

УДК 581:62 (633.81)

Д.Л.Иванов

Белорусский государственный университет, Минск

**Микротериокомплексы климатического оптимума голоцена
как эталоны видового разнообразия при оценке трансформации
рецентных биотопов Беларуси**

В статье приведены результаты исследования приречных биотопов Национального парка, Полесского радиационно-экологического заповедника и ископаемой фауны микромаммалий атлантического периода голоцена. Анализ имеющихся материалов показал, что современная и ископаемая микротериофауна имеют схожие структуру и видовой состав и представлены экологическими группами лесного и интразонального комплексов. Установлено, что микротериокомплексы современных приречных биотопов и сообществ атлантического периода голоцена имеют близкий видовой состав, что свидетельствует о серьезной трансформации приречных биотопов.

Ключевые слова: эволюция, микротериокомплексы, Беларусь, фауна, микромаммалии, зооценозы, климат, сукцессия, ландшафты, микротериофауна, продуктивность экосистем.

Оценка антропогенной трансформации территории, как в пределах отдельных регионов и отдельных компонентов природы, так и всей территории страны и ландшафтов в целом, чаще всего имеет относительный характер, так как при этом сравнивается с соответствующими показателями каких-либо эталонных территорий или ландшафтов. Однако вполне очевидно, что за исторический период времени на территории Беларуси, как и всего Европейского региона в целом, практически не осталось таких территорий, ландшафтов или отдельных биотопов, которые не были хотя бы частично в настоящее время или в прошлом преобразованы деятельностью человека. В связи с этим возникает необходимость дать абсолютную оценку трансформации ландшафтов или отдельных биотопов, сравнив их с соответствующими эталонными показателями до активного антропогенного воздействия на природную среду.

Изучение эволюции микротериокомплексов территории Беларуси [1–4] показало, что фауна микромаммалий, по сравнению с крупными животными, значительно меньше подвержена прямому антропогенному воздействию и испытывает на себе в основном косвенное влияние деятельности человека (через изменение растительных формаций и ландшафтов в целом). Поэтому практически до эпохи позднего неолита, т.е. второй половины среднего голоцена (суббореал) [5], изменение структуры и видового состава зооценозов определялось изменением климата и естественным ходом сукцессионной динамики ландшафтов, т.е. развитие микротериокомплексов до оптимума голоцена включительно (атлантический период голоцена) можно считать автохтонным, не зависящим от деятельности человека.

Светлохвойно-широколиственные и широколиственные леса, получившие широкое распространение в атлантическое время голоцена, в настоящее время на территории Беларуси характерны только для Полесья. Это позволяет сопоставлять приречные биотопы Полесского региона с эталонными атлантического времени по показателям видового разнообразия.

В ходе исследования изучалась рецентная (приречные биотопы Национального парка «Припятский» (НПП) и Полесского радиационно-экологического заповедника (ПРЭЗ) (всего 13 биотопов)) и

ископаемая фауна микромаммалий атлантического периода голоцена (местонахождения Кирово, Пионерский (*горизонт 1*), Воронча, Заречье). Общее количество рецентных животных составило 3608 экземпляров, ископаемая фауна представлена 2096 определяемыми остатками.

Анализ имеющихся материалов показывает, что современная и ископаемая микротериофауна имеют схожие структуру и видовой состав и представлены экологическими группами лесного и интразонального (околоводного) комплексов (рис. 1). Однако для рецентной фауны НПП и ПРЭЗ по сравнению с оптимумом голоцена характерен более высокий процент видов открытых и лесолуговых биотопов (более 9 %) за счет снижения удельного веса представителей широколиственных биотопов (с 31,5 до 2 %). Данный факт уже сам по себе свидетельствует о серьезной трансформации приречных биотопов.

