



И.А. Красовская

## Трансформация биоценозов в условиях урбанизации (на примере г. Гомеля)

Оценка устойчивого развития городских агломераций предполагает учет важной роли растительных и животных организмов как в функционировании биосферы, обеспечивающей непрерывную связь геологических и биологических процессов, так и их ресурсное значение. Последнее выражается в качестве компонента экосистем и ландшафтов, играющих важную средообразующую роль [1]. С целью оценки эколого-геологического состояния Гомельской городской агломерации на основании многочисленных фондовых и опубликованных научных работ нами проведен анализ состояния фито- и зооценозов этой территории.

**Состояние фитоценозов.** Сложность и специфика геологического и палеогеографического развития, своеобразие геоморфологических, гидрогеологических, гидрологических, климатических и почвенных условий, наряду с зонально-географическим положением г. Гомеля и его окрестностей, предопределили процесс формирования и региональные особенности его флоры и растительности, сохраняя при этом общие черты флоры и растительности умеренного пояса [2]. Флора имеет, как правило, миграционное происхождение и складывается из комплекса сравнительно молодых (плейстоценового и голоценового периодов) миграционных элементов. Ее история и современное развитие связаны с наиболее выраженным влиянием в основном европейских (теплолюбивых) видов, с одной стороны, и евразийских и евросибирских (бореальных) – с другой.

Согласно геоботаническому районированию Гомель располагается на северной окраине подзоны широколиственно-сосновых лесов в Гомельско-Приднепровском геоботаническом районе. Общая площадь зеленых насаждений в городе и его окрестностях составляет более 2000 га. Это парки, скверы, линейные посадки вдоль улиц, приусадебные участки, лесопарки, озера, пойменные и суходольные луга и др.

Для озеленения города используются деревья и кустарники местной флоры и интродуцированные из других географических районов. В основном, это древесные и кустарниковые породы сосновых, березовых, буковых, ивовых, лещиновых и других семейств.

В составе лесов лесопарковой зоны преобладают хвойные (около 70%), широколиственные породы (занимают около 20% площади), представленные березой, ольхой черной и осиной. Примерно 10% лесной площади занимают дубравы. Около 15% всех лесов – производные, появившиеся на месте хвойных и твердолиственных древостоев в результате смены пород на вырубках и гарях. 33% всех лесов – искусственные насаждения. Типичными подлесочными породами являются крушина, рябина, лещина, черемуха, можжевельник и жимолость, ивы [2].

На заливных высокопродуктивных лугах произрастают в основном злаковые гидромезофитные сообщества с фрагментами осоковых и пойменных дубрав. Суходольные луга отличаются значительным видовым многообразием: злаковые, лютиковые, осоковые, бобовые и др. Флора озер представлена прибрежно-водной растительностью, преимущественно осоковой.

На естественный ход развития растительного покрова Гомеля и его окрестностей наряду с природно-экологическими факторами, вызывающими природные изменения, существенное влияние оказывают техногенные (антропогенные) факторы, вызывающие антропогенные изменения. В настоящее время основными из них являются освоение земельных угодий под строительство различного рода инженерных сооружений и проявление неблагоприятных инженерно-геологических процессов (загрязнение компонентов геологической среды, подтопление, засоление и др.). Эти факторы вызывают локальные изменения структуры естественных фитоценозов (продуктивности и видового состава), обратимую и необратимую смены фитоценозов, а также региональную динамику растительности и состава флоры. Локальные антропогенные изменения под влиянием строительства ведут к полной замене коренных естественных фитоценозов сорно-полевыми (синантропными) и растительными сообществами, не имеющих аналогов в природе. Процесс их смены выражается в прохождении последовательных обособленных апофитной, антропофитной и сегетальной фаз [2].

Анализ литературных данных и материалов экспедиционных исследований лаборатории флоры и гербария Института экспериментальной ботаники НАН РБ свидетельствует о том, что развитие синантропного флористического комплекса в Гомельской агломерации, как и в большинстве населенных пунктов Беларуси, происходит в значительной мере спонтанно, на основе случайных или вероятностных (стохастических) процессов, находящихся, однако, под преобладающим над природными факторами контролем хозяйственной деятельности человека. Видовой состав синантропного флористического комплекса крайне нестабилен и подвержен значительным изменениям даже в течение коротких отрезков времени. В процессе развития города его естественная флористическая основа претерпевает существенные изменения в направлении утраты этой флорой зонально обусловленных черт, причем в пространственном отношении эта закономерность ослабевает от центра к периферии.

