



УДК 615.322

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *MOMORDICA CHARANTIA* (CUCURBITACEAE) РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

ДОАН ХОАНГ ЖАНГ
В.К. ТОХТАРЬ
Л.А. ТОХТАРЬ
О.О. НОВИКОВ

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

e-mail: novikov@bsu.edu.ru

Momordica charantia L. (Cucurbitaceae) является палеотропическим видом, используемым в качестве лекарственного растения во многих странах. В статье рассматриваются морфологические изменения образцов *Momordica charantia* различного географического происхождения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что природно-климатические условия влияют на размер листа, массу и размеры плода, а также указывают на существенные различия для изученных признаков цветка: размера цветоножки и прицветника. Расположение прицветника было одинаковым у всех образцов, но у женских цветков прицветник всегда располагается ближе к основанию цветоножки, чем у мужских.

Ключевые слова: *Momordica charantia*, морфологические признаки, статистический анализ, фенологический анализ.

Введение.

Momordica charantia является перспективным источником ликопина и других каротиноидов. Дикорастущие растения *M. charantia* распространены в регионах Южной Азии и Тропической Африки. В настоящее время растения приобретают все большую популярность у садоводов-любителей и фермеров в Германии, Румынии, США, Японии благодаря использованию растений в качестве лекарственного сырья. Изучение изменчивости этих ценных видов растений и выявление изменчивости морфологических признаков при их интродукции является основой для создания высокопродуктивных интродукционных популяций. С этой точки зрения несомненный интерес представляет исследование морфологических различий у растений *M. charantia*, выращиваемых в условиях Белгородской области (г. Белгород).

Методика эксперимента.

Для сравнительного изучения морфологических признаков были отобраны 3 образца *Momordica charantia* (1 – Вьетнам, TN 166; 2 – Россия, неизвестное происхождение, получен от садоводов г. Белгорода; 3 – Германия, из Берлинского ботанического сада, Berlin-Dahlem).

Исследовали 18 морфометрических признаков у каждого растения (табл. 1). (WILLIAMS & NG, 1976). Параметры плодов и семян измеряли только на зрелых плодах. Число боковых ветвей, размеры листа определяли в начале плодоношения.

Таблица 1

Изученные морфологические признаки у растений *Momordica charantia* L.

	Описание признаков	Сокращения
Вегетативные	Длина пластины листа (мм)	дл
	Ширина пластины листа (мм)	шл
	Число боковых ветвей	чбв
Генеративные	Длина мужского прицветника (мм)	дмпр
	Ширина мужского прицветника (мм)	шмпр
	Длина женского прицветника (мм)	джпр
	Ширина женского прицветника (мм)	шжпр
	Длина мужской цветоножки (мм)	дмцвн
	Длина женской цветоножки (мм)	джцвн
	Расстояние от мужского прицветника до основания цветоножки (мм)	рмпр
	Расстояние женского прицветника до основания цветоножки (мм)	ржпр
Плод	Масса плода (г)	мпл
	Длина плода (см)	дпл
	Диаметр плода (см)	шпл
	Кол-во семян в одном плоде	чсм
Семя	Длина семени (мм)	дсм
	Ширина семени (мм)	шсм
	Толщина семени (мм)	тсм



Все данные были проанализированы с помощью программы Statistica 8 (STATSOFT). Рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение для каждого морфологического признака. Одномерный дисперсионный анализ (ANOVA) был выполнен для сравнения признаков образцов из различных фитогеографических регионов (HILL & LEWICKI, 2006).

Для сравнения признаков между мужскими и женскими цветами был выполнен парный Т-тест. Независимый Т-тест был использован для сравнения двух независимых групп. Исследование корреляций Пирсона позволило измерить степень связи между признаками (SOKAL & ROHLF, 1995) в случае, если она существует.

Анализ главных компонент (PCA) был проведен для того, чтобы описать изменение некоррелированных морфологических переменных, каждое из которых является линейной комбинацией исходных данных (EVERITT & DUNN, 2001). Для этого анализа мы использовали корреляционную матрицу, чтобы придать равные значения признакам (STUESSY, 1990).

Результаты.

Изменчивость морфологических признаков плодов и семян.

