

УДК 581.5

## ИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ТРАВЯНОГО ЯРУСА В ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В УСЛОВИЯХ УХОДА ЗА ОЗЕЛЕНЕННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ г. МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ МГУ)

**В. М. Телеснина\*, О. В. Семенюк**

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

\* E-mail: vtelesnina@mail.ru

Определены особенности травяного яруса в связи с применением ухода в типичных городских насаждениях г. Москвы. Характер ухода за насаждениями в большей степени, чем вид древесных пород, детерминирует основные показатели напочвенного покрова. В результате ухода за насаждениями неморальные тенелюбивые виды в травяном ярусе активно замещаются луговыми нитрофильными и прижилищными сорными, относящимися к однолетникам и дерновинным злакам, что способствует повышению скорости биологического круговорота. В городских экосистемах индикаторная роль растений по отношению к свойствам почв наиболее снижена в насаждениях с периодическим уходом по причине преобладания в травяном ярусе видов с широкой экологической амплитудой.

*Ключевые слова:* парковые насаждения, экологические шкалы, эколого-ценотические группы.

### Введение

Зеленые насаждения имеют огромное эстетическое и экологическое значение для населения урбанизированных территорий, что определяет необходимость изучения городской растительности [29] как компонента урбоэкосистем. В настоящее время в изучении флоры и растительности городов особо актуальны такие направления, как определение таксономической и типологической структуры урбанofлоры, оценка синантропизации, анализ эколого-фитоценотической характеристики флоры и растительности, выявление особенности распространения растительности в связи с функциональным зонированием города [1, 16, 18, 25, 26, 28, 30]. Результаты исследования урбанofлоры Москвы показали, что доля адвентивных видов достигает 40% [2]. В составе живого напочвенного покрова парков и садов Москвы встречаются виды из Красной книги Москвы и Московской области [15]. Характерны повышенное по сравнению с зональными лесами долевое участие однолетников, некоторая ксерофитизация и внедрение видов, устойчивых к рекреации [19]. В лесопарках Москвы проведены комплексные исследования состояния лесных экосистем при разной рекреационной нагрузке, что позволило охарактеризовать зависимость свойств почв и показателей состояния растительного покрова от уровня рекреации [9]. В естественных и городских экосистемах живой напочвенный покров выполняет важнейшие экологические функции: влияет на водный режим и свойства почвы, в определенной

степени детерминирует величину опада. Он является весьма чувствительным показателем лесорастительных условий [8]. Напочвенный покров может быть индикатором характера антропогенного воздействия на экосистему. В городах флористические и эколого-ценотические особенности живого напочвенного покрова служат индикатором степени рекреационного воздействия [9]. Определенное значение имеет уход за насаждениями в виде покоса, выборочной вырубki древостоя, полного или частичного удаления подростa и подлеска, сбора подстилки. Однако влияние такого ухода в городских условиях недостаточно изучено, и наименее изученной составляющей фитоценоза, на которую влияет уход, остается напочвенный покров [14].

Цель работы — выявить особенности живого напочвенного покрова городских биогеоценозов в условиях различной интенсивности применения мероприятий по уходу за зелеными насаждениями. Задачи исследования включали определение ряда экологических характеристик напочвенного покрова, его индикаторной роли в оценке почвенных условий и особенностей биологического круговорота в городских условиях. Данная работа проводилась в составе комплексных исследований биологического круговорота в городских экосистемах с разным режимом ухода.

### Материалы и методы

Объектом исследования послужила территория МГУ на Воробьевых горах. Озелененные территории МГУ формировались при строительстве

этого научно-учебного комплекса в 50-х гг. XX в., древесные насаждения ботанического сада и парковых зон имеют примерно одинаковый возраст. Живой напочвенный покров представлен в данном случае травяным ярусом — кустарничков и мхов не наблюдается. Почвенный покров сада и парков разнообразен и включает почвы от антропогенно-преобразованных до сконструированных [21]. Объектами исследования выбраны насаждения, наиболее распространенные в г. Москве, — клена платановидного (*Acer platanoides*), березы повислой (*Betula pendula* Roth) и липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) [25]. Уход за насаждениями включает удаление подроста и подлеска по мере их появления, сбор и вывоз подстилки, кошение травостоя. Для каждого типа насаждений рассматривались три варианта, различающихся по интенсивности применения данных мероприятий (табл. 1).

При регулярном уходе они применяются несколько раз в вегетационный период, при периодическом — раз в несколько лет. Для условно эталонных биогеоценозов ботанического сада эти мероприятия не проводят. Исследования проводили

в течение всего вегетационного периода 2018 г. Территории, не относящиеся к саду, испытывают рекреационное воздействие. Для описания выбирали участки 10х10 м. Степень флористического сходства фитоценозов определяли с помощью коэффициентов Жаккара [10] и Сьеренсена-Чекановского [12]. Для эколого-ценотической характеристики травяного яруса использовали классификацию А.А. Ниценко [11]. Биоморфологическую принадлежность определяли по И.Г. Серебрякову [20].