В связи с формированием в городских условиях качественно новой урбанизированной среды, для которой в экологическом аспекте свойственны более аридные (ксеротермические) черты по сравнению с зонально обусловленными, в ее генетической и экологической структуре происходят флорогенетические смены: позиции холодостойких арктобореальных и таежно-лесных мезофильных видов ослабевают, многие из них исчезают, а преимущество получают лесостепные, подтаежные аборигенные или прогрессирующие, а также индуцированные [2, 3] степные, древнесредиземноморские, центрально- и восточноазиатские по происхождению виды растений. При антропогенном «остепнении» территории г. Гомеля происходит сближение городской флоры с флорами более южных районов, а благодаря избыточному засолению и обогащению нитратами отдельных участков значительно возрастает роль видов галофильного и нитрофильного (мегатрофного) флористических комплексов.

Техногенное загрязнение геологической среды оказывает неблагоприятное действие на многие физиологические процессы растений. У них в результате накопления токсических концентраций соединения свинца, серы, хлора, окислов азота разрушаются пигменты пластид, снижается фотосинтетическая активность, нарушается общий метаболизм и, как следствие, уменьшается прирост, и появляются признаки страдания [3]. Степень нарушения обменных и ростовых

процессов, а, следовательно, и поврежденных растений токсическими соединениями находятся в зависимости от сочетания экологических условий.

Как показали исследования [4], определяющими элементами-загрязнителями фитоценозов в Гомельской городской агломерации являются  $Mn$ ,  $Sr$ ,  $Pb$  и  $Mo$ . Вместе с тем установлено, что очаги аномально высокого содержания поллютантов в городе локализованы на незначительных площадях вокруг крупных промышленных объектов, а основная часть территории города характеризуется либо фоновым, либо несколько превышающим его уровнем загрязнения. Тем не менее, учитывая его поликомпонентный характер, обуславливающий практически повсеместное распространение тех или иных токсикантов, и прогрессирующее в последнее десятилетие их накопление в природных объектах, в связи с развитием промышленного производства и последствиями аварии на Чернобыльской АЭС, можно заключить, что экологическая ситуация в г. Гомеле в настоящее время является неудовлетворительной.

Изучение ответной реакции лесных экосистем на воздействие техногенных и рекреационных нагрузок, оцениваемой по показателям изменения жизнеспособности древостоев, показало, что наиболее здоровым состоянием в целом характеризуются сосновые фитоценозы [4].

При исследовании ростовых показателей лесных фитоценозов установлено наиболее выраженное снижение размеров их радиального прироста либо в непосредственной близости от источников промышленных эмиссий, либо в зонах рекреации, оказывающих негативное воздействие на характер лесорастительных условий насаждений. Несмотря на выявленное ослабление с удалением от индустриальных центров ингибирования ростовой функции древостоев, на большей части городской агломерации отмечено снижение размеров их радиального прироста, сопровождаемое расширением амплитуды его годовых колебаний относительно заповедных аналогов.

Не менее подвержена техногенному загрязнению прибрежно-водная растительность города. Исследованиями [5] установлено, что основными загрязнителями прибрежно-водной растительности г. Гомеля и его окрестностей являются тяжелые металлы (таблица).

Анализ данных свидетельствует, что наибольшему загрязнению подвержены озера и их растительность в северной и северо-западных частях города в районе таких крупных промышленных предприятий, как заводы «Гомсельмаш», «Гидроавтоматика», «Гомелькабель» и др.

**Состояние зооценозов.** В Гомеле и его окрестностях обитают 66 видов млекопитающих, 188 видов птиц, 6 видов пресмыкающихся, 11 видов земноводных, в реках и пойменных озерах около 25 видов рыб. Из млекопитающих в лесах и парках обычны белка, крот, еж, заяц, встречаются кабан, косуля, куница (каменная и лесная), енотовидная собака, горностай, черный хорек, ласка. На берегах р. Сож, в складских помещениях многочисленны крысы (серая и черная), мышь домовая. Из птиц многочисленны воробьи (домовой и полевой), грачи, галки, вороны, сороки, которые зимой ночуют в городе, днем разлетаются в поисках пищи, чем способствуют заносу в город возбудителей инфекций и инвазий. В лесах, парках и скверах встречаются синицы, горлица кольчатая, скворцы обыкновенные, дрозды певчие. На берегах рек можно встретить кулика-сороку, ремеза и зимородка обыкновенных. В зимнее время появляются в городе снегири, дятел большой пестрый и жаворонок хохлатый, откочевывающий сюда из лесов в поисках пищи, на р. Сож в черте города остается на зимовку некоторое количество уток. В пруду Парка культуры и отдыха им. А.В. Луначарского обитают лебедь-кликун и лебедь-шипун. В лесах пригородной зоны гнездится черный аист.

