

КЛАССИФИКАЦИЯ И ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОПАРКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. КИЕВА

И.В. Гончаренко, Г.Н. Голик

Ключевые слова

метод Браун-Бланке
кластерный анализ
DRSA
фитоиндикация
синэкологические амплитуды
экофон

Аннотация. Приведены результаты флористической классификации лесопарковой растительности г. Киева и ее фитоиндикационной оценки. Для классификации фитоценозов использован алгоритм неиерархического кластерного анализа – сортирующая кластеризация, DRSA (Distance-Ranked Sorting Assembling). Выделено 8 фитоценозов в составе двух классов *Robinitetea* и *Quercu-Fagetea*. Сравнительный анализ фитоценозов проведен с использованием количественных методов, представлен граф корреляционной структуры. Экологические амплитуды синтаксонов описываются величинами интерквартильного размаха показателей фитоиндикации. Анализ экологической дифференциации изученной растительности проведен с использованием методики экофона, метода построения деревьев классификации и скрипичных диаграмм.

Поступила в редакцию 21.09.2015

ВВЕДЕНИЕ

В сохранении биологического и ландшафтного разнообразия урбоэкосистем перво-степенную роль имеет парковая зона города. Лесопарк – это благоустроенный лес в черте города, предназначенный преимущественно для отдыха населения. От парка его отличает меньшая степень благоустройства территории, древесные насаждения здесь в основном естественного происхождения, также максимально сохраняются и другие компоненты биогеоценоза.

Учитывая динамичность, мощность и многофакторность антропогенного воздействия в больших городах, экологический мониторинг парковой зоны является крайне важным. Однако в лесопарках г. Киева растительность, как главный средообразующий фактор, системно не исследовалась, а если данные и имеются, то они разноплановые, непериодические, чаще устаревшие, трудно поддаются сравнению. Таким образом, современные исследования флористического и ценотического разнообразия лесопарков г. Киева крайне важны.

В статье представлены результаты флористической классификации городской лесной растительности пяти лесопарков и урочищ Киева, проведена ее оценка по методу фитоиндикации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для классификации лесопарковой растительности в июне – августе 2015 г. авторами настоящей статьи выполнено 245 геоботанических описаний на территории Киева. Исследованиями была охвачена растительность следующих лесопарков и урочищ: парк Партизанской Славы (50.416° с.ш., 30.677° в.д.), парк Дубки [Сырецкий Гай] (50.474° с.ш., 30.427° в.д.), Сырецкий парк (50.468° с.ш., 30.438° в.д.), урочище Бабий Яр (50.478° с.ш., 30.458° в.д.), урочище Лысая Гора (50.394° с.ш., 30.550° в.д.).

Описания выполнены в естественных границах фитоценозов с фиксацией полного видового состава. Латинские названия видов соответствуют чек-листу видов Украины (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Компьютерный набор латинских названий таксонов

© 2015 Гончаренко И.В., Голик Г.Н.

Гончаренко Игорь Викторович, канд. биол. наук, доцент, с.н.с. отдела экологического мониторинга Института эволюционной экологии НАН Украины; 03143, Украина, Киев, ул. Академика Лебедева, 37; 3604749@gmail.com; Голик Галина Николаевна, аспирант; Институт эволюционной экологии НАН Украины; golikhalya@mail.ru

по тексту статьи проводился с использованием программы *Autospecies*¹ (Гончаренко, Сенчило, 2013). Для ввода геоботанических описаний использовали СУБД *Turboveg* (Hennekens, Schaminée, 2001).

Ценотическое и флористическое разнообразие исследованной выборки характеризуют следующие показатели. Сводная таблица описаний имеет размерность 245 описаний и 215 видов. Количество видов, которые встречаются менее, чем в 10 описаниях, – 117 видов (54,4% всех видов). Эколого-фитоценотический диапазон (ЭФД) выборки узкий. Это демонстрирует доля описаний, не имеющих общих видов (доля нулевых значений в матрице сходства фитоценозов), которая составляет лишь 1%.

Указанный массив геоботанических описаний был обработан одним из методов кластерного анализа на основе алгоритма «сортирующей кластеризации» DRSA, Distance-Ranked Sorting Assembling (Гончаренко, 2015). Данный метод относится к непараметрическим, основан на вычислении расстояний между фитоценозами и построении на этой основе k-NN графа (Cover, Hart, 1967) с последующим выделением кластеров. В расчетах сходства фитоценозов использован коэффициент Шимкевича-Симпсона (K_s), а расстояния рассчитаны как: $D = 1 - K_s$.

Для верификации результатов группировки фитоценозов по кластерам (фитоценозам) сравнивали среднее сходство (средние значения коэффициентов сходства) фитоценозов внутри и между кластерами. Чем более сходны описания одного фитоценоза (кластера) и отличны между фитоценозами (кластерами), тем лучше результат.

После классификации фитоценозов с использованием кластерного анализа DRSA проводилась классификация видов по диагностическому значению (верности). Результаты QR-анализа представлены в виде

синоптической (обзорной) и характеризующих таблиц по методу Браун-Бланке.

Дальнейший количественный анализ выделенных фитоценозов проводился с использованием некоторых функций, написанных для среды R (<https://www.r-project.org>). Среди них: Vegan [классификация и ординация] (Oksanen et al., 2010), qqgraph [корреляционные плеяды] (Epskamp et al., 2012), Beanplot [скрипковые диаграммы] (Kampstra, 2008), rpart [метод дерева классификации – здесь и далее: метод дендритов, прим. ред.] (Therneau et al., 2013).

Для экологической оценки местообитаний по растительному покрову использовали метод фитоиндикации (Дидух, Плюта, 1994; Булохов, 2004). Для всех описаний были рассчитаны средневзвешенные значения по факторам влажности [Hd], кислотности [Rc], содержания азота в почве [Nt], светового [Lc] и солевого режима [Sl] (Didukh, 2011), а также гемеобности [Hm] (Frank, Klotz, 1990). Для уменьшения влияния случайных видов на результаты фитоиндикационных расчетов у каждого фитоценоза учитывались только виды с константностью более 10%.

Экологическая амплитуда синтаксона представляет вариационный ряд рассчитанных значений экофакторов. Для ее описания и с целью исключения маргинальных (нетипичных) значений использовалась статистика интерквартильного размаха (25% – 75%) с учетом значений экофакторов у описаний в пределах каждого фитоценоза.

С целью выяснения ведущих экологических факторов апробирован метод дерева классификации (decision tree). При этом фитоиндикационные показатели использовались в качестве предикторов (экологических переменных), а для обучения модели взят признак кластерной (синтаксономической) принадлежности описаний, полученный при классификации. Это позволило разработать классификатор описаний по показателям фитоиндикации.

¹ Доступна по адресу: <http://phytobank.net/autospecies>

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Классификация растительности предусматривает три последовательных этапа: классификацию фитоценозов (получение фитоценонов), классификацию видов (определение дифференцирующих видов, оценку их верности) и интерпретацию фитоценонов (присвоения им «ярлыка» в виде синтаксономического названия и определения положения в общей классификационной схеме растительности).

Классификация антропогенно трансформированной растительности, в частности лесопарковой, с использованием традиционного метода Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Александрова, 1969; Westhoff, Maarel, 1978; Миркин, Наумова, 2012), не всегда может быть проведена до ранга ассоциации. Это связано с тем, что стенопотные виды, зачастую являющиеся диагностическими на низких синтаксономических уровнях, в результате антропогенного прессинга исчезают первыми. Таким образом, интерпретация фитоценонов низкого ранга, становится затруднительной.

Поэтому, для классификации фитоценозов и получения стартовой кластерной конфигурации использовалась автоматическая классификация, а не традиционный табличный метод Браун-Бланке. В кластерном анализе DRSA часть объектов (фитоценозов) не

включается ни в один из кластеров. Это называется группировкой с фильтрацией шума. Фитоценозы с переходным видовым составом обычно также бракуют и по методике Ж. Браун-Бланке. Из 245 описаний 108 были классифицированы и вошли в итоговую синоптическую таблицу, а остальные исключены как переходные (экотонные).

Выделенные фитоценоны мы называем сообществами, поскольку рассматриваем их в качестве предварительных единиц растительности, имеющих ранг соответствующий ассоциации. Их мы включаем в известные союзы системы Браун-Бланке. Синтаксономическая интерпретация кластеров (фитоценонов) проводилась по результатам классификации видов. Учитывались критерии доминирования, постоянства и верности.

В двойных названиях типов сообществ первым ставили вид верхнего яруса, имеющий наибольшую константность и/или верность, вторым — вид преимущественно травянистого яруса, имеющий наибольшую верность (дифференцирующее значение).

По результатам классификации, 8 выделенных фитоценонов принадлежат двум классам. Для каждого фитоценона дополнительно при его характеристике приводится положение в европейской системе классификации биотопов EUNIS (Rodwell et al., 2002; Schaminée et al., 2012).

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОПАРКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. КИЕВ

Quercus-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger 1937*Quercetalia roboris* Tx. 1931*Convallario majalis-Quercion roboris* Shevchyk et al. 1996(1) сообщество *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina*(2) сообщество *Quercus robur* + *Melica nutans**Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928*Carpinion betuli* Issler 1931(3) сообщество *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*(4) сообщество *Tilia cordata* + *Carex pilosa*(5) сообщество *Ulmus glabra* + *Galium odoratum*(6) сообщество *Quercus robur* + *Impatiens parviflora***Robinietaea** Jurko ex Hadač & Sofron 1980*Chelidonio-Robinietaea* Jurko ex. Hadač & Sofron 1980*Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980(7) сообщество *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*(8) сообщество *Acer negundo* + *Festuca gigantea*

В табл. 1 приведена синоптическая таблица классифицированных сообществ.

Таблица 1. Синоптическая таблица² лесопарковой растительности г. Киев
Synoptic table of the Kyiv forest-park vegetation

Виды / Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество описаний	6	10	16	18	18	23	10	7
d.s. com. <i>Pinus sylvestris</i> + <i>Festuca ovina</i>								
<i>Poa angustifolia</i>	100					4		
<i>Festuca ovina</i>	67							
<i>Calamagrostis epigeios</i>	50							
<i>Veronica officinalis</i>	67	20				9		
<i>Elytrigia repens</i>	67							
d.s. com. <i>Quercus robur</i> + <i>Melica nutans</i>								
<i>Melica nutans</i>	17	90						
<i>Pteridium aquilinum</i>	50	100						
<i>Fragaria vesca</i>	33	60				4		
d.s. com. <i>Fraxinus excelsior</i> + <i>Crataegus monogyna</i>								
<i>Crataegus monogyna</i>	33	70	81	22	6	4	30	14
<i>Fraxinus excelsior</i>			94		50	13	20	29
<i>Pyrus communis</i>		30	50			4		
d.s. com. <i>Tilia cordata</i> + <i>Carex pilosa</i>								
<i>Acer tataricum</i>		10	38	67	6	22		
<i>Euonymus verrucosa</i>		30	50	100	56	17		14
<i>Carex pilosa</i>		10	6	50	39	13		
d.s. com. <i>Ulmus glabra</i> + <i>Galium odoratum</i>								
<i>Galium odoratum</i>			25	39	83			
<i>Ulmus glabra</i>			12	17	67	13	10	
<i>Dryopteris filix-mas</i>		20	6	28	61	17		14
<i>Aegopodium podagraria</i>				39	56	35		
d.s. com. <i>Robinia pseudoacacia</i> + <i>Chaerophyllum temulum</i>								
<i>Humulus lupulus</i>	33	10					70	14
<i>Acer saccharinum</i>					6		50	14
<i>Chaerophyllum temulum</i>	17		25	11	11	17	80	14
d.s. com. <i>Acer negundo</i> + <i>Festuca gigantea</i>								
<i>Festuca gigantea</i>				6			20	57
<i>Populus alba</i>				6		4		57
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>								
<i>Quercus robur</i>	100	100	75	61	94	87		
<i>Acer platanoides</i>	50	40	100	39	83	74	80	57
<i>Poa nemoralis</i>	83	100	50	17	11	48	40	
<i>Ulmus laevis</i>	17	40	38	28	39	4	60	71
<i>Viola odorata</i>		20	56	83	56	57	60	57
<i>Cerasus avium</i>	17	10		6	22			14

² С целью уменьшения объема публикации виды с малым постоянством в синоптической таблице опущены, поскольку они приведены в характеризующих таблицах (2-9)

