

ВЛИЯНИЕ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ИВЫ КОЗЬЕЙ (*SALIX CAPREA L.*) НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА И РОСТ ПОБЕГОВ

*На примере ивы козьей (*Salix caprea L.*) показано влияние фитогенного поля на некоторые параметры среды и морфометрические показатели побегов в разных частях кронового и подкронового пространства, определены особенности их изменчивости и корреляции между ними. Установлено, что различные составляющие фитогенного поля неодинаково влияют на рост побегов.*

Одним из наиболее интересных вопросов биологии остается рост и развитие организмов. Несмотря на достижения современной науки, эта важнейшая как в теоретическом, так и в практическом отношении проблема во многом еще не решена. В частности, пока до конца непонятыми являются механизмы развития пространственных структур, роль внутренних и внешних факторов в регулировании ростовых процессов, формировании отдельных органов, их систем и всего организма как целостной биологической системы. Та удивительная четкость линий и форм, симметричность и упорядоченность, которые характерны для растений, являются еще одним подтверждением наличия сложнейших механизмов морфогенеза, упорядоченности и системности в живой природе.

Будучи обусловленными генетически, морфогенные процессы осуществляются при постоянном воздействии внешних факторов различной природы (вещественной, энергетической, информационной). С другой стороны, само растение также способно активно влиять на прилегающее пространство в пределах своего фитогенного поля [8]. Очевидно, что эти изменения направлены на оптимизацию условий существования растения, его роста и развития.

Проведенные ранее исследования показали, что в кроновой области, на которую приходится внутренняя часть фитогенного поля [1], древесные растения способны существенно влиять на режимы освещения, температуры и влажности [5]. Практически неизученными являются изменения и взаимосвязь этих факторов внутри кронового пространства отдельных деревьев (в основном объектами подобных исследований служили растительные сообщества или достаточно крупные группы растений).

Вероятно, кроме микроклиматических факторов, могут существовать и другие, оказывающее формообразующее влияние. Направление роста побегов, их четко упорядоченное положение в структуре кроны далеко не всегда можно объяснить известными видами тропизмов. В кроне практически любого дерева можно наблюдать побеги, растущие вопреки гео- и фототропизму. Очевидно, что должны существовать и другие факторы, имеющие морфогенное влияние, интегрирующие растительный организм в целостную систему.

Предложенное нами использование биолокационного метода в изучении фитогенного поля [1–3] позволило обнаружить еще одну его компоненту, влияющую на формообразовательные процессы. В отличие от микроклиматических и аллелопатических факторов [6], величина биолокационного потенциала (БЛП), измеряемого в условных

единицах, возрастает от середины растения к его периферии с последующим уменьшением за пределами кроны. Топология биолокационной составляющей фитогенного поля тесно коррелирует с морфоструктурой целостного растения и ее отдельных составляющих [3]. Дальнейшее изучение этой компоненты фитогенного поля (ее видовой специфики, онтогенетической и сезонной динамики, интегративной и регуляторной роли, значения во взаимодействии между растениями, формирования общего фитогенного поля растительного сообщества, информационного обмена растения с окружающей средой и т.д.), совершенствование методических подходов и, наконец, установление природы, по нашему мнению, представляют большой теоретический и практический интерес.

Целью данной работы является выяснение особенностей и степени изменчивости режимов освещенности, температуры, влажности и биолокационного потенциала внутри кронового пространства ивы козьей (*Salix caprea* L.), анализ зависимостей между ними и влияния упомянутых факторов на сезонный прирост побегов. Объектом исследования послужило одиночно произрастающее дерево ивы козьей высотой 5,8 м, с диаметром основания ствола 18 см. Данное растение сформировало шаровидную крону диаметром 6 м, типичную для этого вида, высота штамба 1,1 м.