**Содержание тяжелых металлов в прибрежно-водной растительности озер города Гомеля, по [4]**

| Виды растений          | мг/кг сухого вещества |               |                 |              |              |                |
|------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
|                        | Fe                    | Cu            | Pb              | Cr           | Ni           | Cd             |
| Осока острая           | 106,7-<br>112,8       | 19,7-<br>24,0 | 63,2-<br>69,4   | 2,4-<br>5,3  | 0,5-<br>2,8  | 48,5-<br>52,8  |
| Манник большой         | 91,3-<br>174,3        | 25,6-<br>75,6 | 6,3-<br>125,7   | 0,7-<br>7,0  | 3,1-<br>4,0  | 31,8-<br>67,5  |
| Тростник обыкновенный  | 34,0-<br>1160,7       | 14,8-<br>49,9 | 119,3-<br>832,9 | 0,6-<br>10,4 | 0,2-<br>3,4  | 40,1-<br>344,7 |
| Рогоз широколиственный | 78,3-<br>104,7        | 5,8-<br>112,6 | 54,7-<br>77,3   | 2,6-<br>4,6  | 2,5-<br>7,5  | 13,8-<br>17,8  |
| Рогоз узколистный      | 155,6                 | 47,3          | 89,8            | 6,5          | 1,9          | 56,8           |
| Ряска трехдольная      | 22,5-<br>79,2         | 9,6-<br>14,9  | 29,9-<br>58,7   | 1,1-<br>2,2  | 2,7-<br>2,1  | 9,8-<br>27,0   |
| Частуха                | 63,9-<br>71,7         | 41,3-<br>64,6 | 14,5-<br>15,4   | 7,7-<br>8,7  | 0,6-<br>40,8 | 1,4-<br>172,8  |
| Подорожник             | 120,8                 | 8,4           | 304,8           | 7,6          | 1,5          | 49,1           |
| Камыш озерный          | 125,9                 | 57,4          | 69,9            | 3,8          | 0,9          | 64,1           |
| Рдест гребенчатый      | 75,8                  | 20,7          | 64,5            | 3,4          | 1,1          | 38,7           |
| Сусак зонтичный        | 127,5                 | 135,5         | 62,1            | 6,3          | 1,3          | 50,3           |
| Кубышка желтая         | 93,4                  | 21,3          | 28,7            | 8,2          | 0,2          | 27,6           |

В рр. Соже и Ипути водятся лещ, плотва, густера, уклейка, линь, окунь, карась, голавль, щука, голец, сом. На песчаных отмелях Сожа обитают крупные (до 14 см) перловицы, играющие важную роль в процессах самоочищения реки. В заболоченных старицах обычны прудовики и катушки. Среди насекомых много декоративных бабочек и жуков. В пригородных лесах, в парках и садах распространены различные виды насекомых-вредителей: шелкопряды, плодожорка, пилильщик сосновый, клоп подкорный, хрущи, короеды и др.

Исследования последних десятилетий [6, 7] свидетельствуют о том, что с ростом загрязнения и антропогенной трансформации среды обитания отмечается общее снижение численности и биомассы животных, складывается специфическая динамика численности. Меняется соотношение видов, сокращается видовое разнообразие, появляются виды, не характерные для естественных экосистем данной географической зоны, наблюдается дробление сплошных ареалов на мозаичные с локальным повышением плотности и разнородности. Происходят изменения в репродуктивной стратегии и демографических показателях популяций отдельных видов животных.

Так, изучение влияния процессов урбанизации на мелких млекопитающих [7] позволило выявить ряд закономерностей в формировании видового состава и демографических параметров сообществ мышевидных грызунов в лесопарках г. Гомеля. Просветление леса и снижение густоты травяного покрова приводит к уменьшению укрытий для мелких млекопитающих и снижению их численности. Видовое разнообразие зависит от разнообразия биотопов лесо-

парков. Именно уровень беспокойства и наличие укрытий, а не загрязнения промышленности или выбросы транспорта и его шум в первую очередь влияют на численность мелких млекопитающих.

Установлена разная стратегия воспроизводства сообщества несинантропных мышевидных грызунов в зависимости от типа урбанизированной среды. В природных сообществах поддержание численности грызунов обеспечивается, очевидно, за счет меньшей, по сравнению с лесопарками, смертности молодых. Таким образом, городские сообщества мышевидных грызунов имеют более высокий репродуктивный потенциал для поддержания своей численности. Именно поэтому и за счет появления нетипичных для природных сообществ видов в условиях города всегда сохраняется относительно высокая численность грызунов.