Средние значения и диапазоны варьирования признаков плода и семени представлены в табл. 2 в соответствии с различным географическим местоположением. Одномерный дисперсионный анализ указывает существенные различия почти для всех признаков. Так, например, масса плода колеблется в пределах от 49,87 до 253,1 г. в соответствии с изученными образцами. Средняя масса одного плода *M. charantia* составляет 102,24 г ± 72,44. Установлена существенная разница между образцами из различных фитогеографических регионов (p < 0,001). Размеры плодов в среднем были 11,5 мм ± 7,1 в длину с диаметром 5,8 мм ± 1,4. Их этих двух признаков только длина плода варьирует от одного региона к другому в соответствии с данными одномерного дисперсионного анализа (p < 0,001). Плод содержит в среднем 24 семени. Количество семян в одном плоде также изменяется в зависимости от географического происхождения изученных образцов со значительной разницей (p = 0,006). Толщина семени у растений в среднем составляет 3,78 мм ± 0,45 и имеет, в целом, сходные значения у образцов (0,14). С другой стороны, длина (12,9 мм ± 1,1) и ширина (7,41 мм ± 0,55) семени значительно больше у образцов из Вьетнама, где они достигают 14,00 мм ± 0,79 и 7,77 мм ± 0,47 соответственно (p < 0,001). Величина этого изменения однако низкая и, следовательно, может не учитываться.

Таблица 2

Средние значения признаков плода и семени у растений *Momordica charantia* L.

	Вьетнам n = 15	Россия n = 10	Германия n = 10
Масса плода (г)	189,28 ± 74,15 (100,3-253,1)	62,68 ± 12,79 (49,87-86,78)	66,22 ± 15,41 (52,92-86,6)
Длина плода (см)	20,32 ± 2,17 (16-23)	7,93 ± 1,18 (6,5-9,5)	5,36 ± 0,79 (4,3-6,5)
Диаметр плода (см)	6,59 ± 1,21 (4,3-7,6)	5,71 ± 1,08 (4,0-7,7)	5,04 ± 1,05 (4,8-6,9)
Кол-во семян в одном плоде	36,6 ± 7,4 (31-49)	25,25 ± 6,01 (18-34)	12,62 ± 1,59 (10-15)
Длина семени (мм)	14,00 ± 0,79 (11,5-15)	12,51 ± 0,55 (11,3-13,5)	12,49 ± 0,88 (10,8-14,1)
Ширина семени (мм)	7,77 ± 0,47 (7,1-8,8)	7,28 ± 0,41 (6,5-8,3)	6,93 ± 0,43 (6-7,9)
Толщина семени (мм)	4,00 ± 0,47 (3-4,8)	3,84 ± 0,3 (3,3-4,4)	3,85 ± 0,45 (2,8-4,5)

Фенетическое отношение на основе признаков плодов и семян.

Анализ отношений между признаками свидетельствует о наличии нескольких положительных высоких корреляций (табл. 3). Размеры плодов и семян варьируют в одном направлении. Так, длина плода положительно коррелирует с другими признаками. Масса плода, наоборот, имеет низкие коэффициенты корреляции с большинством изученных признаков и значительную отрицательную корреляцию с числом семян в плоде.

При проведении PCA-анализа на 35 растениях из 3 фитогеографических регионов первый компонент объясняет 51,31 % изменчивости, а второй – 20,75 % изменчивости (рисунок). Первая ось тесно связана с размером плодов и семян. В то время как, вторая ось характеризует различия между массой плодов и числом семян в плоде.



Таблица 3

Корреляционная матрица признаков плода и семени у изученных растений *Momordica charantia* L.