Экологические шкалы используются для оценки условий данного фитоценоза (освещенность, увлажнение, богатство почвы и т.д.) по наличию и обилию определенных видов растений [23]. Несмотря на то что современная оценка корректности этих шкал неоднозначна [4, 31], их продолжают использовать в различных исследованиях, в том числе почвенно-экологических [8]. Для характеристики разнообразия экологических групп видов использовали диапазонные шкалы Л.Г. Раменского [17] и Д.Н. Цыганова [24], а также точечные шкалы Э. Ландольта [28] и Г. Элленберга [27] — именно сочетание результатов, полученных с помощью

Таблица 1

## Общая характеристика насаждений

| Координаты                                      | Эдификатор | Число видов |                  | Древостой               |             | Подлесок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Подрост                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|------------------|-------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 |            | Общее       | В травяном ярусе | Формула                 | Сомкнутость |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| Насаждения с регулярным уходом                  |            |             |                  |                         |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| 55°42'25.2"<br>37°31'55.9"                      | Береза     | 12          | 10               | 10Б                     | 0,4         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Клен, единичные всходы                                                                                   |
| 55°42'23.2"<br>37°31'52.5"                      | Липа       | 11          | 9                | 10Л                     | 0,8         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |
| 55°42'20.8"<br>37°31'50.5"                      | Клен       | 16          | 14               | 10К                     | 0,6         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |
| Насаждения с периодическим уходом               |            |             |                  |                         |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| 55°41'56.0"<br>37°31'44.8"                      | Береза     | 21          | 19               | 10Б                     | 0,5         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всходы клена 10%                                                                                         |
| 55°41'47.7"<br>37°31'54.4"                      | Липа       | 14          | 12               | 10Л                     | 0,8         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всходы клена и липы, 20%                                                                                 |
| 55°42'20.7"<br>37°31'50.5"                      | Клен       | 15          | 14               | 10К                     | 0,6         | Нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всходы клена 20–30%                                                                                      |
| Условно-эталонные насаждения (ботанический сад) |            |             |                  |                         |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| 55°42'27.7"<br>37°31'28.7"                      | Береза     | 31          | 15               | 10Б                     | 0,5         | Жимолость лесная ( <i>Lonicera xylo-seum</i> L.), черемуха птичья ( <i>Padus avium</i> Mill.), лещина обыкновенная ( <i>Corylus avellana</i> L.), бузина красная ( <i>Sambucus racemosa</i> L.), ива козья ( <i>Salix caprea</i> L.), малина обыкновенная ( <i>Rubus idaeus</i> L.), бересклет бородавчатый ( <i>Euonymus verrucosus</i> Scop.) | Клен, осина ( <i>Populus tremula</i> ), ясень обыкновенный ( <i>Fraxinus excelsior</i> ), высота 0,6–2 м |
| 55°42'27.3"<br>37°31'40.6"                      | Липа       | 19          | 10               | 10Л,<br>2-й ярус<br>10К | 0,8         | Жимолость лесная, черемуха птичья, смородина золотистая ( <i>Ribes aureum</i> Pursh.), лещина обыкновенная                                                                                                                                                                                                                                      | Клен, высота под-роста 0,5–2 м                                                                           |
| 55°42'25.3"<br>37°31'40.0"                      | Клен       | 11          | 6                | 10К                     | 0,8         | Черемуха птичья, лещина обыкно-венная, смородина золотистая                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Всходы клена до 70%                                                                                      |

разных шкал, может дать наиболее объективную картину. Для расчета показателей по диапазонным шкалам использовали средневзвешенные середины интервалов [23]. Кроме того, при использовании диапазонных шкал определяли также экологическую валентность видов [5]. Стеновалентным по данному фактору считается вид, диапазон баллов которого составляет менее 1/3 общего числа баллов в шкале, эвривалентным — более 2/3, остальные — мезовалентные. Для обработки результатов применяли программы Excel и Statistica.

## Результаты

Наибольшее число видов травяного яруса выявлено для березовых насаждений, особенно с периодическим уходом. Если сравнивать насаждения с разным режимом ухода, наибольшее видовое богатство травяного яруса выявлено для насаждений опять же с периодическим уходом. Все коэффициенты сходства, определенные по Жаккару, составляют менее 0,5, что говорит о низком сходстве в целом. Среди насаждений одного эдификатора наибольшее сходство выявлено для березняков (0,44). Среди насаждений с одним типом ухода наибольшее сходство свойственно насаждениям с регу-

лярным уходом (около 0,40), тогда как наименьшее (0,25 и менее) — для насаждений с периодическим уходом. Флористическое сходство по Сьеренсену-Чекановскому определялось как для всей совокупности видов в целом, так и отдельно для травяного яруса (рис. 1). Анализ всей совокупности видов показал наличие трех отдельных групп — насаждения с регулярным уходом, периодическим уходом и условно-эталонные, причем сходство насаждений парковых территорий друг с другом выше, чем условно-эталонных. Соответственно, внутри каждой из трех групп наиболее высокая степень сходства выявлена для насаждений с регулярным уходом. Наименьшие коэффициенты сходства выявлены для группы насаждений с периодическим уходом. Если сравнить только травяной ярус насаждений — условно-эталонный березняк вошел в группу насаждений с регулярным уходом.

При изучении живого напочвенного покрова выявлено 18 эколого-ценотических свит по А.А. Ниценко (табл. 2), не считая явно инвазивных видов на территории сада, таких как бруннера сибирская (*Brunnera sibirica* Steven.) и видов, не принадлежащих к определенной свите, например, лютик едкий (*Ranunculus acris* L.). Наибольшее число свит выявлено для березняка с периодическим уходом, наименьшее — для кленовника сада. В насаждениях с периодическим уходом активны виды луговых и сорно-рудеральных свит.

