

УДК 582.665.11: 575.21 (571.1/.5)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *ATRAPHAXIS FRUTESCENS* (L.) С. КОХ

© 2016 Д.К. Костиков, Е.В. Банаев

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск

Статья поступила в редакцию 29.02.2016

Представлены результаты исследования морфологической изменчивости *Atraphaxis frutescens* (L.) С. Koch. в 4 природных популяциях из Средней и Западной Сибири. Растения из Омской популяции отличаются от остальных как по качественным, так и по количественным признакам. В Новосибирской популяции обнаружено увеличение практически всех метрических признаков, что обусловлено условиями местообитания. Растения из более южных популяций Республики Тыва и Алтайского края обнаруживают наибольшее морфологическое сходство, при этом здесь отмечается увеличение индивидуальной изменчивости признаков, по сравнению с популяциями Новосибирской и Омской областей. Данный факт свидетельствует о ксерофитной природе *A. frutescens* и его экологическом оптимуме в зоне степей. Выделены наиболее информативные признаки для установления структуры вида и его популяций: длина и ширина листьев, верхний и нижний углы листовой пластинки, длина и ширина соцветия, длина и ширина орешка, длина и ширина лепестка околоцветника при плодах.

Ключевые слова: *Atraphaxis frutescens*, фенотипическая изменчивость, полиморфизм, популяция, Сибирь

Исследования морфологической изменчивости позволяют выявить закономерности формирования различных признаков и свойств видов в зависимости от меняющейся климатической и экологической обстановки. Эти данные необходимы для решения теоретических и практических задач в области систематики, для анализа микроэволюционных процессов и путей адаптации видов, при интродукционных и селекционных работах.

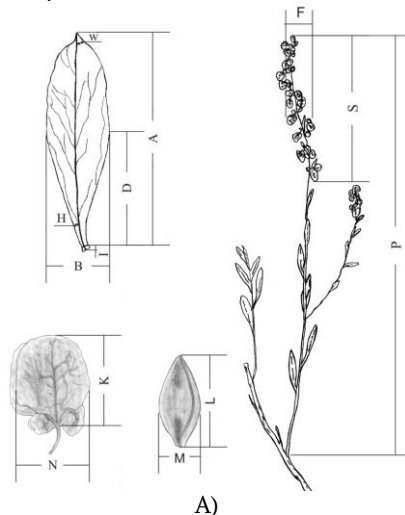
Одним из модельных видов является *Atraphaxis frutescens* (L.) С. Koch – курчавка кустарниковая. Этот кустарник распространен в Европе, Средней Азии, Сибири, Монголии и Китае. На территории Азиатской России имеет дизъюнктивный ареал, преимущественно, в степной зоне (рис. 1 Б) [7, 9, 16]. В связи с полиморфизмом и возможностью межвидовой естественной гибридизации нет определенности во внутривидовой систематике *A. frutescens* и его взаимоотношениях с другими видами, в частности, с *A. pungens* (Vieb.) Jaub. & Spach [9, 17]. При этом в литературе практически отсутствуют данные о популяционной структуре этого вида и характере изменчивости диагностических признаков. Имеются отдельные сведения о различиях в уровне варьирования признаков *A. frutescens* в зависимости от условий обитания вида, в частности, увеличение изменчивости признаков генеративных органов отмечается на засоленных почвах [5].

Цель работы: выявление закономерностей внутривидовой изменчивости *A. frutescens*.

Материалы и методики исследования. Материал для исследования количественных и качественных признаков *A. frutescens* собирали в 2013–2014 гг. в природных популяциях Новосибирской (окр. с. Антоново), Омской (г. Калачинск) областей, Алтайского края (окр. с. Петровка) и Республики Тыва (окр. г. Кызыл) в июле – августе в фазе плодоношения растений (рис. 1 Б).