Исследования проводили в первой половине августа при полном развитии листовой поверхности. Анализируемые параметры измеряли с 11 до 13 ч при полной освещенности и слабом (до 3 м/с) ветре. Световой поток определяли с помощью люксметра «Ю-117», температуру и влажность — универсального электронного термометра-гигрометра «ТКА-ПКМ-43». Биолокационный потенциал вычисляли по разработанной нами методике [1]. Весь объем растения равномерно разделили на четыре горизонта, начиная с верхушки (три горизонта приходилось на крону, четвертый — на подкроновое

пространство). В вертикальной плоскости выделяли три зоны (А, В, С): зона А занимала внутреннюю часть объема растения, В — серединную, С — наружную. Измерения проводили в каждом из 12 сегментов в 3-кратной повторности. В этих же сегментах отбирали по четыре однолетних побега, усредненные показатели которых характеризовали морфометрию модельного побега. Контрольные показатели температуры и влажности для горизонтов I–III измеряли на высоте 3 м, для горизонта IV — вблизи поверхности почвы (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что растение существенно влияет на анализируемые показатели, формируя в фитогенном поле свой особый микроклимат. В наибольшей степени изменяется уровень освещения за счет отражения, поглощения и рассеивания падающего светового потока. Вследствие этого на уровне поверхности почвы освещенность составляет только около 10 % от полного освещения. Достаточно резко уровень освещения снижается при переходе от зоны С к зоне В. Различие в значениях светового потока между зонами В и А менее выражено. Наиболее заметно эта зависимость проявляется на уровне горизонтов II и III, где расположена основная масса листьев. Предыдущие наши исследования показали, что такое изменение величины освещенности характерно для растений сравнительно теневыносливых видов (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Quercus robur* L.) в отличие от светолюбивых видов (*Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris* L.), у которых освещенность изменялась более плавно [5]. Общей тенденцией для изменения светового потока является уменьшение его величины от верхних горизонтов к нижним и от внешней зоны в глубь кроны.

Данные табл. 1 свидетельствуют о достаточно существенном изменении температуры во внутренней части фитогенного поля ивы козьей. Практически во всех сегментах кроны температура воздуха была ниже

Таблица 1. Микроклиматические показатели и биолокационный потенциал внутренней части фитогенного поля ивы козьей

Параметр фитогенного поля	Горизонт	Зона			
		А	В	С	
Освещенность, тыс. лк	I	<u>77,1 ± 5,9</u>	<u>81,9 ± 5,6</u>	<u>89,0 ± 5,1</u>	
		72,6 ± 5,6	72,6 ± 5,4	83,8 ± 4,8	
	II	<u>35,0 ± 4,2</u>	<u>36,8 ± 5,4</u>	<u>52,1 ± 9,2</u>	
		33,0 ± 4,0	34,7 ± 5,1	49,1 ± 8,6	
	III	<u>17,0 ± 1,5</u>	<u>23,9 ± 0,7</u>	<u>43,7 ± 7,2</u>	
		16,0 ± 1,5	22,5 ± 0,6	41,1 ± 6,7	
	IV	<u>9,5 ± 0,9</u>	<u>11,5 ± 0,9</u>	<u>14,0 ± 1,0</u>	
		9,0 ± 0,8	10,8 ± 0,8	13,2 ± 0,9	
	Температура, воздуха, °С	I	<u>29,0 ± 0,1</u>	<u>29,1 ± 0,1</u>	<u>29,7 ± 0,2</u>
			98,3 ± 0,3	98,6 ± 0,2	100,7 ± 0,7
		II	<u>28,8 ± 0,1</u>	<u>28,3 ± 0,2</u>	<u>28,4 ± 0,1</u>
			97,6 ± 0,3	95,9 ± 0,6	96,3 ± 0,3
III		<u>28,9 ± 0,2</u>	<u>29,0 ± 0,2</u>	<u>29,2 ± 0,2</u>	
		98,0 ± 0,5	98,3 ± 0,5	99,0 ± 0,5	
IV		<u>27,3 ± 0,1</u>	<u>27,5 ± 0,1</u>	<u>28,7 ± 0,1</u>	
		85,8 ± 0,1	86,5 ± 0,3	90,3 ± 0,3	
Относительная влажность воздуха, %		I	<u>36,3 ± 1,7</u>	<u>36,0 ± 1,3</u>	<u>35,7 ± 0,3</u>
			112,4 ± 5,3	111,5 ± 3,9	110,1 ± 0,8
		II	<u>37,4 ± 0,2</u>	<u>37,8 ± 0,1</u>	<u>37,3 ± 0,4</u>
			115,8 ± 0,5	117,0 ± 0,4	115,4 ± 1,3
	III	<u>38,1 ± 0,6</u>	<u>37,7 ± 0,8</u>	<u>37,5 ± 0,2</u>	
		118,0 ± 1,9	116,7 ± 2,4	116,1 ± 0,6	
	IV	<u>40,3 ± 1,0</u>	<u>39,4 ± 1,8</u>	<u>38,3 ± 0,6</u>	
		107,8 ± 2,7	105,3 ± 4,8	102,4 ± 1,6	
	Биолокационный потенциал, усл.ед.	I	3,9 ± 0,1	4,9 ± 0,1	6,1 ± 0,04
		II	3,2 ± 0,04	5,3 ± 0,2	6,4 ± 0,1
		III	3,2 ± 0,1	5,5 ± 0,2	6,4 ± 0,2
		IV	2,9 ± 0,1	3,3 ± 0,2	4,0 ± 0,2

