

УДК 581.1.13

А.М. Горелов

*Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины
ул. Тимирязевская, 1, г. Киев, 01014 Украина*

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВО ВНУТРЕННЕЙ ЧАСТИ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Фитогенное поле, микроклимат, корреляция, древесные растения

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ОСНОВНИМИ КЛІМАТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ У ВНУТРІШНІЙ ЧАСТИНІ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН. О.М. Горелов. – Наведені та проаналізовані значення коефіцієнтів кореляції між деякими кліматичними показниками у внутрішній частині фітогенного поля деревних рослин. Встановлено, що хоча світловий, температурний та вологісний режими багато в чому взаємообумовлені, але характер їхнього зв'язку більш складний, а у формуванні мікроклімату внутрішньої частини фітогенного поля беруть участь і інші фактори. Такими чинниками можуть бути вентиляція крони, конвекція повітря у внутрішньокроновому просторі, транспірація та інші.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВО ВНУТРЕННЕЙ ЧАСТИ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ. А.М. Горелов. – Представлены и проанализированы значения коэффициентов корреляции между некоторыми климатическими показателями во внутренней части фитогенного поля древесных растений. Установлено, что хотя световой, температурный и влажностный режимы во многом взаимообусловлены, но характер их связи более сложен, а в формировании микроклимата внутренней части фитогенного поля принимают участие и другие факторы. Такими факторами, по нашему мнению, могут быть вентиляруемость кроны, конвекция воздуха внутрикронового пространства, транспирация и другие.

THE CORRELATION BETWEEN MAIN CLIMATIC PARAMETERS IN THE INNER PART OF WOODY PLANTS' PHYTOGENIC FIELD A.M. Gorelov. – The data of correlation coefficient between some climatic parameters in the inner part of woody plants' phytogenic field is shown and analyzed. It is established that although light, temperature and humidity regimes depend on each other but the character of their connection are more difficult and other factors take part in the forming of microclimate of the phytogenic field inner part. Such factors, in our opinion, may be the crown ventilation, undercrown space air convection, transpiration e.t.c.

Известно, что растение своим присутствием меняет свойства прилегающего к нему пространства. Эта область по предложению А.А. Уранова (Уранов, 1965) получила название фитогенного поля (ФП). В иностранной (в основном англоязычной) литературе это пространство известно как экологическое поле, зона влияния, ареал особи (Bella, 1971; Walker et al., 1989), которые нами рассматриваются как синонимы ФП. Одним из наиболее очевидных проявлений ФП является изменение климатических параметров (освещенности, температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра, перераспределения осадков и т.д.). Главным объектом изучения климатических особенностей служили, как правило, крупные растительные сообщества (Гидрологическая роль..., 1989; Норин, Рахманина, 1968) или отдельные насаждения (Гордієнко, Шлапак, 1998; Иванько, 1999; Мирощ, 1976). Эти исследования, однако, проводились без учета того обстоятельства, что наблюдаемые климатические изменения являются совместным результатом влияния каждого отдельного растения. Наиболее заметно влияние растения на микроклиматические условия проявляется во внутренней части ФП, находящейся в пределах контура растения.

Предыдущие наши исследования показали, что в наибольшей степени в этой части пространства меняются световой, температурный и влажностный режимы (Горелов,

2008; Горелов, Горелов, 2009; Горелов, 2010). Световой режим для всех исследуемых растений характеризовался ослаблением освещенности сверху вниз и от периферии к внутренним секторам. У светолюбивых видов (*Betula pubescens* Ehrh., *Pinus sylvestris* L., *Salix acutifolia* Willd.) световой поток по горизонтам и секторам менялся более плавно, и освещенность на уровне поверхности почвы под такими растениями составляла до половины полного значения. У более теневыносливых растений (*Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Quercus robur* L.) различия в освещенности внутри кроны были более контрастными, а приземного горизонта достигало не более 1/5 полного освещения. Температурный режим характеризуется пониженными (до 10 °С) значениями и более плавными изменениями внутри кронового пространства. В отдельных случаях наблюдается некоторое (на 2–3 °С) повышение температуры, вызванное как слабым проветриванием кроны, так и темным цветом и опущением листьев, усиливающими нагрев и снижающими транспирацию. Во внутренней части ФП относительная влажность воздуха может повышаться в два раза. Здесь влажностный режим во многом определяется транспирацией и испаряемостью с других частей растения, продуваемостью и конвекционными движениями воздуха внутри кронового пространства. Анализ сезонного влияния на формирование микроклимата показал, что наиболее сильное воздействие растений проявляется в период максимального развития листовой поверхности. Таким образом, каждый из перечисленных климатических факторов определяется многими причинами.