В напочвенном покрове березняка с регулярным уходом преобладает полунеморальная свита, а именно сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), также активна неморальная весенняя свита, виды которой успевают отцвести до начала кошения.

Наиболее высокая доля однолетних видов, более 30%, выявлена для насаждений клена и липы с регулярным уходом, таких как мятлик однолетний (*Poa annua* L.), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* Vill.). Во всех насаждениях с периодическим уходом активны высокопродуктивные дерновинные злаки (около 20%). Доля эфемероидов — ветреница лютиковая (*Anemone ranunculoides* L.), гусиный лук малый (*Gagea minima* (L.) Ker Gawl), чистяк весенний (*Ficaria verna* Huds) — составляет 60 и более процентов в широколиственных насаждениях ботанического сада и около трети во всех насаждениях с регулярным уходом. Контрольные насаждения характеризуются наименьшим биоморфологическим разнообразием — 3–4 группы.

По данным, отражающим число видов в разных ярусах, общее число эколого-ценотических свит, доли видов разных свит, а также число биоморфологических групп, проведен кластерный анализ (рис. 2). Все насаждения с периодическим уходом на дендрограмме стоят отдельно от остальных. Высокая степень сходства липняка и кленовника с регуляр-

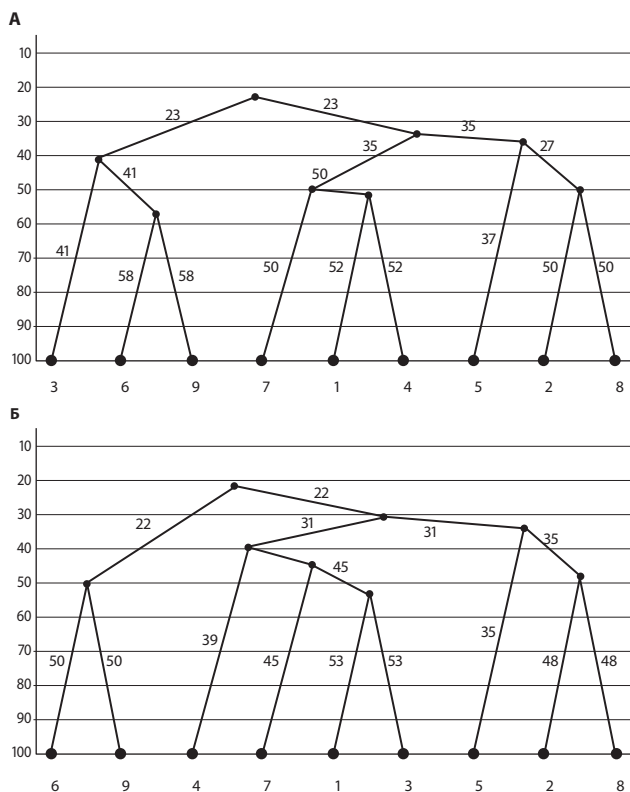


Рис. 1. Дендрограмма сходства флористического состава (в %):

А — общей совокупности видов, Б — видов травяного яруса. Березовые насаждения: 1 — регулярный уход, 2 — периодический уход, 3 — контроль; липовые насаждения: 4 — регулярный уход, 5 — периодический уход, 6 — контроль; кленовые насаждения: 7 — регулярный уход, 8 — периодический уход, 9 — контроль.