Примечание. В числителе указаны абсолютные значения; в знаменателе – процент от контроля.

контрольных значений на 1,0–14,2 % (исключение составляла внешняя зона верхнего горизонта, где температура была несколько выше, однако отклонение не превышало величины стандартной ошибки). Наиболее «холодными» оказались внутренние зоны кроны, где температура была ниже на 0,2–0,6 °С. Четко выраженных тенденций в изменении температуры по гори-

зонтам не выявлено, однако в кроновом пространстве наиболее низкие по сравнению с контролем значения были характерны для насыщенного листьями горизонта II. Существенные изменения температурного режима отмечены для занимающего подкroновое пространство горизонта IV. Здесь абсолютные значения температуры были ниже контрольных на 3,1–4,5 °С. В целом

такое распределение температур, вероятно, объясняется как ослаблением освещенности (следовательно, и прогревания), так и транспирационными процессами, понижающими температуру листьев, а также испарением конденсированной влаги.

Распределение относительной влажности воздуха во внутренней части фитогенного поля имеет свои особенности. Наиболее высокие значения влажности отмечены на уровне горизонтов II и III. Здесь данный показатель превышал контрольные значения на 15,4–18,0 %. Достаточно высокая влажность характерна и для верхнего горизонта (выше контроля на 10,1–12,4 %). Наиболее «сухим» оказался горизонт IV. В приземном слое, практически лишенном листьев, влажность воздуха была выше контрольных значений всего на 2,4–7,8 %. Тенденция повышения влажности от наружной зоны в глубь кроны практически отсутствует — отклонения в значениях этого показателя между зонами практически не превышали стандартной ошибки средней арифметической. Такое распределение влажности свидетельствует о том, что освещенность и температура почти не влияют на эту характеристику. Главными факторами здесь, очевидно, являются транспирация и испарение конденсированной влаги с поверхности листьев и ветвей, высокая концентрация которых характерна для горизонтов II и III.

В изменении БЛП отмечена четкая тенденция к его увеличению от внутренних зон кроны к периферии, что характерно для всех горизонтов. Минимальные значения БЛП отмечены во внутренней части кроны (зона А) нижнего горизонта IV, максимальные — на наружной поверхности кроны (зона С) горизонтов II и III. Такая закономерность обнаружена нами и у других древесных растений [1, 3, 4]. Корреляция между величиной БЛП и насыщенностью меристемными тканями позволяет предположить, что именно эти ткани являются

источником биолокационно фиксируемой составляющей фитогенного поля.

Существенные различия в зависимости от месторасположения в кроне обнаружены и между показателями сезонного прироста побегов (табл. 2). Максимальные значения были характерны для побегов, расположенных в наружной части кроны (зона С), минимальные приросты — для побегов внутренней части кроны (зона А). Наибольшие отличия отмечены для показателей, характеризующих побег в целом. Так, побеги зоны С превышали по длине побеги зоны А в 1,5–2,7 раза, по диаметру основания — в 1,5–2,0 раза, по количеству междоузлий — в 1,5–2,3 раза, по количеству листьев — в 1,5–2,5 раза, по общей площади листовой поверхности побега — в 2,1–3,0 раза. Различия в аналогичных показателях между горизонтами были выражены не так сильно.