Целью данной работы является установить характер связи и степень сопряженности между освещенностью, температурой и относительной влажностью воздуха в пределах внутренней части ФП, выявить общие и специфичные для исследуемых видов растений взаимосвязи между этими факторами.

Материал и методы исследований

Объектом исследований служили наиболее распространенные в Северной Лесостепи виды древесных растений (*Amorpha fruticosa* L., *Betula pubescens*, *Lonicera tatarica* L., *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Salix acutifolia*, *S. caprea*, *S. cinerea* L., *S. triandra* L., *Quercus robur*). Наблюдаемые растения вступили в генеративный период, сформировали типичную для данного вида и возраста крону, произрастали на открытых местах, не имели видимых повреждений и заболеваний. Измерения освещенности, температуры и относительной влажности воздуха проводились с помощью люксметра Ю-117 и электронного термометра-гигрометра ТКА-ПКМ-43 в период полного развития листовой поверхности (август – первая декада сентября), с 11 до 13 часов, при полном освещении и слабом (до 3 м/с) ветре. Для этого вся надземная часть растения равномерно разбивалась на четыре горизонта, в каждом из которых выделялось три сектора (внутренний, срединный и периферийный). Замеры выполнялись в каждом из двенадцати образовавшихся сегментов, повторность трехкратная.

Для установления зависимости между климатическими показателями нами вычислялись значения коэффициентов парной корреляции, парной корреляции между двумя факторами при неизменном третьем и многофакторной (в нашем случае трехфакторной) корреляции. Парная корреляция показывает степень сопряженности между двумя факторами без учета третьего. Парная корреляция при неизменном третьем факторе показывает сопряженность между двумя факторами при условии неизменности третьего, что позволяет сделать заключение, какая пара признаков является ведущей. Коэффициент многофакторной корреляции оценивает общую сопряженность анализируемых факторов.

Для оценки связи между признаками мы придерживались принятых в статистике правил: взаимосвязь между признаками отсутствует при коэффициенте корреляции меньше 0,3, умеренная при коэффициенте больше 0,3, но меньше 0,6 и существенная при коэффициенте корреляции больше 0,6. Положительный знак указывает на прямую зависимость между показателями, отрицательный знак – на обратную. Статистическая достоверность определялась по критерию Стьюдента. Значения коэффициентов корреляции между климатическими показателями представлены в таблице.

Результаты и их обсуждение

В формировании микроклимата в пределах контура березы пушистой наибольшая зависимость установлена между температурой и относительной влажностью воздуха (таблица). Эта зависимость существенна, статистически достоверна и имеет обратный характер. Достаточно равномерный режим освещенности и высокая продуваемость кроны, очевидно, ослабляли влияние света на формирование микроклимата, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициентов корреляции между освещенностью, температурой и влажностью. В целом взаимообусловленность этих показателей для березы пушистой оказалась невысокой.

Сопряженность между климатическими показателями во внутренней части ФП

Вид	Парная корреляция			Парная корреляция при фиксированном третьем факторе			Трехфакторная корреляция
	Ro-т ¹	Ro-в ²	Rт-в ³	Ro-т(в) ⁴	Ro-в(т) ⁵	Rт-в(о) ⁶	Ro-т-в ⁷
<i>Betula pubescens</i>	-0,1642	-0,0605	-0,8197	0,3739	-0,3453	-0,4261	0,3781
<i>Populus tremula</i>	0,5367	-0,4033	-0,6060	0,4002	-0,1171	-0,5046	0,5448
<i>Salix caprea</i>	0,7858	-0,7450	-0,6961	0,5579	-0,4459	-0,2603	0,8328
<i>Quercus robur</i>	0,3602	-0,7680	-0,6543	0,2938	-0,7545	-0,6321	0,7907
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,1630	-0,5989	-0,1409	0,0942	-0,5865	-0,0523	0,6012
<i>Amorpha fruticosa</i>	0,7031	-0,8865	-0,7500	0,1249	-0,7637	-0,3851	0,8884
<i>Salix acutifolia</i>	0,8442	-0,6775	-0,6551	0,7277	-0,304393	-0,2065	0,8639
<i>Salix cinerea</i>	0,7582	-0,7667	-0,8502	0,3149	-0,3555	-0,6423	0,7929
<i>Salix triandra</i>	0,7813	-0,8395	-0,8127	0,3128	-0,5623	-0,4624	0,56496
<i>Lonicera tatarica</i>	0,7638	-0,4895	-0,7840	0,7067	-0,2844	-0,7329	0,7856

