

З.С. Горлачева

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *AGASTACHE FOENICULUM* O. Ktze. и *AGASTACHE RUGOSA* (FISCH. ET MEY.) O. Ktze. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ДОНБАССЕ

изменчивость, адаптация, ксерофитизация, эпидерма

Важное место в процессе интродукции занимает изучение устойчивости видов и определение путей ее повышения. Особенно актуальна эта проблема в условиях промышленного Донбасса с высокой остротой экологических проблем, порожденных антропогенным прессом.

С целью исследования приспособительных возможностей и степени адаптированности растений к изменяющимся условиям среды в процессе онтогенеза была изучена изменчивость биоморфологических признаков четырех образцов *Agastache foeniculum* O. Ktze. и двух образцов *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze.. Изучены следующие признаки: фазы развития; форма, размеры листа и цветка, длина черешка и коэффициент вариации этих признаков; степень и характер опушения, толщина стенок эпидермальных клеток, количество устьиц и пельтатных желез в 1 мм².

Параметры морфологических признаков вегетативных и генеративных органов сравнивали по данным четырех лет – 1995–1998 гг.; анатомо-морфологическое строение эпидермы листа за три года – 1995–1997 гг. В каждом образце измерялось не менее 10 особей, по 25 замеров каждого признака. Препараты для изучения эпидермы листа готовили по общепринятой методике [4]. Статистическая обработка проводилась по программе Statgraf. Степень варьирования признаков определяли по шкале уровней изменчивости коэффициента вариации (C, %): очень низкий – до 7 %, низкий – 8–12, средний – 13–20, повышенный – 21–30, высокий – 31–40, очень высокий >40 % [5,6]. Кроме коэффициента вариации для характеристики изменчивости признаков были использованы лимиты ($x_{\min}$ – $x_{\max}$). Необходимо отметить, что, согласно нашим исследованиям, оба эти вида практически идентичны по своим систематическим признакам и различаются только составом эфирных масел и, естественно, природным ареалом. Образцы получены из разных эколого-географических пунктов. Исключение составляет образец № 4, который проходит интродукционное испытание в условиях Донецка более 20 лет.

При определении возможности растений адаптироваться к изменяющимся условиям среды важным моментом является изучение соответствия временных характеристик эндогенной ритмической организации регуляторных и физиологических функций растений и ритмов среды. При изучении фаз развития различных образцов видов *A. foeniculum* и *A. rugosa*, отмечено, что отрастание всех образцов наступает одновременно и зависит только от температурных факторов. Что же касается остальных фаз развития, то между ними наблюдались некоторые различия, особенно в фазе бутонизации в первый год интродукции (1995).

За несколько лет интродукции в одинаковых условиях у опытных образцов произошли некоторые изменения в фазах развития (табл. 1). При этом фазы бутонизации, цветения и начала завязывания семян сместились к более ранним срокам и приблизились к фазам развития образца № 4, который прошел многолетнее интродукционное испытание в местных условиях. Очевидно, данная ритмика развития является оптимальной для природно-климатических условий Донбасса, а происшедшие изменения в фенофазах опытных образцов свидетельствуют о большой лабильности во взаимодействии организма и среды и наличии по данным признакам адаптационной изменчивости. Тем не менее каждый образец имеет собственный, характерный для него феноритм, что говорит об эколого-географической изменчивости по ритмике развития.

Таблица 1. Фенофазы разных образцов видов рода *Agastache* за 1995–1998 гг. интродукции

Вид, образец	Год интродукции									
	1995			1996			1997			1998
	фаза развития									
	Б ₂	Ц ₂	Π ₀	Б ₂	Ц ₂	Π ₀	Б ₂	Ц ₂	Π ₀	Π ₀
<i>A. foeniculum</i>										
№ 1	8,08	20,08	28,08	8,07	17,08	27,08	2,08	20,07	14,08	30,07
№ 2	20,08	30,08	18,09	8,08	17,08	2,09	29,06	8,07	14,08	20,07
№ 3	31,07	15,08	28,08	30,07	20,08	30,08	26,07	14,08	24,08	10,08
<i>A. rugosa</i>										
№ 4	6,07	10,08	20,08	10,07	17,08	26,08	16,07	30,07	14,08	30,07

Примечание: Б₂ – массовое появление бутонов; Ц₂ – массовое цветение; П₀ – начало завязывания семян.