Изучение форм внутривидовой изменчивости осуществляли по методике С.А. Мамаева [13]. Анализ

данных выполнен в ПСП Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001) с учетом общепринятых методических указаний по биологической статистике [6]. Цвет органов растений оценивали по шкале А.С. Бондарцева [3]. Для исследования были использованы количественные признаки, характеризующие листовую пластинку и соцветие годичного генеративного побега первого порядка (рис. 1 А). Анализировали следующие признаки: длина генеративного побега первого порядка – Р, мм; длина листовой пластинки – А, мм; ширина листовой пластинки – В, мм; листовой коэффициент – В/А; расстояние от основания листовой пластинки до самой широкой её части – D, мм; отношение расстояния от основания листа до широкой её части к длине листа – D/А; верхний угол листа – W, град.; нижний угол листа – H, град.; длина черешка – I, мм; длина соцветия – S, мм; ширина соцветия – F, мм; длина орешка – L, мм; ширина орешка – М, мм; длина внутреннего лепестка околоцветника – К, мм; ширина лепестка околоцветника – N, мм. Измерения проводили на стереомикроскопе Carl Zeiss Sterio Discovery V12 с цветной цифровой камерой высокого разрешения AxioCam MRc-5 и программой AxioVision 4.8 для получения, обработки и анализа изображений.



Костиков Дмитрий Константинович, инженер дендропарка.
E-mail: dim.kostickov@yandex.ru
Банаев Евгений Викторович, доктор биологических наук, директор.
E-mail: alnus2005@mail.ru

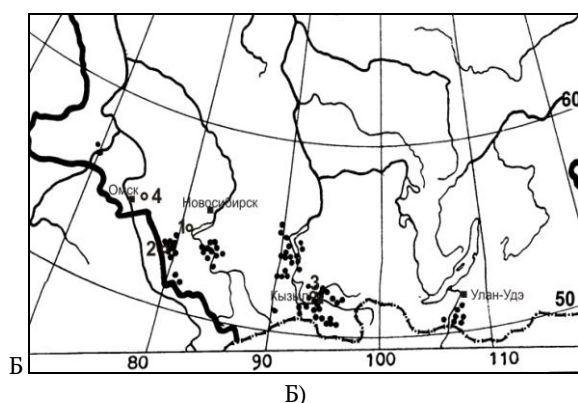


Рис. 1. А) порядок измерения органов *A. frutescens*; Б) карта - схема распространения *A. frutescens* в Сибири (Кашина, 1992) и места сбора материала: 1 – Новосибирская популяция; 2 – Алтайская популяция; 3 – Тывинская популяция; 4 – Омская популяция

Из качественных признаков оценивали цвет годичных вегетативных и генеративных побегов первого порядка, прошлогодних ветвей, листовой пластинки с верхней стороны, лепестков околоцветника, орешка;

Таблица 1. Климатические характеристики пунктов сбора материала

№ популяции	tv	tx	tm	A	K	BP	max	min	r5	r10	C5	C10	Rr	KU	Rs	NN
1	10,4	-19,7	18,5	38,2	58,2	102	34	-45	161	122	2240	1940	523	0,98	358	3,4
2	12,0	-19,2	19,9	39,1	60,7	124	37	-41	164	133	2510	2280	318	0,5	230	4,4
3	10,5	-33,7	19,6	53,3	89	116	34	-51	158	123	2334	2036	253	0,41	195	4,6
4	10,3	-19,4	18,5	37,9	56,8	110	34	-40	162	125	2247	1974	432	0,81	324	3,4

Примечание: tv – среднемесячная температура мая; tx – среднемесячная температура января; tm – среднемесячная температура июля; A – годовая амплитуда температур воздуха; K – индекс континентальности Конрада; BP – безморозный период; max – средний абсолютный максимум из годовых температур; min – средний абсолютный минимум; r5 – число дней в году с $t > 5^\circ\text{C}$; r10 – число дней в году с $t > 10^\circ\text{C}$; C5 – сумма температур воздуха за период с $t > 5^\circ\text{C}$; C10 – сумма температур за период с $t > 10^\circ\text{C}$; Rr – годовое количество осадков, мм; KU – коэффициент увлажнения; Rs – количество осадков за IV–X месяцы; NN – недостаточность насыщения воздуха. Популяции: 1 – Новосибирская; 2 – Алтайская; 3 – Тывинская; 4 – Омская

Для расчёта индекса континентальности Конрада (K) использовали формулу [15, 22]:

$$K = 1,7 \cdot A / \sin(\varphi + 10) - 14,$$

где 1,7 и 14 – эмпирические коэффициенты; φ – широта местности.