	МПЛ	ДПЛ	ШПЛ	ЧСМ	ДСМ	ШСМ	ТСМ
МПЛ	1						
ДПЛ	0,13	1					
ШПЛ	0,42	0,24	1				
ЧСМ	-0,11	0,90	0,03	1			
ДСМ	0,12	0,86	-0,02	0,75	1		
ШСМ	-0,08	0,78	0,47	0,70	0,67	1	
ТСМ	0,02	0,32	0,20	0,29	0,30	0,48	1

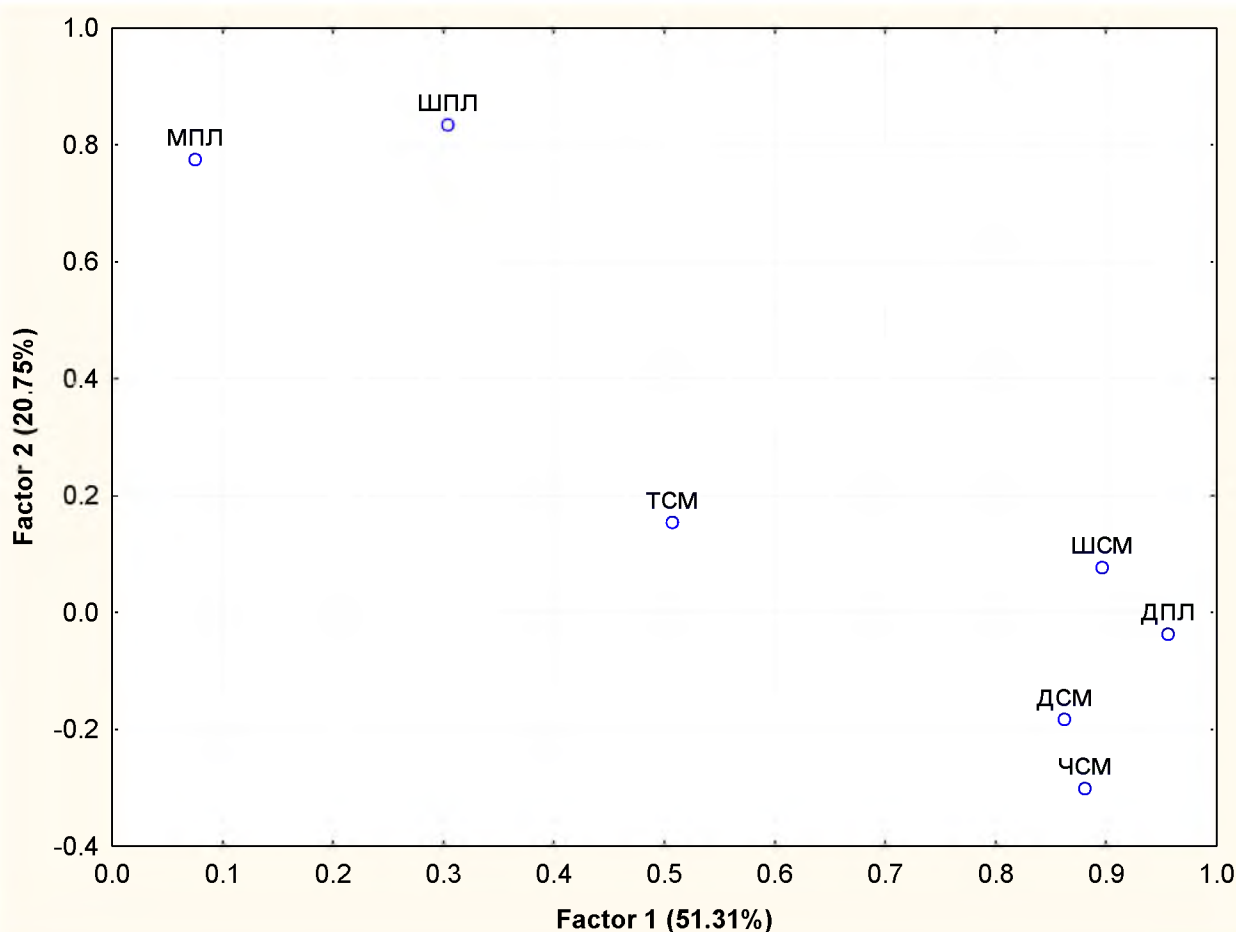


Рис. 1. Факторный анализ признаков плода и семени растений *Momordica charantia* L. (выделенные факторы объясняют 72,1% общей вариации признаков)

Изменчивость признаков листьев, стебля и цветков.