Продолжение таблицы 1

Виды / Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Convallaria majalis</i>	33	90	69	89	22	17		
<i>Carpinus betulus</i>	17	40	88	67	100	78		
<i>Euonymus europaea</i>			75	44	67	74	80	57
<i>Swida sanguinea</i>			12	6		17	10	57
<i>Corylus avellana</i>			25	72	17	4	40	
<i>Polygonatum multiflorum</i>		30	81	83	83	17	20	43
<i>Asarum europaeum</i>			44	83	89	17	10	
<i>Tilia cordata</i>			69	94	50	83		
<i>Lamium galeobdolon</i>			6	100	83	22		
<i>Stellaria holostea</i>			81	83	78	4		
<i>Pulmonaria obscura</i>			50	83	100	4		
<i>Viola mirabilis</i>			31	39	22	4		
<i>Lathyrus vernus</i>			12	22	6			
<i>Mercurialis perennis</i>			6	17	39	9		
<i>Acer campestre</i>			75	6	72			
d.s. cl. Robinietea (incl. cl. Galio-Urticetea)								
<i>Robinia pseudoacacia</i>		10	6	6		22	100	86
<i>Acer negundo</i>	17	40	6	6	6	4	90	86
<i>Chelidonium majus</i>	67	100	31	17	11	74	100	57
<i>Impatiens parviflora</i>	50	90	19	72	78	100	30	100
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	17	50		28		43	60	
<i>Ballota nigra</i>	33			11		17	80	57
<i>Urtica dioica</i>	100	60	25	28	50	78	100	100
<i>Alliaria petiolata</i>			75	17	50	57	90	71
<i>Geum urbanum</i>	33	70	81	50	28	78	70	100
<i>Sambucus nigra</i>	17	60	25	72	78	87	90	100
<i>Geranium robertianum</i>	50	60	6	28	28	22	10	43
<i>Galium aparine</i>	17	50	44		78		10	
<i>Fallopia dumetorum</i>		70	12	11		13	20	
<i>Glechoma hederacea</i>	100		12	6	22	39		29
<i>Stachys sylvatica</i>			12	11	17	30	10	
d.s. cl. Molinio-Arrhenatheretea								
<i>Dactylis glomerata</i>	67	20				26		29
<i>Carex hirta</i>	50							
<i>Taraxacum officinale</i>	33	10	25					
d.s. cl. Trifolio-Geranietea								
<i>Veronica chamaedrys</i>	67	50	19		6			
<i>Ajuga genevensis</i>	33	20	6		6			
<i>Silene nutans</i>	33	50					10	
<i>Hypericum perforatum</i>	33	40						
d.s. cl. Vaccinio-Piceetea:								
<i>Pinus sylvestris</i>	100	100				17	10	

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Сообщество

Pinus sylvestris + *Festuca ovina*

• Константные виды: *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*

• Дифференцирующие виды: *Poa angustifolia*, *Elytrigia repens*, *Festuca ovina*, *Calamagrostis epigeios*, *Veronica officinalis*

• EUNIS: G3.4 – лесные сообщества с доминированием *Pinus sylvestris*, южнее тайги

Фитоценозы отмечены в парке Партизанской Славы. Характерный выровненный низменный рельеф, песчаные и песчано-глинистые моренные отложения. Почвы дерново-подзолистые. Фитоценозы занимают хорошо освещенные, теплые и сухие местообитания. Они сформировались на месте коренного соснового и сосново-дубового леса и трансформированы под влиянием рекреации. Уровень антропогенной нагрузки от умеренного до высокого.

Древостой преимущественно двухъярусный, в первом ярусе произрастает *Pinus sylvestris*, во втором – *Quercus robur* и его неморальные спутники (*Carpinus betulus*, *Acer platanoides*). В кустарниковом ярусе полностью натурализовался североамериканский *Padus serotina*. Травяной покров с преобладанием злаков; бореальные

виды заменены луговыми (*Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Elytrigia repens*, *Dactylis glomerata*).

Синтаксономическое положение неоднозначно, поскольку данный тип более южный, чем основной ареал *Vaccinio-Piceetea*, и относительно слабо изучен сигматистами. Нами сообщества отнесены к классу *Quercu-Fagetea* по формальному признаку – бореальные виды *Vaccinio-Piceetea* здесь отсутствуют. Смешанные дубово-сосновые леса Восточной Европы в синтаксономии часто относят к порядку *Quercetalia roboris* (ацидофильные дубовые и смешанные леса). Мы также следовали этой схеме.

Из табл. 2 видно, что ценофлора содержит виды, аффинные трем классам – *Quercu-Fagetea*, *Galio-Urticetea*, *Trifolio-Geranietea*. Бореальных видов в связи с зональным положением сообществ к югу от лесной зоны нет. Присутствие видов *Trifolio-Geranietea* говорит о сравнительно меньшем увлажнении и хорошей освещенности. Виды *Galio-Urticetea* обычно характерны для евтрофных, богатых азотом почв. Однако в городских лесах эти виды являются постоянными спутниками, поэтому встречаются и на относительно бедных почвах, хотя в меньшем постоянстве и видовом разнообразии.

Таблица 2. Характеризующая таблица³ сообщества *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina*
Relevé table of community *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina*

Вид/Номер описания	Ярус	1	2	3	4	5	6	К.п.
Номер авторский		119	127	155	183	194	200	
П.п. яруса деревьев		50	80	50	40	45	70	
П.п. кустарникового яруса		70	50	10	1	5	20	
П.п. травянистого яруса		80	90	90	80	50	40	
Количество видов		26	32	16	19	24	22	
d.s. com. <i>Pinus sylvestris</i> + <i>Festuca ovina</i>								
<i>Poa angustifolia</i>	T	3	3	2	3	+	+	V
<i>Festuca ovina</i>	T		+	2	2	1		IV

³ Условные обозначения ярусов: Д – ярус деревьев, К – кустарниковый ярус (включая мелкий и средний подрост деревьев); Т – травянистый ярус (без деления на ярус высоких и низких трав), Л – ярус лиан. Мохово-лишайниковый ярус у изученных фитоценозов с покрытием площади более 1% отмечен не был

Продолжение таблицы 2

Вид/Номер описания	Ярус	1	2	3	4	5	6	К.п.
<i>Elytrigia repens</i>	Т	+			1	+	3	IV
<i>Veronica officinalis</i>	Т	1	1	1			+	IV
<i>Calamagrostis epigeios</i>	Т	1	2	2				III
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>								
<i>Quercus robur</i>	Δ	1	1		+	1	1	V
<i>Acer platanoides</i>	Δ	1	+		+			III
<i>Crataegus monogyna</i>	К	2				1		II
<i>Quercus robur</i>	К			1				I
<i>Poa nemoralis</i>	Т	2	2	2		2	2	V
<i>Convallaria majalis</i>	Т	+	+					II
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i>								
<i>Glechoma hederacea</i>	Т	2	+	+	+	1	+	V
<i>Urtica dioica</i>	Т	+	+	1	1	1	2	V
<i>Chelidonium majus</i>	Т	+		1		2	2	IV
<i>Geranium robertianum</i>	Т	1	+				+	III
<i>Impatiens parviflora</i>	Т		+			2	1	III
<i>Ballota nigra</i>	Т					2	1	II
d.s. cl. <i>Trifolio-Geranietea</i>								
<i>Veronica chamaedrys</i>	Т	2			2	1	+	IV
<i>Ajuga genevensis</i>	Т	+	+					II
<i>Silene nutans</i>	Т		2			+		II
<i>Hypericum perforatum</i>	Т	1	1					II
Другие виды:								
<i>Pinus sylvestris</i>	Δ	2	3	3	1	1	2	V
<i>Rubus caesius</i>	К		1		+			II
<i>Padus serotina</i>	К	2	+				+	III
<i>Humulus lupulus</i>	Δ			+		+		II
<i>Berberoa incana</i>	Т	+	+		+	+		IV
<i>Dactylis glomerata</i>	Т		1	+	+		+	IV
<i>Carex hirta</i>	Т				1	1	2	III
<i>Phalacrolooma annuum</i>	Т	2			+	+		III
<i>Pteridium aquilinum</i>	Т	3	+			+		III
<i>Xanthoxalis dillenii</i>	Т	+		+	+			III

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Ambrosia artemisiifolia (2, 6); *Anthericum ramosum* (2); *Asparagus officinalis* (2); *Carex leporina* (2, 6); *Celtis occidentalis* (5); *Chaerophyllum temulum* (5); *Clinopodium vulgare* (3); *Fragaria vesca* (2, 6); *Galium album* (4, 5); *Galium aparine* (5); *Galium verum* (2); *Geum urbanum* (1, 6); *Hypochaeris radicata* (1, 2); *Lolium perenne* (4); *Melica nutans* (2); *Moehringia trinervia* (1); *Oberna behen* (3); *Parthenocissus quinquefolia* (5); *Peucedanum oreoselinum* (2); *Pilosella officinarum* (2); *Plantago major* (4); *Potentilla argentea* (6); *Taraxacum officinale* (4, 6); *Tragopogon dubius* (3); *Viola matutina* (1, 2).

Местонахождение⁴ и даты описаний:

№ 1 - 10.06.15, I, 50.41298° с.ш., 30.68365° в.д.; № 2 - 10.06.15, I, 50.41395° с.ш., 30.68369° в.д.; № 3 - 12.06.15, I, 50.40718° с.ш., 30.68512° в.д.; № 4 - 12.06.15, I, 50.41521° с.ш., 30.67909° в.д.; № 5 - 12.06.15, I, 50.41074° с.ш., 30.68124° в.д.; № 6 - 15.06.15, I, 50.41279° с.ш., 30.67467° в.д.

⁴ Римскими цифрами во всех характеризующих таблицах обозначены локалитеты: I – парк Партизанской Славы; II – парк Дубки; III – Сырецкий парк; IV – урочище Бабий Яр; V – урочище Лысая Гора

Сообщество

Quercus robur + Melica nutans

- Константные виды: *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Poa nemoralis*, *Convallaria majalis*
- Дифференцирующие виды: *Melica nutans*, *Pteridium aquilinum*, *Fragaria vesca*
- EUNIS: G1.8: Ацидофильные леса с доминированием *Quercus* sp.

Как и предыдущие, отмечены в парке Партизанской Славы, но приурочены к понижениям. Почвы богаче, механический состав почв – легкий суглинок. Подзолистый процесс почти не выражен.

Дуб и сосна чаще находятся в одном ярусе. В кустарниковом ярусе постоянны *Padus serotina*, *Sambucus nigra*, развит подрост *Acer platanoides*. В травяном ярусе присутствуют термофильные и светолюбивые элементы лесной и опушечной ценофлор: *Fragaria vesca*,

Silene nutans, *Veronica chamaedrys*, *Hypericum perforatum*, *Vincetoxicum hirundinaria*.

По экологическим особенностям и видовому составу эти сообщества подобны описанным из Каневского природного заповедника (Черкасская обл., Украина) в составе союза *Convallario majalis-Quercion roboris* Shevchyk et al. 1996 (Шевчик и др., 1996).

Как видно из табл. 3, ценофлора, также как и у предыдущего фитоценона, состоит из видов аффинных трем классам, однако видов *Quercus-Fagetea* здесь значительно больше. Несколько больше и видов *Galio-Urticetea*, что связано с более богатыми почвами. Термофильные виды *Trifolio-Geranietea* те же, что и у предыдущего. Меньше луговых злаков, больше разнотравья.

Таблица 3. Характеризующая таблица сообщества *Quercus robur + Melica nutans*
Relevé table of community *Quercus robur + Melica nutans*

Вид/Номер описания	Ярус	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	К.п.
Номер авторский		9	19	29	34	39	74	79	84	89	94	
П.п. яруса деревьев		50	50	50	50	95	80	30	50	60	50	
П.п. кустарникового яруса		85	90	80	85	95	50	80	70	90	60	
П.п. травянистого яруса		80	60	60	60	45	70	90	80	40	50	
Количество видов		36	26	31	19	21	24	23	30	19	21	
d.s. com. <i>Quercus robur + Melica nutans</i>												
<i>Melica nutans</i>	T	+	+	+	+	1	+		2	+	+	V
<i>Pteridium aquilinum</i>	T	2	+	2	+	+	2	+	+	+	2	V
<i>Fragaria vesca</i>	T	+		2	+			2		+	2	IV
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>												
<i>Quercus robur</i>	A	1	1	+	1	2	1	1	1	1	1	V
<i>Carpinus betulus</i>	A					+			+			II
<i>Crataegus monogyna</i>	K	+	+		1			1	2	1	1	IV
<i>Ulmus laevis</i>	K		+	+		+				+		III
<i>Euonymus verrucosa</i>	K		+	+		2						II
<i>Acer platanoides</i>	K	+			+				+			II
<i>Carpinus betulus</i>	K						+	+				II
<i>Convallaria majalis</i>	T	3	3	1	2	2	4	3	3	1		V
<i>Poa nemoralis</i>	T	1	2	2	3	2	3	4	3	2	2	V
<i>Dryopteris filix-mas</i>	T								+	+		II
<i>Polygonatum multiflorum</i>	T	+	+						+			II
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietea</i>)												
<i>Sambucus nigra</i>	K				1	+	+		+	1	+	IV

Продолжение таблицы 3

Вид/Номер описания	Ярус	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	К.п.
<i>Acer negundo</i>	К		+	+		+	+					III
<i>Chelidonium majus</i>	Т	2	2	1	2	2	2	2	2	2	+	V
<i>Impatiens parviflora</i>	Т	+		3	4	3	+	3	2	3	2	V
<i>Fallopia dumetorum</i>	Т	+	1	+	+	+	+			+		IV
<i>Geranium robertianum</i>	Т	+	2		+	+			3		2	IV
<i>Geum urbanum</i>	Т	+	+	+	+		2	1			+	IV
<i>Urtica dioica</i>	Т	2	+	+		+	1		1			IV
<i>Galium aparine</i>	Т	+	+	+			1				1	III
d.s. cl. Trifolio-Geranieta												
<i>Silene nutans</i>	Т	+			+			2	+		1	III
<i>Veronica chamaedrys</i>	Т	+	+					+	+		+	III
<i>Hypericum perforatum</i>	Т	+		+					+		+	III
<i>Ajuga genevensis</i>	Т			+					+			II
<i>Asparagus officinalis</i>	Т							+			+	II
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	Т	+					+		1			II
Прочие виды:												
<i>Pinus sylvestris</i>	Д	4	1	2	3	3	3	3	3	3	3	V
<i>Padus serotina</i>	К		3	3	4	4	+	4	3	2	2	V
<i>Sorbus aucuparia</i>	К	+		+					+			II
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Л		3	+		2			3	2		III
<i>Mycelis muralis</i>	Т	+		2	3	+	2	2	3	1	+	V
<i>Cardamine impatiens</i>	Т	+	+	+			+		+		1	IV
<i>Phalacrologium annuum</i>	Т	+		+			+	+	+		+	IV

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Acer tataricum (13); *Agrostis gigantea* (14); *Berberis vulgaris* (7, 8, 12); *Capsella bursa-pastoris* (9); *Carex leporina* (12, 13, 14); *Carex pilosa* (9); *Carex spicata* (9); *Cerasus avium* (7); *Dactylis glomerata* (7, 9); *Elymus caninus* (12); *Geranium sanguineum* (7); *Humulus lupulus* (13); *Moehringia trinervia* (8, 13, 15); *Oberna behen* (9); *Peucedanum oreoselinum* (7); *Potentilla alba* (7); *Ptelea trifoliata* (7, 8, 12); *Pyrus communis* (7, 8, 11); *Robinia pseudoacacia* (11); *Rubus caesius* (13, 14); *Solidago canadensis* (9); *Taraxacum officinale* (7); *Veronica officinalis* (9, 10); *Viola matutina* (7); *Viola odorata* (7, 15); *Vitis sylvestris* (8, 13).

