

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЛИПЫ СЕРДЦЕЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) НА ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Платонова Е.А., Лантратова А.С., Голубин К.Ю.

Работа посвящена определению роли липы сердцевидной в формировании пространственной неоднородности травяного покрова лесных и урбанизированных экосистем южной Карелии. Выявлены различия кислотности почв и освещенности под кронами и вне крон деревьев. Для 19 видов растений травяно-кустарничкового покрова в лесных фитоценозах и для 14 видов в городских парковых экосистемах обнаружено изменение проективного покрытия и встречаемости в фитогенном поле липы. Таким образом, определено экологическое значение липы как вида, обеспечивающего появлению новых экологических ниш и способствующего повышению видового разнообразия в исследуемых экосистемах.

Одной из актуальных проблем, в решении которой принимают участие ботанические сады России, является обогащение и сохранение биоразнообразия природных комплексов регионов. Значимость таких исследований увеличивается на фоне возрастающей урбанизации, и связана с необходимостью планирования развития зеленых насаждений и поддержания их устойчивого состояния с учетом фитоценотической роли видов, слагающих растительный покров.

Липа сердцевидная – вид, широко распространенный на территории Европы - в Карелии находится на северном пределе произрастания. На северо-западе Карелии северная граница ее естественного ареала проходит по 64° с.ш.; на северо-востоке, на границе с Архангельской областью, она несколько снижается к югу, достигая 63° с.ш. (Яковлев, Воронова, 1959). Кроме того, этот высокодекоративный аборигенный вид широко представлен в составе зеленых насаждений Карелии, а также в составе коллекций и на заповедной территории Ботанического сада ПетрГУ. В составе коллекций сада выращиваются и другие виды лип европейского и евроазиатского происхождения (*T. platyphyllos* Scop., *T. amurensis* Rupr., *T. sibirica* Bayer., *T. tomentosa* Moench), которые в составе зеленых насаждений урбанизированных территорий республики, за исключением *T. platyphyllos*, встречаются редко.

Исследования, посвященные липе сердцевидной на Северо-Западе России, малочисленны и представлены рядом работ по геоботаническому описанию отдельных фитоценозов с участием этого вида, размещению их в ландшафте (Яковлев, 1973), популяционного поведения на границе ареала (Чистякова, 1978). Фитоценотическое значение липы в формировании лесных и парковых экосистем не рассматривалось.

Целью наших исследований являлось определение роли липы сердцевидной в формировании пространственной неоднородности травяного покрова в лесных и урбанизированных экосистемах южной Карелии. Были поставлены следующие задачи: выявить различия некоторых экологических параметров под кронами и вне крон деревьев, оценить влияние липы на структуру травяного покрова, выявить реакцию отдельных видов травяного покрова при воздействии липы.

Объекты и методы

Фитоценотическая роль липы сердцевидной рассматривалась на природных территориях (в заповеднике «Кивач» и заповедной территории Ботанического сада) и в городских парковых насаждениях Петрозаводска. В заповеднике «Кивач» исследования проведены в ельнике липовом разнотравно-кисличном и смешанном по составу древесного яруса фитоценозе неморально-разнотравном, на заповедной территории Ботанического сада ПетрГУ - в сосняке с участием липы и мелколиственных пород разнотравном.

В основе нашей работы лежит представление о «фитогенном поле» (Уранов, 1965) как пространстве, в пределах которого особь через изменение среды оказывает влияние на соседние растения (их численность, размещение, жизненное состояние и т. д.), то есть выступает как пространство ценотического влияния (Уранов, Михайлова, 1974; Заугольнова, Михайлова, 1978).