Таблица 2

## Эколого-ценотические свиты

|                                    | Береза                                                        |                    |                      | Липа            |                    |                      | Клен            |                    |                      |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
|                                    | Регулярный уход                                               | Периодический уход | Эталонное насаждение | Регулярный уход | Периодический уход | Эталонное насаждение | Регулярный уход | Периодический уход | Эталонное насаждение |
|                                    | % видов данной свиты от общего числа видов                    |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Еловая кисличная                   | 0                                                             | 5,8                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 8                  | 0                    |
| Еловая черничная                   | 0                                                             | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 10                   | 0               | 0                  | 0                    |
| Неморальная теневая                | 0                                                             | 0                  | 0                    | 20              | 0                  | 10                   | 21              | 0                  | 0                    |
| Неморальная весенняя               | 9                                                             | 0                  | 13,2                 | 20              | 8,3                | 30                   | 7               | 8                  | 50                   |
| Неморальная опушечно-полянная      | 9                                                             | 5,8                | 6,6                  | 10              | 8,3                | 10                   | 7               | 16                 | 17                   |
| Неморальная высокотравная полянная | 0                                                             | 0                  | 6,6                  | 0               | 0                  | 10                   | 7               | 0                  | 17                   |
| Полунеморальная                    | 18                                                            | 5,8                | 19,8                 | 0               | 8,3                | 20                   | 0               | 8                  | 0                    |
| Мелколиственная опушечно-полянная  | 0                                                             | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 7               | 0                  | 0                    |
| Нитрофильная теневая               | 9                                                             | 0                  | 6,6                  | 0               | 0                  | 0                    | 7               | 0                  | 0                    |
| Луговая мезофильная                | 9                                                             | 11,6               | 6,6                  | 0               | 16,6               | 0                    | 0               | 32                 | 0                    |
| Луговая гидромезофильная           | 9                                                             | 5,8                | 6,6                  | 0               | 8,3                | 0                    | 7               | 0                  | 0                    |
| Нитрофильная луговая               | 18                                                            | 11,6               | 6,6                  | 30              | 25                 | 0                    | 7               | 16                 | 0                    |
| Колосковая                         | 0                                                             | 5,8                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Рудерально-ольховая                | 0                                                             | 11,6               | 6,6                  | 10              | 8,3                | 0                    | 7               | 0                  | 0                    |
| Сорно-рудеральная                  | 0                                                             | 11,6               | 0                    | 0               | 8,3                | 0                    | 0               | 8                  | 0                    |
| Сорно-залежная                     | 0                                                             | 5,8                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Пастбищно-дигрессивная             | 0                                                             | 0                  | 0                    | 0               | 8,3                | 0                    | 14              | 0                  | 0                    |
| Прижилищная сорная                 | 18                                                            | 5,8                | 6,6                  | 20              | 0                  | 10                   | 14              | 8                  | 17                   |
| Эвритопы                           | 0                                                             | 5,8                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Адвенты                            | 0                                                             | 0                  | 13,2                 | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
|                                    | % покрытия видов данной свиты от общего проективного покрытия |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Еловая кисличная                   | 0                                                             | 4                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0,7                | 0                    |
| Еловая черничная                   | 0                                                             | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0,5                  | 0               | 0                  | 0                    |
| Неморальная теневая                | 0                                                             | 0                  | 0                    | 13,3            | 0                  | 2                    | 9               | 0                  | 0                    |
| Неморальная весенняя               | 28                                                            | 0                  | 11                   | 37              | 2,6                | 76,5                 | 31              | 15                 | 59                   |
| Неморальная опушечно-полянная      | 1                                                             | 3                  | 3,2                  | 3,3             | 2,6                | 5,5                  | 3               | 31                 | 3                    |
| Неморальная высокотравная полянная | 0                                                             | 0                  | 2,2                  | 0               | 0                  | 6,5                  | 0               | 0                  | 23,5                 |
| Полунеморальная                    | 60                                                            | 3                  | 72                   | 0               | 2,6                | 6,5                  | 0               | 19                 | 0                    |
| Мелколиственная опушечно-полянная  | 0                                                             | 3                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 1               | 0                  | 0                    |
| Нитрофильная теневая               | 5,5                                                           | 0                  | 5,5                  | 0               | 0                  | 0                    | 1               | 0                  | 0                    |
| Луговая мезофильная                | 0                                                             | 15,2               | 0,5                  | 0               | 18,4               | 0                    | 0               | 11                 | 0                    |
| Луговая гидромезофильная           | 1,8                                                           | 33,3               | 0,5                  | 0               | 8,2                | 0                    | 3               | 0                  | 0                    |
| Нитрофильная луговая               | 1,8                                                           | 32                 | 0,5                  | 11              | 45                 | 0                    | 3               | 19                 | 0                    |
| Колосковая                         | 0                                                             | 0,7                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Рудерально-ольховая                | 0                                                             | 2,1                | 2,1                  | 1               | 2,6                | 0                    | 3               | 0                  | 0                    |
| Сорно-рудеральная                  | 0                                                             | 2,1                | 0                    | 0               | 2,6                | 0                    | 0               | 0,7                | 0                    |
| Сорно-залежная                     | 0                                                             | 0,7                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Пастбищно-дигрессивная             | 0                                                             | 0                  | 0                    | 0               | 15,7               | 0                    | 3               | 0,7                | 0                    |
| Прижилищная сорная                 | 1                                                             | 0,7                | 0,5                  | 34              | 0                  | 5,5                  | 41              | 0,7                | 12                   |
| Эвритопы                           | 0                                                             | 0,7                | 0                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |
| Адвенты                            | 0                                                             | 0                  | 1                    | 0               | 0                  | 0                    | 0               | 0                  | 0                    |

Таблица 3

## Характеристика живого напочвенного покрова по экологическим шкалам

| Показатели                                                             | Береза          |                    |                      | Липа            |                    |                      | Клен            |                    |                      |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
|                                                                        | Регулярный уход | Периодический уход | Эталонное насаждение | Регулярный уход | Периодический уход | Эталонное насаждение | Регулярный уход | Периодический уход | Эталонное насаждение |
| Шкала Л.Г. Раменского                                                  |                 |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Tr, средневзвешенный                                                   | 8,3             | 13,2               | 8,5                  | 9,3             | 11,9               | 8,5                  | 9,1             | 10,9               | 10,7                 |
| SV, %                                                                  | 95              | 20                 | 98                   | 95              | 15                 | 100                  | 67              | 80                 | 100                  |
| Шкала Д.Н. Цыганова                                                    |                 |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Tr, средневзвешенный                                                   | 5,8             | 7,9                | 5,4                  | 6,6             | 8,6                | 6,1                  | 7,5             | 6,9                | 6,4                  |
| SV, %                                                                  | 40              | 12                 | 30                   | 88              | 8                  | 98                   | 68              | 48                 | 100                  |
| Rc, средневзвешенный                                                   | 8               | 6,9                | 7,8                  | 7,1             | 6,9                | 7,8                  | 6,9             | 7,4                | 7,6                  |
| SV, %                                                                  | 25              | 7                  | 88                   | 31              | 0                  | 7                    | 33              | 21                 | 24                   |
| Nt, средневзвешенный                                                   | 7,9             | 6,4                | 8,2                  | 7,5             | 6,6                | 7,7                  | 7,1             | 7,0                | 7,7                  |
| SV, %                                                                  | 56              | 5                  | 80                   | 42              | 5                  | 20                   | 45              | 21                 | 67                   |
| Шкала Г. Элленберга                                                    |                 |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Доля видов: соответствующих очень богатым азотом почвам (загрязненным) | 0               | 3,3                | 0                    | 2               | 0                  | 0                    | 8               | 2,5                | 0                    |
| соответствующих богатым азотом почвам                                  | 89              | 12                 | 92                   | 26              | 0                  | 8                    | 32              | 26                 | 22                   |
| теневыносливых                                                         | 35              | 0                  | 12                   | 25              | 0                  | 80                   | 30              | 0                  | 30                   |
| светолюбивых                                                           | 2               | 40                 | 0                    | 12              | 75                 | 0                    | 10              | 33                 | 3                    |
| Шкала Э. Ландольта                                                     |                 |                    |                      |                 |                    |                      |                 |                    |                      |
| Доля видов: соответствующих очень богатым азотом почвам                | 8               | 1                  | 5                    | 2               | 0                  | 0                    | 8               | 0                  | 0                    |
| соответствующих богатым азотом почвам                                  | 6               | 90                 | 85                   | 60              | 80                 | 90                   | 50              | 50                 | 82                   |
| теневыносливых                                                         | 90              | 40                 | 90                   | 30              | 15                 | 95                   | 20              | 50                 | 55                   |
| светолюбивых                                                           | 1               | 43                 | 1                    | 1               | 70                 | 0                    | 35              | 20                 | 5                    |

