

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПОБЕГОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Проанализированы значения коэффициента корреляции между некоторыми параметрами фитогенного поля и морфометрическими показателями побегов некоторых видов древесных растений. Установлено, что в наибольшей степени морфометрические характеристики растений связаны с биолокационным потенциалом и освещенностью, в меньшей — с температурой и влажностью воздуха.

Очевидным является тот факт, что размеры и другие морфологические параметры органов неодинаковы у разных частей растения. Такие отличия вызваны рядом причин, которые можно разделить на внутренние и внешние. Внутренние обусловлены физиолого-биохимическими и генетическими регуляторными системами (метаболической, трофической, гормональной, электрофизиологической, генетической), определяющими ход морфогенетических процессов на уровне как отдельных органов, так и растения в целом. К внешним относится вся совокупность факторов, определяющая особенности среды, в которой находится растение. Прилегающая к растению и особенно находящаяся в пределах его контура среда, в свою очередь, также испытывает существенное воздействие со стороны самого растения. Это пространство получило название «фитогенное поле» (ФП) [6]. В наибольшей степени таким изменениям подвержены световой, температурный и влажностный режим, определяющие микроклиматическую специфику этого поля. Применение биолокационного метода позволило выявить еще одну компоненту ФП [1–3], величина которой определяется биолокационным потенциалом (БЛП). Эти па-

раметры среды существенно меняются в пределах контура растения и, вероятно, могут влиять на морфогенетические процессы.

Цель данной работы — нахождение и оценка тесноты связи между БЛП, освещенностью, температурой, относительной влажностью воздуха и некоторыми морфометрическими характеристиками годичных побегов.

Объектами исследований были древесные растения широко распространенных в Северной Лесостепи Украины видов с разными жизненными формами, систематической принадлежностью и экологическими требованиями к условиям существования. Данные растения вступили в генеративную фазу онтогенеза, произрастают на открытых пространствах, не имеют видимых повреждений, сформировали типичный для своего возраста и условий местопроизрастания габитус.

Весь объем, занимаемый надземной частью растения, равномерно условно разбивали на четыре уровня в горизонтальной плоскости и три сектора — в вертикальной. В каждом из этих двенадцати сегментов с трехкратной повторностью замеряли климатические показатели и БЛП. Замеры проводили при полном освещении в период с 11⁰⁰ до 13⁰⁰ и скорости ветра до 5 м/с в фазу

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между параметрами фитогенного поля и морфометрическими показателями стебля модельного побега

Фактор ФП	Длина стебля	Диаметр стебля	Количество междоузлий	Длина междоузлия
<i>Betula pubescens</i>				
БЛП	0,787	0,756	0,787	0,179
Освещенность	0,623	0,710	0,516	0,393
Температура воздуха	-0,090	-0,110	-0,132	0,110
Относительная влажность воздуха	-0,115	-0,037	-0,117	-0,016
<i>Salix caprea</i>				
БЛП	0,773	0,799	0,757	0,586
Освещенность	0,434	0,391	0,409	0,355
Температура воздуха	0,364	0,339	0,344	0,361
Относительная влажность воздуха	-0,264	-0,323	-0,253	-0,251
<i>Quercus robur</i>				
БЛП	0,639	0,612	0,552	0,454
Освещенность	0,131	0,042	0,357	-0,226
Температура воздуха	-0,005	-0,074	-0,045	0,089
Относительная влажность воздуха	-0,029	0,075	-0,171	0,127
<i>Pinus sylvestris</i>				
БЛП	0,406	0,328	0,013	-
Освещенность	0,863	0,930	0,347	-
Температура воздуха	0,251	0,273	0,193	-
Относительная влажность воздуха	0,731	0,739	0,488	-
<i>Salix triandra</i>				
БЛП	0,076	-0,011	0,149	-0,310
Освещенность	0,731	0,675	0,744	-0,579
Температура воздуха	0,529	0,453	0,530	0,554
Относительная влажность воздуха	-0,701	-0,667	-0,724	0,497

Примечание: Жирным шрифтом выделены значения, достоверные при $P = 0,1$.