В пределах исследуемых фитоценозов выбирались модельные объекты – деревья генеративного или виргинильного состояния со сформировавшейся жизненной формой и хорошо развитой кроной. В случае группового размещения с общим ценотическим полем выбирались деревья, произрастающие на окраине группы. Трансекты длиной 6-10 м включали примыкающие площадки размером 1 кв.м. В природных экосистемах было заложено 20 трансект, в городских парковых насаждениях - 39. На пробных площадках учитывался видовой состав и проективное покрытие травянистых растений, производились замеры сквозистости древесного полога на высоте 1 м с использованием сквозистометра и освещенности на высоте 30 см от поверхности почвы люксметром. Кислотность водной вытяжки почвы определяли для наиболее контрастных зон фитогенного поля: внутренней (под кроной) и внешней (вне кроны) (Ярмишко, Демьянов, 1984). Пробы почв брали на глубине 5 см, в наиболее насыщенном корнями горизонте, в двух зонах фитогенного поля — внутренней (под кронами древесных растений) и внешней (вне крон деревьев). Кислотность водной вытяжки определяли по общепринятой методике (Чернавина и др., 1978).

Достоверность различий сравниваемых средних арифметических кислотности почвы, сквозистости и проективного покрытия видов травяного покрова на

разной удаленности от ствола устанавливалась с использованием критерия Стьюдента. Сила связи встречаемости и проективного покрытия травянистых видов с расстоянием от ствола дерева определя-

лась посредством корреляционного анализа по Спирмену. Статистическая обработка проводилась для тех видов, которые встречались более чем на 5 трансектах.

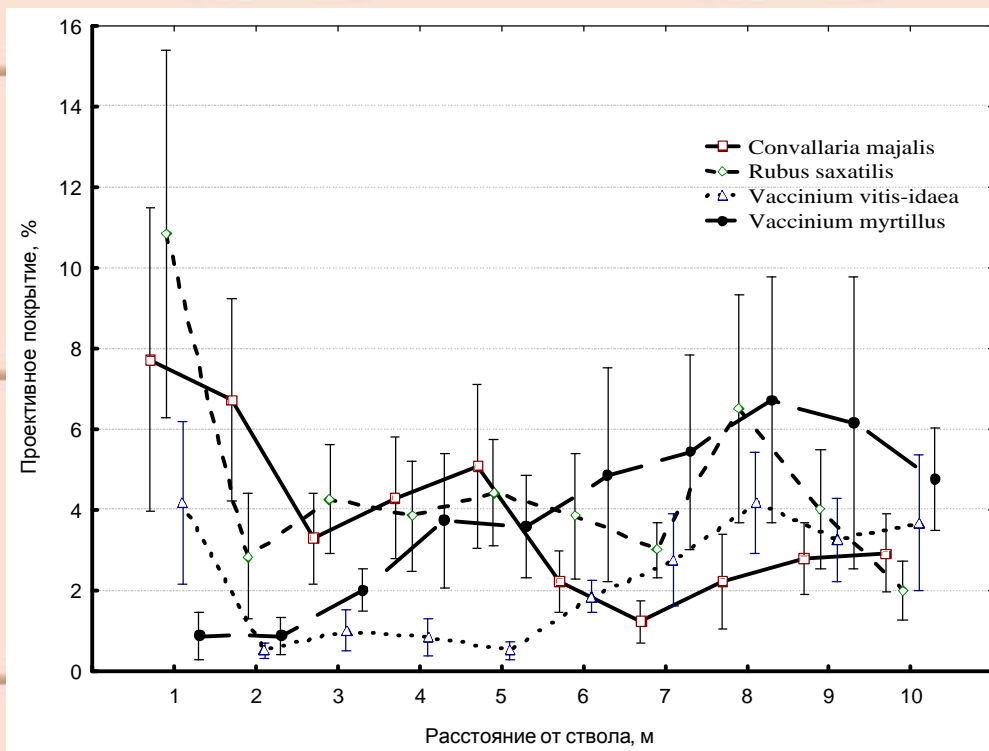


Рисунок 1. Изменение проективного покрытия видов травяно-кустарничкового яруса по трансекте от ствола к периферии и участкам вне крон липы сердцевидной в лесных фитоценозах заповедника «Кивач»

