

УДК 58.581.93

Иванов А.Л., Ковалёва О.А.

Ставропольский государственный университет

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ПЕТРОФИТОВ РОССИЙСКОГО КАВКАЗА

A. Ivanov, O. Kovaleva

Stavropol State University

SYSTEMATIC ANALYSIS OF PETROPHYTE FLORA OF THE RUSSIAN CAUCASUS

Аннотация. В статье приводятся сведения о систематической структуре флоры петрофитов Российского Кавказа, анализируются систематические спектры семейств и родов, обозначается зависимость между количеством петрофитов в таксонах ранга семейства и рода и его общим богатством в современной региональной флоре. Констатируется, что в систематическом отношении петрофильная флора изучаемой территории близка к средиземноморским флорам и характеризуется достаточно высокой степенью гетерогенности, определяемой пропорциями флоры, большим процентом участия крупнейших, крупных и средних семейств и родов, высоким процентом участия семейств, насчитывающих один вид, высоким родовым коэффициентом.

Ключевые слова: петрофит, пропорции флоры, систематический спектр, родовой коэффициент, монотипный род, олиготипное семейство.

Abstract. We present information about the regular structure of petrophyte flora of the Russian Caucasus, analyze systematic range of families and genera, and show the relationship between the number of petrophytes in taxa of the same family and genus and their total amount in modern regional flora. It is ascertained that in the systematic relationship, the petrophytic flora of the terrain under study is similar to the Mediterranean flora and characterized by a sufficiently high degree of the heterogeneity defined by proportions of flora, a large percentage of participation of the largest, large and average families and genera, a high percentage of participation of the families of one kind, a high generic factor.

Key words: petrophyte, flora proportions, systematic range, generic factor, monotype genera, oligotype family.

К группе петрофитов относятся растения, приспособленные к обитанию на различных каменистых субстратах – скалах, щебнистых осыпях, каменистых крупнообломочных россыпях, моренах, галечниках, характеризующихся почти полным отсутствием сформированных почв. Развивающиеся в таких условиях флористические комплексы имеют свои специфические отличия, в том числе и по систематическому составу. В основу систематического анализа любой флоры положено явление закономерности изменения количественных показателей в пространстве, т. е. каждая флора имеет свою количественную характеристику, обладает определённым набором видов, родов, семейств, и по этим параметрам может существенно отличаться от других флор и иметь свои специфические черты. Эта особенность проявляется и территориально, в иерархическом подразделении по флористическому принципу земной поверхности (в пределах царств, областей, провинций, районов), которым присущи свои закономерности соотношения таксономических групп [6; 7; 8; 9; 10; 4; 11; 12; 13; 14; 16].

По результатам наших исследований выявлено, что на территории Российского Кавказа в условиях скально-осыпных местообитаний произрастает 958 видов сосудистых растений, относящихся к 284 родам и 74 семействам. Вся флора этого региона (по нашим подсчётам) включает 4279 видов, исследуемая группа составляет 22,4% от всех видов флоры региона. В

это число включены все виды, обитающие на скалах, моренах, осыпях, за исключением случайных видов. Часть из них являются факультативными петрофитами, и без их учёта число облигатных петрофитов равно 776 (18,1%). Пропорции флоры петрофитов Российского Кавказа приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что среди петрофитов нет представителей таких отделов споровых растений, как *Lycopodiophyta* и *Equisetophyta*, малочисленны представители отделов *Ephedrophyta*, *Pinophyta*, *Polypodiophyta*. Относительно малочисленную группу составляют и однодольные растения (9,5%), большинство из которых представлено семейством *Poaceae* (65 видов), небольшая часть видов приходится на семейства *Cyperaceae* (6), *Alliaceae* (7), ещё несколько семейств (*Juncaceae*, *Asphodelaceae*, *Anthericaceae*, *Liliaceae*, *Hyacinthaceae*, *Iridaceae*) представлены 1-3 факультативными петрофитами. В исследуемой флоре подавляющее большинство видов относится к двудольным, насчитывающим 86,4% от всех видов флоры. Такой состав и пропорции близок к аналогичному составу флор Голарктики.

