

МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 581.526.53 : 581.524.44 (571.651)

Ю. Г. Алеев, В. Д. Бурдак

К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ
СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ ПОВЕРХНОСТИ
ПОБЕГОВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙYU. G. ALEEV, V. D. BURDAK. ON THE QUANTITATIVE ESTIMATION
OF THE DEVELOPMENTAL DEGREE OF SHOOT SYSTEM SURFACE IN PLANTS

Предлагается применение нового физического показателя — приведенной удельной поверхности S_0 — для ботанических объектов. Сравнивается динамика S_0 побеговых систем в онтогенезе 4 видов растений и определяется ее адаптивное значение. Выявлены различия в S_0 побеговых систем двух жизненных форм стрелолиста обыкновенного — наземной и погруженной, отмечено их адаптивное значение.

Количественная оценка степени развития поверхности побеговой системы растений представляет интерес при решении многих проблем их экологии, морфологии и физиологии. Особенно важное значение эта оценка приобретает при изучении закономерностей онтогенетического развития растений, поскольку в индивидуальном развитии, как правило, изменяется соотношение поверхности и объема побеговой системы, что является одним из факторов, определяющих общий уровень метаболической активности. Не менее важное значение указанная оценка имеет и при сравнительном изучении растений, в частности разных жизненных форм в рамках одного вида.

Известное представление о развитии поверхности побеговой системы растений дает величина ее удельной поверхности S_w , являющаяся отношением поверхности S объекта (в данном случае побеговой системы) к его объему W . Однако служить характеристикой габитуальных особенностей объекта величина удельной поверхности S_w не может, поскольку для геометрически подобных тел разного размера она различна, так как уменьшается с увеличением абсолютных размеров тела. В этом проявляется так называемый масштабный эффект, общий для всех объектов. Например, для шара при диаметре $D=0.001$ м $S_w=6000$ м⁻¹, тогда как при $D=0.01$ м $S_w=600$ м⁻¹, а при $D=0.1$ м — $S_w=60$ м⁻¹.

Поэтому для оценки степени развития поверхности тела растения может быть использован только такой показатель, значения которого не зависят от абсолютных размеров тела. Этому требованию полностью удовлетворяет предложенный ранее одним из авторов (Алеев, 1972, 1976) критерий приведенной удельной поверхности S_0 , определяемый по формуле

$$S_0 = \frac{\sqrt{S}}{\sqrt[3]{W}}$$

Величина S_0 представляет собой отношение стороны квадрата, площадь которого равна площади поверхности данного тела, к стороне куба, объем которого равен объему этого тела. В отличие от удельной поверхности S_w величина приведенной удельной поверхности S_0 совершенно не зависит от абсолютных размеров тела и отражает только степень развития его поверхности. Если, например, с увеличением размеров шара величина S_w , как мы видели, уменьшается, то S_0 для шара любого размера сохраняется равной 2.19, т. е. форма шара, как и всякого другого тела, может быть охарактеризована единственным зна-

чением S_0 . Это свойство показателя S_0 позволяет использовать его для сравнительной количественной характеристики степени развития поверхности любых тел самой разнообразной формы и размеров. Показатель S_0 дает возможность впервые оценить с количественной стороны особенности формы тела планктонных и nekтонных организмов, что имело важное значение для понимания сущности различий между планктоном и nekтоном (Алеев, 1972, 1976).

Авторами получены значения S_W и S_0 для побеговых систем четырех видов растений — ели колючей *Picea pungens*, березы бородавчатой *Betula pendula*, элодеи канадской *Elodea canadensis* и валлиснерии спиральной *Vallisneria spiralis*. Элементы побеговых систем делили на простые геометрические фигуры, площадь поверхности которых S и объем W определяли по формулам планиметрии и стереометрии. Для элодеи канадской и валлиснерии спиральной все площади поверхностей и объемы побеговых систем были определены непосредственно прямыми измерениями. Для ели колючей и березы бородавчатой измерения проводили на определенных характерных блоках побеговых систем, т. е. измеряли площади поверхности и объемы конкретных ветвей, после чего результаты умножали на число ветвей соответствующего порядка.

Найденные величины S_W и S_0 , а также высота побеговой системы L показаны в таблице, из которой видно, что удельная поверхность S_W у всех исследованных видов в онтогенезе в той или иной мере уменьшается. Приведенная удельная поверхность S_0 , напротив, у всех видов увеличивается; это означает, что в онтогенезе побеговая система растения не остается геометрически себе подобной (как шары разного размера), а становится все более разветвленной, т. е. происходит прогрессивное развитие ее поверхности. Смысл применения критерия S_0 в данном случае именно в том и состоит, что он показывает меру изменения формы побеговой системы в онтогенезе, характеризуя ее с количественной стороны конкретными значениями. Происходящее в онтогенезе увеличение приведенной удельной поверхности побеговой системы направлено на компенсацию упомянутого выше масштабного эффекта, нежелательного для адотрофных организмов. У элодеи канадской за счет увеличения S_0 происходит почти полная компенсация масштабного эффекта, благодаря чему уменьшение S_W практически сведено к нулю. У ели колючей, березы бородавчатой и валлиснерии спиральной уменьшение S_W более значительно.