прекращения линейного прироста побегов. Для определения морфометрических характеристик побегов прироста текущего

года отбор образцов проводили в августе — первой декаде сентября в каждом сегменте в четырехкратной повторности. Расчет коэффициента корреляции (r) выполняли с помощью прикладного пакета программ Excel-2007, оценку статистической достоверности — с использованием критерия Стьюдента. Связь между показателями оценивали как высокую при значениях коэффициента корреляции $r \geq 6,00$, как умеренную — при $3,00 < r < 6,00$ и как слабую — при $r \leq 3,00$.

Значения коэффициента корреляции между морфометрическими показателями стеблевой части побега годового прироста и факторами ФП представлены в табл. 1. Для *Betula pubescens* Ehrth. наиболее тесная и статистически достоверная и прямая связь обнаружена между показателями стеблевой части побега, БЛП и освещенностью. Наиболее тесно коррелируют между собой БЛП и длина и диаметр стебля, а также количество междоузлий. Несколько меньшей, но также существенной является зависимость между этими показателями и освещенностью. Связь между температурой, влажностью воздуха и морфометрическими параметрами модельного стебля у березы практически отсутствует.

Для *Salix caprea* L. обнаружена существенная связь БЛП с анализируемыми морфометрическими показателями стеблевой части побега (см. табл. 1). Эти связи прямые и статистически достоверные. Между освещенностью и температурой воздуха и морфометрическими параметрами стебля корреляция умеренная. Зависимость этих показателей (кроме диаметра основания стебля) от влажности воздуха не обнаружена.

Для *Quercus robur* L. выявлена тесная связь между БЛП, длиной и диаметром годового прироста, а также умеренная — между БЛП и количеством и длиной междоузлий. Корреляции между другими изучаемыми показателями несущественны (см. табл. 1).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между параметрами фитогенного поля и морфометрическими показателями листовой системы модельного побега

Фактор ФП	Количество листьев	Длина листа	Ширина листа	Индекс формы листа	Площадь листа	Общая площадь листовой поверхности побега
<i>Betula pubescens</i>						
БЛП	0,738	0,281	0,284	0,336	0,387	0,770
Освещенность	0,649	0,319	0,337	0,093	0,617	0,674
Температура воздуха	-0,080	-0,697	0,710	-0,474	-0,409	-0,205
Относительная влажность воздуха	0,010	0,176	0,215	-0,159	0,283	-0,027
<i>Salix caprea</i>						
БЛП	0,729	0,447	-0,022	0,578	0,648	0,804
Освещенность	0,449	0,141	-0,085	0,329	0,248	0,447
Температура воздуха	0,372	0,356	0,104	0,391	0,340	0,393
Относительная влажность воздуха	-0,298	-0,350	-0,199	-0,156	-0,342	-0,323
<i>Quercus robur</i>						
БЛП	0,773	-0,198	-0,280	0,419	0,256	0,715
Освещенность	0,467	0,645	0,628	0,292	0,461	0,086
Температура воздуха	0,090	-0,330	-0,309	0,151	-0,010	0,020
Относительная влажность воздуха	-0,277	0,750	0,663	-0,036	0,336	0,011
<i>Pinus sylvestris</i>						
БЛП	0,414	0,522	0,499	-0,095	0,528	0,499
Освещенность	0,926	0,822	0,881	-0,378	0,890	0,856
Температура воздуха	0,297	0,313	0,411	0,008	0,290	0,337
Относительная влажность воздуха	0,760	0,521	0,612	-0,647	0,654	0,602
<i>Salix triandra</i>						
БЛП	0,097	-0,093	-0,234	0,319	0,784	0,513
Освещенность	0,687	-0,045	-0,014	-0,079	0,224	0,909
Температура воздуха	0,507	0,109	0,171	-0,151	0,028	0,685
Относительная влажность воздуха	-0,657	-0,137	-0,262	0,284	-0,167	-0,700

Примечание: Жирным шрифтом выделены значения, достоверные при $P < 0,1$.

У *Pinus sylvestris* L. морфометрические параметры стебля наиболее сильно связаны с освещенностью и в меньшей мере — с БЛП. Характерной особенностью этого вида является тесная корреляция между длиной и диаметром побега и относительной влажностью воздуха (см. табл. 1). Веро-

ятно, это можно объяснить морфологическими и физиологическими отличиями хвои от листьев, что требует дальнейших исследований.

У *Salix triandra* L., имеющего типичную кустовидную форму, морфометрические параметры стебля не зависят от БЛП,

но тесно коррелируют с освещенностью (см. табл.1). Достаточно сильная и статистически достоверная связь имеется между длиной и диаметром побега, количеством междоузлий и относительной влажностью воздуха. Влияние температурного фактора на морфометрию стебля умеренно и статистически достоверно.