В результате антропогенной трансформации среды отмечаются изменения в следующих демографических параметрах популяций мелких млекопитающих: увеличивается скорость полового созревания молодняка, изменяется соотношение полов в сторону преобладания самок, меняется соотношение функциональных возрастных групп в сторону быстрорастущих и быстросозревающих особей, увеличивается подвижность населения. Устойчивость популяций мелких млекопитающих на техногенных территориях обусловлена индивидуальной адаптивной реакцией – интенсификацией процессов жизнедеятельности, приводящей к возрастанию напряженности физиологических процессов в организме и к росту энерготрат на уровне особи [8]. Данный механизм с позиций эволюционно-экологического подхода является первым этапом адаптивных изменений (наиболее примитивным и энергоемким), но, тем не менее, именно с его помощью поддерживаются существование и целостность популяционных систем мелких млекопитающих на техногенных территориях.

Влияние промышленного загрязнения вызывает значительные изменения и морфофизиологических показателей у обитателей лесопарковой зоны города [7] – увеличиваются индексы печени, селезенки и почек. Увеличение относительного веса этих органов свидетельствует об интенсификации метаболических процессов в условиях загрязнения.

Накопление тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Cd) происходит в большинстве органов и тканей, но наибольший уровень биоаккумуляции наблюдается в почках, печени и коже. Наиболее интенсивно накапливаются кадмий и свинец [1].

Реакции биохимических показателей обнаруживаются у мелких животных из сильно трансформированных биогеоценозов: увеличение содержания белка в коже и липидов в печени и мышечной ткани, что обусловлено как адапционным процессом на организменном уровне, так и перестройкой мембранных структур в клетках при воздействии токсикантов. Это сопровождается изменением фракционного состава липидов печени, кожи и легких в сторону снижения уровня фосфолипидов и триглицеридов, что свидетельствует о значительных энергетических затратах организма животных при действии токсикантов [8].

Уровень ферментов микросомальной фракции печени, которые отвечают за детоксикацию ксенобиотиков, снижается у животных из биогеоценозов зоны загрязнения [7], что свидетельствует о снижении устойчивости организма в условиях действия стрессовых факторов и невозможность полной адаптации к ним.

**Выводы.** Оценивая состояние городских фитоценозов Гомеля в целом, можно отметить, что под влиянием города происходит коренное изменение растительного покрова – изменяется его доминантно-эдикаторная основа, структура и физиономичность; существенные изменения претерпевает видовой

состав флоры, отдельных фитоценозов и флоротопологических комплексов.

В результате техногенной деятельности человека появляются совершенно новые (искусственные) экотопы с искусственными грунтами, избыточным засолением, своеобразными геохимическим и гидрологическим режимами. При этом установлено формирование качественно новой урбанизированной природно-техногенной среды, отличающейся специфическими экологическими условиями, способствующими образованию в городе синантропных комплексов и ассоциаций растений, не имеющих аналогов в природе.

В то же время под влиянием антропогенной деятельности претерпевают значительную трансформацию городские зооценозы: происходят разрушение мест обитания, снижение биологического разнообразия, изменение динамики популяций выживших видов, возникают и увеличиваются патологические и адаптивные физиолого-биохимические реакции отдельных организмов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Лукашев К.И., Вадковская И.К.* Эколого-геохимическое изучение биосферы в научных и прикладных аспектах. – Мн., 1989. – 173 с.
2. *Парфенов В.И., Ким Г.А., Рыковский Г.Ф.* Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. – Мн., 1985. – 294 с.
3. *Илькун Г.М.* Загрязнители атмосферы и растения. – Киев, 1978. – 246 с.
4. *Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси* / Под ред. *Е.А. Сидоровича*. – Мн., 1995. – 319 с.
5. *Сапегин Л.М., Дайнеко Н.М., Шейко С.С.* Состояние прибрежно-водной растительности озер города Гомеля // Проблемы геоэкологии и экологическая безопасность городских агломераций: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. – Гомель, 1998. – С. 103–107.
6. *Кусенков А.Н.* Биогеографическая оценка городских агломераций – основа для прогнозирования их развития // Проблемы геоэкологии и экологическая безопасность городских агломераций: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. – Гомель, 1998. – С. 70–73.
7. *Новожилова Н.В.* Особенности фенетической структуры *Lacerta agilis* L. на территориях, испытывающих различные виды хозяйственной нагрузки // Экологической науке – творчество молодых: Материалы II Региональной научно-практической конференции ведущих специалистов, аспирантов и студентов. – Гомель, 2002. – С. 66–67.
8. *Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А.* Методы оценки состояния популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного загрязнения среды // Биоиндикация наземных экосистем / ИЗРИЖ УрО АН СССР. – Свердловск, 1990. – С. 50–55.

### S U M M A R Y

*The current condition of the biocoenoses of the large urban agglomeration of the south-east of Belarus – the city of Gomel – is analysed. The formation of the qualitatively new urban natural-technogeneus environment with specific ecological conditions contributing to the formation of cinantropic complexes and unique plant associations and to considerable transformation of urban zoocoenoses is determined.*

*Поступила в редакцию 1.11.2004*