Таблица 2. Морфометрические данные вегетативных органов образцов видов рода *Agastache* за 1995–1998 гг. интродукции ($X_{\text{min}} - X_{\text{max}}$).

Вид, образец	Год интродукции											
	1995				1996				1997			
	Пластинка листа			Длина черешка, см	Пластинка листа			Длина черешка, см	Пластинка листа			Длина черешка, см
	длина, см	ширина, см	длина, см	длина, см	длина, см	ширина, см	длина, см	длина, см	длина, см	ширина, см	длина, см	длина, см
<i>A. foetida</i>												
№ 1	5,0-6,0	3,5-4,2	1,5-2,5	1,5-2,5	7,0-9,0	5,1-6,3	2,0-2,5	7,0-10,0	4,2-7,1	1,5-3,0	6,5-9,0	1,2-2,5
№ 2	5,0-5,8	3,0-4,5	1,8-2,5	1,8-2,5	7,0-9,0	5,0-6,0	1,8-2,3	8,0-9,0	5,0-6,0	1,5-2,2	7,0-8,0	1,5-1,8
№ 3	5,0-6,5	3,0-5,0	1,2-2,3	1,2-2,3	6,0-7,0	5,0-5,8	1,5-2,0	6,5-9,0	4,0-7,2	1,2-2,5	6,0-7,0	1,5-1,8
№ 6	—	—	—	—	—	—	—	7,0-9,0	4,0-6,0	1,8-3,0	7,0-8,0	1,5-1,8
<i>A. rugosa</i>												
№ 4	5,0-5,5	3,0-4,3	2,0-2,5	2,0-2,5	6,5-7,5	5,0-6,0	2,5-3,0	6,5-8,5	4,0-5,0	1,8-2,0	6,0-7,2	1,2-1,8
№ 5	5,0-6,0	3,5-4,0	2,0-2,5	2,0-2,5	7,2-8,0	5,0-5,8	2,5-2,8	6,5-10,0	4,0-7,0	2,0-3,0	6,2-7,0	1,5-2,0

Следующим этапом исследований было изучение изменчивости таких признаков, как степень и характер опушения, длина и ширина пластинки листа, его форма, длина черешка, чашечки и венчика. Изменчивость этих признаков была изучена между образцами и за несколько лет интродукции (1995–1998 гг.).

Результаты исследований показали, что по вышеперечисленным признакам между образцами практически не наблюдается варибельности (табл. 2, 3). Однако при рассмотрении этих же признаков по годам, наблюдается их некоторая изменчивость, за исключением опушения. При этом параметры разных признаков изменялись по-разному. Так, при сравнении размеров листа, максимальное их значение отмечено в 1997 г., летний период которого характеризовался обильными дождями. В следующем 1998 г., лето которого отличалось высокой суммой температур и отсутствием дождей, эти параметры были несколько меньше и очень близки по значению к 1996 г., лето которого также было жарким и сухим. Наименьшее значение этих признаков отмечено в первый год интродукции (1995). Что касается размеров черешка, то в первые два года интродукции (1996 и 1997 гг.) наблюдалось увеличение их размеров, а в 1998 г. некоторое уменьшение (табл. 2). Размеры чашечки и венчика (табл. 3), наиболее стабильны. Хотя некоторая изменчивость наблюдается и здесь. Так, у образца № 3, по сравнению с остальными отмечены несколько меньшие размеры как чашечки, так и венчика. Кроме того, небольшое увеличение максимальных значений чашечки и венчика отмечено на второй год интродукции, а затем на следующий 1997 г. снова их уменьшение.

Анализ коэффициентов вариации по всем этим признакам показал, что каждый признак имеет собственный уровень изменчивости. Так, очень низкий уровень изменчивости отмечен для длины венчика – 3,2–7,5 %, низкий коэффициент имеет длина чашечки – 7,2–14,6 %, у всех остальных признаков – от среднего до повышенного (табл. 4). При сравнении коэффициентов вариации всех признаков по годам оказалось, что наибольший уровень изменчивости каждого признака отмечен в 1997 г., лето которого, по сравнению с другими годами эксперимента, было очень влажным.