Результаты исследования и обсуждение. Ранее было выявлено, что на эндогенном уровне наименьшей вариабельностью отличаются метрические признаки листьев из средней части стеблей, а также орешков и цветков из средней части соцветий [10]. При

форму верхушки листовой пластинки; заострённость ветвей; опущение годичных вегетативных и генеративных побегов первого порядка, листовой пластинки с верхней и нижней стороны, цветоножки, орешка и черешка.

Для оценки уровня изменчивости признаков использовали эмпирическую шкалу, предложенную С.А. Мамаевым [13]. Для анализа различия объектов по всему комплексу признаков применяли дискриминантный анализ. Для характеристики климата использовали данные метеостанций [19, 20, 21] (табл. 1).

Коэффициент увлажнения вычисляли по формуле Высоцкого – Иванова [22]:

$$KU = Rr / E,$$

где E – величина годовой испаряемости (мм), определяемая по формуле [8]:

$$E = 1384 - 161,6 \times t_m + 6,245 \times t_m^2,$$

где 1384, 161,6 и 6,245 – эмпирические коэффициенты.

этом в характере изменчивости наблюдается признакоспецифичность, что ранее отмечали исследователи для сосны, ольхи, березы [2, 14, 23]. В частности, очень высокий уровень изменчивости ($V=40\%$) характерен для длины черешка листовой пластинки, а очень низкий – для длины орешка ($V=4\%$). Остальные признаки варьируют на среднем уровне. На внутривидовой популяционной уровне также обнаружена признакоспецифичность – во всех популяциях длина черешка, верхний и нижний угол листовой пластинки варьируют на высоком и очень высоком уровнях (табл. 2).

Таблица 2. Индивидуальная изменчивость метрических признаков *A. frutescens*

Признак	Название популяции							
	Новосибирская		Алтайская		Тывинская		Омская	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	2	3	4	5	6	7	8	
P	130–225 13.67	188.33±4.58	40–75 17.85	53.62±1.78	50–190 31.11	119.5±6.79	115–202 11.68	163.77±3.49
A	14.3–23.5 12.20	18.53±0.41	9.3–15.1 11.46	12.28±0.26	7.5–15.3 17.63	11.2±30.36	9.8–18.9 12.99	14.38±0.34
B	3.9–6.8 12.42	5.44±0.12	1.4–3.3 21.89	2.1 ± 30.87	2.3–4.8 20.09	3.45±0.13	1.5–3.5 21.64	2.32±0.09
B/A	0.2–0.4 12.94	0.29±0.01	0.1–0.3 22.20	0.18 ± 0.01	0.2–0.4 20.46	0.31±0.01	0.1–0.3 19.00	0.16±0.01
D	7.8–13.2 15.60	10.46±0.30	5.7–8.9 11.03	7.47 ± 0.15	5.3–9.9 19.34	7.08±0.25	6.5–12.5 14.47	9.20±0.24
D/A	0.5–0.6 8.44	0.56±0.01	0.5–0.8 9.88	0.61 ± 0.01	0.5–0.8 7.99	0.63±0.01	0.5–0.7 7.34	0.64±0.01