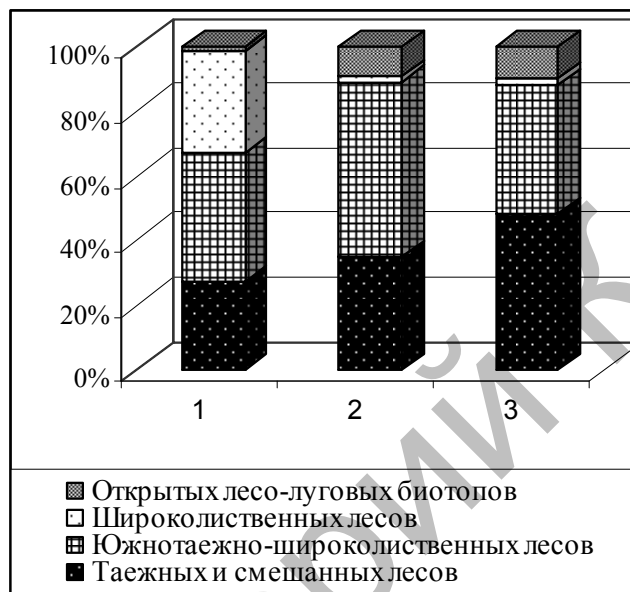


Рисунок 1. Структура микротериокомплексов атлантического периода голоцена (1) и рецентных приречных биотопов ПРЭЗ (2) и НПП (3)

Установлено, что микротериокомплексы современных приречных биотопов и сообществ атлантического периода голоцена имеют близкий видовой состав. Показатели сходства видového состава по индексу Серенсена рецентной и ископаемой микротериофауны хотя и несколько ниже рецентных, но довольно высоки и варьируют от 0,67 (ПРЭЗ) до 0,75 (НПП), что позволяет рассматривать эти фауны как сходные [6].

Наиболее очевидным показателем состояния любого биотопа является видовое разнообразие населяющих его организмов. При определении благоприятности условий среды по данным видového разнообразия использовались общепринятые показатели разнообразия: *общее видовое разнообразие* (H) (индекс Шеннона), *видовое богатство* (d), *выравненность* (e), *сходство видového состава сообществ* (индекс Серенсена) и *доминирование* (c) (индекс Симпсона) [7].

О благоприятности условий экосистем наряду с количеством видов в сообществе (S) свидетельствуют кривые доминирования (рис. 2). Количественные характеристики доминирования отражает *индекс доминирования* (Симпсона) (c). Количественную оценку благоприятности среды отражает *индекс выравнивания* (e), на основании которого можно определить благоприятность условий среды существования каждой фауны в градиенте между крайними положениями (при экстремальных условиях $e = 0$; при наиболее оптимальных $e = 1$) на основании следующей градации: 1–0,9 — условия оптимальные; 0,89–0,7 — мягкие; 0,69–0,5 — умеренные; 0,49–0,3 — суровые; 0,29–0,1 — близкие к экстремальным; 0,09–0,0 — экстремальные условия среды.

Значения благоприятности условий среды (e) атлантического времени рассматриваются как эталонные, по отношению к ним трансформация условий среды современных приречных биотопов по видовому разнообразию рассчитывалась как

$$\left(1 - \frac{e_{совр.}}{e_{атл.}}\right) \cdot 100 \%,$$

где $e_{совр.}$ — показатель благоприятности условий среды современных приречных биотопов; $e_{атл.}$ — показатель благоприятности условий среды приречных биотопов климатического оптимума голоцена (АТ).

Анализ видового разнообразия современных и голоценовых сообществ микромаммалий показал, что для современных приречных биотопов Полесского региона характерно обеднение видового состава микротериокомплексов по отношению к оптимуму голоцена. Количество видов в рецентных биотопах колеблется от 7–8 до 11–12, а общее суммарное количество видов по всем выборкам региона составило 16 (18)*. Количество видов в ископаемых микротериокомплексах среднего голоцена существенно выше [8] и колеблется по местонахождениям от 12 до 19 видов, составляя в среднем 15, а общее суммарное количество видов из всех местонаждений этого периода — 24.

Кривая значимости видов атлантического периода максимально уплощена (рис. 2), доминантные виды отсутствуют, а среди содоминантов 3 вида: *Clethrionomys glareolus* Schreb. (23,1%), *Sorex araneus* L. (18,8%), в том числе и узкоспециализированный представитель широколиственных лесов *Microtus subterraneus* Sel.-Long. (23,7% остатков). Индекс доминирования (c) в сообществах среднего голоцена самый низкий за весь послеледниковый этап (средний по местонахождениям 0,175), а индексы разнообразия и выравненности максимально высокие (табл. 1), что указывает на очень благоприятные условия среды, которые по значению индекса выравненности (0,815) оцениваются как «мягкие».

