

**РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ *JUNIPERUS COMMUNIS* L.  
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ  
В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

**VARIETY OF LIFE FORMS OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L.  
AS AN INDICATOR OF ECOLOGICAL PLASTICITY IN THE URBAN ENVIRONMENT**

***P. С. Бондарук, И. Э. Бученков, Е. Р. Грицкевич*  
*R. Bandaruk, I. Butchenkov, E. Gritskevitch***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
roma.bondaruk@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Растения являются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности, и, прежде всего, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ. Цель работы – изучение биоэкологических особенностей можжевельника обыкновенного в условиях городской среды. В ходе исследований установлено, что на урбанизированных территориях у *J. communis* спектр жизненных форм более разнообразен, чем в природных условиях. Наряду с одноствольными деревьями, преобладающими в естественной природной среде, формируются новые геоксильные мало- и многоствольные деревья и аэроксильные дерево-куст.

The urban environment is distinguished by the originality of environmental factors, the specificity of man-made impacts, leading to a significant transformation of the environment. Plants are the main factor in the ecological stabilization of the urban environment due to their vital activity, and, above all, photosynthesis and the ability to accumulate pollutants. The aim of the work is to study the bioecological characteristics of the common juniper in the urban environment. In the course of the research, it was found that in urbanized areas, *J. communis* has a more diverse range of life forms than in natural conditions. Along with single-stemmed trees prevailing in the natural environment, new geoxyl small- and multi-stem trees and aeroxil tree-bush are formed.

*Ключевые слова:* городская среда, можжевельник обыкновенный, онтогенез, жизненные формы.

*Key words:* urban environment, common juniper, ontogeny, life forms.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-338-341>

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Растения хотя и подвергаются комплексному химическому, физическому, биогенному воздействию вследствие загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, но, тем не менее, остаются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности, и, прежде всего, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ [1, 2].

В крупных городах складывается особый температурный режим, характеризующийся повышенными температурами. Его формирование обусловлено усиленным притоком антропогенного тепла (работа промышленных предприятий, транспорт, отопительные системы жилых массивов, а также дополнительные источники теплового излучения – искусственные покрытия улиц и площадей, крыши и стены зданий) [2].

Воздействие промышленных предприятий и транспорта, существенно изменяющих состав воздуха в направлении уменьшения содержания кислорода и увеличения концентрации углекислого газа, способствует развитию парникового эффекта. Трансформация теплового баланса городской территории является причиной возникновения над городом слоя теплого воздуха куполообразной формы высотой до 200 м, называемого «тепловой шапкой». По этой причине температура воздуха в городе в среднем на 0,5-5 °С выше по сравнению с пригородной зоной, а безморозный период продолжительнее на несколько дней [3].

Важное экологическое значение имеет понижение относительной влажности воздуха в городе, это особенно заметно в летний период, когда разница между городом и пригородом по этому показателю достигает 7-15 %, а в центре – 20-22 %. Большая концентрация ядер конденсации в атмосфере над городом приводит к повышенной облачности и увеличению частоты выпадения осадков примерно на 10-15 % [2].

В городских условиях наблюдается нивелирование ветров, усиление турбулентности воздушных потоков, что связано с орографическими неровностями и планировочными особенностями городской застройки. Наличие

своеобразного «острова тепла» над центром города вызывает образование системы ветров, дующих от периферии к центру. Это приводит к ослаблению вентилируемости центральных районов города и скоплению вредных атмосферных примесей [1].

Задымление и запыленность воздуха, частая повторяемость туманов задерживают 18-20 % солнечной радиации (в сильно загрязненных районах – до 50 %, для коротковолновой ультрафиолетовой радиации – до 80 %). Ослабление наиболее активной в биологическом отношении радиации оказывает неблагоприятное влияние на жизнедеятельность растений. В районах с многоэтажной застройкой растения нередко испытывают недостаток света из-за прямого затенения [2].

Особенностью светового режима в урбаноэкосистемах является дополнительное освещение улиц, искусственно продлевающее световой день, которое не влияет на процессы фотосинтеза (из-за низкой интенсивности), но сказывается на фотопериодических реакциях растений и нарушает естественные биологические ритмы поведения насекомых-фитофагов, вызывая их перераспределение и скопление в отдельных частях насаждений [3].