Крупнейших семейств с числом видов более 50 в исследуемой флоре 7 (табл. 2). Они насчитывают 516 видов и составляют 53,9% от всех видов флоры. Крупных семейств с числом видов от 20 до пятидесяти также 7, они насчитывают 208 видов и составляют 21,7% от всей флоры петрофитов. Средних семейств с числом видов от 10 до 20 всего 4, на их долю приходится 56 видов (5,9%). В целом

крупнейшие, крупные и средние семейства насчитывают 780 видов и составляют более 80% от флоры петрофитов. Поскольку речь идёт не обо всей флоре региона, а только об её части, обитающей на открытых каменистых субстратах, то не совсем корректно проводить аналогии с систематической структурой флоры отдельных территорий региона. Тем не менее, если сравнить систематические спектры изучаемой группы растений и спектр флоры Западной части Центрального Кавказа (ЗЦК, [1]), то можно увидеть, что главенствующие позиции занимают все те же семейства, с той лишь разницей, что второе место занимает не семейство *Poaceae* (во флоре ЗЦК), а *Fabaceae*, тогда как *Poaceae* занимает третье место. Также в спектр ведущих семейств входят *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*, но несколько в другой последовательности. Нет в этом спектре семейств *Cyperaceae*, *Liliaceae*, первое представлено лишь шестью облигатными, второе – тремя факультативными петрофитами. Ещё ближе к спектру изучаемой флоры спектр петрофитов этой же территории (ЗЦК), крупнейшие и крупные семейства петрофильной флоры которой располагаются в следующей последовательности: *Asteraceae* – *Fabaceae* – *Caryophyllaceae* – *Poaceae* – *Rosaceae* – *Lamiaceae* – *Apiaceae* – *Ranunculaceae* – *Saxifragaceae* – *Campanulaceae* [15].

При сравнении с систематическим спектром флоры петрофитов других горных территорий, таких, как Русский Алтай, пре-

Таблица 1

Основные пропорции флоры петрофитов российского Кавказа

таксон	число видов	%	число родов	%	число сем-в	%	пропорции	род. коэф.
Polypodiophyta	24	2,5	12	4,2	8	10,8	1:1,5:3	2
Pinophyta	12	1,3	3	1,0	2	2,7	1:1,5:6	4
Ephedrophyta	3	0,3	1	0,3	1	1,4	1:1:3	3
Magnoliophyta	919	95,9	270	94,4	63	85,1	1:4,3:14,6	3,4
в том числе:								
Magnoliopsida	828	86,4	235	82,2	54	73,0	1:4,4:15,3	3,5
Liliopsida	91	9,5	35	12,2	9	12,2	1:3,9:10,1	2,6
ВСЕГО	958	100	286	100	74	100	1:3,9:12,9	3,3

жде всего следует отметить её бедность, она насчитывает 175 видов и всего 5 семейств с численностью видов более 10 [5], притом что располагается на территории примерно в два раза большей, чем Российский Кавказ. Ведущее положение в этих спектрах занимают семейства *Asteraceae* и *Fabaceae*, совпадают ранги ещё лишь четырёх семейств – *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Boraginaceae*.

Таблица 2

Спектр крупнейших, крупных и средних семейств

СЕМЕЙСТВО	КОЛ-ВО	УЧАСТИЯ
крупнейшие		
1. <i>Asteraceae</i>	131	13,7
2. <i>Fabaceae</i>	82	8,6
3. <i>Poaceae</i>	65	6,8
4. <i>Caryophyllaceae</i>	65	6,8
5. <i>Lamiaceae</i>	62	6,5
6. <i>Rosaceae</i>	58	6,1
7. <i>Brassicaceae</i>	53	5,5
Итого	516	53,9
крупные		
8. <i>Campanulaceae</i>	48	5,0
9. <i>Scrophulariaceae</i>	32	3,3
10. <i>Saxifragaceae</i>	30	3,1
11. <i>Apiaceae</i>	27	2,8
12. <i>Rubiaceae</i>	26	2,7
13. <i>Crassulaceae</i>	23	2,4
14. <i>Boraginaceae</i>	22	2,3
Итого	208	21,7
средние		
15. <i>Ranunculaceae</i>	17	
16. <i>Primulaceae</i>	15	1,6
17. <i>Dipsacaceae</i>	14	1,5
18. <i>Euphorbiaceae</i>	10	1,0
Итого	56	5,9
ВСЕГО	780	81,4