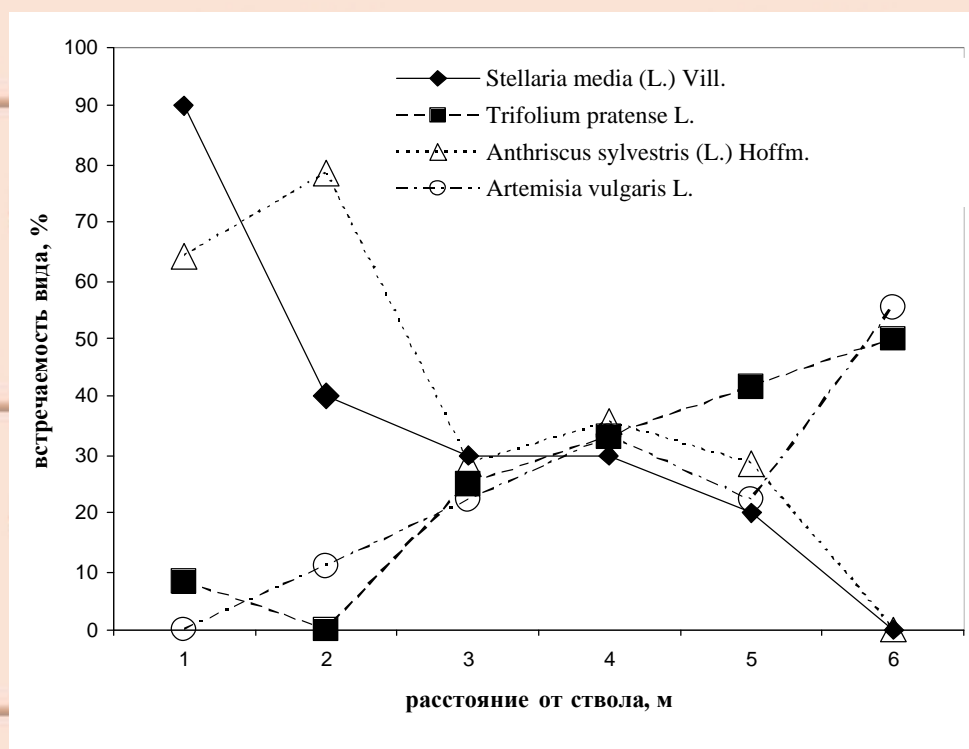


Рисунок 2. Изменение встречаемости видов травяного покрова по трансекте от ствола к периферии и участкам вне крон липы сердцевидной в парковых насаждениях г.Петрозаводска.

Результаты

Растительные сообщества с липой и другими широколиственными элементами встречаются в Южной Карелии в разнообразных ландшафтных комплексах: в сельговом комплексе, сложившемся в условиях денудационно-тектонического грядового рельефа; на моренных равнинах, прерываемых мелкими сельгами, и на озерно-ледниковых песчаных равнинах с комплексом песчано-галечных озв и понижений на двучленных отложениях. Во всех этих комплексах изучаемые сообщества занимают нижние части катен, характеризующиеся наиболее интенсивной аккумуляцией органико-минеральных веществ, мигрировавших с окружающих более возвышенных местоположений (Яковлев, 1973).

В составе лесной растительности липа обычно занимает ярус подлеска, в редких случаях достигает древесного яруса. В большинстве случаев в виде небольших биогрупп этот вид входит в состав лесов с доминированием хвойных пород. На юге и юго-востоке республики, особенно в составе островных лесов (Приладожье, о. Кизи, побережье Онежского озера, включая заповедную часть ботанического сада), липа сердцевидная имеет типичную древовидную биоморфу. По мере продвижения к северным границам естественного ареала этот вид снижает темпы роста и приобретает кустарниковую форму; часто не обладает способностью к репродукции, сохраняя свою жизнеспособность за счет вегетативного размножения, образуя многочисленные ксилоризомы.