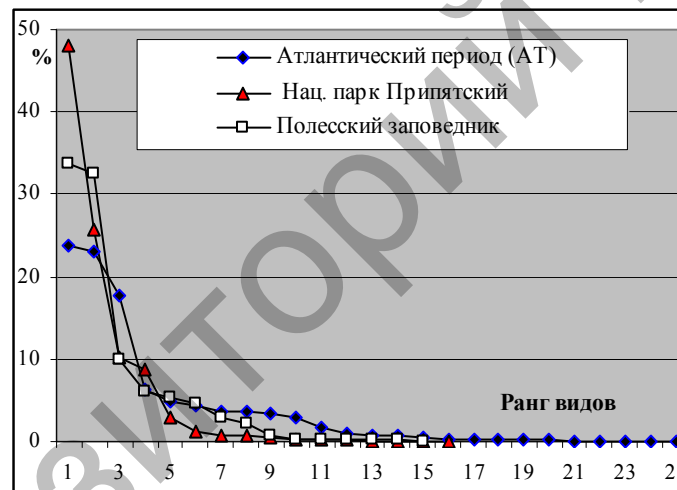


Рисунок 2. Кривые доминирования-разнообразия сообществ микротериофауны атлантического периода (АТ) и рецентных сообществ

Начиная с эпохи позднего неолита (SB-SA) постепенно складывается система подсецкого, а впоследствии и подсецно-огневого земледелия [6,7]. Неуклонное увеличение площади пашни, развитие земледелия и животноводства обусловили деградацию широколиственных лесов [2, 8–10].

В структуре микротериофауны приречных биотопов отмечается более высокий процент видов открытых лесо-луговых биотопов (более 9%); на фоне сокращения численности и обеднения видового состава лесного комплекса снижается до минимума удельный вес узкоспециализированных представителей широколиственных лесов (c 31,5 до 2%). В составе лесного комплекса появляются доминантные виды с высокими значениями доминирования (*Clethrionomys glareolus* Schreb.), удельный вес которых в структуре рецентных сообществ колеблется от 33 до 51% и более. Количество содо-

* Здесь и далее в скобках указаны значения показателей разнообразия исходя из того, что при расчете индексов разнообразия современных сообществ микромаммалий некоторые виды (*Erinaceus europaeus* L., *Talpa europaea* L.) не были учтены, так как не могли быть пойманы в давилки, хотя они и населяют биотопы речных долин. Вместе с тем ископаемые остатки этих видов довольно часто встречаются в голоценовых отложениях республики и учитывались при оценке видового разнообразия палеосообществ. Поэтому для большей объективности количество видов в современных сообществах мелких млекопитающих было увеличено исходя из характера биотопа.

минантов при этом сокращается до 1–2 видов, которыми чаще всего являются *Apodemus flavicollis* Melch. и *Microtus arvalis* Pall., последняя, в зависимости от характера биотопов, может замещаться *Sorex araneus* L. или *Microtus agrestis* L. Кривые значимости видов (рис. 2) приобретают стремительное падение, а значения индекса доминирования почти в 2 раза превышают аналогичные показатели оптимума голоцена (средний показатель по биотопам составляет от 0,285 для ПРЭЗ до 0,334 для НПП) и сопоставимы с аналогичными показателями финальных этапов Валдайского оледенения и дриасовых стадийальных эпох позднеледниковья [4].

Значения других показателей видового разнообразия для рецентных сообществ являются самыми низкими за всю послеледниковую историю их развития [11]. Особенно разителен контраст по значениям индекса видового богатства, который в рецентных сообществах сопоставим с аналогичными показателями дриасовых эпох позднего ледниковья, что свидетельствует об ухудшении благоприятности условий среды их существования. Низкие значения индексов разнообразия, в том числе и значение индекса выравненности Пиелу, которые в среднем составляют 0,635 (0,574) для биотопов НПП и 0,685 (0,66) — для ПРЭЗ, позволяют отнести оценку условий среды для мелких млекопитающих к градации «умеренные», однако по своему значению они более чем для других этапов голоцена смещены в сторону «суровых».

На основании полученных результатов по благоприятности условий среды сделана попытка оценить трансформацию современных изученных биотопов по видовому разнообразию микромаммаллий. С этой целью автором введен новый показатель — коэффициент трансформации биотопов ($I_{m\bar{o}}$) по видовому разнообразию, который отражает величину, обратную индексу благоприятности (e) по отношению к соответствующим значениям «эталонных биотопов», выраженную в процентах. В качестве «эталона» взяты показатели индекса благоприятности = выравненности (e) среды в оптимуме голоцена (АТ), среднее значение которых по местонахождениям этого этапа составляет 0,796 (0,765) (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели видового разнообразия сообществ микромаммаллий оптимума голоцена (АТ)