Местонахождение и даты описаний:

№ 7 - 26.05.15, I, 50.40794° с.ш., 30.6904° в.д.; № 8 - 08.06.15, I, 50.40994° с.ш., 30.69236° в.д.; № 9 - 08.06.15, I, 50.41192° с.ш., 30.68747° в.д.; № 10 - 08.06.15, I, 50.4123° с.ш., 30.68881° в.д.; № 11 - 08.06.15, I, 50.41264° с.ш., 30.68783° в.д.; № 12 - 08.06.15, I, 50.4091° с.ш., 30.69187° в.д.; № 13 - 08.06.15, I, 50.41007° с.ш., 30.69014° в.д.; № 14 - 08.06.15, I, 50.41072° с.ш., 30.68868° в.д.; № 15 - 08.06.15, I, 50.41072° с.ш., 30.68692° в.д.; № 16 - 08.06.15, I, 50.4102° с.ш., 30.68422° в.д.

Сообщество***Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna***

- Константные виды: *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Polygonatum multiflorum*, *Stellaria holostea*
- Дифференцирующие виды: *Pyrus communis*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus excelsior*
- EUNIS: G1.A1: Лесные сообщества с доминированием *Quercus* sp., *Fraxinus*

excelsior, *Carpinus betulus* на эвтрофных и мезотрофных почвах

Фитоценозы встречаются в урочище Лысая Гора, расположенном на правом берегу р. Лыбедь. Они сформировались на месте коренной дубравы, на серых и светло-серых лесных почвах, подстилаемых лессовидными суглинками. Местность возвышенная, порезанная оврагами и балками. Около 80% площади урочища занимают мелко- и широколиственные леса. На их состоянии

отразилась хозяйственная деятельность, в т.ч. рубки, поэтому дуб иногда замещен грабом.

Фитоценозы приурочены к верхней части склонов, иногда формируются в разреженных древостоях, перемежаясь с фрагментами суходольных лугов. Поэтому дифференцирующими видами тут являются светолюбивые элементы, аффиные классу *Rhamno-Prunetea* (*Pyrus communis*, *Crataegus monogyna*). Древостой одно- или двухъярусный. В первом ярусе – *Quercus robur*, в первом или втором – *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, характерно увеличение в древостое участия *Fraxinus excelsior*.

Из табл. 4 видно, что видов аффиных классу *Querco-Fagetea* здесь много, поэтому синтаксономическое положение в составе

указанного класса не вызывает сомнений. Этот тип сообществ, в отличие от предыдущих *Quercetalia roboris*, имеет явную связь с порядком *Fagetalia*, хотя в видовом составе меньше сциофитных видов, характерных для *Fagetalia*.

Блок видов *Galio-Urticetea*, который связан в городских лесах с рекреацией и антропогенным засорением разного происхождения, разрежен. Частично это объясняется расположением сообществ на склонах, где густота троп и рекреационная нагрузка меньше, а также с большим световым довольствием (тогда как виды *Galio-Urticetea* в основном гемисциофитны) и лучшей сохранностью биотопов урочища Лысая гора в целом.

Таблица 4. Характеризующая таблица⁵ сообщества *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*
Relevé table of community *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*

Вид/Номер описания	Ярус	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	К.п.
Номер авторский		225	221	38	154	223	219	130	158	33	150	
Экспозиция		W		NE		W		E		E		
Крутизна склонов (°)		10		15		10		20		5		
П.п. яруса деревьев		65	75	70	80	75	80	80	80	45	80	
П.п. кустарникового яруса		45	60	40	65	85	30	70	40	15	40	
П.п. травянистого яруса		40	35	45	60	25	30	80	40	30	20	
Количество видов		18	19	22	28	20	21	21	20	18	18	
d.s. com. <i>Fraxinus excelsior</i> + <i>Crataegus monogyna</i>												
<i>Fraxinus excelsior</i>	Д	4	3	2	+	3	+	4	+	2	1	V
<i>Pyrus communis</i>	Д		+	+	+	+				1		III
<i>Crataegus monogyna</i>	К	3	+	+	1	+	+	+	2		+	V
d.s. cl. <i>Querco-Fagetea</i>												
<i>Acer platanoides</i>	Д	+	5	2	2	1	1	1	2		1	V
<i>Carpinus betulus</i>	Д	2	+	2	3	1	2	+	4		4	V
<i>Quercus robur</i>	Д			1		+	+	+	2		3	III
<i>Tilia cordata</i>	Д		+	+	2		2	3			+	III
<i>Acer campestre</i>	К	+	2	2	3	1	+	+			2	IV
<i>Euonymus europaea</i>	К		2	+	2	+	1	4			1	IV
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Т	+		+	+	+	+		+	+		IV
<i>Stellaria holostea</i>	Т		2	1	3		1	2	2	2		IV
<i>Corydalis solida</i>	Т	+		1	+	+			+	1		III

⁵ В характеризующих таблицах приводится не более 10 описаний. Остальные описания, если фитоценоз содержит более 10 описаний, опущены. В данной таблице из 16 описаний приведено 10 описаний, содержащих наибольшее количество дифференцирующих и константных видов

Продолжение таблицы 4

Вид/Номер описания	Ярус	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	К.п.
<i>Anemone ranunculoides</i>	T			1	+		2	+		2		III
<i>Convallaria majalis</i>	T		+	2	3		3		2			III
<i>Poa nemoralis</i>	T				2	+	+		1		1	III
<i>Viola odorata</i>	T			+		+		+	+	+		III
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietaea</i>)												
<i>Geum urbanum</i>	T	+		+	+	+	+	+	+	1		IV
<i>Alliaria petiolata</i>	T	+			+	+		+	+	+	+	IV
Другие виды:												
<i>Acer tataricum</i>	K	+				+		+			+	II
<i>Euonymus verrucosa</i>	K				2		1		2		3	II
<i>Fraxinus excelsior</i>	K	+						1		+	+	II
<i>Ulmus laevis</i>	K		+		+		+		+			II
<i>Tilia cordata</i>	K			+	+				+			II
<i>Cystopteris fragilis</i>	T	3	2		+						+	II
<i>Taraxacum officinale</i>	T	+		+				2		+		II
<i>Viola mirabilis</i>	T	2			1		2	+				II
<i>Asarum europaeum</i>	T			+	2				2			II
<i>Galium aparine</i>	T					+				+	+	II
<i>Primula veris</i>	T	+	+	+								II
<i>Pulmonaria obscura</i>	T				1			+	+			II
<i>Veronica chamaedrys</i>	T	+	+					1				II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Ajuga genevensis (21); *Betula pendula* (18); *Cardamine impatiens* (18); *Carex michelii* (23); *Carex pilosa* (23); *Chaerophyllum temulum* (18, 22); *Chelidonium majus* (25, 26); *Corylus avellana* (20, 22); *Cruciata glabra* (17, 20); *Erigeron canadensis* (17); *Fallopia dumetorum* (26); *Ficaria verna* (19); *Gagea lutea* (25); *Galium odoratum* (20, 26); *Glechoma hederacea* (21); *Glechoma hederacea* (19, 25); *Impatiens parviflora* (20, 21); *Lonicera caprifolium* (22); *Mahonia aquifolium* (21); *Populus tremula* (24); *Robinia pseudoacacia* (25); *Sambucus nigra* (25); *Scilla siberica* (24); *Swida sanguinea* (20); *Urtica dioica* (25); *Viburnum opulus* (18); *Vincetoxicum hirundinaria* (18, 22).

Местонахождение и даты описаний:

№ 17 - 19.05.15, V, 50.39606° с.ш., 30.54578° в.д.; № 18 - 19.05.15, V, 50.39435° с.ш., 30.54641° в.д.; № 19 - 28.04.15, V, 50.39389° с.ш., 30.54752° в.д.; № 20 - 18.05.15, V, 50.39783° с.ш., 30.55332° в.д.; № 21 - 19.05.15, V, 50.39547° с.ш., 30.54506° в.д.; № 22 - 19.05.15, V, 50.39212° с.ш., 30.54908° в.д.; № 23 - 18.05.15, V, 50.39993° с.ш., 30.55191° в.д.; № 24 - 18.05.15, V, 50.39869° с.ш., 30.55219° в.д.; № 25 - 28.04.15, V, 50.39768° с.ш., 30.54612° в.д.; № 26 - 18.05.15, V, 50.39693° с.ш., 30.55413° в.д.

Сообщество***Tilia cordata* + *Carex pilosa***

- Константные виды: *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Lamium galeobdolon*, *Convallaria majalis*, *Asarum europaeum*, *Polygonatum multiflorum*, *Viola odorata*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria obscura*
- Дифференцирующие виды: *Euonymus verrucosa*, *Acer tataricum*, *Carex pilosa*
- EUNIS: G1.A1: Лесные сообщества с доминированием *Quercus* sp., *Fraxinus*

excelsior, *Carpinus betulus* на эвтрофных и мезотрофных почвах

Фитоценозы встречаются в урочище Бабий Яр, также в парке Дубки и других лесопарках. Приурочены они к склонам различных экспозиций, располагаются в верхней и средней части склонов. Почвы серые лесные, рыхлые, развит слой лесной подстилки.

Древесный ярус – как и у предыдущего, но здесь меньше *Fraxinus excelsior* и чаще встречается *Tilia cordata*. В доминантной классификации – соответствуют грабово-

липовой дубраве лещиново-волосисто-осоковой.

Как видно из табл. 5, основу ценофлоры формируют виды, аффиные двум классам – *Quercus-Fagetea* и *Galio-Urticetea*.

Таблица 5. Характеризующая таблица сообщества *Tilia cordata + Carex pilosa*

Relevé table of community *Tilia cordata + Carex pilosa*

Вид/Номер описания	Ярус	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	К.п.
Номер авторский		108	218	41	76	128	230	36	112	81	116	
Экспозиция		NW	NE		NE	S	SE		N	NE	SW	
Крутизна склонов (°)		10	15	-	20	5	20	-	15	5	10	
П.п. яруса деревьев		80	60	85	80	80	70	80	80	80	70	
П.п. кустарникового яруса		75	50	50	75	80	40	50	75	60	80	
П.п. травянистого яруса		80	50	60	70	50	70	70	50	65	60	
Количество видов		21	16	20	21	18	19	23	16	20	20	
d.s. com. <i>Tilia cordata + Carex pilosa</i>												
<i>Euonymus verrucosa</i>	К	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	V
<i>Acer tataricum</i>	К	1	+	2	1	1		2	1		1	IV
<i>Carex pilosa</i>	Т	2	4		2		2	1		2	3	IV
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>												
<i>Tilia cordata</i>	Δ	3	2	2		1	2	1	2	3	2	V
<i>Carpinus betulus</i>	Δ	1		1	2	1	2	2	2	1		IV
<i>Quercus robur</i>	Δ		2			2	+		+		1	III
<i>Corylus avellana</i>	К	2		+	2	1		1	1	1		IV
<i>Euonymus europaea</i>	К				+	+	+				1	II
<i>Convallaria majalis</i>	Т	1	+	2	3	+	1	+	2	2	2	V
<i>Lamium galeobdolon</i>	Т	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	V
<i>Pulmonaria obscura</i>	Т	2	2	2	+	1	+	3		+	+	V
<i>Viola odorata</i>	Т		+	2	+	+	+	+	+	+	2	V
<i>Asarum europaeum</i>	Т	2		3	1	2	1	3	2	3		IV
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Т	1	2	2	1	+	2			2	+	IV
<i>Stellaria holostea</i>	Т	2	+			2	1	3	2	1	2	IV
<i>Viola mirabilis</i>	Т	2		2			+	2	1		+	III
<i>Aegopodium podagraria</i>	Т	3				+	3			+		II
<i>Lathyrus vernus</i>	Т	1	+							1		II
<i>Maianthemum bifolium</i>	Т	+		2	2							II
<i>Mercurialis perennis</i>	Т		3				2			3		II
<i>Poa nemoralis</i>	Т			+	+			+				II
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietaea</i>)												
<i>Sambucus nigra</i>	К					2	1	1	+	2	2	III
<i>Impatiens parviflora</i>	Т			+	+			2		+	+	III

Продолжение таблицы 5

Вид/Номер описания	Ярус	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	К.п.
<i>Geranium robertianum</i>	Т				+	+			+		+	II
<i>Geum urbanum</i>	Т	+						+	+	+		II
Другие виды:												
<i>Populus tremula</i>	Д			1	2			1				II
<i>Sorbus aucuparia</i>	К	+	1		+							II
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Т	1							+		1	II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Chaerophyllum temulum (33); *Chelidonium majus* (36); *Crataegus monogyna* (29, 30); *Dryopteris filix-mas* (28, 32); *Equisetum hyemale* (30); *Fallopia dumetorum* (30); *Galium odoratum* (27, 31); *Lapsana communis* (28); *Mycelis muralis* (35); *Parthenocissus quinquefolia* (29, 33); *Phalacrologium annuum* (29, 33); *Rosa canina* (33); *Rubus caesius* (27); *Scrophularia nodosa* (36); *Stachys sylvatica* (29); *Ulmus glabra* (32, 36); *Urtica dioica* (33).