В целом показатель S_0 позволяет констатировать для ели колючей и березы бородавчатой более значительное развитие поверхности побеговой системы, чем у элодеи канадской и валлиснерии спиральной, что в первую очередь определяется более крупными абсолютными размерами первых по сравнению со вторыми. Применение показателя S_0 дает возможность видеть количественную сторону этих различий, необходимую при выполнении любых функционально-морфологических исследований.

Величины S_0 для отдельных листьев исследованных растений различаются меньше, чем для целых побеговых систем, и для одного листа составляют у *Picea pungens* — 3.82, у *Betula pendula* — 5.58, у *Elodea canadensis* — 4.73, у *Vallisneria spiralis* — 8.23. Таким образом, если величины S_0 для побеговых систем элодеи канадской и березы бородавчатой различаются примерно на порядок (см. таблицу), то для листьев этих растений они значительно более близки и составляют соответственно 4.73 и 5.58. Это отвечает идентичной фотосинтетической функции листьев у разных растений, для осуществления которой чаще всего требуется более или менее близкое соотношение объемов и поверхностей фотосинтезирующего органа. В то же время с помощью показателя S_0 можно сравнивать на количественной основе строение листьев различных растений. Из приведенных цифр, например, видно, что у ели колючей листья характеризуются гораздо более низкими значениями S_0 , чем у березы бородавчатой, возможно, это соответствует большей приспособленности фотосинтезирующей системы ели колючей к функционированию в условиях низких температур.

Значения S_W и S_0 были также получены авторами для побеговых систем двух жизненных форм стрелолиста обыкновенного *Sagittaria sagittifolia* — наземной и погруженной. У наземной формы с характерными стреловидными листьями побеговая система при высоте около 0.39 м характеризуется значениями S_W =

Удельная поверхность S_W и приведенная удельная поверхность S_0 побеговых систем растений (указана высота побеговой системы L)

L , м	S_W , м ⁻¹	S_0	L , м	S_W , м ⁻¹	S_0
<i>Picea pungens</i>			<i>Vallisneria spiralis</i>		
0.10	4276	7.20	0.01	8333	3.89
0.30	4080	12.93	0.02	13330	5.54
1.30	2327	22.67	0.06	11680	7.42
1.65	2273	25.23	0.14	8000	8.23
7.00	2290	44.74	0.29	6152	9.20
10.00	2283	50.00	0.68	6161	11.90
<i>Betula pendula</i>			0.90	6150	12.10
0.19	9644	17.12	<i>Sagittaria sagittifolia</i>		
0.57	9082	20.13	наземная форма		
1.72	7045	28.03	0.39	1426	6.85
3.50	5924	36.05	погруженная форма		
6.50	5833	48.56	0.70	4000	11.24
9.50	5310	53.23			
21.00	5363	101.82			
24.00	5312	101.50			
<i>Elodea canadensis</i>					
0.05	6983	7.73			
0.10	7039	8.74			
0.15	6993	9.31			
0.25	6772	9.86			
0.35	6402	10.01			
0.55	6233	10.50			

$=1426 \text{ м}^{-1}$ и $S_0=6.85$. Погруженная форма, имеющая сидячие линейные листья, при высоте побеговой системы 0.70 м имеет значения $S_W=4000 \text{ м}^{-1}$ и $S_0=11.24$. Таким образом, у погруженной жизненной формы по сравнению с наземной величина S_0 для побеговой системы примерно вдвое больше, что указывает на приспособленность формы погруженных листьев к увеличению их удельной поверхности и соответствует более низкой освещенности в водной среде по сравнению с воздушной; показатель S_0 в данном случае позволяет судить о количественной стороне этой приспособленности.

С таким же успехом показатель S_0 может быть применен и для анализа корневых систем растений (Алеев, Оскольская, 1983).

Как видно из сказанного, показатель S_0 может быть полезным при решении самых разнообразных вопросов морфологии и экологии растений.

ЛИТЕРАТУРА

Алеев Ю. Г. О биогидродинамических различиях планктона и нектона. — Зоол. журн., 1972, т. 51, № 1, с. 5—12. — Алеев Ю. Г. Нектон. Киев: Наук. думка, 1976. 391 с. — Алеев Ю. Г., Оскольская О. И. О соотношении адсорбционной активности побеговой и корневой систем у валлиснерии (*Vallisneria spiralis* L.). — Экология моря, 1983, вып. 15, с. 27—29.

Институт биологии южных морей АН УССР,
Севастополь.

Получено 16 III 1984.