1	2	3	4	5	6	7	8	9
W	$\frac{25.2-61.1}{22.72}$	35.78±1.47	$\frac{12-36.2}{30.24}$	19.41 ± 10.90	$\frac{21.8-55.3}{22.97}$	37.02±1.55	$\frac{7.7-26.6}{25.63}$	16.20±0.76
H	$\frac{11.3-30.5}{22.95}$	18.72±0.78	$\frac{4.4-15.1}{27.32}$	8.80 ± 0.45	$\frac{5.3-29.3}{26.95}$	16.43±0.81	$\frac{1.7-15}{28.35}$	8.44±0.44
I	$\frac{0.3-2}{40.09}$	0.75±0.05	$\frac{0.1-0.9}{64.74}$	0.27 ± 0.03	$\frac{0.1-0.9}{65.20}$	0.33±0.04	$\frac{0.1-0.8}{53.80}$	0.24±0.02
S	$\frac{40-105}{24.00}$	63.87±2.80	$\frac{10-50}{29.65}$	26.24 ± 1.44	$\frac{15-83}{41.35}$	44.43±3.35	$\frac{56-147}{19.03}$	95.77±3.33
F	$\frac{19-30}{10.75}$	23.53±0.46	$\frac{5-26}{29.00}$	14.2 ± 80.77	$\frac{9-20}{19.46}$	13.13±0.47	$\frac{14-25}{13.64}$	19.10±0.48
L	$\frac{4.5-5.3}{4.10}$	4.85±0.04	$\frac{1.8-4.5}{12.72}$	3.88 ± 0.09	$\frac{2.2-4.1}{12.99}$	3.21±0.08	$\frac{3.4-4.9}{7.05}$	4.34±0.06
M	$\frac{1.7-2.7}{11.59}$	2.27±0.05	$\frac{1-4}{34.94}$	1.50 ± 0.10	$\frac{0.9-1.8}{15.13}$	1.3±0.04	$\frac{1.6-2.3}{9.18}$	1.92±0.03
K	$\frac{5-8.7}{11.40}$	7.01±0.15	$\frac{4.4-6.7}{11.12}$	5.75 ± 0.12	$\frac{3.9-5.9}{12.64}$	4.90±0.11	$\frac{5.1-7.2}{8.84}$	6.31±0.10
N	$\frac{4.5-8.8}{15.75}$	6.81±0.20	$\frac{3.2-6}{15.65}$	4.73 ± 0.14	$\frac{2.5-6}{19.75}$	4.07±0.15	$\frac{4.77-}{7.66}$ 11.53	6.34±0.13

Примечание: I. в числителе - min-max, мм или град.; в знаменателе - коэффициент вариации V, %; II. среднее значение признака \bar{X} и его ошибка M_x , мм или град.

Также сильно изменчивыми признаками являются длина побега – в Тывинской популяции, ширина листовой пластинки – в Алтайской, Тывинской и Омской популяциях, листовой коэффициент – в Алтайской и Тывинской популяциях, длина соцветия – в Тывинской, Новосибирской и Алтайской популяциях, ширина соцветия и ширина орешка – в Алтайской популяции. Более постоянными признаками являются длина листовой пластинки, длина орешка, расстояние от основания листовой пластинки до самой широкой её части, отношение расстояния от основания листовой пластинки до самой широкой её части к длине листа, длина и ширина лепестка околоцветника. При этом образцы *A. frutescens* из Алтайской и Тывинской популяций более близки по значениям признаков листовой пластинки и соцветия, таким как длина листовой пластинки, расстояние от основания листа до самой широкой её части, длина черешка, длина и ширина соцветия, длина и ширина орешка, длина и ширина лепестка околоцветника.

Растения *A. frutescens* из Новосибирской популяции отличаются более длинными генеративными побегами (130–225 мм), крупными листовыми пластинками (14–24 мм длиной и 4–7 мм шириной), широкими соцветиями (19–30 мм), крупными внутренними лепестками околоцветника (5–9 мм длиной и 4–9 мм шириной) и длинными орешками (4–5 мм). Минимальные значения некоторых признаков *A. frutescens* из Новосибирской области, практически, соответствуют максимальным у растений из популяций Алтайского края и Республики Тыва. Например, нижний предел значения признака длина листовой пластинки у *A. frutescens* из Новосибирской популяции составляет 14,3 мм, а в Алтайской популяции верхний предел значения признака равен 15,3 мм. По ряду показателей (например, по ширине листовой пластинки и длине орешка) лимиты не пересекаются вовсе.

Некоторые отличия по метрическим признакам характерны и для растений *A. frutescens* из Омской популяции. Они имеют более длинные узкие листовые пластинки (10–19 мм длиной и 2–4 мм шириной), небольшие значения верхнего и нижнего угла, самые длинные (56–147 мм), неширокие соцветия. Кроме того, образцы из Омской области отличаются зелёными с розовато-фиолетовыми краями лепестками околоцветника, тогда как в других изученных популяциях лепестки околоцветника розовато-фиолетовые с белыми

краями. В остальных популяциях изменчивости качественных признаков не наблюдается.