Как известно, благодаря морфолого-анатомическим и физиологическим особенностям ассимиляционная система растения имеет высокую чувствительность к внешним факторам. Проведенные исследования позволяют установить тесноту связи между некоторыми параметрами листовой системы побегов текущего прироста и факторами ФП, которые, по нашему мнению, наиболее существенно влияют на эту систему (табл. 2).

У *Betula pubescens* БЛП наиболее тесно коррелирует с количеством листьев и общей площадью листовой поверхности побега, умеренно — с площадью листа, а размеры листа практически не зависят от этого фактора. Освещенность в большей мере связана с количеством листьев, их площадью и общей площадью листовой поверхности. Температура и относительная влажность воздуха практически не влияют на морфометрические параметры листовой системы побега березы (см. табл. 2).

У *Salix caprea* БЛП сильно коррелирует с количеством листьев, их площадью и общей площадью листовой поверхности побега, умеренно — с индексом формы листа. Освещенность умеренно связана с количеством листьев и общей их площадью, с другими же показателями ассимиляционной системы такая связь не выявлена. Температура и влажность воздуха, как и у предыдущего вида, слабо коррелируют с морфометрическими параметрами листовой системы, умеренная достоверная корреляция имеется лишь между температурой, индексом формы и общей площадью листовой поверхности (см. табл. 2).

БЛП *Quercus robur*, как и у березы и ивы козьей, оказался достаточно сильно связан с количеством листьев и общей площадью листовой поверхности побега. Сильной была зависимость между освещенностью и количеством листьев, а также их линейными размерами. Температура и влажность воздуха в целом мало связаны с параметрами листовой системы побега дуба, за исключением сильной корреляции между влажностью воздуха и размерами листа (см. табл. 2).

Для *Pinus sylvestris* ведущим фактором ФП, коррелирующим с морфометрическими показателями ассимиляционной системы, является освещенность. Этот фактор очень сильно связан с количеством хвоинок, площадью пары хвоинок, их общей площадью и линейными размерами. БЛП коррелирует с этим параметрами намного слабее, а температура воздуха с ними практически не связана. Достаточно сильная связь выявлена между относительной влажностью воздуха и почти всеми (кроме длины хвоинки) исследуемыми параметрами ассимиляционной системы сосны (см. табл. 2).

У *Salix triandra* БЛП тесно связан лишь с площадью листа, слабо влияя на другие параметры листовой системы. Освещенность сильно коррелирует лишь с двумя показателями — общей площадью листьев и их количеством. Сильная корреляция выявлена между общей площадью листовой поверхности, температурой и влажностью воздуха, а также между влажностью и количеством листьев (см. табл. 2).

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о разной степени зависимости между факторами ФП и морфометрическими параметрами исследованных растений. Так, для стеблей побегов текущего года большинства древовидных растений в наибольшей мере с БЛП оказались взаимосвязаны длина и диаметр побега, а также длина междоузлия ($r \rightarrow 0,800$). Зависимость морфометрии стеблей от освещенности была также высока, и этот

фактор ФП в основном определял длину и диаметр побега. Здесь прослеживается четкая тенденция к увеличению корреляции между уровнем освещенности и требовательности вида по отношению к этому фактору. Наиболее высокие значения коэффициента корреляции между освещенностью и морфометрическими характеристиками стеблевой части побега имели сосна обыкновенная и береза пушистая. Для менее требовательных к свету ивы козьей и дуба черешчатого эти коэффициенты не превышали 0,430, что свидетельствует об умеренной тесноте связи между освещенностью и анализируемыми морфометрическими показателями. Такая же умеренная зависимость выявлена и у ивы трехтычинковой. Длина междоузлия в целом коррелировала со всеми изучаемыми факторами ФП слабо. Связь между морфометрией стеблей и температурой и влажностью воздуха у *Betula pubescens*, *Salix caprea* выражена гораздо слабее, у *Salix triandra* эта связь умеренная, у *Pinus sylvestris* между параметрами побега и влажностью воздуха — сильная.