Примечание: Tr — трофность, Rc — кислотность, Nt — азот, SV — стеновалентные виды.

ным уходом, а также кленовника и липняка в ботаническом саду.

Причина высокой степени сходства эталонного и регулярно косимого березняка (1 и 3) — обилие видов, способных к конкуренции в том числе и в условиях регулярного кошения, например, сныть обыкновенная [6]. Средневзвешенные баллы трофности по Раменскому, определенные для живого напочвенного покрова изученных фитоценозов, соответствуют довольно богатым почвам (все насаждения с периодическим уходом и кленовник сада) или небогатым. В насаждениях с периодическим уходом выявлена самая низкая доля стеновалентных видов, в фитоценозах сада встречаются, напротив, только стеновалентные (табл. 3). В соответствии с экологической шкалой трофности по Д.Н. Цыганову (табл. 3), средневзвешенные баллы соответствуют небогатым почвам (березняки кроме

периодического ухода), довольно богатым (кленовник с регулярным уходом), а также богатым (березняк и липняк с периодическим уходом). Остальные относятся к категории, промежуточной между небогатыми и довольно богатыми. В соответствии со шкалой отношения к кислотности по Д.Н. Цыганову, средневзвешенный балл для всех эталонных насаждений соответствует слабокислым-нейтральным почвам, для остальных насаждений — слабокислым почвам. По отношению к обеспеченности почв азотом почти для всех насаждений баллы соответствуют достаточно обеспеченным азотом почвам.

Что касается экологической валентности видов травяного яруса, стеновалентных видов по трофности мало во всех насаждениях березы (12–40%) и всего 8% в липняке с периодическим уходом. Виды, стеновалентные по отношению к кислотности, пре-

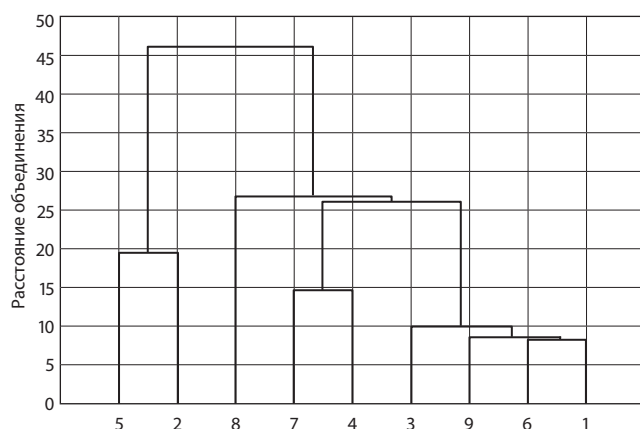


Рис. 2. Результаты кластерного анализа изученных фитоценозов по флористическим, биоморфологическим и эколого-ценотическим показателям:

насаждения с регулярным уходом: 1 — березы, 4 — липы, 7 — клена; с периодическим уходом: 2 — березы, 5 — липы, 8 — клена; контрольные: 3 — березы, 6 — липы, 9 — клена

обладают только в березняках с регулярным уходом и эталонном, в остальных фитоценозах их доля не превышает 33%. Стеновалентные по отношению к обеспеченности азотом виды имеют очень небольшую долю (5–21%) во всех насаждениях с периодическим уходом.

Анализ экологических характеристик видов по Ландольту и Элленбергу (табл. 3) показал, что в насаждениях с периодическим уходом доля светлюбивых видов максимальна. В насаждениях ботанического сада высока доля теневыносливых видов. Показательно наличие в фитоценозах с регулярным и периодическим уходом видов, характерных для почв, очень богатых азотом, — крапива двудомная, лопух большой (*Arctium lappa*), что может быть связано с антропогенным загрязнением при рекреации. Видов-ацидофилов почти нет, как и выраженных нейтрофилов.

Что касается актуальной кислотности почвы (табл. 3), pH почв изученных фитоценозов колеблется от 6,4 до 7,3 (нейтральная или слабощелочная), что несколько выше, чем в природных экосистемах.