Изучение значений признаков листьев и цветков свидетельствует об их существенной изменчивости. В табл. 4 представлены средние значения и диапазон варьирования признаков листьев, стебля и цветка у растений различного географического происхождения. Длина листовых пластин в некоторых случаях достигает 140 мм, но в среднем имеет более низкие значения ($84,11 \pm 17,13$ мм). Результаты, полученные с помощью одномерного дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что такая величина не одинакова у различных образцов. Растения из Вьетнама имеют листья с большей длиной ($102,14 \text{ мм} \pm 18,84$). Средняя величина ширины листовой пластины у всех исследованных растений была 61,97 мм. Она изменяется в зависимости от происхождения образцов ($p < 0,01$). Самая маленькая ширина листовой пластинки отмечена у образцов из Белгорода ($51,23 \text{ мм} \pm 10,68$), а наибольшая величина зарегистрирована у образцов из Вьетнама ($78,76 \text{ мм} \pm 14,72$).



Таблица 4

**Средние значения признаков листа и цветка у растений
Momordica charantia L.**

	Вьетнам n = 15	Белгород n = 10	Германия n = 10
Длина пластинки (мм)	102,14 ± 18,84 (76-137)	74,76 ± 10,94 (59-99)	79,55 ± 18,35 (49-105)
Ширина пластинки (мм)	78,76 ± 14,72 (37-101)	51,23 ± 10,68 (35-76)	58,02 ± 9,97 (41-89)
Длина главной плети (см)	174,48 ± 32,59 (129,4-223,5)	195,7 ± 25,9 (166,5-232)	119,0 ± 34,7 (91,5-158)
Число боковых ветвей	12,83 ± 1,94 (10-16)	16,4 ± 6,65 (10-25)	9,4 ± 4,5 (6-17)
Длина мужского прицветника (мм)	8,37 ± 1,5 (6,6-12,7)	6,57 ± 0,81 (5,6-8,1)	7,21 ± 1,92 (4,3-11)
Ширина мужского прицветника (мм)	10,15 ± 2,15 (7,3-16,5)	7,92 ± 1,52 (5,5-10)	8,71 ± 2,93 (4,9-16)
Длина женского прицветника (мм)	7,38 ± 2,11 (4,7-12,9)	7,58 ± 1,85 (4,8-10,6)	7,13 ± 2,29 (3,5-11)
Ширина женского прицветника (мм)	9,01 ± 2,56 (5,7-16,4)	8,43 ± 2,06 (6-11,9)	8,53 ± 3,14 (3,8-14)
Длина мужской цветоножки (мм)	55,33 ± 9,32 (44-70)	49 ± 7,78 (38-59)	69,25 ± 21,42 (33-102)
Длина женской цветоножки (мм)	67,4 ± 18,1 (46-109)	60,57 ± 11,6 (43-74)	75,86 ± 14,24 (60-99)

Исследование признаков цветка позволило установить, что средняя длина мужской цветоножки составляет 65,9 мм ± 23,96, но для некоторых растений образцов, полученных из Германии, такая величина была выше 100 мм (p < 0,01). Длина женской цветоножки значительно варьирует между образцами различного географического происхождения (p = 0,02). Небольшая длина отмечена у женской цветоножки на растениях из Белгорода (60,57 мм ± 11,6), а наибольшая характерна для растений из Германии (75,86 мм ± 14,24). Никаких существенных изменений не наблюдается между мужской и женской цветоножками (парный Т-тест, p = 0,36). Положение прицветника определяется расстоянием от него до основания цветоножки. Среднее расстояние было 21,17 мм для мужского цветка и 10,96 мм для женского цветка. И тот и другой признак не отличался значимо у разных образцов (p = 0,59 и 0,35 для мужского и женского цветков соответственно). Однако, в пределах одного образца, расстояние мужского прицветника до основания цветоножки почти всегда больше, чем у женского (p < 0,01) как показал парный Т-тест.

Изменчивость морфологических признаков листа и цветка.

Анализ степени связанности между признаками указывает на положительную и отрицательную высокую корреляции у изученных растений (табл. 5). Длина листа свидетельствует о значительной высокой, положительной корреляции с шириной пластины и длиной мужской цветоножки. Корреляция между длиной листа и длиной женской цветоножки также значительная (r = 0,32, p = 0,001). Мужская и женская цветоножки развиваются в одном и том же направлении и их величины тесно связаны (r = 0,51, p < 0,01). Однако эти признаки слабо коррелируют с размерами прицветника. Положение прицветника не коррелирует с длиной цветоножки у мужского цветка (r = 0,16), но коррелирует с длиной цветоножки женского цветка (r = 0,56, p < 0,01).