В городах сильной трансформации подвергаются почвы, испытывающие комплексное антропогенное воздействие. Естественные почвы часто оказываются погребенными под слоем насыпного грунта, в том числе с примесью строительного мусора, и на профиле с трудом выделяются горизонты. Уплотненность и загрязненность урбаноземов, а также наличие асфальтового покрытия отрицательно воздействуют на температурный режим, воздухо- и водообмен почв, состояние почвенной микрофлоры и мезофауны, и как следствие, состояние растительности. В результате угнетается рост деревьев, появляются признаки суховершинности, происходит частичное или полное исчезновение травянистого покрова. Внесение гололедных солевых смесей, вызывающее засоление и формирование солонцеватости почв, способствует формированию условий «физиологической» сухости для растений.

Вследствие высокой теплопроводности асфальтового покрытия годовой перепад температур в корнеобитаемых горизонтах почв в городах составляет 40 °С (в естественных условиях не более 20-25 °С). В результате летом почва под асфальтом перегревается и иногда достигает 50-55 °С, а зимой, наоборот, сильно промерзает (до -10-13 °С), в итоге верхние слои почв не содержат живых корней [2].

Ежегодная уборка опавшей листвы, скашивание газонных трав изменяют элементный состав почв, что может привести к размыканию естественных биогеохимических циклов. Кроме того, происходит подщелачивание городских почв (рН 7,5, зональные почвы характеризуются рН 4-4,5), что снижает доступность элементов питания. Плодородие почв во многом определяется деятельностью почвенной микрофлоры и мезофауны, но, по указанным ранее причинам, городские почвы практически стерильны почти до метровой глубины [4].

Содержание органического углерода в почвах обуславливается не только сугубо почвенными процессами, но и оседающей пылью, включающей углеродосодержащие соединения промышленных и транспортных выбросов. Такой органический углерод не имеет прямого отношения к гумусу и не может служить показателем плодородия почв.

В почвах промышленных центров отмечается превышение допустимого уровня содержания микроэлементов и, соответственно, переходит в разряд тяжелых металлов. В большинстве случаев загрязнение тяжелыми металлами затрагивает лишь поверхностные слои почвы.

В последние годы происходит значительное увеличение антропогенной нагрузки на урбанизированные экосистемы. В этих условиях важным свойством живых организмов является способность сочетать устойчивость (гомеостаз) и приспособления (адаптации) к изменяющимся условиям среды, что дает возможность выжить в условиях нарастающего антропогенного стресса.

Значительную роль в создании благоприятной для людей среды обитания играют древесные растения. В городских ландшафтах они выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, ионизацией воздуха, формированием своеобразного микроклимата.

В то же время насаждения, произрастающие на урбанизированных территориях, испытывают на себе постоянное влияние техногенного загрязнения. В связи с этим большое значение приобретает проблема изучения резистентности различных видов растений к городским условиям.

Оценка экологической пластичности растений и определение их адаптивного потенциала позволяет решать разнообразные экологические и прикладные задачи, а также прогнозировать поведение видов при климатических изменениях и антропогенных воздействиях.

Особую ценность в улучшении качества городской среды представляют хвойные растения. Большинство из них являются вечнозелеными, что повышает их роль в озеленении городов, особенно расположенных в зоне умеренного климата, так как они участвуют в очистке воздуха от пыли и вредных газов даже в зимнее время.

Использование хвойных растений в озеленении городов зачастую затруднено их высокой чувствительностью к ряду загрязняющих веществ, что определяется преимущественно значительной продолжительностью жизни хвои. Но все же некоторые виды хвойных отличаются значительной устойчивостью к техногенному загрязнению. Среди них можно отметить виды рода можжевельник (*Juniperus L.*), которые не только обладают высокими декоративными качествами, но и, по сравнению с другими хвойными растениями, способны противостоять действию токсичных газов.

В связи с этим, изучение эколого-биологических особенностей видов рода можжевельник в районах г. Минска с различной антропогенной нагрузкой позволит провести оценку перспективности применения данного растения и различных его форм и сортов для улучшения качества окружающей среды.