Липа как представитель древесного яруса в силу своих размеров и биомассы является одним из ведущих структурных компонентов, определяющим пространственную мозаику почвенных химических параметров через поглощение веществ корнями, опад, прохождением осадков через кроны и по стволу (Seiler, Matzner, 1995, Тимофеев, 1966). Именно поэтому характерной особенностью фитоценозов с участием липы является присутствие видов бореально-неморальной и неморальной свит (*Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Melica nutans*, *Viola mirabilis*, *Carex digitata*, *Orobanchus vernus*, *Pulmonaria obscura* и др.), включая редкие для Карелии виды растений (Яковлев, 1973). Кроме того, для лесов с участием липы сердцевидной в Карелии отмечаются такие особенности травяного покрова, как высокие показате-

тели видового богатства и видовой насыщенности (Платонова, Лантратова, 2001, Платонова, 2005).

Исследования влияния липы сердцевидной на некоторые экологические параметры в природных фитоценозах показали следующее.

Так, значимые изменения кислотности наблюдались в фитоценозах заповедника «Кивач». Здесь под кронами липы (во внутренней части фитогенного поля) pH составляет 4.9-6.0, за пределами крон липы (во внешней части фитогенного поля) pH составляет 4.3-5.3, а под кронами хвойных деревьев 3.8-5.2. Выявлена достоверная разность значений кислотности под кроной липы по сравнению с участками вне крон и под кронами хвойных деревьев.

В сосняке с елью мелкотравном с участием липы и мелколиственных пород на территории Ботанического сада достоверной разности значений pH под кроной липы и вне крон не обнаружена. Но разница средних значений под кроной липы и кроной сосны в данном фитоценозе установлена (Платонова, Лантратова, 2001).

В городских парковых экосистемах Петрозаводска кислотность почв варьирует в довольно широких пределах (pH 4.3-7.8), в том числе под кронами липы сердцевидной диапазон значений pH составляет 4.7-7.0. Проведенные в трех парках города замеры кислотности почв показали, что липа сердцевидная оказывает нейтрализующее воздействие на почвы в двух относительно старых парках, располагающихся в поймах рек: средние значения pH достоверно выше под кронами деревьев 6.3 ± 0.1 , тогда как вне крон составляет 5.7 ± 0.1 . В третьем парке нами не выявлено достоверных отличий кислотности под кронами и вне крон деревьев. Возможно, это связано с периодической реконструкцией этих насаждений и нарушением почвенного покрова.

Более существенно изменяются параметры освещенности. Так, достоверная разность значений сквозистости под кронами и вне крон липы сердцевидной выявлена для всех типов экосистем (табл.1). Кроме того, было показано, что значения сквозистости крон, коррелирующей с уровнем освещенности, на исследуемых участках естественных и городских парковых фитоценозов имеют значительное сходство.

Таблица 1. Сквозистость полога древостоев в составе природных и городских фитоценозов с участием липы сердцевидной

Локализация фитоценозов	Под кроной		Вне крон	
	Среднее, %	Стандартное отклонение	Среднее, %	Стандартное отклонение
Лесные фитоценозы в заповеднике «Кивач»	39,2	6,0	50,9	8,8
Лесные фитоценозы на заповедной территории Ботанического сада	35,1	7,6	53,1	4,2
Городские парковые насаждения	39,1	6,0	58,4	5,3

В результате непосредственного измерения освещенности люксметром в городских парковых насаждениях также были обнаружены значительные изменения этого параметра: разность освещенности под кронами деревьев липы и на открытых участках парка составляет $52,36 \pm 4,35\%$ (за 100% брали освещенность на открытых участках).

Фитоценотическое значение вида проявляется, прежде всего, в комплексном изменении условий обитания для других видов, составляющих фитоценоз. Поэтому установление изменений состава травяного покрова в разных зонах фитоценоза липы было основной задачей нашего исследования.