Обращает на себя внимание низкий ранг семейства *Poaceae* во флоре Русского Алтая, которое насчитывает всего 4 вида факультативных петрофитов, в то время как во флоре Российского Кавказа это семейство является крупнейшим, насчитывающим 65 видов, из которых 51 вид являются облигатными петрофитами. С другой стороны, по процентно-

му соотношению в спектре флоры петрофитов Русского Алтая на третье место выходит семейство *Brassicaceae*, хотя оно по численности видов в 3,5 раза меньше, чем на Российском Кавказе. Все эти отличия связаны, по всей видимости, с разными историческими условиями формирования петрофильных флор двух территорий, но общая закономерность прослеживается в одинаковом составе головной части спектра, представленном семействами *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, одинаково ранжированными в этих флорах.

Спектр крупнейших семейств по головной части соответствует закономерностям, присущим спектрам средиземноморских флор [11], в них ведущие места занимают три семейства в последовательности *Asteraceae* – *Fabaceae* – *Poaceae*, а в десятку ведущих семейств входят *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae* с разными рангами в спектрах разных территорий, реже – семейства *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Boraginaceae*. Другие семейства петрофильной флоры Российского Кавказа представлены меньшим количеством видов, подразделяются на мелкие и олиготипные. Мелкие семейства включают от 5 до 9 видов, таких семейств 13, они насчитывают 79 видов (8,2% от всех видов флоры). Среди них с количеством видов 9, 8 и 7 – по одному семейству (соответственно *Aspleniaceae*, *Cypripediaceae* и *Alliaceae*); по 6 видов насчитывают 5 семейств: *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Cistaceae*, *Gentianaceae*, *Valerianaceae*. Семейств с 5 видами также 5: *Fagaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fumariaceae*, *Rhamnaceae*, *Hypericaceae*.

Олиготипные семейства насчитывают от 1 до 4 видов, среди них по 4 вида включают 7 семейств: *Woodsiaceae*, *Pinaceae*, *Papaveraceae*, *Geraniaceae*, *Linaceae*, *Thymelaeaceae*, *Convolvulaceae*; по 3 вида 11 семейств: *Athyriaceae*, *Dryopteridaceae*, *Ephedraceae*, *Liliaceae*, *Hyacinthaceae*, *Iridaceae*, *Grossulariaceae*, *Violaceae*, *Onagraceae*, *Limoniaceae*, *Caprifoliaceae*; по 2 вида – 13 семейств: *Sinopteridaceae*, *Asphodelaceae*, *Salicaceae*, *Corylaceae*, *Betulaceae*, *Urticaceae*, *Capparaceae*, *Rutaceae*, *Polygalaceae*, *Anacardiaceae*, *Tamaricaceae*, *Globulari-*

aceae, Plantaginaceae; по 1 виду включают 12 семейств, они не являются монотипными в широком смысле, а лишь применительно к изучаемой флоре: *Adiantaceae, Hypolepidaceae, Polypodiaceae, Juncaceae, Anthericaceae, Berberidaceae, Hydrangeaceae, Empetraceae, Celastraceae, Ericaceae, Oleaceae, Solanaceae*.

Обобщенные данные о процентном соотношении семейств и видов петрофильной флоры Российского Кавказа приведены в табл. 3. Из всех семейств лишь 25 представлены только облигатными петрофитами. Самыми крупными из них являются семейства *Saxifragaceae* (30 видов) и *Crassulaceae* (23 вида), 8 видов насчитывает семейство *Cupressaceae*, по 6 видов – *Polygonaceae* и *Cyperaceae*, остальные семейства являются олиготипными, представлены 1-4 видами. Из всех перечисленных 4 семейства представлены папоротниками (*Adiantaceae, Woodsiaceae, Sinopteridaceae, Hypolepidaceae*), одно – голосеменными (*Cupressaceae*), одно – однодольными (*Cyperaceae*), остальные относятся к классу двудольных. Эти особенности подтверждают закономерность того, что в экстремальных условиях различные группы растений проявляют разные адаптивные возможности, вследствие чего состав таких флор формируется из представителей ограниченного круга семейств и родов [9], а состав оригинальных петрофильных элементов богат скальными папоротниками (из них облигатными в ис-

следуемой флоре являются 19 видов) и толстянковыми [2].

