

чисельності фітофагів; до них відносяться Coccinellidae, Chilopoda, Staphylinidae, Histeridae, Cantharidae, Aranei;

– редуценти (сапрофаги, некрофаги, копрофаги) – до них належать Scarabaeidae, Trogidae, Silphidae, Isopoda, Diplopoda, Lumbricidae.

Збільшення частки редуцентів і зменшення фітофагів у консорції свідчить про стабілізацію стану системи, обернений процес свідчить про втрату цієї стабільності, оскільки відображає надмірне використання фітофагами речовини та енергії автотрофного блоку (Голубець, 2003). Для мезофауни контрольних консорцій характерне досить стає співвідношення трофічних груп упродовж 2007–2008 років (консументи I порядку – консументи II порядку – редуценти) – 3:1:1, 3:2:1. Аналогічні показники для інших ділянок значно коливаються: № 2 – 1:4:6, 4:2:1, № 3 – 3:5:6, 20:5:1, № 4 – 4:3:2, 12:2:1.

Таким чином, у консорціях маслинок на контрольній ділянці мезофауна має високі показники чисельності, біомаси, таксономічного та видового багатства, стає співвідношення трофічних груп. У консорціях маслинок на порушених землях мезофауна в цілому має нижчі аналогічні показники, співвідношення трофічних груп нестабільні.

УДК 594.382

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ НАЗЕМНОГО МОЛЛЮСКА *XEROPICTA KRYNICKII* (GASTROPODA, PULMONATA, HYGROMPHIDAE)

С. С. Крамаренко

*Николаевский государственный аграрный университет,  
Николаев, Украина, kssnail@rambler.ru*

## PECULIARITIES OF THE LAND SNAIL *XEROPICTA KRYNICKII* (GASTROPODA, PULMONATA, HYGROMPHIDAE) EFFECTIVE SIZE POPULATION'S ESTIMATES

S. S. Kramarenko

*Nickolaev State Agrarian University, Nickolaev, Ukraine, kssnail@rambler.ru*

Как показал С. Райт (Wright, 1951), уровень генетической структурированности метапопуляции определяется размахом (вариансой) частот аллеля в каждой из субпопуляций, с одной стороны, и его средней частотой в целом во всей метапопуляции, с другой:

$$F_{st} = \frac{Var(q)}{q \cdot (1 - q)}. \quad (1)$$

Однако при наличии некоторого существенного потока мигрантов между отдельными субпопуляциями уровень генетической структурированности метапопуляции будет зависеть от интенсивности этого потока ( $m$ ), а также от эффективной численности ( $Ne$ ) субпопуляций (Wright, 1978):

$$F_{st} \cong \frac{1}{4Ne \cdot m + 1}. \quad (2)$$

Таким образом, рассмотрев эти две формулы вместе, можно сделать заключение, что характер и степень пространственной генетической гетерогенности в условиях наличия метапопуляционной структуры видов, прежде всего, зависит от величины эффективной численности отдельных субпопуляций, составляющих метапопуляцию:

$$Var(q) \approx \frac{1}{Ne}. \quad (3)$$

Более того, можно ожидать, что в условиях метапопуляционной структуры, процессы микроэволюции (то есть изменение частот данного аллеля как в пространстве, так и во времени)

будут иметь специфические особенности, не характерные для видов с континуальным и более или менее равномерным размещением особей (и групп особей) в популяции.

Поэтому, при анализе особенностей процесса микроэволюции видов методы оценки эффективной численности (суб)популяций выходят на первое место. Большая часть этих методов рассчитаны на оценку  $N_e$ , основываясь на демографических данных (Caballero, 1994). Однако чаще всего вся необходимая информация может быть получена лишь для искусственных популяций и оказывается недоступной для природных популяций видов. Поэтому, для решения этой проблемы в последнее десятилетие широкое развитие получило направление, основанное на оценке  $N_e$  с использованием характера изменчивости генетических маркеров в пространстве или времени (Wang, 2005).

Многие наземные моллюски характеризуются наличием достаточно хорошо выраженной изменчивости опоясанности раковины (shell banding polymorphism), который определяется наличием на их раковине пигментных лент. Как показано в многочисленных исследованиях (Mittau, 1975; Clarke et al., 1978) наличие/отсутствие таких лент на раковине, их количество, наличие/отсутствие пигмента в лентах и другие конхиологические признаки имеют простое менделевское наследование, чаще всего с полным доминированием. Более того, ряд локусов, определяющий фенотип раковины в отношении ее опоясанности, оказывается сцепленным и формируют суперген (Mittau, 1975). В современной молекулярно-генетической терминологии, для подобных явлений используется термин “гаплотип”. Согласно Ф. Хедрик (2003), гаплотип – это комплекс аллелей сцепленных генов на определенной хромосоме. Поскольку для признаков опоясанности раковины визуально неразличимы доминантные гомозиготы и гетерозиготы (поскольку между аллелями одного локуса имеет место полное доминирование), полный генотип особи по различным локусам, определяющим общий фенотип в отношении характера опоясанности раковины, получить невозможно без гибридологического опыта, а можно записать лишь в виде гаплотипной формулы (Хедрик, 2003).