В ряду береза — липа — клен для всех типов ухода выявлена лишь некоторая тенденция к возрастанию pH почвы, и только для ботанического сада pH почв кленовника значительно выше, чем в почвах липняка и березняка. Для почв однотипных насаждений с разным характером ухода каких-либо значимых различий по pH не выявлено, кроме, опять же, кленовника ботанического сада, который значительно отличается от других кленовников.

Содержание углерода в изученных почвах существенно повышено по сравнению с естественными под аналогичными насаждениями (за исключением липняков на территории парков). Почвы березовых насаждений содержат больше углерода, нежели почвы липняков и кленовников с аналогичным типом ухода. В почвах березняков и липняков с регулярным и периодическим уходом содержание органического углерода меньше, чем в почвах соответственно березняка и липняка ботанического сада, тогда как для почв кленовников выявлена обратная закономерность. Почти те же закономерности выявлены для содержания в почве общего азота. В почвах березняков этот показатель выше, чем в почвах широколиственных лесов, при этом в почвах сада для всех насаждений содержание азота выше, чем в аналогичных по эдификатору насаждениях парков.

### Обсуждение

Главное отличие насаждений с регулярным уходом состоит в отсутствии подлеска и подрост, который из-за ежегодного выкашивания и уборки подстилки не сохраняется. Продуктивный и разнообразный подрост в фитоценозах сада совместно с подлеском существенно увеличивает общее флористическое богатство, особенно в насаждениях березы, — это не может не отражаться на общих запасах древесного опада и, как следствие, на интенсивности биологического круговорота. Максимальное число видов травяного яруса в березовых насаждениях связано, по-видимому, с повышенной освещенностью по сравнению с насаждениями широколиственных пород. Осветленность насаждений благоприятствует росту луговых трав [13], что увеличивает продуктивность травяного яруса. Высокое

Таблица 4

Свойства почв изученных насаждений

| Эдификатор   | Береза     |               |           | Липа       |               |           | Клен       |               |           |
|--------------|------------|---------------|-----------|------------|---------------|-----------|------------|---------------|-----------|
| Тип ухода    | Регулярный | Периодический | Без ухода | Регулярный | Периодический | Без ухода | Регулярный | Периодический | Без ухода |
| pH           | 6,5±0,08   | 6,7±0,09      | 6,8±0,1   | 6,5±0,1    | 6,8±0,05      | 6,8±0,1   | 6,6±0,06   | 6,6±0,04      | 7,2±0,1   |
| C, %         | 7,2±0,2    | 3,8±0,1       | 6,1±0,2   | 7,4±0,1    | 3,9±0,09      | 6,1±0,3   | 10,7±0,1   | 7,4±0,08      | 5,1±0,05  |
| N, %         | 0,48±0,05  | 0,28±0,01     | 0,39±0,03 | 0,48±0,05  | 0,29±0,01     | 0,38±0,03 | 0,74±0,04  | 0,54±0,04     | 0,54±0,02 |
| C/N (средн.) | 17,5       | 15,8          | 17,5      | 17,9       | 15,7          | 18,2      | 16,8       | 15,9          | 11,0      |

разнообразие видов живого напочвенного покрова в насаждениях с периодическим уходом связано с тем, что именно средняя степень какого-либо антропогенного воздействия на фитоценоз обуславливает максимальное флористическое разнообразие и продуктивность напочвенного покрова — подобные данные были получены для липняков Подмосквы [22], а также для широколиственных насаждений Москвы [9]. По-видимому, интенсивный уход нивелирует условия произрастания видов, сужая экологический спектр. Так, в липняке и кленовнике с регулярным уходом в травяном ярусе доминирует недотрога малозвончатая (*Impatiens parviflora*), устойчивая к нарушению поверхности почвы и рекреации и отличающаяся интенсивным семенным размножением. Поскольку она создает затенение для нижних ярусов травостоя, разнообразие видов невелико.

Насаждения с периодическим уходом характеризуются большим разнообразием эколого-ценотических свит по сравнению с другими по причине обилия экологических ниш. Незанятые ниши, освободившиеся после исчезновения стенопотных видов, благоприятствуют проникновению сорно-рудеральных и луговых [7]. С одной стороны, есть возможности проникновения сорных видов, с другой — развитие последних мало ограничено антропогенным воздействием. Поэтому в насаждениях с периодическим уходом доминируют виды луговых свит и встречаются как минимум три свиты сорных видов. В широколиственных насаждениях с регулярным уходом большую долю составляют виды прижилищно-сорной и пастбищно-дигрессивной свит, что является результатом антропогенного влияния. В фитоценозах сада всегда преобладают неморальные и полунеморальные свиты, что естественно для широколиственных насаждений [14].

Соотношение в травяном ярусе видов, относящихся к разным биоморфам, также существенно зависит от характера ухода за насаждениями. Так, высокая доля эфемероидов, выявленная для широколиственных насаждений сада и во всех насаждениях с регулярным уходом, в первом случае связана с естественной закономерностью для широколиственных лесов, а во втором — с тем, что эфемероиды успевают отцвести до кошения и уборки подстилки и выдерживают конкуренцию со стороны других биоморф. В контрольных насаждениях в результате сильной затененности в принципе невелико разнообразие видов живого напочвенного покрова, и разнообразие биоморф в частности. В условиях же периодического ухода много видов, устойчивых к кошению и одновременно светолюбивых, — в данном случае это дерновинные злаки.