Местонахождение и даты описаний:

№ 27 - 16.07.15, IV, 50.48115° с.ш., 30.46308° в.д.; № 28 - 20.07.15, IV, 50.4788° с.ш., 30.46607° в.д.; № 29 - 15.07.15, IV, 50.4794° с.ш., 30.46148° в.д.; № 30 - 16.07.15, IV, 50.4802° с.ш., 30.46175° в.д.; № 31 - 16.07.15, IV, 50.48025° с.ш., 30.46435° в.д.; № 32 - 20.07.15, IV, 50.4798° с.ш., 30.47078° в.д.; № 33 - 15.07.15, IV, 50.47901° с.ш., 30.46064° в.д.; № 34 - 16.07.15, IV, 50.48057° с.ш., 30.46305° в.д.; № 35 - 16.07.15, IV, 50.4792° с.ш., 30.4632° в.д.; № 36 - 16.07.15, IV, 50.47963° с.ш., 30.46334° в.д.

Сообщество***Ulmus glabra* + *Galium odoratum***

- Константные виды: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *Lamium galeobdolon*, *Pulmonaria obscura*, *Asarum europaeum*, *Polygonatum multiflorum*

- Дифференцирующие виды: *Galium odoratum*, *Ulmus glabra*, *Dryopteris filix-mas*, *Aegopodium podagraria*

- EUNIS: G1.A1: Лесные сообщества с доминированием *Quercus* sp., *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* на эвтрофных и мезотрофных почвах

Фитоценозы отмечены в урочище Лысая Гора. Приурочены они преимущественно к склонам (5-15°) северной экспозиции, встречаются в верхней и средней части склонов. В доминантной классификации соответствуют грабовой дубраве черной бузиново-ясенниковой. В нижней части склонов и по тальвегам лесных балок доминируют или содоминируют *Aegopodium podagraria*, *Lamium galeobdolon*, *Mercurialis perennis*. На северных склонах физиономичны крупные розетки вай *Dryopteris filix-mas*, где этот вид встречается с большим постоянством. В древесном ярусе – обычные

виды дубрав Киевского региона; хотя большее участие в древостое имеет *Ulmus glabra*.

По видовому составу фитоценозы подобны описанным из Каневского заповедника в составе ассоциации *Galeobdolon lutei-Carpinetum* Shevchyk et al. 1996 (Шевчик и др., 1996). Эти леса широко распространены в лесостепной и полесской области в бассейне Днепра, особенно на Правобережье. В городских лесах они представлены субассоциацией *G.-C. impatientosum parviflorae* Goncharenko, Ignatyuk, Shelyag 2013 (урочище Феофания, Голосеевский лес и др. на территории Киева).

Как видно из табл. 6, особенностью видового состава является постоянство травянистых видов малонарушенных лесов (*Dryopteris filix-mas*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Galium odoratum*, *Viola mirabilis*, *Actaea spicata*). Это говорит в пользу относительной сохранности фитоценозов, но встречаются они в лесопарках г. Киев крайне редко и фрагментарно, чаще в местностях с пересеченным рельефом, и подлежат охране.

Таблица 6. Характеризующая таблица сообщества *Ulmus glabra* + *Galium odoratum*
 Relevé table of community *Ulmus glabra* + *Galium odoratum*

Вид/Номер описания	Ярус	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	К.п.
Номер авторский		186	126	190	48	193	229	174	63	227	178	
Экспозиция		NW	S	NW		NW	NW	ES		SW	NE	
Крутизна склонов (°)		15	5	15		15	5	15		10	5	
П.п. яруса деревьев		65	80	80	70	80	80	75	80	90	75	
П.п. кустарникового яруса		20	50	55	60	60	80	85	50	70	65	
П.п. травянистого яруса		90	85	80	80	85	100	65	65	75	70	
Количество видов		23	21	23	19	27	20	26	23	28	25	
d.s. com. <i>Ulmus glabra</i> + <i>Galium odoratum</i>												
<i>Ulmus glabra</i>	Δ	1	+	1		2	2	+		+	1	IV
<i>Galium odoratum</i>	T	+	3	2	2		2	3	1	+	+	V
<i>Aegopodium podagraria</i>	T	4	2		2		3		2	+	3	IV
<i>Dryopteris filix-mas</i>	T	2		3		3	4	2	+	3		IV
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>												
<i>Quercus robur</i>	Δ	1	3	1	1	1	1	4	2	1	2	V
<i>Carpinus betulus</i>	Δ	1	4	2	3	3	5	2	4	2	3	V
<i>Acer platanoides</i>	Δ	3		2	1	2	2	1			2	IV
<i>Tilia cordata</i>	Δ		+	3		3				3	+	III
<i>Acer campestre</i>	K	2	2	1	+	+		3		+	1	IV
<i>Euonymus europaea</i>	K	1		1			3	2	1	+		III
<i>Euonymus verrucosa</i>	K		1	1		1		4		4	2	III
<i>Acer platanoides</i>	K		2		+	+	+			+		III
<i>Fraxinus excelsior</i>	K					+	+			+		II
<i>Asarum europaeum</i>	T	3	2	2	1	3	2	2	1	2	2	V
<i>Corydalis solida</i>	T	+	+	1	1	+	+	1	+	+	+	V
<i>Lamium galeobdolon</i>	T	3	+	3	4	2	2	2	2	+	3	V
<i>Pulmonaria obscura</i>	T	+	+	+	1	+	+	+	1	2	+	V
<i>Anemone ranunculoides</i>	T	2	2	+	1	+	+	2	+	2		V
<i>Polygonatum multiflorum</i>	T		+	+	+	1		+	1	1	+	IV
<i>Stellaria holostea</i>	T		2	+	1	+	+	1		+	1	IV
<i>Carex pilosa</i>	T		4	3	+	2	4		3			III
<i>Ficaria verna</i>	T				+	+		+	1		+	III
<i>Mercurialis perennis</i>	T	3	3	2		2			2			III
<i>Viola odorata</i>	T			+				+		+	+	II
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietea</i>)												
<i>Sambucus nigra</i>	K	1		1	1	3	2		1	4	4	IV
<i>Galium aparine</i>	T	+	1	+		+		1		+	2	IV
<i>Impatiens parviflora</i>	T	+		+		+		2	+	1	2	IV
<i>Alliaria petiolata</i>	T		+			+		+		+	+	III
<i>Glechoma hederacea</i>	T				+				1	+	+	II
Другие виды:												
<i>Cystopteris fragilis</i>	T							3	+	2	+	II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Acer saccharinum (38); *Actaea spicata* (41); *Athyrium filix-femina* (37); *Cerasus avium* (41); *Chelidonium majus* (43); *Convallaria majalis* (42); *Crataegus monogyna* (46); *Dryopteris carthusiana* (40); *Equisetum pratense* (37); *Geranium robertianum* (43, 45); *Geum urbanum* (44); *Lathraea squamaria* (37); *Lathyrus vernus* (41); *Paris quadrifolia* (40, 43); *Populus nigra* (44); *Populus tremula* (37); *Salix alba* (37); *Ulmus laevis* (45, 46); *Urtica dioica* (43, 44); *Viola mirabilis* (42, 44).

Местонахождение и даты описаний:

№ 37 - 18.05.15, V, 50.39569° с.ш., 30.55439° в.д.; № 38 - 13.05.15, V, 50.39225° с.ш., 30.54568° в.д.; № 39 - 18.05.15, V, 50.39555° с.ш., 30.55279° в.д.; № 40 - 28.04.15, V, 50.39603° с.ш., 30.54953° в.д.; № 41 - 18.05.15, V, 50.39594° с.ш., 30.55206° в.д.; № 42 - 19.05.15, V, 50.39609° с.ш., 30.55017° в.д.; № 43 - 18.05.15, V, 50.39604° с.ш., 30.55339° в.д.; № 44 - 13.05.15, V, 50.39866° с.ш., 30.54364° в.д.; № 45 - 19.05.15, V, 50.39544° с.ш., 30.55054° в.д.; № 46 - 18.05.15, V, 50.39597° с.ш., 30.55463° в.д.

Сообщество***Quercus robur* + *Impatiens parviflora***

- Константные виды: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Sambucus nigra*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*

- Дифференцирующие виды: *Glechoma hederacea* (incl. *G. hirsuta*), *Impatiens parviflora*, *Stachys sylvatica*

- EUNIS: G1.C – Искусственные лесные насаждения широколиственных пород

Фитоценозы отмечены в парке Дубки (Сырецкий Гай), но часто встречаются в других лесопарках г. Киева. Местность в парке Дубки относится к бассейну р. Сырец (правый приток Днепра). Почвы серые лесные.

Фитоценозы испытывают значительную рекреационную нагрузку, флористически они беднее предыдущих из порядка *Fagetalia*. В видовом составе преобладают апофиты (*Geum urbanum*, *Fallopia dumetorum*, *Sambucus nigra*, *Chelidonium majus*, *Ballota nigra*).

Данный тип сообществ является показательным в отношении процессов, которые наблюдаются в городских лесах под воздействием фактора рекреации, и в наибольшей степени видны по изменениям динамичного травянистого яруса. Соответствующий этап деградации городских лесов назван нами «анемохорной стадией» (Гончаренко, Голик, 2014), поскольку анемохоры, преимущественно из *Asteraceae* (*Phalacrologoma annuum*, *Mycelis muralis* и др.), нетипичны для сомкнутого леса, где скорость ветра под пологом деревьев снижается. Одновременно с фрагментацией древостоя,

ростом числа троп и другими проявлениями деятельности человека, краевые виды заносятся от края вглубь леса, что позволяет диагностировать анемохорную стадию трансформации городских лесов.

В биоморфологической структуре также увеличивается доля терофитов (*Moehringia trinervia*, *Geranium robertianum*, *Impatiens parviflora*, *Alliaria petiolata*); увеличивается число видов и проективное покрытие видов-зоохоров (*Geum urbanum*, *Chaerophyllum temulum*). Терофиты (однолетники) являются свидетельством постоянного разрушительного воздействия на лесной травостой, а проникновение зоохоров объясняется, среди прочего, заносом диаспор на одежде посетителей парков. Перечисленные «сорные» виды нехарактерны для коренного широколиственного леса, где обычно преобладают гемикриптофиты и геофиты.

Сообщества включены нами в класс *Querco-Fagetea*, в основном по физиономическому критерию и сохранной ярусной дифференциации. Подчеркивая глубину антропогенной трансформации, мы присвоили им тип G1.C по системе EUNIS. Древесный и кустарниковый ярусы, как более консервативные, близки по флористическому составу к *Querco-Fagetea*. Однако в травяном ярусе видовой состав девастирован, состоит из теневыносливых нитрофильных видов *Galio-Urticetea*, а в местах с густой сетью троп и дорог – с луговыми и адвентивными видами [*Xanthoxalis dillenii*, *Impatiens parviflora*, *Phalacrologoma annuum*] (табл. 7). Поэтому в кластерном анализе с учетом полного видового состава ценофлор, численный перевес синантропных видов привел к объединению

данного фитоценона не с другими фитоценонами *Quercus-Fagetea*, характеристика которых приведена выше, а с фитоценонами следующего класса – *Robinietaea*.

В лесопарках г. Киева такие сообщества встречаются часто и занимают большие площади, что является следствием влияния мегаполиса.