Относительно большей стабильностью характеризуются морфометрические показатели отдельных элементов побега. Так, различие в длине междоузлия между побегами наружных и внутренних зон не превышало 1,3 раза, в площади листа — 1,5 раза, а в длине и ширине листа вообще не выходило за пределы стандартной ошибки среднего значения. Практически неизменным оставался индекс формы листа, определяемый как отношение его длины к ширине.

Максимальные значения морфометрических показателей имели побеги, расположенные в наружной зоне горизонта II, где, вероятно, сложились наиболее подходящие экологические условия (равномерное, но достаточно сильное освещение, несколько сниженная температура и повышенная влажность). Максимальное значение БЛП косвенно свидетельствует о высокой интенсивности морфогенных процессов. Минимальные приросты количества междоузлий и листьев, площадь модельного листа и общая площадь листовой поверхности характерны для внутренней

Таблица 2. Морфометрические характеристики модельных побегов ивы козьей

Показатель стебля и листьев	Горизонт I			Горизонт II			Горизонт III			Горизонт IV		
	зона А	зона В	зона С	зона А	зона В	зона С	зона А	зона В	зона С	зона А	зона В	зона С
Длина стебля, см	20,3 ± 5,8	22,7 ± 3,2	37,2 ± 3,7	16,0 ± 2,0	20,3 ± 3,8	44,0 ± 4,4	17,0 ± 2,1	19,7 ± 2,2	39,3 ± 2,6	13,7 ± 2,0	16,7 ± 1,5	21,0 ± 1,2
Диаметр основная стебля, мм	4,0 ± 0,6	4,3 ± 0,3	6,0 ± 0,6	3,3 ± 0,3	5,0 ± 0,6	6,7 ± 0,3	3,8 ± 0,2	4,3 ± 0,3	6,3 ± 0,3	3,3 ± 0,2	3,7 ± 0,3	4,8 ± 0,2
Количество междоузлий	16,0 ± 1,7	19,7 ± 1,5	24,0 ± 1,7	13,3 ± 1,5	16,0 ± 1,2	30,1 ± 3,1	15,3 ± 1,5	15,7 ± 0,9	27,0 ± 1,5	12,7 ± 1,5	15,7 ± 0,9	18,7 ± 0,7
Длина междоузлия, см	1,23 ± 0,23	1,15 ± 0,11	1,54 ± 0,05	1,22 ± 0,12	1,25 ± 0,14	1,47 ± 0,11	1,10 ± 0,03	1,24 ± 0,14	1,47 ± 0,11	1,07 ± 0,04	1,06 ± 0,03	1,12 ± 0,03
Количество листьев	14,3 ± 2,0	15,7 ± 1,7	21,3 ± 1,7	10,3 ± 1,5	12,7 ± 1,9	26,2 ± 2,5	12,3 ± 0,3	11,7 ± 0,9	23,0 ± 1,5	9,3 ± 1,3	11,7 ± 1,3	15,3 ± 0,9
Длина листа, см	8,6 ± 0,5	9,7 ± 0,4	8,8 ± 0,5	8,9 ± 0,4	9,9 ± 0,7	8,9 ± 0,3	8,9 ± 0,4	9,8 ± 0,5	9,4 ± 0,4	8,2 ± 0,4	8,8 ± 0,5	9,3 ± 0,4
Ширина листа, см	4,0 ± 0,2	4,3 ± 0,1	3,9 ± 0,1	4,2 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,0 ± 0,1	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,0 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,2 ± 0,1
Индекс формы листа	2,13 ± 0,13	2,26 ± 0,03	2,27 ± 0,12	2,11 ± 0,01	2,17 ± 0,09	2,22 ± 0,05	2,00 ± 0,07	2,17 ± 0,03	2,28 ± 0,08	2,04 ± 0,05	2,13 ± 0,05	2,23 ± 0,02
Площадь листа, см ²	17,9 ± 1,4	19,7 ± 1,5	26,3 ± 1,4	22,3 ± 2,9	25,3 ± 2,8	25,4 ± 0,5	15,5 ± 2,7	22,7 ± 2,5	25,5 ± 0,6	15,3 ± 1,8	19,2 ± 2,5	23,6 ± 0,9
Общая площадь листьев, см ²	260,5 ± 49,1	339,4 ± 30,7	556,1 ± 73,8	224,2 ± 9,2	324,2 ± 76,4	657,6 ± 51,8	192,7 ± 38,3	262,1 ± 23,8	584,8 ± 34,2	139,4 ± 12,0	227,4 ± 47,3	360,6 ± 8,5