Таким образом, изучение изменчивости признаков вегетативных и генеративных органов *A. foeniculum* и *A. rugosa* в разные годы интродукции показало наличие фенотипической адаптации, т.е. изменчивости их под влиянием динамики экологических факторов (в данном случае избыток или недостаток влаги и сумма летних температур), не выходящих за пределы нормы реакции генотипа. Что касается географической изменчивости, то она практически не проявляется. Особой устойчивостью отличались степень и тип опушения, как у растений разных образцов, так и в отдельные годы. Даже в самые засушливые 1996 и 1998 гг. опушение растений у всех образцов было стабильным с едва заметным увеличением его густоты.

Большое значение при определении пластичности вида придается анатомо-морфологическому строению листа [1, 5 и др.].

В результате анализа данных по анатомо-морфологическому строению эпидермы листа, установлено, что по своей природе виды *A. foeniculum* и *A. rugosa* мезофилы. Сравнение признаков строения эпидермы разных образцов (табл. 5) показало, что они имеют различия как между собой, так и по годам испытания. В первую очередь образцы отличаются по степени ксерофитизации эпидермы. Более ксероморфными признаками обладают образцы: № 3 *A. foeniculum* и № 4 *A. rugosa*. У них наибольшее количество клеток и пельтатных желез в 1 мм², особенно на нижней эпидерме. В 1996 г., лето которого, по сравнению с 1995 г. отличалось высокой суммой температур и засухой, у всех образцов, по сравнению с другими годами, отмечена ксерофитизация признаков эпидермы, и, особенно, увеличение числа пельтатных желез. В 1997 влажном году, количество клеток, устьиц и пельтатных желез несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом, но было выше, чем в 1995 г. Что касается толщины стенки эпидермы, то у разных образцов этот признак варьирует по-разному и, по сравнению с другими признаками, имеет наибольший коэффициент вариации – единично от 7,6 % до 10,9 % и чаще от 12,5 до 27,5%.

Таблица 3. Морфометрические данные генеративных органов образцов рода *Agastache* за 1995–1998 гг. интродукции ($X_{\text{инт}} - X_{\text{рек}}$).

Вид, образец	Год интродукции											
	1995			1996			1997			1998		
	Длина, см											
	чашечка	венчик	чашечка	венчик	чашечка	венчик	чашечка	венчик	чашечка	венчик		
<i>A. foeniculum</i>	0,6-0,7	0,7-0,8	0,7-0,9	0,9-10,0	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,7	0,7-0,9	0,6-0,7	0,7-0,8	0,7-0,8	
	0,6-0,7	0,8-0,9	0,6-0,7	0,8-0,9	0,6-0,8	0,8-0,9	0,6-0,7	0,8-0,9	0,6-0,7	0,7-0,8	0,7-0,8	
	0,5-0,6	0,6-0,7	0,5-0,6	0,8-0,9	0,6-0,7	0,7-0,8	0,5-0,6	0,7-0,8	0,6-0,7	0,6-0,8	0,6-0,8	
	—	—	—	—	0,6-0,7	0,7-0,8	0,5-0,6	0,7-0,8	0,5-0,6	0,7-0,8	0,7-0,8	
<i>A. rugosa</i>	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,7-0,8	0,6-0,8	0,7-0,8	0,6-0,7	0,7-0,8	0,6-0,7	0,7-0,8	0,7-0,8	
	0,6-0,7	0,7-0,8	0,6-0,7	0,7-0,9	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,7	0,7-0,9	0,6-0,7	0,7-0,9	0,7-0,8	

Таблица 4. Коэффициент вариации признаков вегетативных и генеративных органов образцов рода *Agastache* за 1995–1998 гг. (С %)