В число ведущих родов петрофитов, включающих 10 и более видов, входит 22 рода (табл. 4). Из них крупнейших (сверхполиморфных), насчитывающих 20 и более видов – 4 (1,4%). На их долю приходится 125 видов (13,0%) (табл. 5). Более многочисленны крупные (полиморфные) рода, насчитывающие от 10 до 19 видов (18 родов, 5,7%, табл. 4, 5). На их долю приходится 229 видов (23,9%). Всего на 22 крупнейших и крупных рода приходится 354 вида, что составляет 37% от всех видов флоры. Многие виды этих родов в условиях скально-осыпных местообитаний создают флористический фон и часто господствуют на скалах и осыпях, им принадлежит выдающаяся роль в сложении растительного покрова этих местообитаний.

Соотношение петрофильных видов к общему числу видов родов флоры Российского Кавказа показывает, что виды 9 родов флоры этой территории более чем на 70% являются петрофитами, в убывающем порядке они располагаются в следующей последовательности: *Saxifraga* (96,8%), *Minuartia* (87,5%), *Psephellus* (84,6%), *Draba* (81,35%), *Thymus* (76,5%), *Jurinea* (76,0%), *Pyrethrum* (73,3%), *Sedum* (72,2%), *Scutellaria* (70,0%). Других родов, виды которых более чем на 50% являются петрофитами, ещё 4. Это *Campanula* (69,8%), *Silene* (61,5%), *Scrophularia* (58,0%), *Asperula* (52,0%), остальные

Таблица 3

Соотношение семейств и видов флоры петрофитов Российского Кавказа

СЕМЕЙСТВА (кол-во видов)	Крупнейшие более 50	Крупные 20-49	Средние 10-19	Мелкие 5-9	Олиготипные с числом видов:			
					4	3	2	1
Количество семейств	7	7	4	13	7	11	13	12
% от общего числа сем-в	9,5	9,5	5,4	17,6	9,5	14,9	17,6	16,2
Количество видов	516	208	56	79	28	33	26	12
% от общего числа видов	53,9	21,7	5,8	8,2	2,9	3,4	2,7	1,3

Таблица 4

Спектр крупнейших (сверхполиморфных), крупных и средних родов петрофильной флоры Российского Кавказа

РОД	Кол-во видов	РОД	Кол-во видов
1. Campanula	44	23. Gypsophila	9
2. Saxifraga	30	24. Onosma	9
3. Astragalus	29	25. Juniperus	8
4. Psephellus	22	26. Alchemilla	8
5. Jurinea	19	27. Anthemis	8
6. Rosa	17	28. Cotoneaster	7
7. Silene	16	29. Galium	7
8. Scutellaria	14	30. Scabiosa	7
9. Minuartia	14	31. Nepeta	7
10. Thymus	13	32. Asplenium	7
11. Asperula	13	33. Erysimum	7
12. Sedum	13	34. Veronica	7
13. Draba	13	35. Cephalaria	7
14. Potentilla	12	36. Allium	7
15. Festuca	11	37. Alopecurus	6
16. Ranunculus	11	38. Calamagrostis	6
17. Dianthus	11	39. Alyssum	6
18. Pyrethrum	11	40. Sempervivum	6
19. Cirsium	11	41. Sorbus	6
20. Tithymalus	10	42. Salvia	6
21. Scrophularia	10	43. Pedicularis	6
22. Primula	10	44. Crucjata	6
ИТОГО	354(37,0%)	ИТОГО	153(16,0%)

содержат не менее 20% – от 20,4% (*Tithymalus*) до 45,5% (*Primula*). Большинство крупнейших и крупных родов относятся к крупнейшим и крупным семействам, так, к семейству *Asteraceae* относится 5 родов, *Caryophyllaceae* – 3, *Rosaceae* – 2, *Lamiaceae* – 2, *Fabaceae* – 1, *Poaceae* – 1, *Brassicaceae* – 1, *Scrophulariaceae* – 1. Следует отметить и семейства, большинство видов которых в петрофильной флоре представлено одним родом: *Campanulaceae* (*Campanula*), *Saxifragaceae* (*Saxifraga*), *Crassulaceae* (*Sedum*).