В целом характер ухода в большей степени детерминирует состав и эколого-ценотическую структуру травостоя, нежели состав древостоя. Умеренный уход создает условия для наибольшего

разнообразия видов, свит и биоморф — отсутствие сильного затенения и щадящее воздействие дают возможность развития широкому спектру видов. Биохимическое разнообразие опада в определенной степени детерминирует разнообразие почвенного микробценоза, что, соответственно, отражается на интенсивности биологического круговорота в общем и интенсивности разложения органического вещества в частности. В насаждениях с регулярным уходом не все виды выдерживают частое кошение, разнообразие травостоя сокращается. В результате вытаптывания разрастаются устойчивые к этому виду воздействия луговые и сорно-рудеральные виды [3]. При отсутствии антропогенного воздействия сохранен естественный биологический круговорот, но разнообразие напочвенного покрова лимитировано затененностью и наличием плотной подстилки.

Сдвиг реакции почвы в нейтрально-щелочную сторону может объясняться попаданием противогололедных реагентов, а также высвобождением и поступлением в почву кальция из различных строительных материалов, а применительно к почвам ботанического сада — свойствами вносимых почвогрунтов при его создании [21]. Возрастание pH в ряду береза — липа — клен, которое подтверждается баллами отношения к кислотности по шкале Д.Н. Цыганова, возможно, связано с увеличением запасов поступающего опада и, как следствие, зольных элементов в почву. При этом баллы отношения видов живого напочвенного покрова к кислотности (шкала Ландольта) почвы не показывают каких-либо закономерностей — почти все виды относятся к категории, обозначающей широкий экологический спектр (слабокислые, иногда нейтральные). Вероятно, это объясняется тем, что шкала Ландольта имеет только 4 градации и большинство видов парковых видов относится к категориям 1, 2.

Доля видов, характерных для богатых и очень богатых азотом почв, практически никак не соотносится с содержанием общего азота в почве. Есть лишь некоторая связь соотношения C/N и баллов трофности по диапозонным шкалам Л.Г. Раменского и Д.Н. Цыганова. Наиболее высокими баллами трофности, а также низким соотношением C/N в почве характеризуются все насаждения с периодическим уходом, а также кленовник ботанического сада. Это также подтверждается (применительно к насаждениям с периодическим уходом) наиболее высоким разнообразием и обилием живого напочвенного покрова. Именно насаждения с периодическим уходом характеризуются повышенным разнообразием травяного яруса — как биоморфологическим, так и флористическим. Это не может не отражаться на биохимическом разнообразии травяного опада, которое, в свою очередь, оптимизирует активность почвенных микроорганизмов. Баллы шкалы Д.Н. Цыганова по отношению к обеспечен-

ности почв азотом показывают другую картину: они максимальны для всех эталонных насаждений, но при этом максимальные значения ненамного превышают все остальные. Поскольку именно в насаждениях с периодическим уходом преобладают виды с широкой экологической валентностью по изучаемым свойствам почв (особенно применительно к шкалам Д.Н. Цыганова), трудно судить об объективности оценки по экологическим шкалам.

По-видимому, из-за того, что данные городские почвы сформированы на насыпных грунтах, характеризуются относительно небольшим возрастом и могут быть подвержены антропогенному воздействию, вертикальные связи в ландшафте ослаблены по сравнению с естественными фитоценозами, поэтому нет таких выраженных связей между свойствами почвы и составом растительности, как в естественных фитоценозах. Однако уход за насаждениями детерминирует в значительной степени продуктивность и разнообразие живого напочвенного покрова и состав подроста и подлеска, что связано непосредственным образом с биологическим круговоротом и почвообразованием.

### Заключение

Флористический состав травяного яруса городских насаждений в условиях разной интенсивности ухода различается весьма существенно. Регулярный уход нивелирует различия в напочвенном покрове, обусловленные видом деревьев, составляющих насаждения, а периодический — напротив, создает своеобразие набора видов живого напочвенного покрова и определяет максимальное число его видов (до 20, относящихся к 12 семействам). Наибольшее разнообразие эколого-ценотических свит соответствует насаждениям с периодическим уходом. В городских фитоценозах встречается широкий спектр эколого-ценотических свит, что не свойственно естественным лесам. В результате ухода за насаждениями неморальные виды замещаются луговыми при периодическом уходе, прижилищными сорными при регулярном. Эфемероиды и корневищные виды, свойственные условно эталонным насаждениям, при периодическом кошени уступают дерновинным злакам, при регулярном — однолетникам. В насаждения с уходом, особенно периодическим, проникают светолюбивые виды, толерантные к широкому спектру условий, которые увеличивают продуктивность травяного яруса. В целом характер ухода детерминирует флористический состав, биоморфологическую и эколого-ценотическую структуру, характер экологических спектров видов живого напочвенного покрова. Наибольшее число видов и эколого-ценотических групп, а также виды с наиболее широкой экологической валентностью соответствуют насаждениям с периодическим уходом. Но определенную роль играет и вид дерева-эдикатора — наличие широколиственных пород сужает

как флористическое, так и эколого-ценотическое разнообразие.

Обнаружена определенная связь между кислотностью почвы и баллами экологических шкал по отношению к кислотности, полученными при анализе травяного яруса, а также между баллами трофности по двум диапазонным шкалам и показателями C/N. В то же время преобладание видов с широким экологическим спектром в насаждениях с периодическим уходом затрудняет оценку достоверности этой связи, что особенно касается насаждений с периодическим уходом, травяной ярус которых богат видами с широкой экологической амплитудой по отношению к почвенным свойствам.