части (зона А) нижнего горизонта. В этой части растения отмечены наиболее низкие показатели освещенности, температуры и БЛП.

Существенный интерес представляет определение и оценка зависимостей между исследуемыми показателями. В табл. 3 представлены значения коэффициента корреляции между экологическим и морфологическими параметрами. Как высокую степень взаимосвязи между показателями рассматривали значения коэффициента корреляции (r) $> 0,600$, как низкую — $r < 0,300$, как среднюю — $0,300 \leq r \leq 0,600$. Освещенность наиболее тесно коррелирует с относительной влажностью, причем эта зависимость имеет обратный характер ($r = -0,907$). Среднюю, приближающуюся к высокой, степень зависимости ($r = 0,575$) обнаружили между освещенностью и температурой воздуха. В свою очередь, относительная влажность имеет тесную обратную зависимость от температуры ($r = -0,757$). Зависимость между БЛП и освещенностью — средняя ($r = 0,514$), в то же время БЛП практически не связан с температурой ($r = 0,155$). Обратная средняя по величине зависимость между БЛП и относительной влажностью воздуха ($r = -0,555$), вероятно, носит случайный характер (при изучении взаимозависимости между этими показателями в фитогенном поле дуба обыкновенного [4] данная корреляция также имела обратный характер, но была несущественной).

Интересно отметить, что тесной зависимости между микроклиматическими и морфометрическими показателями в большинстве случаев не обнаружено. Средняя степень корреляции была характерна для зависимостей между освещенностью и длиной побега, диаметром его основания, количеством междоузлий, шириной листьев, индексом формы листа и общей площадью листовой поверхности, а также для зависимостей между относительной влажностью и длиной и диаметром основания побега, количеством междоузлий и их дли-

ной, количеством и длиной листьев, общей площадью листовой поверхности (во всех этих случаях зависимость имела обратный характер). Степень изменчивости остальных зависимостей была низкой ($r \leq 0,300$).

Связь между БЛП и анализируемыми морфометрическими параметрами была значительно более тесной. Так, высокие значения коэффициента корреляции отмечены между БЛП и длиной и диаметром основания побега, количеством и длиной междоузлий, количеством листьев, индексом формы листа, его площадью и общей площадью листовой поверхности. Такая же высокая степень сопряженности обнаружена между этими показателями и у дуба [4], что указывает на существенную роль БЛП в морфогенных процессах.

Таким образом, в пределах внутренней части фитогенного поля, охватывающей кроновое и подкroновое пространство, формируется особый микроклимат. Отличительными особенностями его являются уменьшение уровня освещенности и температуры, возрастание относительной влажности воздуха, что в целом направлено на создание растением более благоприятных климатических условий. Световой режим определяется распределением листьев в кроне растения и их оптическими свойствами. На температуру воздуха влияют освещенность, транспирация и, очевидно, вентилируемость кроны (у растений с ажурной продуваемой кроной контраст температур внутри кронового пространства выражен гораздо меньше). Эти же факторы определяют и влажностный режим в пределах внутренней части фитогенного поля. Тесной корреляции между микроклиматическими показателями и морфометрическими параметрами побегов не выявлено, хотя наиболее развитые побеги расположены в наиболее освещенных частях кроны. Гораздо сильнее выражена зависимость между БЛП и морфометрическими показателями побегов. Подобное распределение БЛП в кроновом пространстве и его взаимосвязь с

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между микроклиматическими показателями, БЛП и морфометрическими параметрами побегов ивы козьей