Средних родов, насчитывающих от 9 до 6 видов, в петрофильной флоре Российского Кавказа – 22, они насчитывают 153 вида, что составляет 16% от всех петрофитов. По количеству видов они подразделяются следующим образом: родов, содержащих по 9 видов – 2, по 8 – 3, по 7–9, по 6–8. Олиготипных родов, на-

считывающих от 5 до 2 видов, в исследуемой флоре 242 (84,6%). Из них по 4 вида содержат 59 родов, по 3 вида – 72, по 2 вида – 102 рода, по одному виду – 135. Всего на долю олиготипных родов приходится почти половина видов – 451 (47,1%). Многие представители родов, содержащих по 1 виду, являются облигатными петрофитами. Споровые растения представлены 3 родами (*Adiantum*, *Ceterach*, *Notholaena*), среди голосеменных таких родов нет, из однодольных облигатными являются представители родов *Brizochloa*, *Scleropoa*, *Trachynia*, *Eremopyrum*, среди двудольных их значительно больше, это такие рода, как *Didymophysa*, *Apterigia*, *Eunomia*, *Hymenolobus*, *Murbeckiella*, *Clausia*, *Chiastophyllum*, *Prometheum*, *Rosularia*, *Teline*, *Melilotoides*, *Acanthophaea*, *Fumana*, *Stelleropsis*, *Orlaya*, *Paracarium*, *Antonina*, *Celsia*, *Lamyra* и др.

Таблица 6

Соотношение родов и видов флоры петрофитов российского Кавказа

РОДА (кол-во видов)	Крупнейшие более 20	Крупные 10-19	Средние 6-9	Олиготипные с числом видов:				
				5	4	3	2	1
Количество родов	4	18	22	14	18	24	51	135
% от общего числа родов	1,4	6,3	7,7	4,9	6,3	8,4	17,8	47,2
Количество видов	125	229	153	70	72	72	102	135
% от общего числа видов	13,0	23,9	16,0	7,3	7,5	7,5	10,6	14,1

По-настоящему монотипными являются лишь 14 родов, среди них эукавказские эндемичные *Petrocoma*, *Charesia*, *Pseudovesicaria*, *Symphyloloma*, *Comastoma*, *Trigonocaryum*, *Pseudobetckea*, *Muchlenbergiella*, *Amphoricarpus*, *Cladochaeta*, субкавказские *Vavilovia*, *Chamaescyadium*, средиземноморский *Crithnum*, понтическо-южносибирский *Ancathia*.

Из всего вышесказанного следует, что имеется определённая зависимость между количеством петрофитов в каком-либо таксоне и его общим богатством в современной флоре Российского Кавказа (для петрофильной флоры Русского Алтая [5] такой зависимости не выявлено, где большая часть облигатных петрофитов занимает обособленное систематическое положение и относится либо к олиготипным родам, либо к олиготипным секциям). Об этом свидетельствует принадлежность большинства монотипных родов к крупнейшим и крупным семействам систематического спектра (за исключением *Comastoma* и *Pseudobetckea*). По количеству истинно монотипных родов и родов, содержащих в исследуемой флоре по 1 виду, крупнейшие, крупные и средние семейства выстраиваются в следующей последовательности: *Brassicaceae* (9), *Fabaceae* (6), *Asteraceae* (4), *Apiaceae* (4), *Crassulaceae* (4), *Caryophyllaceae* (3), *Poaceae* (2), *Lamiaceae* (2), *Boraginaceae* (2), *Rosaceae* (2), *Scrophulariaceae* (1), *Campanulaceae* (1). Семейства *Ranunculaceae*, *Saxifragaceae*, *Rubiaceae*, *Primulaceae*, *Dipsacaceae* таких ро-

дов не содержат, но также обильны во флоре, т. е. указанная зависимость прослеживается достаточно отчётливо.