Таблица 7. Характеризующая таблица сообщества *Quercus robur + Impatiens parviflora*
Relevé table of community *Quercus robur + Impatiens parviflora*

Вид/Номер описания	Ярус	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	К.п.
Номер авторский		62	7	57	181	72	32	47	22	67	82	
Экспозиция		S				N	S		S		SE	
Крутизна склонов (°)		10				5	10		5		5	
П.п. яруса деревьев		80	75	85	75	80	75	75	85	70	80	
П.п. кустарникового яруса		50	50	60	75	60	60	40	70	60	20	
П.п. травянистого яруса		80	30	75	60	50	50	70	80	70	20	
Количество видов		22	16	26	17	21	23	25	18	23	21	
d.s. com. <i>Quercus robur + Impatiens parviflora</i>												
<i>Impatiens parviflora</i>	T	3	4	2	3	3	2	4	3	2	2	V
<i>Glechoma hederacea</i>	T	3		+	1	+		2	+	2	+	IV
<i>Stachys sylvatica</i>	T	2	+	+	+		+	1		+		IV
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>												
<i>Quercus robur</i>	Δ	2	+	2	1	2	+	1	1	1	2	V
<i>Tilia cordata</i>	Δ	1	2	+	1	1			1	1	+	IV
<i>Acer platanoides</i>	Δ	2	1	2		+	2		2		1	IV
<i>Carpinus betulus</i>	Δ			2		1	2	2	+	1	1	IV
<i>Euonymus europaea</i>	K	1	+	1	1	2	3		1	1	1	V
<i>Aegopodium podagraria</i>	T	3		3			1	1	3		2	III
<i>Viola odorata</i>	T			3	1	+	3	2	2			III
<i>Poa nemoralis</i>	T					+		+		2	+	II
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietaea</i>)												
<i>Sambucus nigra</i>	K	1	1	2	2		3	4	2	2	1	V
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Λ					2	2		4	+	+	III
<i>Urtica dioica</i>	T	2		+	2	+	1	3	+	+	+	V
<i>Chelidonium majus</i>	T		+		3	2	2	3	+	1	+	IV
<i>Geum urbanum</i>	T	+	3	2	2		2	2	2		+	IV
<i>Alliaria petiolata</i>	T			+	+	2	1					II
<i>Geranium robertianum</i>	T	+		+			1					II
<i>Moehringia trinervia</i>	T		+	+							+	II
Другие виды:												
<i>Pinus sylvestris</i>	Δ						+		+	2		II
<i>Sorbus aucuparia</i>	K		+	+		+	+				+	III
<i>Padus avium</i>	K	1			+	+	+					II
<i>Rubus idaeus</i>	K	+		+		1				+		II
<i>Athyrium filix-femina</i>	T	2		2			+	+				II
<i>Dryopteris carthusiana</i>	T	2			+		+			1		II
<i>Dactylis glomerata</i>	T				+			+		+		II
<i>Phalacrolooma annuum</i>	T						+	1		1		II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Acer pseudoplatanus (47, 48); *Acer tataricum* (51, 56); *Aesculus hippocastanum* (51); *Agrostis capillaris* (48); *Arctium lappa* (48); *Asarum europaeum* (47, 49); *Ballota nigra* (53, 54); *Carex pilosa* (51, 56); *Chaerophyllum temulum* (53); *Chenopodium album* (55); *Circaea lutetiana* (47, 49); *Convallaria majalis* (49); *Dryopteris filix-mas* (49); *Duchesnea indica* (49, 53); *Euonymus verrucosa* (56); *Fallopia dumetorum* (50, 54); *Fragaria vesca* (55); *Fraxinus excelsior* (53, 56); *Heracleum sphondylium* (53); *Juglans mandshurica* (47, 53); *Lolium perenne* (55); *Lysimachia nummularia* (52); *Mercurialis perennis* (47); *Mycelis muralis* (56); *Poa angustifolia* (53); *Polygonatum multiflorum* (49); *Polygonum aviculare* (55); *Populus alba* (51); *Populus tremula* (48); *Prunella vulgaris* (53); *Pulmonaria obscura* (49); *Robinia pseudoacacia* (50, 52); *Swida sanguinea* (47, 51); *Ulmus glabra* (48, 54); *Veronica officinalis* (55); *Vinca minor* (53); *Xanthoxalis dillenii* (53, 55).

Местонахождение и даты описаний:

№ 47 - 06.07.15, II, 50.4785° с.ш., 30.42857° в.д.; № 48 - 06.07.15, II, 50.47773° с.ш., 30.41459° в.д.; № 49 - 06.07.15, II, 50.47848° с.ш., 30.42721° в.д.; № 50 - 09.07.15, II, 50.47551° с.ш., 30.42255° в.д.; № 51 - 08.07.15, II, 50.47684° с.ш., 30.41537° в.д.; № 52 - 06.07.15, II, 50.47778° с.ш., 30.42319° в.д.; № 53 - 06.07.15, II, 50.4791° с.ш., 30.42508° в.д.; № 54 - 06.07.15, II, 50.47766° с.ш., 30.42046° в.д.; № 55 - 06.07.15, II, 50.47809° с.ш., 30.4258° в.д.; № 56 - 08.07.15, II, 50.47619° с.ш., 30.41621° в.д.

Сообщество***Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum***

- Константные виды: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Sambucus nigra*, *Chelidonium majus*, *Urtica dioica*, *Alliaria petiolata*, *Ballota nigra*, *Partenocissus quinquefolia*
- Дифференцирующие виды: *Humulus lupulus*, *Chaerophyllum temulum*, *Acer saccharinum*
- EUNIS: G1.C – Искусственные лесные насаждения широколиственных пород

Фитоценозы встречаются в урочище Бабий Яр, в Сырецком парке. Приурочены они к межбалочным водоразделам, пологим склонам разной экспозиции. Главными геологическими факторами формирования местного рельефа Бабьего Яра ранее были ледниковая деятельность, эрозия, делювиальные процессы, а сейчас – эрозия и деятельность человека. Начиная с 1948 г., прилегающая территория застраивалась, поэтому видовой состав фитоценозов глубоко трансформирован под влиянием различных проявлений деятельности человека – рекреации, ландшафтного благоустройства, бытового засорения.

Фитоценозы имеют сравнительно бедный видовой состав, что является следствием

избыточной и долговременной антропогенной нагрузки. Слой листовой подстилки (опада) на почве отсутствует. Это способствует прорастанию семян терофитов, попадающих сразу на оголенную минеральную основу почвы. В древесном ярусе присутствуют *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Acer saccharinum*, *Quercus rubra*. Кустарниковый ярус четко не дифференцирован; характерны лианы *Partenocissus quinquefolia*, *Humulus lupulus*. В травяном ярусе преобладают синантропные виды: неофиты, апофиты, терофиты.

По всем признакам данные сообщества соответствуют классу *Robinietae* Jurko ex Hadač & Sofron 1980 – городская спонтанная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений. Данный класс некоторыми фитоценологами рассматривается как синоним валидно ранее описанного *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecký 1969 (Mucina, 1997). Поэтому виды *Galio-Urticetea* и *Robinietae* в характеризующих таблицах мы не разделяем.

Об отдаленной связи с коренными лесами свидетельствует наличие некоторых неморальных, наиболее устойчивых к антропогенному воздействию, видов, однако их крайне мало (табл. 8).

Таблица 8. Характеризующая таблица сообщества *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*Relevé table of community *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*

Вид/Номер описания	Ярус	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	К.п.
Номер авторский		21	238	85	26	201	207	243	204	61	215	
Экспозиция						SE	SE		SE	NE		
Крутизна склонов (°)						5	5		5	5		
П.п. яруса деревьев		65	60	70	75	70	75	75	75	90	70	
П.п. кустарникового яруса		60	30	50	40	75	90	50	55	80	50	
П.п. травянистого яруса		80	70	50	80	75	60	65	55	80	45	
Количество видов		16	19	13	19	21	22	18	19	15	28	
d.s. com. <i>Robinia pseudoacacia</i> + <i>Chaerophyllum temulum</i>												
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Δ	2	1	3	3	2	2	+	2	3	2	V
<i>Acer saccharinum</i>	Δ	+		1		2	1	1				III
<i>Humulus lupulus</i>	Λ		1	+	+	+	3		+		+	IV
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Λ		3			+	+		+	5	+	III
<i>Chaerophyllum temulum</i>	T	3	1		+	+	+	+	+	+		IV
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>												
<i>Acer platanoides</i>	Δ		2	+	1		+	3	2	+	+	IV
<i>Euonymus europaea</i>	K	+	+		+	1	1	+	1	1		IV
<i>Corylus avellana</i>	K		+		1		+			1		II
<i>Crataegus monogyna</i>	K				+	+			+			II
<i>Poa nemoralis</i>	T					1		+	+		+	II
<i>Viola odorata</i>	T		2		2		2	+	+	+		III
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietea</i>)												
<i>Acer negundo</i>	Δ	1	2		1		2			1		III
<i>Sambucus nigra</i>	K	1	+	1	1		3	2	+	2	+	V
<i>Acer negundo</i>	K	+		2		2	2		1		1	III
<i>Chelidonium majus</i>	T	3	2	+	4	3	2	3	3	+	2	V
<i>Urtica dioica</i>	T	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	V
<i>Alliaria petiolata</i>	T	3	+	+	3	2	+	2	2		+	V
<i>Ballota nigra</i>	T	2	3	3	2	2	3	+			2	IV
<i>Geum urbanum</i>	T	2	+	2	3		2	+	+			IV
Другие виды:												
<i>Ulmus laevis</i>	Δ		+						+	1		II
<i>Acer tataricum</i>	K	1	1		1			+	1		1	III
<i>Ulmus laevis</i>	K	1			+						+	II
<i>Rubus caesius</i>	K					1		+			+	II
<i>Phalacrologium annuum</i>	T	+	+			+		+	+		1	III
<i>Impatiens parviflora</i>	T						+	3		1		II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Acer pseudoplatanus (62); *Agrostis gigantea* (66); *Ambrosia artemisiifolia* (66); *Asarum europaeum* (62); *Asparagus officinalis* (66); *Berteroia incana* (66); *Fallopia dumetorum* (61, 66); *Festuca gigantea* (61, 64); *Fraxinus excelsior* (61, 64); *Galium aparine* (66); *Geranium robertianum* (60); *Humulus lupulus* (58, 59, 60, 61, 62, 64, 66); *Lactuca serriola* (59); *Moehringia trinervia* (63); *Padus avium* (66); *Pinus sylvestris* (66); *Polygonatum multiflorum* (62, 65);

Polygonum aviculare (66); *Ptelea trifoliata* (66); *Quercus rubra* (66); *Silene nutans* (66); *Stachys sylvatica* (57); *Swida sanguinea* (61); *Ulmus glabra* (61).

Местонахождение и даты описаний:

№ 57 - 15.07.15, IV, 50.47656° с.ш., 30.45932° в.д.; № 58 - 21.07.15, IV, 50.48083° с.ш., 30.47366° в.д.; № 59 - 10.07.15, III, 50.46873° с.ш., 30.43537° в.д.; № 60 - 15.07.15, IV, 50.47713° с.ш., 30.46038° в.д.; № 61 - 20.07.15, IV, 50.47611° с.ш., 30.46187° в.д.; № 62 - 20.07.15, IV, 50.47776° с.ш., 30.46359° в.д.; № 63 - 22.07.15, IV, 50.47479° с.ш., 30.46983° в.д.; № 64 - 20.07.15, IV, 50.47667° с.ш., 30.46237° в.д.; № 65 - 15.07.15, IV, 50.47701° с.ш., 30.46146° в.д.; № 66 - 15.06.15, I, 50.41925° с.ш., 30.67626° в.д.

Сообщество

Acer negundo* + *Festuca gigantea

- Константные виды: *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Impatiens parviflora*, *Sambucus nigra*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Alliaria petiolata*
- Дифференцирующие виды: *Populus alba*, *Acer negundo*, *Festuca gigantea*
- EUNIS: G1.C – Искусственные лесные насаждения широколиственных пород

Во многом фитоценозы подобны предыдущим, занимают сильно нарушенные, вытопанные участки, преимущественно тенистые, где развит плоскостной смыл и эрозия. Это способствует распространению *Acer negundo* самосевом, который проявляет себя как вид-трансформер.

Виды, аффиные классу *Galio-Urticetea* встречаются здесь с большим постоянством, блок видов *Quercus-Fagetea* наоборот разрежен (табл. 9).

Таблица 9. Характеризующая таблица сообщества *Acer negundo* + *Festuca gigantea*
Relevé table of community *Acer negundo* + *Festuca gigantea*

Вид/Номер описания	Ярус	67	68	69	70	71	72	73	К.п.
Номер авторский		239	198	11	172	1	50	160	
Экспозиция		NW	SE						
Крутизна склонов (°)		5	5						
П.п. яруса деревьев		75	80	85	75	90	75	80	
П.п. кустарникового яруса		65	65	60	65	65	50	80	
П.п. травянистого яруса		10	60	65	60	60	60	75	
Количество видов		12	20	14	17	22	9	20	
d.s. com. <i>Acer negundo</i> + <i>Festuca gigantea</i>									
<i>Acer negundo</i>	Д		1	1	1	2	1	2	V
<i>Populus alba</i>	Д		+	1	2	1			III
<i>Acer negundo</i>	К	1		3					II
<i>Geum urbanum</i>	Т	+	+	2	2	3	+	3	V
<i>Festuca gigantea</i>	Т	1			+	+		+	III
d.s. cl. <i>Quercus-Fagetea</i>									
<i>Acer platanoides</i>	Д	2	2			1		1	III
<i>Ulmus laevis</i>	К		1		+	1	1	+	IV
<i>Euonymus europaea</i>	К	1	1		1			1	III
<i>Swida sanguinea</i>	К		+	+	+			+	III
<i>Viola odorata</i>	Т				1	3	2	+	III
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Т		+		+			2	III
<i>Fraxinus excelsior</i>	Д	+	+						II

Продолжение таблицы 9

Вид/Номер описания	Ярус	67	68	69	70	71	72	73	К.п.
d.s. cl. <i>Galio-Urticetea</i> (incl. <i>Robinietea</i>)									
<i>Impatiens parviflora</i>		T	+	2	3	1	2	2	V
<i>Sambucus nigra</i>		K		2	1	2	1	1	V
<i>Urtica dioica</i>		T	+	2	2	3	2	2	V
<i>Robinia pseudoacacia</i>		Δ		3	2	2	1	2	V
<i>Alliaria petiolata</i>		T		1	+	+	+	1	IV
<i>Ballota nigra</i>		T		+	1	3	3		III
<i>Chelidonium majus</i>		T	+	3		3		2	III
<i>Geranium robertianum</i>		T			+		+	+	III
<i>Glechoma hederacea</i>		T					2	+	II
Другие виды:									
<i>Dryopteris carthusiana</i>		T			+		+	+	III
<i>Dactylis glomerata</i>		T					+	+	II
<i>Salix alba</i>		Δ			1		1		II

Редкие виды (с указанием номеров описаний):

Acer saccharinum (72); *Cerasus avium* (70); *Chaerophyllum temulum* (68); *Chenopodium album* (71); *Crataegus monogyna* (71); *Dryopteris filix-mas* (67); *Euonymus verrucosa* (68); *Hedera helix* (68); *Humulus lupulus* (68); *Paris quadrifolia* (73); *Phalacrolooma annuum* (71); *Rubus caesius* (73); *Sorbus aucuparia* (71); *Xanthoxalis dillenii* (73).