Нами использован данный подход при анализе пространственно-генетической структуры метапопуляции наземного моллюска *Xeropicta krynickii* (Krynicki, 1883), расположенной на пустыре в п. Вилино (Бахчисарайский р-н, Крым, Украина; 44°50'45"С; 33°39'30"Е). Для анализа выбрано восемь субпопуляций моллюска, минимальное расстояние между которыми составляло 27 м, а максимальное – 177 м. В пределах каждой субпопуляции в августе 2006 г. отобрано 132–510 (в среднем – 306) особей моллюска *X. krynickii* с участков, не превышающих 5 м<sup>2</sup>. Для каждой особи рассмотрены следующие элементарные признаки, характеризующие степень и характер опоясанности ее раковины: 1) пигментные ленты на раковине присутствуют/отсутствуют; 2) пигмент в лентах присутствует/отсутствует; 3) ленты сплошные/прерывистые; 4) лент одна (первая)/лент много. В каждом случае, по аналогии с характером наследования отдельных элементарных признаков у других видов наземных моллюсков (Mittau, 1975; и др.), использована бинарная система для записи комплексного генотипа (гаплотипа) для каждой особи. Таким образом, получено пять гаплотипов. При анализе генетической структурированности метапопуляции *X. krynickii* использована мера фенетической дифференциации –  $P_{st}$  (Крамаренко, 2006), которая является аналогом райтовской меры  $F_{st}$ .

Для получения оценки эффективной численности субпопуляции *X. krynickii* использован метод М. Слаткина (Slatkin, 1983), который базируется на построении графика зависимости логарифма потока мигрантов между каждой парой рассматриваемых субпопуляций от логарифма географических дистанций между этими парами субпопуляций:

$$\lg (Ne \cdot m) = a + b \cdot \lg Dist. \quad (4)$$

В этом случае М. Слаткин предлагает рассчитывать оценку эффективной численности популяций по формуле:  $Ne = 10^a$ , где значение  $a$  является МНК-оценкой, полученной для модели (4). Парные оценки потока генов (gene flow) –  $Ne \cdot m$  – получены на основании формулы:

$$Ne \cdot m = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{P_{st}} - 1 \right]. \quad (5)$$

Для исследованной метапопуляции *X. krynickii* значение коэффициента  $a$  модели М. Слаткина составило 2,174 (с 95 % доверительным интервалом: 0,829–3,522). Следовательно, оценка эффективной численности отдельной субпопуляции данного моллюска, входящего в состав всей исследованной метапопуляции, составляет  $N_e = 149,3$  (с 95 % доверительным интервалом – 6,7–3326,6) особей.

\* Как указывали ранее В. Н. Попов и И. С. Коваленко (2000), плотность популяций *X. krynickii* в различных биотопах Крыма может достигать 930–1027 экз./м<sup>2</sup>. Следовательно, площадь отдельных субпопуляций, в пределах которых размещается совокупность особей, равная эффективной численности, для данного вида не превышает 3,0–3,5 м<sup>2</sup>. А на территории исследуемого пустыря может размещаться около 1000 таких субпопуляций. При этом, модель изоляции расстоянием (isolation-by-distance), когда пространственно более близкие субпопуляции оказываются более подобными и в отношении частот гаплотипов опоясанности раковины, не получает достоверного подтверждения. В целом, оценка генетической дифференциации анализируемой метапопуляции *X. krynickii* оказывается не высокой, но достоверной и составляет:  $P_{st} = 0,0286$ ;  $p < 0,001$  (тест перестановок: 999 пермутаций).

Таким образом, нами установлено, что ведущую роль в формировании генетической подразделенности метапопуляции *X. krynickii* на основании признаков, отражающих особенности опоясанности их раковины, играют случайные процессы динамики частот соответствующих аллелей, связанные, прежде всего, с относительно низкой эффективной численностью субпопуляций этого вида, небольшой площадью участка, занимаемого каждой субпопуляцией и, соответственно, достаточным большим числом таких субпопуляций. Значащая роль стохастических процессов в формировании генетического ландшафта метапопуляции *X. krynickii* косвенно подтверждается и отсутствием доказательств для модели изоляции расстоянием.

УДК 574.4:592

## ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ БИОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОДСТИЛОЧНЫМИ БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ р. САМАРА

Ю. Л. Кульбачко, О. А. Дидур, И. М. Лоза

Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара, Днепропетровск, Украина

## TRAITS OF MICROELEMENTS ACCUMULATION OF BIOGENOUS ORIGIN BY LITTER INVERTEBRATES IN NATURAL FLOOD PLAIN FORESTS OF THE SAMARA RIVER

Y. L. Kulbachko, O. A. Didur, I. M. Loza

Oles' Gonchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

Пойменные леса юго-востока Украины создают разнообразные экологические условия для существования различных структурно-функциональных групп беспозвоночных животных. Подстилочные беспозвоночные являются неотъемлемой составной частью почвенной биоты. Принимая участие в трофических цепях, они накапливают макро- и микроэлементы и способствуют их круговороту в различных биогеоценозах.

В малых количествах микроэлементы входят как в состав наружных покровов беспозвоночных (хитинового, раковинного), так и внутренних органов, являясь жизненно необходимыми для нормального существования и развития животных. Накапливаясь в больших количествах в организме, микроэлементы выступают как токсиканты для практически всех групп почвенно-подстилочных беспозвоночных. Концентрация микроэлементов в пище – один из основных факторов, определяющих их концентрацию в теле животных. Для некоторых почвенно-