6

Демографическая таблица, построенная по результатам учетов виноградной улитки, проведенных в Черняховском р-не в окрестностях пос. Дивное

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | Fx | lx | dx | qx | px | kx |
| 0 | 13 | 1,000 | 0,077 | 0,077 | 0,923 | 0,035 |
| 1 | 12 | 0,923 | 0,154 | 0,167 | 0,833 | 0,079 |
| 2 | 10 | 0,769 | 0,077 | 0,100 | 0,900 | 0,046 |
| 3 | 9 | 0,692 | 0,077 | 0,111 | 0,889 | 0,051 |
| 4 | 8 | 0,615 | 0,076 | 0,124 | 0,876 | 0,058 |
| 5 | 7 | 0,539 | 0,154 | 0,286 | 0,714 | 0,146 |
| 6 | 5 | 0,385 | 0,154 | 0,400 | 0,600 | 0,222 |
| 7 | 3 | 0,231 | 0,154 | 0,667 | 0,333 | 0,477 |
| 8 | 1 | 0,077 | – | – | – | – |



Рис. 1. Кривая выживания популяции виноградной улитки, обитающей в окрестностях пос. Ушаково Гурьевского р-на



Рис. 2. Кривая выживания популяции виноградной улитки, обитающей в окрестностях пос. Жучково Озерского р-на



Рис. 3. Кривая выживания популяции виноградной улитки, обитающей в Черняховском р-не в окрестностях пос. Дивное

Как показало проведенное исследование, предельная продолжительность жизни виноградной улитки в естественных условиях составляет 8 – 9 лет (табл. 1, 3, 5). Величина выживания, специфичная для каждой возрастной группы, остается на протяжении всего жизненного цикла у изученных популяций более или менее постоянной. До репродуктивного возраста, наступающего на четвертый год жизни особей, доживают около 60 % новорожденных улиток. Интенсивность смертности ощутимо увеличивается только на шестом году жизни моллюсков (табл. 2, 4, 6). Это может быть связано с тем, что животные данного возраста вступают в репродуктивную фазу уже третий раз за период жизни, а также имеют крупные размеры и высокую активность, что в совокупности отражается на показателе смертности этой возрастной группы.

Несмотря на то, что изучению подверглись популяции, обитающие в различных по физико-географическим характеристикам районах области, существенных различий по возрастному распределению, уровню выживаемости и смертности между ними не выявлено. Все три популяции имеют S-образный тип кривой выживания (рис. 1 – 3). Такой тип кривых характеризуется высоким уровнем смертности новорожденных улиток в силу их уязвимости, а также половозрелых моллюсков, которые находятся в ослабленном состоянии после процесса воспроизводства и сильнее подвержены воздействиям болезней и паразитов, а также неблагоприятных факторов внешней среды.

**Выводы**

Проведенное исследование позволяет заключить следующее:

1. Продолжительность жизни виноградной улитки в природе не превышает 8 – 9 лет.

2. Половозрелости достигают около 60 % новорожденных моллюсков.

3. Для природных популяций виноградной улитки характерна S-образная форма кривой выживания, что подтверждается и литературными данными [6].

4. Животные изучаемого вида наиболее уязвимы в возрасте до года и в репродуктивный период с четвертого по девятый годы жизни особей.

**Список литературы**

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2 т. / Пер. с англ. М.: Мир, 1989.

2. Бирюков Н.П. Теоретические основы рыбного и охотничьего хозяйства: Учеб. пособие / Калинингр. ун-т. Калининград, 1988.

3. Дедков В.П., Стародубцева Е.Г. Виноградная улитка Helix pomatia L. в Калининградской области // Экология. Информатика. Цивилизация. Научная конференция студентов и аспирантов КГУ: Тезисы докладов. Калининград: Изд-во КГУ, 2001. Ч. 1. С. 19.

4. Калининградская область. Очерки природы. Калининград: Кн. изд-во, 1969.

5. Коли Г. Анализ популяций позвоночных / Пер. с англ. М.: Мир, 1979.

6. Крамаренко С.С. Некоторые методы популяционной биологии наземных моллюсков. Николаев, 1995.

7. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. М.; Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1952.

8. Одум Ю. Основы экологии / Пер. с англ. М.: Мир, 1975.

9. Одум Ю. Экология: В 2 т. / Пер. с англ. М.: Мир, 1986.

10. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: Учеб. пособие для ун-тов. М.: Высш. шк., 1971.

11. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea. Л.: Наука, 1978.