Дискриминантный анализ, проведенный по комплексу количественных признаков, показал достаточно четкое разделение исследованных популяций (рис. 2). Отдельные облака формируют особи из Новосибирской и Омской областей, некоторое перекрытие наблюдается лишь у образцов из популяций Тывы и Алтайского края. Вероятно, такая группировка популяций обусловлена эколого-климатическими особенностями местообитаний *A. frutescens*. Алтайская и Тывинская популяции приурочены к степной зоне, тогда как популяции Омской и Новосибирской областей территориально располагаются в зоне лесостепи, формирующей полосу в низменной части Западно-Сибирской равнины в диапазоне широт от 54° с.ш. до 56° с.ш. [12]. В Омской и Новосибирской популяциях безморозный период составляет 100–110 дней, сумма благоприятных для роста температур 1940°–2250° при 400–500 мм/год осадков и величине снежного покрова 30–55 см [4]. В местообитаниях *A. frutescens* Тывы и Алтайского края наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода (безморозный период более 110 дней), суммы благоприятных для роста температур (2000°–2500°) и, одновременно, снижение годового количества осадков (250–300 мм/год) и величины снежного покрова (10–30 см). Условия обитания Омской и Новосибирской популяций менее континентальные, что способствуют увеличению метрических морфологических признаков *A. frutescens*.

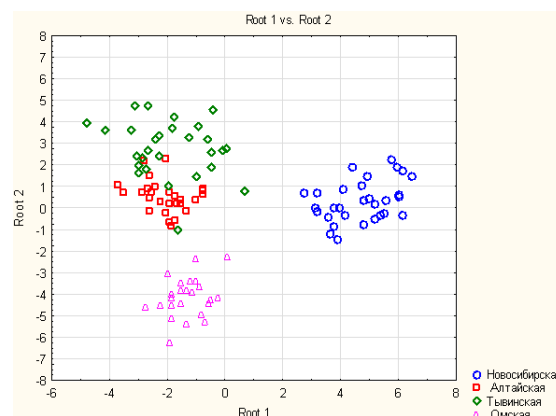


Рис. 2. Положение центров исследованных популяций в пространстве 1- и 2-й канонических осей

Анализ корреляционных связей между климатическими характеристиками и средними значениями морфологических признаков *A. frutescens* показал, что значения длины листовой пластинки, расстояния от основания листовой пластинки до самой широкой её части, ширины соцветия, длины и ширины орешка, длины и ширины внутреннего лепестка околоцветника достоверно положительно связаны с суммой осадков за год, коэффициентом увлажнения и количеством осадков за IV–X месяцы (табл. 3). Чем влажнее климат, тем длиннее листовая пластинка, более широкое соцветие, больше размеры орешка и внутреннего лепестка околоцветника. Длина соцветия прямо пропорциональна индексу континентальности Конрада, а отношение расстояния от самой широкой части к длине листа зависит от длины безморозного периода. Листовой коэффициент, верхний и нижний угол листовой пластинки достоверно связаны с числом дней в году с $t > 10^{\circ}\text{C}$, т.е. эти показатели увеличиваются с увеличением продолжительности вегетационного периода. Аналогичная

связь обнаружена и для ширины листовой пластинки, однако она не достоверна.

В литературе имеются сведения, что *A. frutescens* образует узколистные формы в наиболее сухих местообитаниях, и их следует относить к описанной К.Ф. Ледебуром вариации *A. frutescens f. angustifolia* Ledeb. [9]. На данный момент мы не можем подтвердить факт отбора узколистных форм в более континентальных условиях, поскольку растения с узкими листьями чаще обнаруживались в Омской и Алтайской популяциях. Для решения данного вопроса, а также установления таксономического статуса *A. frutescens f. angustifolia* необходимы дополнительные исследования. Более высокая изменчивость признаков *A. frutescens* в Алтайской и Тывинской популяциях, по сравнению с растениями из Новосибирской и Омской областей, указывает на экологический оптимум этого ксерофитного вида в степной зоне и подтверждает выводы ряда исследователей о повышенном полиморфизме видов в географическом и (или) экологическом центре ареала [1, 11, 18, 24].

