

И. А. Шобанова, ст. науч. сотрудник; Е. А. Сидорович, зав. лабораторией;
Г. И. Булавко, вед. науч. сотрудник (Центральный ботанический сад НАН Беларуси)

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Through morphological size needles of spruce and pigment contents it was estimation a planting states in the city. The research made at spruce Colorado (*Picea pun gens*), growing on the different Minsk departments: Moskovskiy, Central, Frunzensky, Pervomayskiy. As a control was of use spruce Colorado growing at village Vyasynka. The samples were taken in July. At city sites were lover the number needles on branch spruce Colorado and its sizes. Differences of total pigment value between the city and country sites were statistically different. The total pigment value for the city sites was more than that one for country. Chlorophyll a to b ratio was higher at city sites. Carotene share in total pigment content was lower at city sites. The annual growth branches are suited for estimation a planting states in the city, as value annual growth have a few oscillate within one variation but have statistically difference s for city and country sizes.

Введение. Важная планетарная роль растений вызывает обеспокоенность изменением условий их функционирования. Поскольку в измененных условиях среды рост растений замедляется, но продолжается, очевидно, что пигментная система, ответственная за эффективность фотосинтеза, достаточно пластична и имеет адаптационные пределы, позволяющие растению поглощать световую энергию. Для интродуцированных растений техногенный пресс урбанизированных территорий осложняется и чужеродными биотическими факторами среды. Проследив за изменением пигментного комплекса у растений в городской черте, можно установить характер адаптационных изменений в ответ на повышение концентрации ксенобиотиков в атмосфере и почве, а также использовать ответную реакцию растений как показатель неблагоприятия состояния окружающей среды, что и составляло цель данного исследования.

Основная часть. Исследования проведены на групповых посадках ели колючей в разных районах г. Минска: Московский (пр. Дзержинского), Центральный (пр. Победителей), Фрунзенский (ул. Кальварийская), Первомайский (Центральный ботанический сад). В качестве контроля использованы ели, растущие в пригороде Минска (д. Вязынка). Для определений на высоте 1,3 м отбирали по 1 ветке с 5 деревьев. Особенности роста хвойных позволяют определить функциональное состояние хвои, формирующейся на растении в течение ряда лет. Это дает возможность выявить общую тенденцию в развитии растения в конкретных условиях на фоне колебания климатических факторов. Отбор образцов проведен в период максимального накопления пигментов – в июле.

Полученные результаты свидетельствуют о зависимости содержания хлорофилла от возраста хвои. Минимальное количество зеленых и желтых пигментов отмечено в однолетней хвое, далее с возрастом происходит повышение концентрации пигментов (рис. 1). В хвое елей, растущих в д. Вязынка, содержание хлорофилла

варьировалось от 0,943 до 1,258 мг/г, что сопоставимо с данными, полученными для ели европейской в летние месяцы – 0,919 мг/г.

В условиях урбоэкосистемы общее количество хлорофилла в хвое ели колючей превышало контроль. Ранее было установлено, что в зонах распространения техногенных эмиссий концентрация хлорофилла в хвое ели колючей увеличивается до 2,0 мг/г. Увеличение количества хлорофилла в хвое елей, растущих в разных районах города, вероятно, отражает степень загрязнения воздушной среды в этих районах.

Действие техногенной нагрузки отражалось на темпах количественного роста пластидных пигментов с увеличением возраста хвои. Так, трехлетняя хвоя ели колючей в пригородной зоне (д. Вязынка) содержит на 32% больше хлорофилла, чем однолетняя. В условиях городской среды темпы увеличения концентрации пигментов выше – в 3-летней хвое относительно однолетней их больше на 35% у ели колючей на территории Центрального ботанического сада, на 38% на пр. Дзержинского, на 49% на пр. Победителей, на 61% на ул. Кальварийской.

Известно, что в природе встречается 4 формы хлорофилла, различающихся по спектру поглощения света, для растений характерны только 2 – *a* и *b*. Пигментный аппарат приспособляется к световому режиму местообитания. Теневые листья деревьев содержат больше хлорофилла, чем световые; кроме того, отношение хлорофиллов *a/b* у световых листьев сдвинуто в пользу хлорофилла *a*. Очевидно, приспособительной реакцией растений обусловлено разное соотношение *a/b* форм хлорофилла у елей в разных районах города. Поскольку для исследований выбраны искусственные посадки деревьев, их освещенность достаточна и равномерна, следовательно, различия в содержании хлорофилла связаны с техногенными примесями в атмосфере. В контрольном варианте соотношение *a/b* форм у хвои разного возраста стабильно –

2,9 и возрастет до 3,1 только в 3-летней хвое. Тогда как в городских насаждениях это соотношение варьирует в большей степени и снижается по мере увеличения возраста хвои, т. е. по мере накопления негативного эффекта от условий среды. Величина фонда хлорофилла *a* у хвойных растений в качестве биоиндикаторного показателя используется в ряде работ. Фотохимические системы растений помимо хлорофиллов содержат каротиноиды.