Местонахождение и даты описаний:

№ 67 - 21.07.15, IV, 50.47383° с.ш., 30.46551° в.д.; № 68 - 20.07.15, IV, 50.48268° с.ш., 30.46304° в.д.; № 69 - 15.07.15, IV, 50.47436° с.ш., 30.45303° в.д.; № 70 - 17.07.15, IV, 50.48033° с.ш., 30.45922° в.д.; № 71 - 15.07.15, IV, 50.47528° с.ш., 30.45341° в.д.; № 72 - 10.07.15, III, 50.46641° с.ш., 30.43695° в.д.; № 73 - 17.07.15, IV, 50.47905° с.ш., 30.45787° в.д.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И ФИТОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСОПАРКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Анализ сходства ценофлор

С целью установления иерархической соподчиненности фитоценозов изученной растительности и исследования степени их сходства по составу ценофлор, восемь фитоценозов, которые были выделены с использованием (неиерархического) алгоритма группировки DRSA, дополнительно анализировались классическим (иерархическим) кластерным анализом. В качестве входных данных использовалась матрица 8 × 8 сходства фитоценозов по видовому составу. Для каждой пары фитоценозов было

рассчитано среднее значение из коэффициентов сходства фитоценозов. Далее полученная матрица использовалась в кластерном анализе по методу Уорда.

Результат объединения по флористическому составу фитоценозов показан на рис. 1. Синтаксономическая схема изученной растительности и результат иерархического кластерного анализа соответствуют не полностью. Это объясняется тем, что в кластерном анализе учитывалось только сходство по видовому составу, в то время как иерархия классификационной схемы, приведенной в начале статьи, учитывает еще физиономический критерий, сложение (структуру) фитоценозов и дифференцирующее значение отдельных видов.

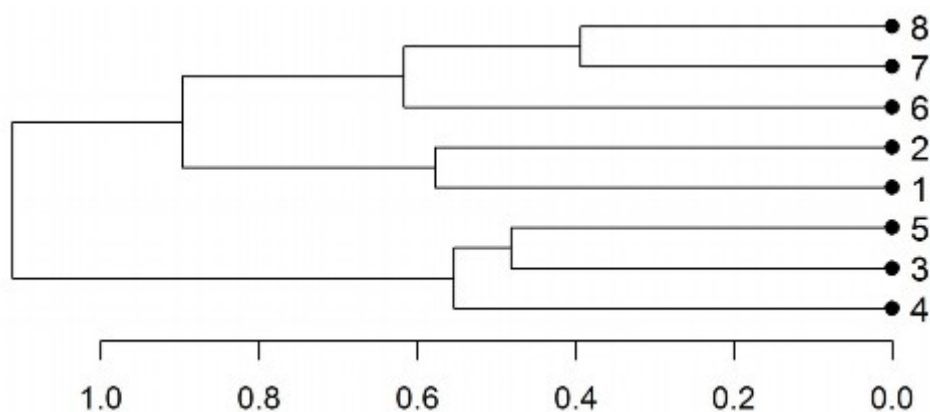


Рис. 1. Дендрограмма группирования фитоценонов по видовому составу
Dendrogram of phytocoenons using similarity of species composition

На дендрограмме намечаются три группы фитоценонов – (1, 2), (3, 4, 5) и (6, 7, 8). Группа (кластер) фитоценонов (1, 2) соответствует порядку *Quercetalia roboris*, куда вошли сосновые и дубово-сосновые городские леса. Действительно их видовой состав весьма специфичен и отличается от остальных фитоценонов (3, 4, 5). Это и присутствие в ценофлоре видов *Trifolio-Geranietea*, и разреженный блок класса *Quercus-Fagetalia*, и практически отсутствие видов *Fagetalia*. Кластер (3, 4, 5) соответствует широколиственным лесам порядка *Fagetalia*. Фитоценон 6, сом. *Quercus robur* + *Impatiens parviflora*, флористически более близок классу *Robinietea*, чем *Quercus-Fagetalia*, о чем шла речь при фитоценотической характеристике. Поэтому с фитоценонами 7 и 8 он объединился в одну группу.

На рис. 2 изображен сетевой граф корреляционной структуры исследованной растительности. При построении графа использована та же матрица сходства фитоценонов по составу ценофлор, что и кластерном анализе (рис. 1).

Для проявления структуры графа и, следуя логике метода корреляционных плеяд Терентьева, из матрицы сходства фитоценонов было удалено 50% меньших корреляционных связей. Для этого рассчитали медиану значений всех коэффициентов сходства фитоценонов, а затем значения, меньше медианы, были удалены (заменены нулями). Толщина ребер сетевого графа соответствует степени сходства ценофлор соответствующей пары фитоценонов.

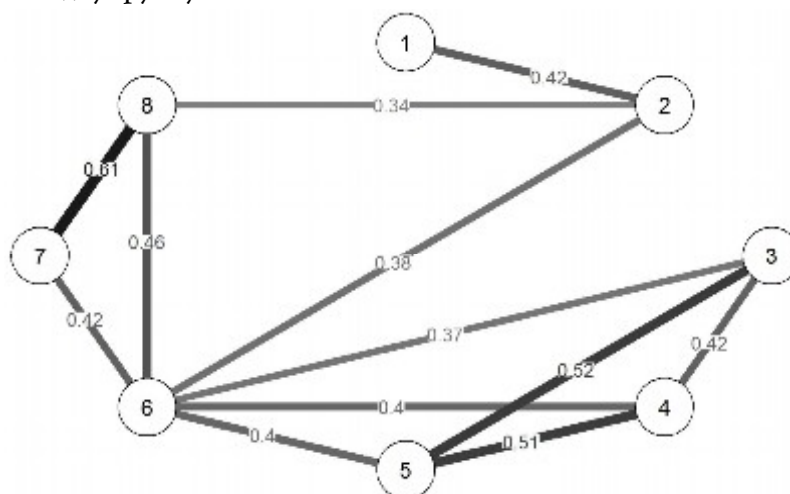


Рис. 2. Сетевой граф корреляционной структуры фитоценонов лесопарковой растительности
Correlation network graph of phytocoenons of the forest-park vegetation

Как видно на рис. 2, распадаения графа на отдельные «островки» (компоненты связности, плеяды) при выбранном пороге (50%) не произошло, что свидетельствует о сходстве ценофлор даже у относительно удаленных и неродственных фитоценонов городских лесов из разных порядков и классов. При этом такое сходство обеспечивается не аборигенными, по большей части индикативными и специфичными, а синантропными видами. Имея широкий диапазон экологической толерантности, они осваивают самые разнообразные экотопы городских хвойных, широколиственных и мелколиственных лесов, «связывая» классы и порядки и увеличивая общий гомогенитет растительности.

Относительно обособленную группу составляют фитоценоны (3, 4, 5), где среднее сходство описаний составляет 0,42-0,52 по коэффициенту Симпсона. Наименьшее количество ребер наблюдается на графе у фитоценона 1, сообщество *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina* из парка Партизанской славы. Напротив, наибольшее количество ребер графа у фитоценона 6, сообщество *Quercus robur* + *Impatiens parviflora*, ценофлора которого содержит примерно поровну видов обоих классов *Robinietaea* и *Querco-Fagetea*, являясь связующей. Это хорошо согласуется с принципом дедуктивного метода К. Копечки и С. Гейне (Кореску, Нејну, 1974), когда один тип сообществ может принадлежать нескольким классам Браун-Бланке одновременно. Наибольшее сходство (0,61) наблюдается между фитоценонами класса *Robinietaea* 7 и 8. Это объясняется общим возрастанием гомогенитета растительности и конвергенцией ценофлор, имеющей место при синантропизации растительного покрова.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АМПЛИТУДЫ СИНТАКСОНОВ, РАССЧИТАННЫЕ ПО МЕТОДУ ФИТОИНДИКАЦИИ

Для 108 описаний, которые вошли в состав восьми выделенных фитоценонов, были рассчитаны по методу фитоиндикации

показатели 6 экологических факторов: пять факторов ($Hd - Lc$) по шкалам Я.П. Дидука (Didukh, 2011) и гомеробность (Hm) по шкалам Д. Франка, С. Клотца (Frank, Klotz, 1990).

Для характеристики синэкологической амплитуды использовали интерквартильный размах вместо среднего и стандартного отклонения. Это снимает требование соблюдения нормальности распределения, поскольку экологические амплитуды часто ассиметричны и эксцентричны.

Направление, или «знак», экофактора для формирования сообществ того или иного фитоценона определяли с использованием методики экофона (Гончаренко, 2003). Экофон рассчитывается как среднее (медиана) значений экофактора для всех описаний из конкретного небольшого региона, для которого можно предположить однородность климатических условий. Экофон – это «фоновый» (ландшафтный) уровень увлажнения, кислотности и других экотопических показателей, который типичен для того или иного региона (местности), сформировался под влиянием его климата, и относительно которого, в соответствии с местным рельефом, происходит топологическая дифференциация и перераспределение растительности. Использование экофона позволяет сравнивать фитоценоны, сопоставляя результаты фитоиндикационных расчетов в контексте местных экотопологических условий.

В табл. 10 приведены экологические амплитуды, рассчитанные по методу фитоиндикации для восьми фитоценонов лесопарковой растительности. В числителе стоят значения интерквартильного размаха ($F_{25}-F_{75}$), в знаменателе – знак «+» (избыток фактора), если нижний квартиль (F_{25}) больше экофона соответствующего фактора, и знак «-» (недостаток фактора) – если верхний квартиль (F_{75}) меньше значения экофона. Например, у фитоценона 1 по фактору Hd (увлажнение) верхний квартиль меньше экофона увлажнения, $Hd_{75} = 11,46 < 11,92$, что говорит о формировании сообществ в

условиях сравнительно меньшей влажности, поэтому стоит знак «–» и т.д. В отличие от координатных схем ординации (Погребняк, 1955; Раменский и др., 1956), такое представление удобно при значительном наложении

экологических полей разных синтаксонов, что наблюдается в нашем случае антропогенно трансформированной растительности городских лесов.

Таблица 10. Экологические амплитуды фитоценонов лесопарковой растительности
Ecological amplitudes for the phytocoenons of the forest-park vegetation

№ фитоценона	Класс/Порядок	Экофактор					
		Hd	Rc	Nt	Sl	Lc	Hm
1	QF/Qr	11,30 – 11,46	7,44 – 7,76	5,88 – 6,25	6,71 – 7,11	6,54 – 6,78	3,95 – 4,29
		(–)	(–)	(–)		(+)	(+)
2	QF/Qr	11,48 – 11,65	7,52 – 7,65	5,93 – 6,27	6,48 – 6,77	5,72 – 6,08	3,71 – 3,92
		(–)	(–)	(–)	(–)	(+)	(+)
3	QF/Fag	11,83 – 12,00	8,20 – 8,40	6,63 – 7,00	6,71 – 6,91	4,93 – 5,20	3,34 – 3,49
			(+)	(+)			(–)
4	QF/Fag	11,82 – 11,95	7,83 – 8,01	6,55 – 7,02	6,47 – 6,71	4,37 – 4,77	3,18 – 3,43
					(–)	(–)	(–)
5	QF/Fag	11,96 – 12,07	8,00 – 8,15	7,05 – 7,24	6,72 – 6,80	4,43 – 4,66	3,15 – 3,35
		(+)		(+)		(–)	(–)
6	QF/Fag	11,92 – 12,21	7,63 – 7,91	6,73 – 7,28	6,64 – 6,86	4,98 – 5,48	3,51 – 3,84
			(–)				
7	Rob/Rob	11,82 – 11,94	8,06 – 8,24	7,27 – 7,62	7,21 – 7,38	5,60 – 6,01	4,15 – 4,41
			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
8	Rob/Rob	11,91 – 12,08	8,07 – 8,29	7,21 – 7,50	6,91 – 7,14	5,36 – 5,71	3,89 – 4,07
			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Экофон фактора		11,92	8,00	7,01	6,78	5,09	3,53

Прим. Условные обозначения факторов: Hd – влажность, Rc – кислотность, Nt – содержание минерального азота, Sl – общий солевой режим, Lc – освещенность, Hm – гемеробность.

Порядковые номера фитоценонов такие же, как в синтаксономической схеме.

Анализ табл. 10 дает возможность определить «дифференцирующий набор» экофакторов и сделать ряд выводов относительно специфики экологических условий, под воздействием которых формировались разные типы сообществ:

- *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina*, (№ 1), формируется при меньшем уровне увлажнения, почвы кислее, обеднены азотом, в видовом составе преобладают светолюбивые виды;

- *Quercus robur* + *Melica nutans*, (№ 2), – экотоп по «знаку» всех экофакторов, кроме солевого режима, схож с предыдущим;

- *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*, (№ 3), – от следующих двух фитоценонов из класса *Quercus-Fagetalia*, отличается большими значениями *Rc* и *Nt* (возможно часть сообществ формируется на

оподзоленных черноземах, а не серых лесных почвах, что объясняет уменьшение кислотности и рост обеспеченности азотом);

- *Tilia cordata* + *Carex pilosa*, (№ 4), – от предыдущего отличается гемисциофитным видовым составом;

- *Ulmus glabra* + *Galium odoratum*, (№ 5), – как и предыдущий в отношении фактора освещенности, но формируется при большем увлажнении (нижняя часть лесных балок и тальвеги), почвы богаче азотом;

- *Quercus robur* + *Impatiens parviflora*, (№ 6), в отличие от предыдущего, гемеробность выше, близка к средней (экофону выборки);

- *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*, (№ 7), видовой состав

выражено гемеробен, поскольку состоит в основном из синантропных видов;

• *Acer negundo* + *Festuca gigantea*, (№ 8), – с учетом шести учтенных при фитоиндикации экофакторов, знаки факторов как у предыдущего.