Образец	Год интродукции																			
	1995						1996						1997				1998			
	L	D	A	C	F	L	D	A	C	F	L	D	A	C	F	L	D	A	C	F
<i>A. foeniculum</i>	16,4	17,7	22,8	10,8	5,8	17,0	19,9	20,8	19,6	7,5	21,4	20,0	27,9	11,5	3,4	17,2	19,6	21,2	10,8	5,6
	19,6	16,5	25,1	14,6	3,4	16,6	18,9	27,8	10,8	5,8	20,0	19,8	26,2	14,6	5,6	18,2	17,7	24,1	13,8	6,9
	17,9	19,3	27,9	13,6	3,2	18,2	16,5	22,1	9,2	3,4	19,3	19,6	22,9	10,8	7,5	18,6	18,2	23,8	9,4	5,8
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22,6	21,7	23,1	10,8	4,8	19,1	16,7	22,6	9,4	4,2
<i>A. rugosa</i>	15,9	17,5	20,0	11,5	3,8	19,3	21,4	25,5	7,8	3,2	23,1	18,9	23,5	13,7	5,2	19,4	21,3	20,3	10,1	3,7
	19,1	18,9	22,6	9,2	7,5	16,7	17,2	21,5	7,2	6,4	21,1	20,4	26,3	10,5	7,3	18,5	19,8	23,2	8,2	6,4

Примечание: L — длина пластинки листа; D — ширина пластинки листа; A — длина черешка; C — длина чашечки; F — длина венчика.

Таблица 5. Морфометрические показатели строения эпидермы образцов *Agastache foeniculum* и *Agastache rugosa* (1995-1987 гг.).

Год, образец	Количество в 1 мм ²			Толщина стенок клетки, мкм	Ширина устьиц, мкм	Длина устьиц, мкм
	клеток	устьиц	пелльатных желез			
1995 г.	Верхняя эпидерма					
<i>A. foeniculum</i>						
№ 1	374,1±4,8	ед.	0,4±0,1	0,21±0,1	17,0±0,4	27,4±0,6
№ 2	422,1±3,7	ед.	0,2±0,1	0,18±0,1	15,4±0,2	24,5±0,3
№ 3	534,6±8,1	—	—	0,23±0,1	—	—
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	430,1±9,3	—	—	0,21±0,1	—	—
<i>A. foeniculum</i>	Нижняя эпидерма					
№ 4	830,7±6,0	339,8±3,3	8,7±0,4	0,10±0,1	15,5±0,7	22,9±0,5
№ 2	856,1±9,3	308,8±5,4	8,8±0,6	0,10±0,1	16,7±0,3	22,5±0,6
№ 3	1055,9±4,3	305,4±2,1	14,6±0,3	0,11±0,1	15,9±0,2	24,1±0,4
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	1074,0±9,6	326,3±2,7	18,6±1,3	0,10±0,1	13,1±0,1	20,0±0,2
1996 г.	Верхняя эпидерма					
<i>A. foeniculum</i>						
№ 1	459,5±8,1	ед.	2,6±0,2	0,19±0,1	18,3±0,4	28,8±0,5
№ 2	509,9±9,6	—	—	0,23±0,1	—	—
№ 3	568,8±8,1	—	—	0,19±0,1	—	—
1996 г.	Верхняя эпидерма					
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	508,3±9,0	ед.	—	0,21±0,1	17,2±0,2	26,6±0,1
№ 5	509,3±7,2	ед.	—	0,15±0,1	—	—
<i>A. foeniculum</i>	Нижняя эпидерма					
№ 1	1000,5±6,8	382,0±4,1	14,6±0,5	0,10±0,1	15,2±0,4	21,0±0,4
№ 2	1022,4±9,3	438,9±6,5	10,4±0,2	0,09±0,1	16,1±0,3	22,3±0,5
№ 3	1212,2±9,5	334,4±6,2	18,8±0,5	0,08±0,1	15,6±0,2	22,8±0,3
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	1205,9±9,6	385,2±2,7	18,9±1,3	0,10±0,1	15,5±0,1	22,3±0,2
№ 5	1264,5±7,5	449,5±3,2	22,0±0,3	0,09±0,1	15,4±0,2	19,4±0,4
1997 г.	Верхняя эпидерма					
<i>A. foeniculum</i>						
№ 1	406,3±7,9	ед.	2,6±0,3	0,14±0,1	18,4±0,4	27,2±0,3
№ 2	473,0±8,3	ед.	—	0,23±0,1	18,1±0,4	27,2±0,3
№ 3	539,8±6,2	ед.	—	0,19±0,1	—	—
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	506,1±5,5	—	—	0,20±0,1	—	—
№ 5	347,6±4,7	ед.	—	0,19±0,1	18,1±0,3	28,7±0,5
<i>A. foeniculum</i>	Нижняя эпидерма					
№ 1	1025,3±9,9	362,5±4,2	13,4±0,3	0,08±0,1	15,7±0,2	21,7±0,4
№ 2	961,7±8,4	336,4±2,3	9,2±0,7	0,13±0,1	15,6±0,7	23,3±0,3
№ 3	1191,2±0,6	320,0±2,3	15,0±0,3	0,08±0,1	15,1±0,7	23,8±0,5
1997 г.	Нижняя эпидерма					
<i>A. rugosa</i>						
№ 4	1200,8±9,4	380,4±3,7	18,7±0,3	0,09±0,1	15,3±0,2	23,6±0,2
№ 5	948,6±8,4	386,8±2,7	9,8±0,4	0,06±0,1	18,1±0,4	23,1±0,4