В составе *лесных фитоценозов* с участием липы в заповеднике «Кивач» было обнаружено 44 вида сосудистых растений, из них проанализировано 25 видов с высокой встречаемостью. На заповедной территории Ботанического сада в составе лесных фитоценозов с участием липы обнаружено 78 видов, из них наибольшую встречаемость на трансектах имели 19 видов. Флористический состав и участие видов травяного покрова в исследуемых фитоценозах различается, при этом отмечается всего 9 видов с высокой встречаемостью, общих для всех фитоценозов.

В результате корреляционного анализа было определено, что во всех фитоценозах у *Vaccinium myrtillus* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. – типичных видов бореальных лесов – увеличивается проективное покрытие и встречаемость при удалении от ствола липы сердцевидной¹. У *Convallaria majalis* L. и *Viola mirabilis* L., наоборот, уменьшаются эти показатели. У *Rubus saxatilis* L. в ельнике липовом разнотравно-кисличном и смешанном неморально-разнотравном фитоценозе под кроной липы наблюдаются более высокие значения проективного покрытия по сравнению с участками вне кроны, а в смешанном мелкотравном фитоценозе на территории Ботанического сада та же закономерность отмечена для встречаемости. Для *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth., *Fragaria vesca* L., *Galium boreale* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt. и *Melica nutans* L. ситуация неоднозначна, т.к. проективное покрытие и встречаемость этих видов на разных территориях изменяются по-разному.

В фитоценозах заповедника «Кивач» тяготение к подкроновому пространству липы путем увеличения проективного покрытия и встречаемости во внутренней зоне фитоценоза проявляется у *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., только проективного покрытия – у *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. К видам, избегающим подкроновых участков липы и тяготеющим к хвойным посредством изменения проективного покрытия, помимо уже указанных черники и брусники, относится *Linnaea borealis* L.

В смешанном мелкотравном фитоценозе на заповедной территории Ботанического сада к видам, тяготеющим к подкроновым участкам липы, относятся

Carex digitata L., *Pyrola rotundifolia* L., у которых при удалении от ствола уменьшается проективное покрытие. У двух других видов реакция иная: у *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. встречаемость и проективное покрытие при удалении от ствола увеличиваются.

Во всех исследуемых фитоценозах не обнаружено зависимости проективного покрытия и встречаемости от расстояния от ствола липы для *Oxalis acetosella* L. и *Trientalis europaea* L. В фитоценозах заповедника «Кивач» не установлена связь проективного покрытия и встречаемости и расстояния от ствола липы в пределах исследуемых трансект для *Geranium sylvaticum* L., *Vicia sylvatica* L., *Milium effusum* L., *Solidago virgaurea* L., *Pyrola rotundifolia* L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Lycopodium annotinum* L., *Carex digitata* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd., в фитоценозах Ботанического сада – *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoff., *Geum rivale* L., *Urtica dioica* L., *Veronica chamaedris* L.

В *городских парковых насаждениях* в составе травяного покрова в местах произрастания липы сердцевидной обнаружено 58 видов сосудистых растений. Из них наибольшую встречаемость имеют виды *Taraxacum officinale* Wigg., *Poa pratensis* L., *Trifolium repens* L., *Dactylis glomerata* L., *Plantago major* L. (5-12%). Кроме того, широко распространены виды *Poa trivialis* L., *Achillea millefolium* L., *Leontodon autumnalis* L., *Ranunculus acris* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa nemoralis* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Alchemilla acutiloba* Opiz., *Festuca pratensis* Huds., *Agrostis gigantea* Roth., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Festuca rubra* L., *Aegopodium podagraria* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Heracleum sibiricum* L. (более 1%).

В результате специального исследования травяного покрова на пробных площадях в разных зонах фитоценоза липы выявлено изменение общего проективного покрытия трав в сторону возрастания по направлению от ствола к внекроновым участкам липы (коэффициент корреляции $r = 0.82$).