Референсные значения экофона (табл. 10) характеризуют среднюю напряженность экофакторов и по использованным шкалам (Frank, Klotz, 1990; Didukh, 2011) соответствуют для увлажнения ($Hd = 11,92$) – мезофитам, для кислотности ($Rc = 8,00$) – субацидофилам, для минерального азота ($Nt = 7,01$) – нитрофилам, для солевого режима ($Sl = 6,78$) – мезотрофам, по освещенности ($Lc = 5,09$) – гемисциофитам, по гемеробности ($Hm = 3,53$) – мезогемеробам.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КЛАССИФИКАТОРА СООБЩЕСТВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПЕРЕМЕННЫМ

Целью настоящего исследования также явилась апробация для фитоэкологического анализа растительности одного из сравнительно молодых методов из области разведки данных – метода построения деревьев классификации (деревьев решений). Данный метод близок идее дискриминантного анализа, но не ограничен требованием линейной связи между экологическими переменными. Деревья классификации также интересны возможностью получения дихотомического классификатора, который хорошо известен ботанику по определителям видов и который позволит предсказывать принадлежность описаний тем или иным синтаксонам с использованием фитоиндикационных оценок. Стремление уменьшить число учитываемых признаков (виды) для классификации (распознавания) растительности, заменив их небольшим числом легко определяемых переменных (фитоиндикационные расчеты базируются на видовом составе!), представляет актуальное направление исследований.

Деревья классификации предназначены для получения системы последовательных логических правил, каждое из которых делит объекты на каждом уровне на две контрастные группы по одному признаку, одна из которых соответствует условию «да», другая – «нет». Деление может быть произведено по количественному, порядковому или номинальному признаку. Это составляет суть алгоритма CART (Classification and Regression Tree), который исторически появился первым и был изобретен Л. Брейманом и тремя другими математиками в 1984 г. (Breiman et al., 1984). Результат может быть представлен графически в виде бинарного дерева деления (напоминает дендрограмму, но читать ее надо сверху вниз).

Деревья классификации относятся к группе методов «обучения с учителем». На каждом уровне деления выбирается тот фактор (предиктор), который делит совокупность объектов предыдущего уровня на две «чистые» группы, каждая из которых содержит объекты только одного класса. Функцией «чистоты разделения» (или наоборот неопределенности) является соотношение объектов различных групп в каждой ветке дерева. Дерево классификации, которое имеет наименьшую итоговую ошибку классификации, считается оптимальным.

В нашем случае меткой класса является номер фитоценона классификации, предикторами – шесть учтенных при фитоиндикации экофакторов. Стоит задача определить минимальное количество экофакторов, которые позволят предсказывать с требуемой достоверностью синтаксономическую принадлежность новых описаний по их фитоиндикационным оценкам и разработать систему правил наподобие «больше-меньше» у каждого экофактора для распознавания растительности. Также необходимо оценить прогностическую надежность по каждому классу (фитоценону), поскольку одни классы (фитоценоны), экологически хорошо дифференцированные, диагностируются

достаточно надежно, а другие, без выраженной экологической специфики, – плохо.

В расчетах использована функция `rpart` среды R (Therneau et al., 2013). Полученное дерево классификации показано на рис. 3.

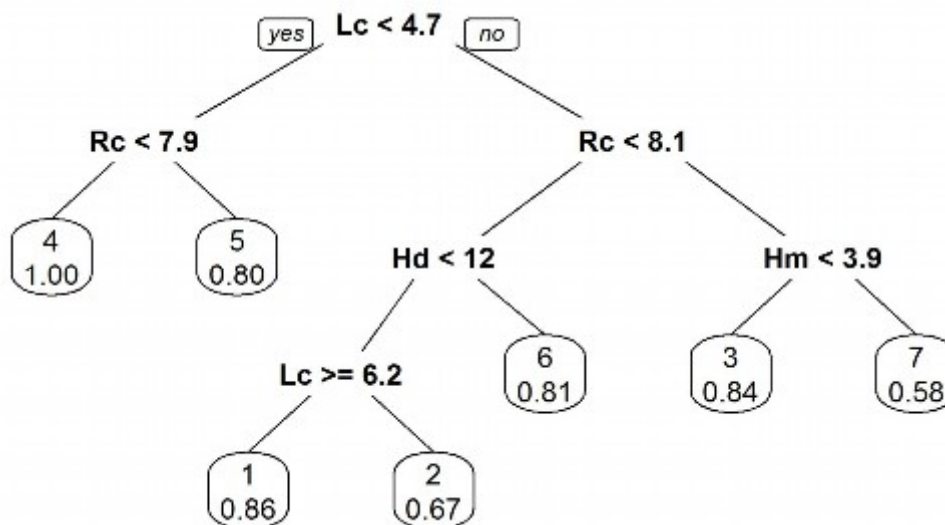


Рис. 3. Дерево классификации лесопарковой растительности с использованием фитоиндикационных оценок
Decision tree obtained for the forest-park vegetation using phytoindication scores

Дерево классификации облегчает визуальное восприятие и интерпретацию результатов фитоиндикационных расчетов. Например, мы видим, что первым «отрабатывает» фактор освещенности, который делит лесные сообщества на первом уровне. Границей разделения оказалось пороговое значение 4,7 балла *Lc*. В какой-то мере его можно рассматривать как «критическое» для изученных лесов. Далее, на следующем уровне дерева, сообщества «расходятся» по кислотности почв и т.д. При каждом делении на две ветки, как видно из рис. 3, слева стоит истинное утверждение, справа – противоположное ему, ложное. Например, при $Hm < 3,9$ (истинное) формируется фитоценоз 3, сообщество *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*, расположенный в ветке слева, а при $Hm \geq 3,9$ (ложное) – фитоценоз 7, сообщество *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*, расположенный в том же узле, но справа. Разные экофакторы «работают» на разных уровнях деления, а некоторые используются дважды, например *Lc* на первом и четвертом уровне деления. Как

правило, чем выше уровень деления, на котором «работает» определенный экофактор, тем его значимость и вклад в варьирование растительности выше (ведущий фактор).

Итак, экофакторы, представленные на дереве классификации – четыре из шести: *Hd*, *Rc*, *Lc* и *Hm*, достаточны для распознавания фитоценозов исследованной растительности. Полученная модель позволяет «предсказывать» семь фитоценозов из восьми выделенных нами в результате классификации, поскольку в терминальных узлах дерева есть все (1-7) фитоценозы, кроме восьмого. Последний интерпретируется хуже, по крайней мере, в рамках шести учтенных экофакторов.

Возле каждого терминального узла приведен процент правильных классификаций (*ccr* – correct classification rate), т.е. доля фитоценозов, для которых предсказанная по фитоиндикационным показателям принадлежность фитоценозам, совпала с той, которая была получена при классификации с использованием полного видового состава. Наибольшее значение ($ccr = 1,0$) наблю-

дается у фитоценона 4 (сообщество *Tilia cordata* + *Carex pilosa*). Как упоминалось, такая ситуация свойственна экологически хорошо отличимым сообществам, занимающим специфические экотопы. Чаше «специфичность» связана с тем, что экологическая амплитуда того или иного синтаксона занимает краевое положение на градиенте одного из факторов.

Наименьшая надежность классификации ($ccr = 0,58$) наблюдается у фитоценона 7, сообщество *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*, а фитоценона 8, сообщество *Acer negundo* + *Festuca gigantea*, в полученном дереве классификации вообще отсутствует, для которого можно считать, что $ccr = 0$. Плохая «различаемость» сообществ с высокой степенью синантропизации ценофлор вполне объяснима. Их распространение в природе связано в основном не с параметрами экотопа и климатом, а с факторами, зависящими от деятельности человека, которые не шкалировались. Эти факторы не учитывались при фитоиндикации, за исключением разве что фактора гемеробности, который «работает» на третьем уровне деления. Численный перевес в использованной для обучения модели cluster ~ Hd + Rc + Sl + Nt + Lc + Hm факторов, определяющих дифференциацию природной растительности, повлек за собой плохую «объяснимость» фитоценонов синантропного класса *Robinieta* (ccr от 0 до 0,58).

В целом, ccr для большинства фитоценонов достаточно высок, следовательно, созданный фитоэкологический классификатор (интерпретатор или «определитель») может быть использован для предсказания синтаксономической принадлежности новых описаний лесопарков г. Киева, а метод построения деревьев классификации перспективен для исследования дифференциации растительности по факторам фитоиндикации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКРИПИЧНЫХ ДИАГРАММ ПРИ СРАВНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АМПЛИТУД СИНТАКСОНОВ

Экологическая амплитуда синтаксона представляет вариационный ряд показателей фитоиндикации, рассчитанных для описаний, включенных в его состав. Часто для визуализации амплитуд синтаксонов (особенно если синтаксонов много, а амплитуды перекрываются) фитоценонологи используют известную диаграмму «ящик с усами» (box-and-whisker plot), которая позволяет видеть положение оптимума и размах значений у каждого синтаксона на градиенте одного экологического фактора.

Своеобразным «расширением» данной диаграммы является скрипковая диаграмма (violin plot). На этой диаграмме, благодаря использованию графиков ядерной плотности (kernel density plot), кроме оптимума и размаха видно распределение числа фитоценозов по отдельным ступеням шкалы (Гончаренко, Голик, 2014). Графики ядерной плотности располагаются по бокам каждой диаграммы-«скрипки», поэтому «скрипки» билатерально симметричны. Чем «толще» диаграмма на определенном уровне (ордината), тем больше фитоценозов имеют соответствующее значение балла экологической шкалы.

В качестве демонстрации рассмотрим экологические амплитуды восьми фитоценонов по фактору гемеробности (рис. 4). Для построения скрипковой диаграммы использована функция Beanplot для среды R (Kampstra, 2008). Для удобства на график добавлены горизонтальные пунктирные линии на уровнях 3, 4 и 5 баллов *Hm*, что по шкале Д. Франка и С. Клотца соответствует мезогемеробам, бета-эугемеробам и альфа-эугемеробам соответственно (Frank, Klotz, 1990).

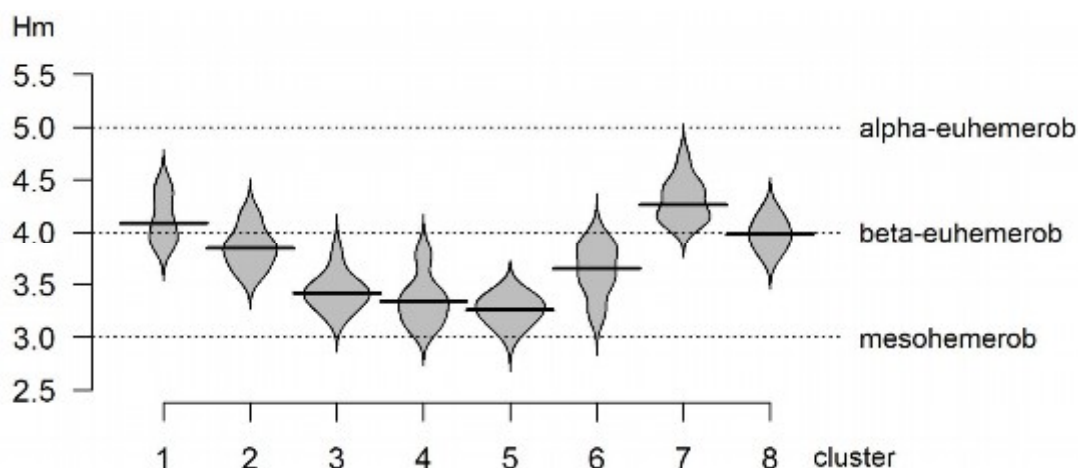


Рис. 4. Экологические амплитуды фитоценонов лесопарковой растительности по гемеробности

Ecological amplitudes on hemeroby factor for the phytocoenons of the forest-park vegetation

При сопоставлении амплитуд следует обращать внимание на положение оптимума (горизонтальные сплошные линии каждой диаграммы проведены по медианам), размах (протяженность), перекрытие (захождение амплитуд у двух или более фитоценонов), симметричное / асимметричное (лево-, правостороннее) распределение, уни- или полимодальность.

Положение оптимума. Имеется четкий тренд к снижению гемеробности видового состава у фитоценонов *Fagetalia* (3-5), повышению гемеробности в ценофлорах фитоценонов *Quercetalia roboris* (1-2), и, безусловно, наивысшие показатели в фитоценоне класса *Robinietaea* (7). В среднем гемеробность растительности исследованных лесопарков г. Киева составляет 3,53 балла (табл. 10), т.е. в видовом составе наиболее многочисленны бета-эугемеробы.

Размах амплитуд. Размах (пределы толерантности) у большинства фитоценонов не превышают одного балла шкалы гемеробности, что составляет 1/7 или около 14% всего масштаба шкалы гемеробности.

Перекрытие амплитуд. Вследствие сходства ценофлор, прежде всего благодаря общим гемеробным видам, амплитуды всех фитоценонов в значительной степени перекрываются.

Симметричность распределения. Амплитуды некоторых фитоценонов (2, 3, 5, 8)

симметричны или почти симметричны, у остальных – асимметричны в разной мере.