Примечания: ¹ – Ro-т – коэффициент корреляции между освещенностью и температурой воздуха;

² – Ro-в – коэффициент корреляции между освещенностью и относительной влажностью воздуха;

³ – Rв-т – коэффициент корреляции между температурой и относительной влажностью воздуха;

⁴ – Ro-т(в) – коэффициент корреляции между освещенностью и температурой воздуха при постоянной влажности;

⁵ – Ro-в(т) – коэффициент корреляции между освещенностью и влажностью воздуха при постоянной температуре;

⁶ – Rт-в(о) – коэффициент корреляции между температурой и влажностью воздуха при постоянном освещении;

⁷ – Ro-т-в – коэффициент корреляции между освещенностью, температурой и влажностью воздуха.

Жирным шрифтом выделены показатели, статистически достоверные при $P_{0,1}$.

Для осины связь между температурой и влажностью в формировании микроклимата также наиболее существенна, статистически достоверна и обратная. Статистически значимой, но умеренной по силе является зависимость между освещенностью и температурой. Несколько выше оказалась зависимость между температурой и освещенностью. В целом взаимосвязь между анализируемыми факторами умеренная и статистически достоверна.

В формировании микроклимата ивой козьей наибольшее значение имеет режим освещения. Этот фактор напрямую определяет температуру и оказывает обратное влияние на относительную влажность воздуха, причем зависимость между освещенностью и температурой более тесная, чем между освещенностью и влажностью воздуха. Зависимости между тремя анализируемыми показателями высокие и статистически достоверны.

Для микроклимата дуба обыкновенного наиболее значимая связь обнаружена между освещенностью и влажностью. Именно эта пара признаков в наибольшей степени определяет микроклиматические особенности в пределах контура растения. Такая зависимость существенна, имеет обратный характер и статистически достоверна. Корреляция между температурой и влажностью воздуха также существенна, но имеет обратный характер. Взаимосвязь между световым и температурным режимом оказалась наиболее

слабой. В целом все три анализируемых фактора имеют высокую взаимообусловленность, где ведущее значение имеют освещенность и влажность.

В микроклимате сосны обыкновенной умеренная статистически достоверная зависимость обнаружена только между освещенностью и влажностью. Многофакторный корреляционный анализ, указывая в целом на достоверную и высокую общую зависимость между освещенностью, температурой и влажностью, позволяет выявить ведущую роль в режиме освещения и его влияние на влажность.

Микроклимат в пространстве, занимаемом аморфной кустарниковой, практически в равной степени определяется всеми тремя анализируемыми факторами, о чем свидетельствует высокое и статистически достоверное значение коэффициента множественной корреляции. Наиболее значимой оказалась взаимосвязь между освещенностью и температурой, несколько слабее между температурой и влажностью, а также между освещенностью и температурой.

Микроклиматические особенности в пределах внутренней части ФП ивы остролистной в наибольшей степени определяются освещенностью и температурой. Существенны и статистически достоверны также зависимости между освещенностью и влажностью и между температурой и влажностью. При анализе парной корреляции с фиксированным значением третьего фактора наиболее значимой также оказалась зависимость между освещенностью и температурой. В целом взаимосвязь между освещенностью, температурой и влажностью для этого вида ивы оказалась существенной и статистически достоверной.

Для ивы пепельной наиболее сильная зависимость обнаружена между температурой и влажностью. Зависимости между освещенностью и температурой, между освещенностью и влажностью несколько ниже, но также существенны и статистически достоверны. В целом на формирование микроклимата ивой пепельной влияют все три анализируемые фактора при наиболее значимой роли взаимосвязи между температурой и влажностью воздуха.

В пределах контура ивы трехтычинковой существенны и статистически достоверны зависимости между всеми парами факторов. Наиболее тесная связь между освещенностью и влажностью и температурой и влажностью. При фиксированном значении третьего признака эти связи умеренно значимы, но статистически достоверны. Взаимообусловленность между режимами освещения, температуры и влажности для микроклимата этого вида ивы умеренная.