В связи с этим, целью наших исследований было выявление биоэкологических особенностей сортов и форм можжевельника обыкновенного в условиях городской среды на основе комплексного изучения экологических, морфометрических и физиологических параметров.

Исследования проводили с 2018 по 2020 гг. в различных по экологическим условиям районах города Минска. Объект исследований – насаждения можжевельника (виды, сорта и формы) в составе зеленых насаждений в различных с точки зрения экологических условий районах города Минска.

Согласно методике С.Н. Краснощековой (1987), в качестве зон условного контроля в городе Минске выбраны: территории Центрального Ботанического сада НАН Беларуси, Лошицкого парка, улицы, парки и скверы Партизанского района. Жизненные формы определяли по классификации И.Г. Сереброва (1962). Кроме того, использовали подходы, предложенные А.А. Чистяковой и др. (1989) и О.А. Недосеко (1992).

Ботанический сад и Лошицкий парк расположены в зоне с пониженным значением комплексного индекса загрязнения атмосферы. За годы исследований индекс загрязнения атмосферы в Ботаническом саду составлял 5,21-3,10, а в Лошицком парке 4,17-2,08. Обобщенные данные анализа содержания в почве тяжелых металлов и рН снега представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в снежном покрове, мкг/л

Место отбора проб	Содержание элементов, мкг/л						рН талой воды
	Cu	Cd	Pb	Zn	Mo	Ni	
ЦБС НАН Беларуси	4,23±0,09	6,02±1,11	1,12±0,04	12,66±2,22	0,18±0,01	1,07±0,02	5,92 ± 0,02
Лошицкий парк	14,65 ± 2,42	15,67 ± 1, 27	6,30 ± 1,67	82,33 ± 11,67	2,88 ± 0,38	13,07 ± 1,41	5,10 ± 0,01
Зеленые насаждения микрорайона МТЗ	18,37 ± 2,33	18,87 ± 0,19	7,55 ± 0,01	102,27±13,11	3,28 ± 0,56	17,00 ± 4,33	7,16±0,06

Зеленые насаждения микрорайона Минского тракторного завода составляют 77,2 гектаров располагаются в Партизанском районе г. Минска и охватывает восточную часть города. Партизанский район – самый крупный промышленный район города Минска, включающий 28 предприятий, которые являются одними из основных стационарных источников загрязнения окружающей среды.

Кроме наличия загрязняющих веществ в воздухе (табл. 2), почвах и снежном покрове неблагоприятным для насаждений фактором являются повышенные температуры, освещение в ночное время, значительная плотность снежного покрова в зимний период.

Таблица 2 – Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе районов исследования

Место отбора проб	Концентрация, мг/г <sup>3</sup>				
	пыль	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
ЦБС НАН Беларуси	0,06±0,02	0,03±0,01	0,04±0,01	1,32±0,02	0,015±0,01
Лошицкий парк	0,09±0,03	0,05±0,01	0,07±0,02	1,64±0,04	0,037±0,002
Зеленые насаждения микрорайона МТЗ	1,27±0,06	0,08±0,01	0,15±0,04	2,27±0,06	0,082±0,004

Таким образом, можно заключить, что на изученных участках наблюдается высокий уровень загрязнения почв, снежного покрова, атмосферного воздуха. Агрохимические и физические свойства почв в этих районах также далеки от оптимальных для нормального развития растений: возрастают значения рН почв, изменяется содержание элементов минерального питания, снижается влажность.

Одним из важнейших признаков, определяющих приспособленность растений к среде обитания, является жизненная форма. Разнообразие жизненных форм (морфологическая поливариантность) у одного вида в разных условиях отражает степень экологической пластичности и возможности растений использовать разнообразные микроместообитания внутри сообщества. Виды с большим разнообразием жизненных форм характеризуются лучшим выживанием в неблагоприятных условиях и отличаются более широкими возможностями в обеспечении непрерывного оборота поколений. Таким образом, один и тот же вид в различных частях своего ареала или в разных экологических условиях нередко принимает различные жизненные формы, иногда значительно отличающиеся друг от друга.