Исследования проективного покрытия и встречаемости отдельных видов травяного покрова показали следующее. Из 32 исследуемых видов у 14 видов под кронами лип изменяются проективное покрытие и (или) встречаемость, из них у 8 видов изменяется проективное покрытие, у 10 видов – встречаемость (табл.2). Не обнаружено изменения встречаемости и проективного покрытия по трансекте для *Achillea millefolium* L., *Aegopodium podagraria* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Agrostis gigantea* Roth., *Festuca rubra* L., *Geum urbanum* L., *Heracleum sibiricum* L., *Leontodon autumnalis* L., *Lepidopsis suaveolens* (Pursh) Nutt., *Poa nemoralis* L., *Phleum pratense* L., *Potentilla intermedia* L., *Ranunculus acris* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Urtica dioica* L., *Vicia cracca* L., *Vicia sepium* L.

¹ Здесь и далее в тексте значения коэффициента корреляции составляли более 0.7

Таблица 2. Изменение встречаемости и разность проективного покрытия видов травяного покрова при продвижении от ствола липы сердцевидной к открытым участкам вне кроны в составе парковых насаждений г. Петрозаводска

Виды травяного покрова	r	t
<i>Alchemilla acutiloba</i> Opiz.	0.67	-2.86
<i>Amoria repens</i> (L.) C.Presl	0.94	-6.15
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	-0.84	1.06
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	0.89	-1.33
<i>Dactylis glomerata</i> L.	0.81	-0.91
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	0.77	-2.11
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	-0.37	3.75
<i>Festuca ovina</i> L.	-0.97	2.73
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	0.88	-1.52
<i>Plantago major</i> L.	0.71	-3.31
<i>Poa annua</i> L.	0.88	-1.12
<i>Poa pratensis</i> L.	0.44	0.55
<i>Poa trivialis</i> L.	-0.99	3.26
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	-0.98	2.91
<i>Trifolium pratense</i> L.	0.94	-1.41

Примечание: r - коэффициент корреляции встречаемости и расстояния от ствола дерева, t - критерий Стьюдента, показывающий различия двух выборок: проективного покрытия видов травяного покрова под кроной и вне кроны дерева. Выделены достоверные значения показателей, уровень значимости менее 0.05.

Обнаружена разная реакция видов травяного покрова при воздействии деревьев. Большая часть видов показывает положительную связь встречаемости и (или) проективного покрытия с расстоянием от ствола к периферии кроны и к внекрупным участкам. Это луговые виды, типичные представители городских газонов, разрастающиеся в условиях более высокой освещенности. Например, *Alchemilla acutiloba*, *Amoria repens*, *Artemisia vulgaris*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Trifolium pratense*. Для ряда видов обнаружена отрицательная связь признаков, т.е. подкрупное пространство является благоприятной средой обитания для данных видов трав. Это *Anthriscus sylvestris* - лесной вид, тяготеющий к богатым почвам с мягким гумусом, формирующимся под листовыми видами деревьев, а также *Stellaria media* и *Elytrigia repens* - адвентивные виды, широко распространенные во вторичных местообитаниях с богатыми почвами. Возрастание роли последней группы реактивных видов под кронами древесных растений может быть связано и со снижением конкуренции со стороны других видов травяного покрова по сравнению с участками вне кроны деревьев.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Установлено, что в лесных и парковых экосистемах среднетаежной подзоны липа сердцевидная играет определенную средообразующую роль, которая проявляется в изменении кислотности почв и освещенности по сравнению с окружающими участками. Более четко проявляется это воздействие в лесных экосистемах с наличием парцелл двух типов: с доминированием хвойных и широколиственных древесных видов, представленных на территории заповедника «Кивач».

Как в лесных, так и в городских парковых экосистемах наблюдается влияние липы сердцевидной на состав травяного покрова. В составе лесных фитоценозов для 19 видов, в городских парковых экосистемах - для 14 видов травяно-кустарничкового покрова обнаружена связь проективного покрытия и встречаемости с расстоянием от ствола липы сердцевидной.