Таким образом, по признакам анатомо-морфологического строения эпидермы листа у образцов обоих видов наблюдается эколого-географическая изменчивость, которая характеризует приуроченность растений каждого образца к определенным экологическим условиям обитания, а также фенотипическая изменчивость, являющаяся результатом взаимодействия организма и меняющихся погодных условий. Тот факт, что при усилении инсоляции и снижении водного питания, увеличивается число пельтатных желез, говорит о том, что эти железы являются не только вместилищем эфирных масел, но и выполняют защитную функцию.

Анализируя результаты исследований, необходимо отметить очень низкую вариабельность морфологических признаков генеративных и вегетативных органов у видов *A. foeniculum* и *A. rugosa*, которая несколько усиливается во влажные годы интродукции. Однако, на фоне устойчивости этих признаков, в процессе интродукции происходит смещение фенофаз (бутонизация, цветение, начало созревания семян) к более ранним срокам. Кроме того, очень лабильно анатомо-морфологическое строение эпидермы листа, благодаря чему эти виды способны быстро реагировать на изменение условий обитания. Все это говорит о высокой устойчивости видов и способности их адаптироваться к новым условиям среды.

- 1 Культиасов М.В. Экологические основы интродукции растений природной флоры // Экология и интродукция растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 3–37.
- 2 Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. – Свердловск: Б.и., 1969. – С. 3–38.
- 3 Мамаев А.С. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: Изд-во АН СССР, 1975. – 147 с.
- 4 Просина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высш. школа, 1960. – 246 с.
- 5 Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во АН СССР, 1974. – 243 с.

ДБС НАН Украины

Получено 7.02.2000

УДК 581.15:581.41:633.81

Изменчивость биоморфологических признаков *Agastache foeniculum* O. Ktze. и *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze. при интродукции в Донбассе / Горлачева З.С. // Промышленная ботаника. – 2001. – Вып. 1. – С. 120–125.

Сравнительное изучение биоморфологических признаков четырех образцов *Agastache foeniculum* O. Ktze. и двух образцов *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze. выявило их адаптационную изменчивость. Особенно лабильна эпидерма, благодаря чему эти виды способны быстро приспосабливаться к изменениям экологических факторов. Отмечено, что увеличение числа пельтатных желез в условиях повышенной инсоляции и снижения водного питания свидетельствует о выполнении ими защитной функции.

Табл. 5. Библиогр.: 5 назв.

Variation of biomorphological features of *Agastache foeniculum* O. Ktze. and *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze. under introduction in Donbass / Gorlacheva Z.S. // Industrial botany. – 2001. – V. 1. – P. 120–125.

A comparative study of biomorphological features of four specimens of *Agastache foeniculum* O. Ktze. and two of *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze. has their adaptation variation. An epidermis is particularly labile owing to this, these species can quickly adapt to changes of ecological factors. It has been found that an increase of peltate glands quantity under hyghtened insolation and decrease of water nutrition testifies to the implementation of protective function by them.