Таблица 5

Корреляционная матрица признаков листа и цветка у растений из 3 мест происхождения

	дл	пл	дмцвн	рмп	дмп	пмп	джп	пжп	ржп	джцвн
дл	1									
пл	0,78	1								
дмцвн	0,68	0,56	1							
рмп	0,07	-0,15	0,16	1						
дмп	-0,15	-0,09	-0,13	0,21	1					
пмп	0,03	0,02	0,06	0,31	0,9	1				
джп	-0,2	-0,21	-0,22	-0,06	0,63	0,51	1			
пжп	-0,09	-0,14	-0,05	0,13	0,61	0,62	0,86	1		
ржп	0,08	-0,06	0,14	0,47	-0,01	0,06	0,02	0,24	1	
джцвн	0,32	0,24	0,51	0,3	0,07	0,18	-0,03	0,15	0,56	1



Заклучение.

Анализ количественных морфологических признаков у образцов *M. Charantia* различного географического происхождения позволяет установить степень сходства и различия между ними в одинаковых условиях культуры на юго-западе Среднерусской возвышенности, а также выявить особенности их морфологической структуры. Установлено, что размеры и масса плода значительно варьируют у изученных растений и, наоборот, параметры семян изменяются незначительно. У исследованных образцов не наблюдается корреляции между массой плода и количеством семян растений. Растения из Вьетнама характеризуются наличием в три раза большей массы плодов в сравнении с остальными, однако количество семян в одном плоде у них больше только в 1,5 раза. Несмотря на то, что длина и ширина семян варьируют в зависимости от географического происхождения образцов, необходимо отметить, что величина этих изменений низкая, визуально не воспринимаемая. Результаты исследования позволяют говорить о том, что большие листья имеют растения, выращенные из семян, полученных из Вьетнама, хотя длина цветоножки варьирует в зависимости от географического происхождения растений. Расположение прицветников одинаковое у всех образцов, однако у женских цветков прицветник всегда расположен ближе к основанию цветоножки, чем у мужских.

Литература

1. EVERITT, B. S. Applied multivariate data analysis. Ed 2. Arnold, 2001.
2. HILL, T. & P. LEWICKI. Statistics: methods and applications. A comprehensive reference for science, industry, and data mining. StatSoft, 2006.
3. MARR, K. L., YONG-MEI & X., BHATTARAI K. N. Allozyme, morphological and nutritional analysis bearing on the domestication of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.* 58: 435-455, 2004.
4. NJOROGE, G. N. *Momordica charantia* L. In: GRUBBEN, G. J. H. & O. A. DENTON(ed.), *Vegetables: 385-390*. Backhuys Publishers and CTA, 2004.
5. SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. *Biometry*. Ed. 3. W.H. Freeman and Company, 2005.
6. STUESSY, T. F. *Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data*. Columbia Univesity Press, 1990.
7. WILLIAMS, J. T. & N. O. NG. Variation within *Momordica charantia* L., the bitter gourd (Cucurbitaceae). *Ann. Bogor.* 6: 11-123, 1976.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF MOMORDICA CHARANTIA HERBS (CUCURBITACEAE) OF DIFFERENT GEOGRAFICAL ORIGIN

DOAN HOANG GIANG
V.K. TOKHTAR
L.A. TOKHTAR
O.O. NOVIKOV

*Belgorod National
Research University*

e-mail: novikov@bsu.edu.ru

Momordica charantia L. (Cucurbitaceae) paleotropic view is used as a medicinal plant in many countries. The article discusses the morphological changes of samples *Momordica charantia* of different geographical origin. The results suggest that climatic conditions influence the sheet size, weight and size of the fetus, and also indicate significant differences for the traits studied flower: pedicel and bract size. Location of bract was similar in all samples, but in the female flowers thre ract is located closer to the base of the peduncle than in males.

Key words: *Momordica charantia*, morphological characteristics, statistical analysis, phenological analysis.