Изменения в напочвенном покрове оказывают значительное влияние на биологический круговорот. Применение системы ухода приводит к увеличению долевого участия светолюбивых и луговых видов, которые характеризуются повышенной зольностью и фитомассой и создают условия для увеличения скорости биологического круговорота в городских экосистемах.

### Информация о финансировании работы

Работа выполнена в рамках государственного задания № 121040800321-4 «Индикаторы трансформации биогеохимических циклов биогенных элементов в природных и антропогенных экосистемах» и Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арепьева Л.А. Зональные закономерности формирования синантропной растительности города Курска // Экология. 2016. № 4.
2. Алексеев Ю.Е. Адвентивная флора и закон зональности растительного покрова // Экополис 2000. Экология и устойчивое развитие города: Материалы III Международной конференции по программе «Экополис». М., 2000.
3. Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты. М., 2004.
4. Дымина Г.Д., Ершова Э.А. К методике оценки условий среды фитоценозов по экологическим шкалам Раменского // Turczaninowia. 2011. № 14 (3).
5. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Нурмухаметова Н.В. и др. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола, 2010.
6. Каплан Б.М., Полякова Г.А. Снять обыкновенная в парковых насаждениях // Лесное хозяйство. 1998. № 4.
7. Кокорина Н.В., Безденежных И.В. Оценка рекреационной нагрузки на лесонасаждения природного парка

«Самаровский Чугас» по живому напочвенному покрову // Аграрный вестник Урала. 2009. № 12.

8. Клещева Е.А. Использование экологических шкал для индикации современного состояния лесных сообществ (на примере сосновых лесов) // Экология. 2007. № 2.

9. Кузнецов В.А. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2015.

10. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., 1989.

11. Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. 1969. Т. 54, № 7.

12. Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS» // Автоматизация научных исследований. 2004. Вып. 27.

13. Полякова Г.А. Флора и растительность старых парков Подмосковья. М., 1992.

14. Полякова Г.А. Напочвенный покров старинных усадебных парков и мониторинг его состояния // Мониторинг состояния природно-культурных комплексов Подмосковья. М., 2000.

15. Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Редкие виды растений на территориях городских и загородных лесопарков г. Москвы // Структура и функции лесов Европейской России. М., 2009.

16. Постарнак Ю.А. Эколого-флористическая классификация растительности газонов города Краснодара // Географические исследования Краснодарского края. Краснодар, 2012.

17. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956.

18. Рысин Л.П. Лесные экосистемы на урбанизированных территориях // Лесные экосистемы и урбанизация. М., 2008.

19. Рысин Л.П., Рысин С.Л. Урболесоведение. М., 2012.

20. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М., 1962.

21. Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Антропогенные почвы ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. № 9.

22. Телеснина В.М., Семенюк О.В., Богатырев Л.Г., Бенедиктова А.И. Особенности напочвенного покрова и лесных подстилок в искусственных липовых насаждениях в зависимости от характера ухода (на примере УОПЭЦ Чашниково) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2018. № 2.

23. Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук [Электронный ресурс]. 2021. URL: <http://cepl.rssi.ru/> (дата обращения: 10.11.2021).

24. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983.

25. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. М., 2005.

26. Andres-Abellan M., Garcia-Morote F.A., Del Alamo B. et al. Impacts of visitors on soil and vegetation of the recreational area "Nacimiento del Rio Mundo" (Castilla-La Mancha, Spain) // Environmental Monitoring and Assessment. 2003. Vol. 101.

27. Ellenberg H., Weber H.E., Dull R. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. 1991. Bd. 18.

28. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Zurich, 1977. (Veroff. Geobot. Inst. ETH; H. 64).

29. Porter E., Forschner B.R., Blair R.B. Woody vegetation and canopy fragmentation along a forest-to-urban gradient // Urban Ecosystems. 2001. Vol. 5, № 2.

30. Sheets V.L., Manzer C.D. Affect, cognition, and urban vegetation. Some effects of adding trees along city streets // Environment and Behavior. 1999. Vol. 23, № 3.

31. Zelený D., Schaffers A.P. Too good to be true: pitfalls of using mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses // Journal of Vegetation Science. 2012. Vol. 23, № 3. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01366.x>

Поступила в редакцию 11.06.2021

После доработки 10.10.2021

Принята к публикации 03.12.2021

## THE INDICATIVE ROLE OF THE GRASS TIER IN SOIL-ECOLOGICAL RESEACH IN THE CONDITIONS OF CARING FOR THE GREEN AREAS OF MOSCOW (CASE STUDY OF THE MSU TERRITORY)

**V. M. Telesnina, O. V. Semenyuk**

The features of the ground cover in connection with the use of care in typical urban plantings in Moscow are determined. The character of plantings care determines the main features of ground cover more than the type of tree species. As a result of planting care, nemoral shade-tolerant species in the grass layer are actively replaced by meadow nitrophilic and ruderal species belonging to annuals and turf grasses, which contributes to an increase the biological cycle intensity. In urban ecosystems, the indicative role of plants in relation to soil properties is reduced due to the lack of direct long-term relationships between these components.

*Key words:* park plantings, ecological scales, ecologically-coenotic groups.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Телеснина Валерия Михайловна**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. каф. общего почвоведения  
ф-та почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,  
*e-mail:* vtelesnina@mail.ru

**Семенюк Ольга Вячеславовна**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. каф. общего почвоведения  
ф-та почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,  
*e-mail:* olgatour@rambler.ru