Унимодальность. В аутэкологии унимодальность экологических амплитуд является правилом, поскольку вид приспособлен к одним, определенным условиям местообитания. В синэкологии, унимодальность амплитуд синтаксонов необязательна. Наличие более (фитоценон 4) или менее (фитоценоны 1, 6, 7) выраженного «хвоста» может свидетельствовать о гетерогенности видового состава и дает основания пристальнее присмотреться к включению тех или иных описаний в состав фитоценона.

ВЫВОДЫ

Синтаксономическое разнообразие лесопарковой растительности г. Киева охватывает по меньшей мере два класса – *Robinietaea* и *Querc-Fagetea*, 3 порядка, 3 союза и 8 типов сообществ. В связи с неполной изученностью в настоящем исследовании всех лесопарков г. Киева и расположением региона на стыке лесной и лесостепной зон, не исключается наличие сообществ еще двух классов – *Salicetea purpurea* (о-в Гидропарк и другие урочища в зоне аллювиальной деятельности Днепра) и *Vaccinio-Piceetea* (в северной части г. Киева и пригороде).

Антропогенная трансформация лесопарковой растительности г. Киева проявляет-

ся, главным образом, внедрением видов *Galio-Urticetea* на ранних и средних стадиях рекреационной дигрессии. Появление анемохорных видов *Artemisietea* соответствует поздним стадиям деградации городских лесов. Одновременно с этим наблюдается увеличение численности инвазивных видов, большинство из которых – неофиты североамериканского происхождения. Кроме того, изменяется биоморфологическая структура сообществ – в городских лесах велика численность видов, не свойственных коренным лесам – терофиты, эпизоохоры, анемохоры и т.п.

В наименьшей степени изменена ценофлора городских лесов порядка *Fagetalia*. В черте г. Киев нами были даже обнаружены сообщества (*Ulmus glabra* + *Galium odoratum*), где значительна доля видов, свойственных малонарушенным лесам, но таких участков крайне мало. Сохранность коррелирует с труднодоступностью мест на склонах, пересеченностью рельефа, расположением в глубине, а не около края, леса. Городские леса с участием *Pinus sylvestris* трансформированы больше, поскольку расположены на ровном или холмистом рельефе и фрагментированы человеком.

Значительную долю в составе городских лесов занимают искусственные насаждения, включенные нами в состав класса *Robinietea*. Их синтаксономическое разнообразие охвачено настоящим исследованием не полностью и, очевидно, больше, чем два типа сообществ (*Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*, *Acer negundo* + *Festuca gigantea*). В то же время, несмотря на меньшее число фитоценозов этого класса по сравнению с *Fagetalia*, площади их сравнимы или даже больше.

Антропогенный прессинг неоднозначно влияет на биологическое разнообразие

флоры и растительности лесопарков. При относительно слабом воздействии видовое разнообразие, как правило, несколько возрастает за счет обогащения антропофильными видами, при этом аборигенные виды сохраняются. При дальнейшем воздействии видовое разнообразие уменьшается за счет выпадения последних. Бета-разнообразие (синтаксономическое), будучи в лесах в целом невысоким, уменьшается из-за «сквозных» антропофильных видов, поскольку среднее сходство описаний (гомонимитет растительности) увеличивается, а отличаемость синтаксонов и количество дифференцирующих видов снижается. В местах, испытавших длительную и интенсивную рекреационную нагрузку, травянистый покров городских лесов становится выраженно-пятнистым, границы фитоценозов более четкими и определяются антропогенным (а не экотопическим) фактором. При этом возрастает значимость критерия доминирования в классификации растительности.

Об уменьшении бета-разнообразия и конвергенции ценофлор под антропогенным воздействием говорит корреляционная структура исследованной растительности. При построении корреляционного (сетевого) графа и после удаления 50% меньших связей, не произошёл распад графа на отдельные «островки», соответствующие классам или порядкам растительности. Подавляющее большинство оставшихся связей в сетевом графе больше 0,4, что свидетельствует о значительном сходстве ценофлор даже относительно далеких по синтаксономическому положению типов сообществ городских лесов. Это сходство обеспечивается за счет синантропных видов с широкой экологической амплитудой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова В.Д. Классификация растительности. Л., Наука, 1969, 275 с.
 Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск: БГУ, 2004, 245 с.
 Гончаренко И.В. Аналіз рослинного покриву північно-

REFERENCES

- Aleksandrova V.D. Classification of vegetation. Leningrad, Nauka, 1969, 275 p. (in Russian)
 Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York: Springer-Verlag, 1964, 865 p.

- східного Лісостепу України. *Укр. фітоцен. зб.*, 2003, Сер. А., вип. 1(19), 203 с.
- Гончаренко І.В. Метод сортувочної кластеризації (DRSA) для класифікації рослинності. *Доповіді НАН України*, 2015, № 9, с. 129-136.
- Гончаренко І.В., Голик Г.М. Екологічний аналіз місцезростань лісової рослинності парків «Нивки» та «Теремки» м. Києва. *Екологія та ноосферологія*, 2014, т. 26, № 3-4, с. 53-68.
- Гончаренко І.В., Сенчило О.О. AUTOSPECIES – програма для комп'ютерного набору латинських назв біологічних видів. *Українськ. бот. журн.*, 2013, № 6, с. 837-840.
- Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ: Наукова думка, 1994, 280 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012, 488 с.
- Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: Изд-во АН УССР, 1955, 452 с.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижигов О.Н., Антипов Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956, 472 с.
- Шевчик В.А., Соломаха В.А., Войтюк Ю.О. Синтаксономія рослинності та список флори Канівського природного заповідника. *Укр. фітоцен. зб.*, 1996, сер. Б., вип. 1(4), с. 5-119.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York: Springer-Verlag, 1964, 865 p.
- Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A., Stone C.J. Classification and Regression Trees. Wadsworth, Belmont, CA. Republished by CRC Press, 1984, 368 с.
- Cover T.M., Hart P.E. Nearest neighbor pattern classification. *Information Theory*, 1967, v. 13, pp. 21-27.
- Didukh Ya.P. The ecological scales of the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocenter, 2011, 176 p.
- Epskamp S., Cramer A.O.J., Waldorp L.J., Schmittmann V.D., Borsboom D. qgraph: Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. *Journal of Statistical Software*, 2012, v. 48(4), pp. 1-18. (Режим доступа в интернете: <http://www.jstatsoft.org/v48/i04/>).
- Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wiss. Beitr. M.-Lutther-Univ., Halle-Wittenberg*, 1990, pp. 1-167.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.*, 2001, v. 12, pp. 589-591.
- Kampstra P. Beanplot: A Boxplot Alternative for Visual Comparison of Distributions. *Journ. of Statistical Software*, 2008, v. 28(1), pp. 1-9. (Режим доступа в интернете: <http://www.jstatsoft.org/v28/c01/>).
- Kopecký K., Hejny S. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio*, 1974, v. 29, pp. 17-20.
- Mirkin B.M., Naumova L.G. The current state of the basic concepts of the science of vegetation. Ufa: Gilem, 2012, 488 p. (in Russian)
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999, 345 p.
- Mucina L. Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobotanica et Phytotaxa*, 1997, v. 32, pp. 117-172.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R.G., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A., Stone C.J. Classification and Regression Trees. Wadsworth, Belmont, CA. Republished by CRC Press, 1984, 368 p.
- Buloxov A.D. Phytoindication and its practical application. Bryansk, BSU, 2004, 245 p. (in Russian)
- Cover T.M., Hart P.E. Nearest neighbor pattern classification. *Information Theory*, 1967, v. 13, pp. 21-27.
- Didukh Ya.P. The ecological scales of the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocenter, 2011, 176 p.
- Didukh Ya.P., Plyuta P.G. The phytoindication of ecological factors. Kiev: Naukova dumka, 1994, 280 p. (in Ukrainian)
- Epskamp S., Cramer A.O.J., Waldorp L.J., Schmittmann V.D., Borsboom D. qgraph: Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. *Journal of Statistical Software*, 2012, v. 48(4), pp. 1-18. (<http://www.jstatsoft.org/v48/i04/>)
- Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wiss. Beitr. M.-Lutther-Univ., Halle-Wittenberg*, 1990, pp. 1-167.
- Goncharenko I.V., Holyk H.M. Kyiv park "Nivki" and "Teremki" forest and ecological analysis of their habitats. *Ecology and noospherology*, 2014, v. 25, no. 3-4, pp. 53-68. (in Ukrainian)
- Goncharenko I.V., Senchylo O.O. AUTOSPECIES is a software for computer typing of the latin names of biological species. *Ukrainian Botanical journ.*, 2013, v. 70, no. 6, pp. 837-83. (in Ukrainian)
- Goncharenko I.V. The analysis of vegetation cover of northeast forest-steppe of Ukraine. *Ukr. Phytosoc. Col.*, 2003, ser. A., issue 1(19), p. 203. (in Ukrainian)
- Goncharenko I.V. The method of "distance-ranked sorting assembling" for classification vegetation. *Reported. NAS of Ukraine*, 2015, no 9, pp. 129-136. (in Ukrainian)
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.*, 2001, v. 12, pp. 589-591.
- Kampstra P. Beanplot: A Boxplot Alternative for Visual Comparison of Distributions. *Journ. of Statistical Software*, 2008, v. 28(1), pp. 1-9. (<http://www.jstatsoft.org/v28/c01/>)
- Kopecký K., Hejny S. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio*, 1974, v. 29, pp. 17-20.
- Mirkin B.M., Naumova L.G. The current state of the basic concepts of the science of vegetation. Ufa: Gilem, 2012, 488 p. (in Russian)
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999, 345 p.
- Mucina L. Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobotanica et Phytotaxa*, 1997, v. 32, pp. 117-172.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R.G., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H.,

- v. 29, pp. 17-20.
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M.* Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999, 345 p.
- Mucina L.* Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobotanica et Phytotaxa*, 1997, v. 32, pp. 117-172.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R.G., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Wagner H.* Vegan: Community Ecology Package, 2010. (Режим доступа в интернете: <http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/>)
- Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Mucina L., Pignatti S., Dring J. & Moss D.* The diversity of European vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. National Reference Centre for Agriculture, Nature and Fisheries, Wageningen, NL., 2002, 115 p.
- Schaminée J.H.J., Chytrý M., Hennekens S., Mucina L., Rodwell J.S. & Tichý L.* Development of vegetation syntaxa crosswalks to EUNIS habitat classification and related data sets. Report to the European Environment Agency, Copenhagen. 2012, 135 p.
- Therneau T., Atkinson B., Ripley B.* Rpart: Recursive partitioning and regression trees. R package version 4.1-1. 2013. (Режим доступа в интернете: <http://CRAN.R-project.org/package=rpart>).
- Westhoff V., Maarel E. van der.* The Braun-Blanquet approach. Classification of plant communities Ed. R.H. Whittaker. The Hague, 1978, pp. 287-399.
- Wagner H.* Vegan: Community Ecology Package, 2010. [электронный ресурс]. (<http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/>)
- Pogrebnnyak P.S.* Fundamentals of forest typology. Kiev, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Publishing, 1955, 452 p. (in Russian)
- Ramensky L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A.* Ecological Evaluation of Pasture and Fodder Lands by the Vegetation Cover. Moscow, 1956, 472 p. (in Russian)
- Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Mucina L., Pignatti S., Dring J. & Moss D.* The diversity of European vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. National Reference Centre for Agriculture, Nature and Fisheries, Wageningen, NL., 2002, 115 p.
- Schaminée J.H.J., Chytrý M., Hennekens S., Mucina L., Rodwell J.S. & Tichý L.* Development of vegetation syntaxa crosswalks to EUNIS habitat classification and related data sets. Report to the European Environment Agency, Copenhagen. 2012, 135 p.
- Shevchyk V.L., Solomakha V.A., Voytyuk Yu.O.* Syntaxonomy of vegetation and checklist of the flora of Kanev Natural Reserve. *Ukr. fitotsen. Col.*, 1996, Ser. B, 1(4), pp. 5-119. (in Ukrainian)
- Therneau T., Atkinson B., Ripley B.* Rpart: Recursive partitioning and regression trees. R package version 4.1-1. 2013. (<http://CRAN.R-project.org/package=rpart>)
- Westhoff V., Maarel E. van der.* The Braun-Blanquet approach. Classification of plant communities Ed. R.H. Whittaker. The Hague, 1978, pp. 287-399.

CLASSIFICATION AND PHYTOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE KIEV FOREST-PARK VEGETATION

Goncharenko Igor Viktorovich

Cand. Biol. sci., associate professor, senior researcher, Department of environmental monitoring, Institute for evolutionary ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine; 37, Academician Lebedev street, Kyiv, 03143, Ukraine; 3604749@gmail.com

Holyk Halyna Nikolaevna

Postgraduate student, research engineer, Department of environmental monitoring, Institute for evolutionary ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine; golikhalya@mail.ru

Key words

Braun-Blanquet approach
cluster analysis
DRSA
phytoindication
synecological amplitude
ecophon

Abstract. In this study we presented results of the floristic classification of the Kiev forest-park vegetation and its phytoindication evaluation. We used non-hierarchical clustering algorithm for vegetation classification – sorting clustering, so called DRSA, Distance-Ranked Sorting Assembling. We have identified 8 phytocoenons belonging to two classes *Robinitetea* and *Querco-Fagetea*. Comparative analysis of phytocoenons was performed using quantitative methods; a network correlation graph was presented. Ecological amplitudes of syntaxa were described by means of interquartile range of phytoindication scores. We analysed ecological differentiation of vegetation investigated using the "ecophon" approach. We also used other methods such as decision (classification) trees and violin plots.

Received for publication 21.09.2015