Показатель	Оптимум голоцена (АТ)	Кирово	Пионерский (гор. 1)	Воронча	Заречье	Средний* по местонахождениям (\bar{x})
Кол-во особей, N	2096	31	99	1798	168	688
Кол-во видов, S	24	6 (8)	11 (13)	19	14 (16)	14,7 (16,0)
Индекс Симпсона: $c = \sum (ni/N)^2$	0,155	0,244	0,149	0,169	0,137	0,152
Индекс разнообразия Симпсона: $1 - c$;	0,845	0,756	0,851	0,831	0,863	0,848
Индекс Шеннона: $H = -\sum (ni/N) \log (ni/N)$, $H = -\sum (ni/N) \ln (ni/N)$	0,96 2,209	0,677 1,559	0,893 2,056	0,913 2,103	0,951 2,19	0,919 2,116
Индекс выравненности Пиелу: $e = H / \log S$	0,695	0,87 (0,75)	0,857 (0,802)	0,702	0,83 (0,79)	0,796 (0,765)
Индекс видового богатства: $d = (S - 1) / \log N$, $d = (S - 1) / \ln N$	6,925 3,007	3,353 (4,694) 1,456 (2,038)	5,011 (6,013) 2,176 (2,611)	5,837	5,842 (6,741) 2,537 (2,927)	5,563 (6,197) 2,416 (2,691)

* При расчете средних показателей разнообразия брались местонахождения с количеством определяемых остатков не менее 50-ти.

Проведенная таким образом оценка трансформации биотопов по видовому разнообразию показала, что значения ($I_{m\bar{o}}$) для изученных рецентных биотопов варьируют от 6,2 (8,8) до 30,4 (34,1 %), среднее значение показателя трансформации составило 17,1 (19,4 %). В целом наиболее трансформированными по видовому разнообразию оказались биотопы пойм и надпойменных террас, представленные лесными широколиственными дубовыми и дубово-грабовыми формациями молодого возраста (табл. 2).

Показатели коэффициента трансформации биотопов ($I_{mб}$) по видовому разнообразию

Показатель	Регион (биотопы)											
	Полесский радиационно-экологический заповедник (ПРЭЗ)						Национальный парк «Припятский» (НПП)					
	Сосняк лишайниковый зеленомошно-вересковый	Сосняк зеленомошный чернично-орляковый	Сосняк долгомошный	Болото верховое	Болото переходное	Среднее по биотопам	Дубрава сныгинево-крапивная	Дубово-грабовый лес	Субор сосново-дубовый зеленомошно-черничный	Сосняк зеленомошный	Субор лиственный: березово-грабово-ольховый	Среднее по биотопам
Индекс благоприятности среды: $e = H/\log S$	0,747 (0,698)	0,668 (0,625)	0,612 (0,577)	0,696	0,703	0,685 (0,66)	0,554 (0,504)	0,673 (0,608)	0,56 (0,524)	0,672 (0,579)	0,715 (0,655)	0,635 (0,574)
Коэффициент трансформации биотопов: $I_{mб} = 1 - (e_{совр.} / e_{амл.}) \cdot 100$	6,2 (8,8)	16,1 (18,3)	23,1 (24,6)	12,6	11,7	14,0 (13,7)	30,4 (34,1)	15,5 (20,5)	29,7 (31,5)	15,6 (24,3)	10,2 (14,6)	20,2 (25,0)

Таким образом, несмотря на то, что наибольшей продуктивностью обладают лесные формации широколиственных лесов, они же оказались и наиболее трансформированными по видовому разнообразию. Объясняется это тем, что, с одной стороны, коэффициент трансформации биотопов ($I_{mб}$) рассчитывался на основе индекса выравненности видов в сообществе, а большинство микромаммалей указанных биотопов являются узковариабельными и довольно редкими видами с низкими показателями доминирования. Для отдельных из них (*Microtus subterraneus* Sel.-Long.) регион в настоящее время является северной границей распространения ареала. С другой стороны, на территории региона остается все меньше зрелых, наиболее продуктивных лесных широколиственных формаций, а молодые формации не обладают столь высокой продуктивностью и кормовой базой. В любом случае обе причины являются результатом антропогенной трансформации фитоценозов и, как следствие, трансформации структуры, состава и видового разнообразия микротириокомплексов.