Для жимолости татарской существенны и статистически достоверны зависимости в парной корреляции и парной корреляции при фиксированном третьем факторе обнаружены между температурой и влажностью и между освещенностью и температурой. Связь между освещенностью и температурой умеренная и достоверная. В формировании микроклимата общая взаимообусловленность между анализируемыми показателями высокая.

Выводы

Проведенный корреляционный анализ позволил определить, что микроклиматические особенности во многом имеют видоспецифический характер, определяемый строением, продуваемостью кроны, распределением листьев, вероятно, физиологическими и другими свойствами растений.

В парной корреляции зависимость между освещенностью и температурой имеет прямой характер (для березы пушистой и сосны обыкновенной обратный), существенна и достоверна для большинства исследуемых видов растений. Между освещенностью и влажностью зависимость обратная, высокая и достоверная (для березы пушистой низкая, для осины умеренная). Зависимость между температурой и влажностью имеет обратный характер, высокая и достоверная для всех видов, кроме сосны обыкновенной. Здесь эти показатели практически не коррелируют между собой.

При оценке парной зависимости между двумя климатическими факторами при фиксированном третьем общую тенденцию выявить не удалось, что не позволяет однозначно определить ведущую роль какой-либо пары факторов в формировании микроклимата растениями исследуемых видов. Здесь существенная и статистически достоверная связь между освещенностью и температурой обнаружена только у ивы остролистной и

жимолости татарской, между освещенностью и влажностью – у дуба обыкновенного и аморфы кустарниковой, между температурой и влажностью – для дуба обыкновенного, ивы пепельной и жимолости татарской.

Оценка сопряженности между тремя анализируемыми показателями показала высокую их корреляцию для большинства видов. Для осины, ивы трехтычинковой и березы пушистой такая взаимообусловленность была умеренной, хотя для первых двух видов и приближалась к высокой. В целом же для кустарников эта связь была выше, чем для деревьев.

Проведенные исследования позволили установить, что хотя световой, температурный и влажностный режимы во многом взаимообусловлены, но характер их связи более сложен, а в формировании микроклимата внутренней части ФП принимают участие и другие факторы. Такими факторами, по нашему мнению, могут быть вентилируемость кроны, конвекция воздуха внутри кронового пространства, транспирация и другие.

Гидрологическая роль лесных экосистем / [Антипов А. Н., Аникеева В. А., Курбак Н. И., Марунич С. И., Федоров С. Ф. и др.]; – под ред. А. Н. Антипова. – Новосибирск, 1989. – 352 с.

Гордієнко М. І. Пристепові бори України / М. І. Гордієнко, В. П. Шлапак. – Львів : Престижінфо, 1998. – 265 с.

Горелов О. М. Вплив фітогенного поля дуба звичайного на мікроклімат і поточний приріст пагонів / О. М. Горелов // Биологический вестник Харьковского нац. ун-та. – 2008. – Т. 12, № 1. – С. 106–109.

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

Горелов А. М. Влияние фитогенного поля ивы козьей (*Salix caprea* L.) на формирование микроклимата и рост побегов / А. М. Горелов // Інтродукція рослин. – 2010. – № 4. – С. 33–40.

Іванько І. А. Развитие учения о типах экологической и световой структуры искусственных насаждений / И. А. Иванько // Екологія та ноосферологія. – 1999, – Т. 8, № 4. – С. 56–63.

Мирош О. Г. К вопросу о радиационном режиме под пологом искусственных гледичиевых и белоакациевых насаждений / О. Г. Мирош // Вопросы степного лесоразведения и охраны природы : Сб. научн. тр. ДГУ. – 1976. – Вып. 6. – С. 60–62.

Норин Б. Н. Взаимосвязь микроклимата и структуры растительного покрова в лесотундре / Н. И. Норин, А. Т. Рахманина // Ботанический журнал. – 1968. – Т. 48, № 10. – С. 1409–1424.

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

Bella I. E. A new competition model for individual trees / I. E. Bella // Forest Science. – 1971. – Vol. 17. – N 3. – P. 364–367.

Walker J. Ecological field theory: the concept and field tests / J. Walker, J. H. Sharpe, H. Wu // Vegetatio. – 1989. – Vol. 83. – P. 81–95.

Поступила 14.06.2011 р.

Рекомендует к публикации
М.Б. Гапоненко