Для листовой системы модельных побегов исследованных растений БЛП также оказался существенным фактором, причем он в наибольшей мере связан с количеством листьев и общей площадью листовой поверхности побега. Влияние этого фактора на другие параметры выражено слабее. Освещенность наиболее сильно влияла на размеры листьев (хвои), их площадь и общую площадь листовой поверхности побега. Корреляция между этим фактором и параметрами ассимиляционной системы побега тем сильнее, чем требовательнее растение к свету. В наибольшей степени это выражено у сосны обыкновенной, несколько меньше — у березы пушистой. У кустовидной ивы трехтычинковой связь между исследуемыми параметрами ФП и морфометрией ассимиляционной системы выражена слабее, чем у древовидных растений.

Температура и влажность воздуха связаны с параметрами ассимиляционной системы побега в целом слабее. Высокие значения коэффициента характерны лишь для корреляции между отдельными параметрами (линейными размерами листьев, их количеством и общей площадью листовой поверхности). Следует отметить тесную зависимость между большинством морфометрических параметров ассимиляционной системы и влажностью воздуха у сосны обыкновенной, что, вероятно, обусловлено морфологическими и физиологическими особенностями хвои.

Анализ тесноты зависимостей между параметрами ФП и морфологическими показателями растения позволяет выявить характер их связи (прямой или обратный) и оценить ее количественно, однако не позволяет ответить на вопрос, какой из факторов является определяющим, а какой подчиненный. Наши предварительные исследования показали, что для климатических факторов также существует некоторая обусловленность между собой. Распределение БЛП в надземной части растения, вероятно, связано с насыщенностью кронового пространства физиологически активными органами и интенсивностью протекающих в них процессов.

Формируя, насколько это возможно, «под себя» окружающее пространство, растение само попадает в зависимость от уже созданных им условий. Это относится не только к климатическим факторам ФП. Положение новых частей растения не произвольно, а определяется ранее сформированной структурой. Очевидно, что такая закономерность проявляется на всех уровнях организации растительного организма. Так, место заложения нового примordia зависит от расположения уже существующих, новый лист закладывается в определенном месте на стебле, соответствующем филлотаксису конкретного растения, расположение побегов в кроне также детерминируется другими побегами [4, 5]. Конкретная

пространственная структура растения является следствием предыдущего морфогенеза и сама предопределяет направленность последующего развития. Вероятно, такая же взаимообусловленность присуща связям между факторами ФП и морфологическими характеристиками органов, систем и растения в целом.

Таким образом, различные факторы ФП в неодинаковой степени связаны с морфологическими характеристиками. Сильнее всего морфологические показатели связаны с БЛП и освещенностью, несколько ниже с температурой, а влажность воздуха практически на них не влияла. Как правило, наиболее сильными связи были между теми показателями, амплитуда изменчивости которых была выше. Для годичных побегов — это длина и диаметр, общая площадь листовой поверхности, количество листьев, площадь одного листа и его размеры, вес листовой фракции.

Для светолюбивых растений с ажурной, хорошо проницаемой для света и воздуха кроной (береза пушистая, сосна обыкновенная) связь между показателями ФП и морфологическими характеристиками побегов была в целом ниже, чем для растений с плотной кроной (дуб обыкновенный, ивы козья и трехтычинковая), однако существенных различий в корреляциях между параметрами ФП и морфологическими показателями у древовидных и кустарниковых форм не выявлено.

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

2. Горелов О.М. Методичні аспекти вивчення фітогенних полів // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Біол. — 2004. — Вип. 223. — С. 237–242.

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

4. Синнот Э. Морфогенез растений. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963. — 604 с.

5. Уоринг Ф., Филлис И. Рост растений и дифференцировка: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 512 с.

6. Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. — 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

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ДЕЯКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ФІТОГЕННОГО ПОЛЯ ТА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПАГОНІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Проаналізовано значення коефіцієнта кореляції між деякими параметрами фітогенного поля та морфометричними показниками пагонів деяких видів деревних рослин. Установлено, що найбільше морфометричні характеристики рослин пов'язані з біолокаційним потенціалом та освітленням, найменше — з температурою та вологістю повітря.

A.M. Gorelov

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

THE CORRELATION BETWEEN SOME PARAMETERS OF PHYTOGENIC FIELD AND MORPHOMETRICAL DATA OF WOODY PLANTS

The significance of correlation coefficient between some phytogenic field parameters and morphometrical shoot indexes some woody plant species are analyzed. It is established that plant morphometrical parameters are mostly connected with biolocal potential and lightning, less — with temperature and air humidity.