Анализ литературных данных показал, что при описании жизненной формы *J. communis*, как правило, лишь указывается, что это дерево или кустарник [2, 3]. В соответствии с классификацией И.Г. Серебрякова (1962) данный вид относится к типу дерева; классу кронаобразующие с полностью одревесневшими удлиненными побегами; подклассу наземные; группе с подземными корнями; подгруппе прямостоячие; к секциям одноствольные (лесного типа) и кустовидные, или не многоствольные (плейокормные) деревья (субарктического и субальпийского типа) [5].

Вместе с тем, по нашим наблюдениям, некоторые особи *J. communis* совмещают признаки, характерные для деревьев и кустарников, так как на некоторой высоте от поверхности земли наблюдается ветвление главного побега. Растения совмещающие признаки характерные для деревьев (большая продолжительность жизни осей)

и кустарников (многоствольность) относят к жизненным формам – аэроксильное дерево (для особей с наземным формированием скелетных осей) или геоксильное мало- и многоствольное дерево (растения, у которых скелетные оси образуются подземно).

Как показали результаты наших наблюдений у *J. communis*, в условиях городской среды Минска, можно выделить следующие жизненные формы: одноствольное дерево, геоксильное многоствольное дерево, аэроксильное дерево-куст. Кроме того, установлено, что скелетные оси геоксильных деревьев могут иметь надземное ветвление (аналогичное аэроксильным).

В посадках г. Минска было проведено исследование количественного соотношения жизненных форм *J. communis*. Из общего числа особей (383) максимальная встречаемость была у многоствольных растений (около 73 %), одноствольных деревьев выявлено 12 %, а к жизненной форме аэроксильное дерево-куст можно отнести почти 15 % изученных растений.

Кроме того, при исследовании был проведен корреляционный анализ некоторых морфометрических параметров деревьев *J. communis*. По мнению А.В. Богачева (1974), соотношение различных морфометрических признаков является показателем особенностей формирования кроны деревьев.

Нами установлено, что у растений *J. communis* всех изученных жизненных форм в генеративном периоде развития существует положительная зависимость между высотой дерева и длиной кроны. Коэффициент корреляции составил 0,48-0,82 (табл.3).

Таблица 3 – Коэффициент корреляции (*r*) морфометрических параметров разных жизненных форм *J. communis*

Пара признаков	Одноствольные деревья	Аэроксильное дерево-куст	Многоствольные деревья
Высота дерева и диаметр ствола	0,77***	0,11***	- 0,61***
Высота дерева и длина кроны	0,48**	0,82**	0,58**
Высота дерева и диаметр кроны	0,62**	0,44**	0,15**
Диаметр ствола и длина кроны	0,75*	0,65*	- 0,51*
Диаметр ствола и диаметр кроны	0,44*	0,24*	- 0,48*
Длина кроны и диаметр кроны	0,29*	0,14*	0,11*

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

У одноствольных деревьев и аэроксильных деревьев-кустов также отмечена положительная корреляция между диаметром ствола и длиной кроны ( $r = 0,75$  и  $r = 0,65$ ), тогда как у многоствольных деревьев в средневозрастном генеративном состоянии наблюдалась отрицательная зависимость между данными признаками ( $r = -0,51$ ).

Таким образом, в наших исследованиях было установлено, что в условиях города у *J. communis* жизненные формы более разнообразны по сравнению с природным ареалом. Разнообразие способов размножения, наряду с наличием различных декоративных форм, в условиях городской среды, вызывает широкие адаптивные возможности, что позволяет данному виду максимально приспособляться к условиям городской среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бухарина, И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварничина, К.Е. Ведерников. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2007. – 216 с.
2. Герасимов, А.О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт-Петербурга: дис... к.б.н. / А.О. Герасимов. – СПб, 2003. – 181 с.
3. Горышина, Т.К. Растение в городской среде / Т.К. Горышина – Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
4. Карасев, В.Н. Эколого-физиологическая диагностика состояния городских зеленых насаждений / В.Н. Карасев, М.А. Карасева, А.А. Маторкин / Глобальные проблемы национальной безопасности России в 21 веке. – Седьмые Вавиловские чтения. – Материалы Всерос. междисциплинарной конференции – Ч.2. – Йошкар-Ола, 2003. – С.201-203.
5. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И.Г. Серебряков. – М. : Высш. шк., 1962. – 380 с.