Таблица 3. Связь климатических характеристик местообитаний и морфологических признаков *A. frutescens*

	tv	tx	tm	A	K	BP	max	min	r5	r10	C5	C10	Rr	KU	Rs	NN
A	-0,41	0,57	-0,81	-0,63	0,35	-0,87	-0,37	0,24	-0,61	0,25	-0,62	-0,59	0,97*	0,96*	0,93	-0,85
B	-0,50	-0,08	-0,47	0,03	0,50	-0,78	-0,54	-0,47	0,03	0,83	-0,57	-0,63	0,56	0,57	0,49	-0,37
B/A	-0,40	-0,68	0,03	0,65	0,45	-0,36	-0,48	-0,92	0,64	0,99*	-0,29	-0,40	-0,08	-0,06	-0,15	0,24
D	-0,51	0,60	-0,91	-0,67	0,45	-0,89	-0,46	0,33	-0,63	0,15	-0,72	-0,67	0,99*	0,99*	0,98*	-0,94
D/A	-0,01	-0,36	0,28	0,37	0,04	0,52	0,00	0,06	0,40	-0,45	0,16	0,18	-0,64	-0,58	-0,52	0,35
W	-0,39	-0,63	0,01	0,60	0,44	-0,39	-0,47	-0,89	0,59	0,99*	-0,30	-0,41	-0,03	-0,01	-0,10	0,20
H	-0,48	-0,45	-0,20	0,41	0,51	-0,58	-0,55	-0,77	0,40	0,98*	-0,44	-0,54	0,21	0,23	0,14	-0,03
I	-0,34	0,16	-0,48	-0,20	0,32	-0,75	-0,36	-0,25	-0,21	0,66	-0,47	-0,50	0,69	0,67	0,60	-0,46
S	-0,77	0,28	-0,89	-0,36	0,72	-0,68	-0,70	0,32	-0,28	-0,11	-0,84	-0,78	0,61	0,68	0,71	-0,82
F	-0,51	0,58	-0,89	-0,65	0,44	-0,90	-0,46	0,29	-0,62	0,19	-0,71	-0,67	0,99*	0,99*	0,98*	-0,93
L	-0,24	0,81	-0,79	-0,85	0,17	-0,72	-0,18	0,55	-0,83	-0,09	-0,49	-0,43	0,98*	0,96*	0,97*	-0,91
M	-0,44	0,67	-0,88	-0,72	0,37	-0,85	-0,38	0,39	-0,70	0,08	-0,66	-0,61	0,99*	0,99*	0,98*	-0,94
K	-0,25	0,80	-0,79	-0,84	0,17	-0,73	-0,18	0,54	-0,83	-0,07	-0,49	-0,43	0,98*	0,96*	0,96*	-0,91
N	-0,46	0,71	-0,92	-0,77	0,38	-0,82	-0,39	0,50	-0,73	-0,05	-0,68	-0,61	0,99*	0,99*	0,99*	-0,99

Примечание: максимальные положительные корреляции для каждого признака выделены жирным шрифтом. Статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$) помечены звездочкой

Выводы: проведенные исследования позволили выявить определенные закономерности в изменчивости признаков *A. frutescens*. По целому ряду метрических параметров растения из Омской и, особенно, Новосибирской популяций превосходят растения из Алтайского края и Тывы, что обусловлено особенностями местообитаний. Кроме того, образцы *A. frutescens* из Омской популяции отличаются от остальных качественными признаками, а именно, зелеными с розовато-фиолетовыми краями лепестками околоцветника. Изучение корреляционной связи морфологических признаков и климатических показателей пунктов сбора выявило следующие закономерности – в менее жестких условиях обитания растения *A. frutescens* формируют более длинные листовые пластинки, более широкие соцветия, у них больше размеры орешка и внутреннего лепестка околоцветника. Растения из более южных популяций Республики Тыва и Алтайского края обнаруживают наибольшее морфологическое сходство, при этом здесь отмечается увеличение индивидуальной изменчивости признаков, по сравнению с популяциями Новосибирской и Омской областей. Данный факт свидетельствует о ксерофитной природе *A. frutescens* и его экологическом оптимуме в степной зоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Банаев, Е.В. Ольха в Сибири и на Дальнем Востоке России (изменчивость, таксономия, гибридизация) / Е.В. Банаев, М.А. Шемберг. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 99 с.
2. Банаев, Е.В. Фенотипическая изменчивость *Alnus fruticosa* Rupr. s.l. (Betulaceae) в Азиатской России // Растительный мир Азиатской России. 2009. №1 (3). С. 44–52.
3. Бондарцев, А.С. Шкала цветов (пособие для биологов). – М.-Л.: АН СССР, 1954. 27 с.
4. Гвоздецкий, Н.А. Физическая география СССР. Азиатская часть. Изд. 3-е. / Н.А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов. – М.: Мысль, 1978. 512 с.
5. Елисафенко, Т.В. Состояние ценопопуляции редкого для Новосибирской области вида *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch (Polygonaceae L.) / Т.В. Елисафенко, Е.В. Жмудь, И.Н. Кубан, О.В. Дорогина // Биоэкология. 2011. №5. С. 133–137.
6. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. 256 с.
7. Кашина, Л.И. Род *Atraphaxis* L. – Курчавка // Флора Сибири. Salicaceae–Amaranthaceae. – Новосибирск: Наука, 1992. Т. 5. С. 108–109.
8. Коломыч, Э.Г. Локальные коэффициенты увлажнения и их значение для экологических прогнозов // Известия РАН. Серия географическая. 2010. №5. С. 61–72.
9. Коропачинский, И.Ю. Древесные растения Азиатской России / И.Ю. Коропачинский, Т.Н. Встовская. – Новосибирск: Гео, 2002. 707 с.