В связи с разной реакцией видов в зоне фитогенного поля липы сердцевидной, можно определить экологическое значение липы как вида, обеспечивающего появлению новых экологических ниш и способствующего повышению видового разнообразия как в лесных, так и в городских парковых экосистемах.

Авторы статьи благодарят зав. кафедрой ботаники и физиологии растений ЭФФ ПетрГУ д.б.н. Е.Ф.Марковскую, и сотрудников заповедника «Кивач» А.В.Сухова и А.П.Кутенкова за помощь в организации полевых работ, студентку ЭФФ ПетрГУ Э.В.Шевцову и сотрудника КНЦ А.В.Платонова за помощь в сборе материала. Исследования поддерживаются РФФИ (проект №05-04-97523).

Литература

- Seiler J., Matzner E. Spatial variability of throughfall chemistry and selected soil properties as influenced by stem distance in a mature Norway spruce (*Picea abies* Karst.) stand // *Plant and soil*. 1995. Vol.176. №1. P.139-147.
- Заугольнова Л.Б., Михайлова Н.Ф. Структура фитогенного поля особой некоторых дерновинных злаков // *Бюл.МОИП. Отд. биол.* Т.83. Вып.6. 1978. С. 79-89.
- Платонова Е.А. Анализ катен заповедника «Кивач»: структура, сукцессионное состояние и потенциальный состав лесной растительности // *Экология*. 2005. №4. С. 1-7.

- Платонова Е. А., Лантратова А. С. Разнообразие растительного покрова заповедной территории Ботанического сада ПетрГУ // *Hortus botanicus*. 2001. Вып. 1. С. 42 – 51.
- Тимофеев В.П. Влияние липы на устойчивость и продуктивность насаждений // *Лесное хозяйство*. 1966. №2. С.14-22.
- Уранов А.А. Фитогенное поле // *Проблемы современной ботаники*. Т.1. М.; Л., 1965. С. 251–254.
- Уранов А.А., Михайлова Н.Ф. Из опыта изучения фитогенного поля *Stipa pennata* L. // *Бюл. МОИП. Отд. Биол.* Т.79, вып. 5. 1974. С. 151-160.
- Цинзерлинг Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада Европейской части СССР // *Труды геоморфологического института*. Вып.4. 1932. Л.: Изд-во АН СССР. 378 с.
- Чернавина И.А., Потапов Н.Г., Косулина Л.Г., Кренделева И.А. Минеральное питание // *Большой практикум по физиологии растений*. М, 1978. С. 54-60.
- Чистякова А.А. Большой жизненный цикл и фитоценотическая роль липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в разных частях ареала: Автореф. дис. канд.биол.наук. М., 1978. 16 с.
- Яковлев Ф. С. Сообщества с широколиственно-лесными элементами на северной границе их ареала // *Труды государственного заповедника «Кивач»*. Петрозаводск: Карелия, 1973. Вып.2. С.32-39.
- Яковлев Ф.С., Воронова Т.Н. Типы лесов Карелии и их природное районирование. - Петрозаводск: Карелия, 1959. 170 с.
- Ярмишко В.Т., Демьянов В.А. Особенности строения корневых систем древесных пород в горах Крайнего Севера // *Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды*. Петрозаводск, 1984. С.100.

Phytocenosis role of Tilia cordata Mill. in the natural and urban territories

Platonova E.A., Lantratova A.S., Golubin K.JU.

The investigation is devoted to the discovery of Tilia cordata Mill. influence to the mosaic of herb layer in the natural forests and urban park ecosystems. The differences of soil acidity and solar illumination under the crowns and outside of crown of lime trees were determined. The cover and occurrence of 19 species of herbs and dwarf-shrubs from natural forest and 14 herb species from urban parks changed in the crown zone of lime trees. Thus the lime trees in the investigated ecosystems provides new ecological niche and promotes the increasing of species richness.

Department of botany and Botanic garden of Petrozavodsk state university, Petrozavodsk, Russia