В хвое ели колючей содержание каротиноидов повышалось с возрастом хвои от 0,510 мг/г в хвое текущего прироста до 0,637 в 1-летней и 0,701 в 2-летней. Доля каротиноидов в общем количестве пигментов слабо колеблется в зависимости от возраста хвои.

Для ели колючей, растущей в разных условиях, проанализировано соотношение содержания пигментов в хвое (хлорофилл / каротиноиды). Для контрольного варианта величина соотношения слабо уменьшается с возрастом хвои от 2,5 в текущем приросте до 2,3 в 5-летней хвое. В хвое городских насаждений это соотношение изначально ниже (2,4) и в последствии снижается (ЦБС) либо возрастает (ул. Кальварийская, пр. Победителей), т. е. имеет отличную от контроля тенденцию изменения с возрастом хвои. У деревьев, растущих на пр. Держинского, отличия в соотношении пигментов прослеживались как по величине соотношения, так и по его изменению во времени: каротиноидов содержалось меньше в хвое всех возрастных групп и с возрастом доля каротиноидов сокращалась.

Общим показателем размеров хвои является площадь ее поверхности. Определение данного показателя у ели колючей в разных районах города не позволило сделать однозначного вывода. У хвои 3, 4 и 5 лет достоверных различий по площади не было ни в пределах отдельного участка, ни между вариантами.

Значимые различия по площади характерны для молодой хвои. Самая крупная хвоя была у елей ЦБС, меньше по размерам хвоинки у елей на ул. Кальварийской и контрольном участке, самая мелкая хвоя принадлежит елям, растущим на пр. Держинского и пр. Победителей.

Различия в условиях роста отражаются на развитии побегов. Длина побегов ели колючей на исследованных участках различалась по абсо-

лютной величине и темпам прироста за предыдущие годы. Самые длинные побеги отмечены у ели колючей, растущей за чертой города, ежегодный прирост побегов колебался в незначительных пределах – от 11 до 14 см. В черте города побеги у ели короче, кроме того, на исследованных участках различался размах колебаний их величины. На 10–11 см ежегодно прирастают ветви ели колючей на пр. Держинского. Близкие по значению данные получены при измерении побегов ели колючей, высаженной на территории ЦБС (6,8–10,6 см) и ул. Кальварийской (6,0–10,2 см), но в течение последних 5 лет у елей в ЦБС отмечалось укорочение побегов, а на ул. Кальварийской – увеличение. Наименее благополучное состояние выявлено у ели колючей на пр. Победителей, здесь у ели самые короткие осевые побеги (таблица).

Закключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что состояние ели колючей на территории г. Минска не является критическим. Известно, что при загрязнении атмосферы продолжительность жизни хвои сокращается, поэтому наличие хвои на побегах 4 и 5 года свидетельствует об относительно благополучном состоянии елей.

Пигментная система реагирует на атмосферное загрязнение повышением концентрации хлорофилла в хвое, увеличением доли хлорофилла *a* и смещением соотношения пигментов в сторону хлорофилла.

Техногенное загрязнение изменяет количество хвои на елях и ее размеры. В неблагоприятных условиях у растений установлены компенсационные реакции, к которым наряду с увеличением содержания хлорофилла, видимо, можно отнести и повышение фотосинтезирующей поверхности хвои, но от сочетания конкретных факторов зависит направления роста поверхности. Увеличение затрат на поддержание необходимого уровня фотосинтеза приводит к замедлению роста побегов.

Ежегодный прирост осевых побегов является наиболее стабильным критерием роста данного вида, прирост его длины в пределах каждого исследованного участка варьирует незначительно, при этом различия по вариантам достоверны и отражают суммарный эффект негативных действующих факторов.

Таблица

Длина побегов ели колючей, растущей в разных районах г. Минска, см

Происхождение образцов	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Вязынка	14,34±1,85	11,14±1,33	12,3±1,41	12,4±0,4	–
ЦБС	8,67±0,85	6,83±0,47	9,27±1,0	10,57±1,38	8,7±0,49
ул. Кальварийская	9,06±1,18	10,16±0,87	6,04±0,84	7,3±0,40	7,66±1,21
пр. Держинского	10,34±0,77	11,62±1,93	11,1±1,02	11,5±2,40	–
пр. Победителей	5,36±1,24	7,80±1,3	6,92±0,78	7,72±0,98	7,6±1,03