10. Костиков, Д.К. Эндемичность признаков *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы III (V) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых. – Новосибирск, 2014. С. 26-28.
11. Майр, Э. Популяции, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. 460 с.
12. Макунина, Н.И. Растительность лесостепи Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области: классификация, структура и ботанико-географические закономерности: дисс. на соиск... д.б.н. – Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2014. 267 с.
13. Мамаев, С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. Вып. 94. С. 3-14.
14. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1972. 284 с.
15. Михайлов, В.А. Анализ континентальности климата крымского полуострова с помощью ГИС // Проблемы непрерывной географической освіти і картографії. 2014. №19. С. 72-76.
16. Определитель растений Новосибирской области. – Новосибирск: Наука, 2000. 492 с.
17. Павлов, Н.В. Род курчавка – *Atraphaxis* L. // В кн.: Флора СССР. – М.-Л.: АН СССР, 1936. Т. 5. С. 501-527.
18. Семерилов, Л.Ф. К экологии дуба черешчатого на восточной границе ареала // Экология. 1977. №3. С. 36-42.
19. Справочник по климату СССР. Вып. 17. Тюменская и Омская области. Части II и IV. – Л.: Гидрометеиздат, 1965, 1967.
20. Справочник по климату СССР. Вып. 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области и Алтайский край. Части II и IV. – Л.: Гидрометеиздат, 1965, 1969.
21. Справочник по климату СССР. Вып. 21. Красноярский край и Тувинская АССР. Части II и IV. – Л.: Гидрометеиздат, 1967, 1969.
22. Хромов, С.П. Метеорология и климатология: Учеб. 5-е изд., перераб. и доп. / С.П. Хромов, М.А. Петросянец. – М.: Изд-во МГУ, 2001. 528 с.
23. Шемберг, М.А. Береза каменная (систематика, география, изменчивость) Береза каменная. – Новосибирск: Наука, 1986. 174 с.
24. Banaev, E.V. On the Effect of Climate on the Morphological Structure of *Alnus hirsuta* (Betulaceae) // Russ. J. Ecol. 2009. Vol. 40, No. 1. P. 18-23.

VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL SIGNS OF *ATRAPHAXIS FRUTESCENS* (L.) C. KOCH

© 2016 D.K. Kostikov, E.V. Banaev

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk

Morphological variability of *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch. in four natural population from Central and Western Siberia is investigated. Plants from the Omsk cenopopulations different from the others by the qualitative and the quantitative signs. An increase practically all metric signs found in the Novosibirsk cenopopulations, that is caused by habitat conditions. The greatest morphological similarity found in the plants from more southern populations of the Republic Tyva and Altai Krai. An increase of the individual variability of the signs in these populations is noted, in comparison to populations from Novosibirsk and Omsk regions. This fact point to the xerophytic nature of *A. frutescens* and its ecological optimum in a zone of steppes. The most informative signs for establishment of the structure of the species and its populations are allocated: length and width of the leaves, top and lower corners of the leaf blade, length and width of the inflorescence, length and width of the fruit, length and width of the petal of perianth at the fruits.

Key words: *Atraphaxis frutescens*, phenotypical variability, polymorphism, cenopopulation, Siberia