Монотипность рода во флоре как в систематическом плане, так и в плане территориальном, по всей видимости, свидетельствует об интенсивно идущих видообразовательных процессах в условиях изоляции на специфических субстратах и об их разной степени интенсивности и продолжительности. Виды первых (систематически обособленных) начали формироваться значительно раньше видов вторых, почему и произошло систематическое обособление, виды территориально монотипных родов в эволюционной перспективе также могут обособиться систематически. Всё это также свидетельствует о выдающейся роли таксонов ранга семейства головной части систематического спектра в формировании флоры петрофитов исследуемой территории. Крупнейшие, крупные и средние семейства, у которых более половины родов содержат по 1 виду, выстраиваются в следующей последовательности: *Crassulaceae* (66,7), *Brassicaceae* (63,6), *Fabaceae* (57,1), *Boraginaceae* (55,6), *Apiaceae* (53,3), *Lamiaceae* (52,9), немногим меньше половины монотипных родов содержит семейство *Asteraceae* (45,9). Ещё 6 семейств содержат от 25,0% до 43,5% монотипных родов, а в 5 семействах таковые отсутствуют, но им также принадлежит заметная роль в сложении петрофильной флоры. Из них 2 семей-

тва представлены одним родом (*Saxifragaceae* и *Euphorbiaceae*), 2 – двумя родами (*Primulaceae* и *Dipsacaceae*), одно семейство – тремя родами (*Rubiaceae*).

Одним из показателей систематической структуры флоры является родовой коэффициент (количество видов, приходящихся на один род), который в исследуемой флоре равен 3,3. Он свидетельствует о своеобразии физико-географической среды, в которой формировалась флора, и всегда ниже во флорах, сформировавшихся в условиях однообразного климата и рельефа, во флорах равнинных, северных и молодых, независимо от их географического положения и, естественно, выше во флорах, прошедших длительный путь развития и формирования в разнообразных физико-географических условиях [1]. В сравнении с пертофильной флорой Русского Алтая, где он равен 1,7 [5], его значение почти в 2 раза выше. Причина этому – большое количество (около 50%) в изучаемой флоре олиготипных родов, а это является следствием не только разного географического положения территорий, но и разной степени интенсивности формирования петрофитона. Во флоре петрофитов западной части Центрального Кавказа этот коэффициент равен 2,7 [15].

Таким образом, в систематическом отношении петрофильная флора Российского Кавказа близка к средиземноморским флорам и характеризуется определенной, достаточно высокой степенью гетерогенности, определяемой пропорциями флоры, большим процентом участия крупнейших, крупных и средних семейств и родов, высоким процентом участия семейств, насчитывающих один вид, высоким родовым коэффициентом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Галушко А.И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. Вып. 1. Ставрополь, 1976. С. 5-130.
2. Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1998. 240 с.
3. Малышев Л.И. Зависимость флористического богатства от внешних условий и исторических факторов // Ботанический журн. 1969. Т. 54. № 8. С. 1137-1147.
4. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука, 1972. С. 17-40.
5. Пяк А.И. Петрофиты Русского Алтая (состав, экология, география, особенности генезиса): Дисс. ... д-ра биол. наук. Томск, 2003. 308 с.
6. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.
7. Толмачёв А.И. О количественной характеристике флор и флористических областей // Труды Северной базы АН СССР. Вып. 8. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 41 с.
8. Толмачёв А.И. Богатство флор как объект сравнительного изучения // Вестник Ленинградского ун-та. 1970а. № 9. С. 71-83.
9. Толмачёв А.И. О некоторых количественных соотношениях во флорах земного шара // Вестник Ленинградского ун-та. 1970б. № 15. С. 62-74.
10. Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.
11. Толмачёв А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: Изд-во Наука, Сибирское отделение, 1986. 196 с.
12. Шмидт В.М. Количественные показатели в сравнительной флористике // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. № 7. С. 929-940.
13. Шмидт В.М. Зависимость количественных показателей конкретных флор европейской части СССР // Ботанический журнал. 1979. Т. 64. № 2. С. 172-183.
14. Шмидт В.М. Приближенное прогнозирование флористических показателей в зависимости от географической широты // Журнал общей биологии. 1981. Т. 62. № 3. С. 430-439.
15. Шхагапсоев С.Х. Анализ петрофитного флористического комплекса западной части Центрального Кавказа. Нальчик: Издательский центр Эль-Фа, 2003. 220 с.
16. Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9-104.