Показатель	БЛП	Освещенность	Температура воздуха	Относительная влажность воздуха	Длина побега	Диаметр основания побега	Количество междоузлий побега	Длина междоузлия	Количество листьев побега	Длина листа	Ширина листа	Индекс формы листа	Площадь листа	Общая площадь листьев побега
БЛП	1,000													
Освещенность	0,514	1,000												
Температура	0,155	0,575	1,000											
Относительная влажность	-0,555	-0,907	-0,754	1,000										
Длина побега	0,792	0,475	0,051	-0,442	1,000									
Диаметр основания	0,820	0,379	0,049	-0,390	0,937	1,000								
Количество междоузлий	0,767	0,427	0,016	-0,410	0,942	0,916	1,000							
Длина междоузлия	0,614	0,415	0,151	-0,408	0,801	0,719	0,578	1,000						
Количество листьев побега	0,745	0,477	0,066	-0,458	0,952	0,922	0,980	0,635	1,000					
Длина листа	0,500	0,081	0,200	-0,321	0,084	0,250	0,127	0,084	0,076	1,000				
Ширина листа	0,031	-0,325	0,060	0,064	-0,324	-0,152	-0,305	-0,200	-0,349	0,795	1,000			
Индекс формы листа	0,665	0,375	-0,058	-0,391	0,522	0,554	0,610	0,298	0,591	0,382	-0,081	1,000		
Площадь листа	0,660	0,260	0,136	-0,361	0,605	0,689	0,530	0,641	0,518	0,408	0,039	0,528	1,000	
Общая площадь листьев побега	0,819	0,469	0,080	-0,469	0,947	0,955	0,952	0,689	0,954	0,183	-0,280	0,656	0,729	1,000

морфометрическими параметрами обнаружены нами и у других древесных растений, что указывает на существенную роль данного фактора в формировании пространственных структур растительного организма.

1. Горелов А.М. Биолокация и ее использование в изучении растений. — К.: Фитосоцицентр, 2007. — 112 с.

2. Горелов О.М. Фітогенні поля та біолокаційний метод їх досліджень // Наук. вісн. Чернів. держ. ун-ту ім. В. Стефаника. Біологія. — 2000. — Вип. 7. — С. 162–171.

3. Горелов О.М. Фітогенне поле як фактор формування просторової структури деревних рослин // Там само. — 2006. — Вип. 298. — С. 20–25.

4. Горелов О.М. Вплив фітогенного поля дуба звичайного на мікроклімат і поточний приріст пагонів // Биол. вестн. Харьк. нац. ун-та. — 2008. — 12, № 1. — С. 106–109.

5. Горелов О.М., Горелов О.О. Особливості режимів освітлення, температури та вологості у кронному та підкронному просторі деревних рослин // Інтродукція рослин. — 2009. — №1. — С. 34–37.

6. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. — К.: Наук. думка, 1973. — 206 с.

7. Крышень А.М. Фитогенное поле: теория и проявления в природе // Известия АН. Сер. биол. — 2000. — № 4. — С. 437–443.

8. Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. — М.; Л., 1965. — Т. 1. — С. 251–254.

Рекомендовал к печати Ф.М. Левон

О.М. Горелов

Національний ботанічний сад
ім. М.М. Гришка НАН України,
Україна, м. Київ

ВПЛИВ ФІТОГЕННОГО ПОЛЯ ВЕРБИ
КОЗЯЧОЇ (*SALIX CAPREA* L.)
НА ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ТА РІСТ ПАГОНІВ

На прикладі верби козячої (*Salix caprea* L.) показано вплив фітогенного поля на деякі параметри середовища та морфометричні показники пагонів у різних частинах кронного та підкронного простору, визначено особливості їхньої мінливості та кореляції між ними. Встановлено, що різні складові фітогенного поля неоднаково впливають на ріст пагонів.

A.M. Gorelov

N.N. Grishko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kiev

THE *SALIX CAPREA* L. PHYTOGENIC
FIELDS INFLUENCE ON THE FORMATION
OF MICROCLIMATE AND SHOOT GROWTH

The phytogenic field influence on some parameters of environment and morphogenic indexes in different parts of crown and undercrown space is shown on example *Salix caprea* L. The peculiarities of their variations and correlations between there are studied. It is established, that some components of phytogenic field have different influence on the shoot growth.