Список литературы

- 1 Богдень И.И. История озер в СССР. — Таллинн: Ротапринт АН ЭССР, 1983. — Т. 10. — С. 36–38.
- 2 Гуман М.А. Антропогенные изменения растительного покрова центральных районов Русской равнины в голоцене (по палинологическим данным): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 1983. — 24 с.
- 3 Еловичева Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси. — Минск, 2001. — 292 с.
- 4 Иванов Д.Л. Микротириофауна позднеледниковья-голоцена Беларуси. — Минск, 2008. — 215 с.
- 5 Иванов Д.Л. // Литосфера. — 2005. — № 2 (23). — С. 45–53.
- 6 Кабо В.Р. Первобытное общество и природа. — М.: Наука, 1981. — 152 с.
- 7 Калечиц Е.Г. Человек и среда обитания. Восточная Беларусь. Каменный век. — Минск, 2003. — 223 с.
- 8 Лийва А., Лозе И. Изотопно-геохимические исследования в Прибалтике и Белоруссии. — Таллинн, 1988. — С. 106–113.
- 9 Motuzko A., Ivanov D. // Acta zool. cracov. — Krakow, 1996. — № 39 (1). — P. 381–386.
- 10 Одум Ю. Экология. — М., 1986. — Т. 2. — 376 с.
- 11 Савукинен Н.П., Сейбутис А.А. Палинология в континентальных и морских геологических исследованиях. — Рига, 1976. — С. 91–101.

Д.Л.Иванов

Беларусиядағы реценттік биотаптардың түрлік сан алуандығын бағалаудың эталоны ретінде голоцен климаттық оптимумы микротериокешендері

Мақалада «Припятский» Ұлттық паркі, Полесьенің радиациялық-экологиялық қорығы мен голоценнің атлантикалық кезеңіндегі қазба никромаммалы фауналарының өзен бойындағы биотоптарын зерттеуі баяндалған. Зерттеулер қазіргі және қазбалы микротериофауналардың құрылымдық және түрлік құрамының ұқсас және олардың тоғайлық және интразоналдық экологиялық топтарға жататынын көрсетті. Қазіргі микротериокомплексдердің өзен бойы биотоптары мен голоценнің атлантикалық кезеңіндегі өмір сүретін бірлестіктердің ұқсастығының күрделі екендігі анықталған.

D.L.Ivanov

Mikroteriokompleksi climatic optimum golozena as standards of a specific variety at the assessment of transformation recenta of biotop of belarus

In article gives the results of studies examined riparian habitats of the Polesie National Park and the radiation-ecological reserve and fossil fauna micromammaly Atlantic period of Holocene. Analysis of available materials has shown that the modern and fossil microteriofauna have similar structure and species composition and environmental groups are forestry and Intrazonal complexes. Established that mikroteriokompleksi modern riverine habitats and communities of the Atlantic period of Holocene have similar species composition. That indicates a serious transformation of the riverine habitats.

УДК 633.81:575.1

С.Н.Атикеева, С.У.Тлеукенова

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Характеристика сообществ с участием патринии средней и зизифоры пахучковидной в горах Темирши (Карагандинская область)

В статье дана краткая характеристика ущелий гор Темирши, где произрастают исследуемые растения. Описаны материалы и методы исследований. Приведена характеристика сообществ с участием патринии средней, зизифоры пахучковидной. В таблице показан флористический состав сообществ с участием патринии средней в горах Темирши. Исследованы морфометрические и весовые характеристики надземных и подземных органов патринии средней и зизифоры пахучковидной. Описаны ресурсоведческие и геоботанические растительные сообщества с участием этих растений. В выводах указана совокупная площадь исследованных сообществ с участием патринии средней и зизифоры пахучковидной, урожайность воздушно-сухого сырья, общий эксплуатационный запас и объем возможной ежегодной заготовки.

Ключевые слова: сырье, лекарственные растения, эфирно-масличные растения, горы Темирши, фитоценозы, доминанты, содоминанты, популяции, патриния, полынь, зизифора.

Маршрутно-рекогносцировочные обследования и выявление сырьевых запасов лекарственных и эфирно-масличных растений в горах Темирши и их окрестностях проводили отдельно по ключевым участкам: ущелья Каракаш, Тленши, Карасоран, Тоқылдақ, восточная сторона гор Темирши (долина р. Шокабай), западная сторона гор Темирши (долина р. Актайлык).

Ущелье Карасоран находится в центральной части гор Темирши. Окружающие склоны являются наиболее высокими точками гор Темирши, с перепадами высот от 450 до 800 м над ур. моря. Протяженность ущелья составила 3,4 км. У подножия и по склонам гор формируются петрофитные сообщества, в межгорной долине — мезофитные. В данном местообитании описаны сообщества с участием порезника бухтарминского, патринии средней, тимьяна степного, тысячелистника благородного,