

БОТАНИКА

О ПРИЗНАКАХ МАКРОСТРУКТУРЫ СЕМЯН ВИДОВ РОДА BAUHINIA L.

М.Е. Павлова, В.А. Сурков

Кафедра ботаники, физиологии, патологии растений и агробиотехнологии
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Исследованы зрелые семена 12 видов рода *Bauhinia* L. Приведены количественные признаки макроструктуры, которые могут объективно охарактеризовать внешнее строение семян. Показано, что семена видов рода *Bauhinia* можно разделить на две группы, значительно отличающиеся друг от друга по форме, характеру поверхности, массе и особенностям макроструктуры. Полученные данные могут быть использованы как дополнительные признаки при классификации рода.

Род *Bauhinia* L. включает около 300 видов, распространенных в тропических районах обоих полушарий. Это деревья, кустарники и лианы с двулопастными листьями, крупными цветками белой, желтой, разных оттенков красной окраски, собранными в кисти, щитки или метелки. Плоды вскрывающиеся или невскрывающиеся, до 15—20 см длиной. Семена крупные.

Многие виды этого рода традиционно используют как лекарственные, кормовые, декоративные, технические растения [1; 2; 3].

На протяжении более 250 лет, со времени первого описания этого огромного рода Карлом Линнеем в 1753 году, ученые занимались его классификацией [4; 5; 6; 7]. Однако до сих пор не существует единого мнения по данному вопросу. При описании растений традиционно используют подробные данные о признаках строения цветков, плодов, листьев, пыльцы, но очень мало — данные о признаках макроструктуры семян. Структуру семян видов рода *Bauhinia* L. изучена недостаточно. Некоторые сведения по этому вопросу можно найти в [6; 8; 9; 10].

Выявленные в результате настоящих исследований признаки макроструктуры семян могут быть полезны в решении спорных вопросов классификации рода *Bauhinia* L.

Материал и методика. Изучены 360 образцов зрелых семян видов рода *Bauhinia*, относимых к 12 видам и к различным под родам, секциям и сериям:

B. Aculeata L. (подрод *Bauhinia*, секция *Pauletia*, серия *Cansenia*); *B. acuminata* L. (подрод *Bauhinia*, секция *Pauletia*, серия *Acuminatae*); *B. cumanensis* Kunth. (подрод *Phanera*, секция *Caulotretus*, подсекция *Binaria*); *B. diphylla* Buch.-Ham. (подрод *Phanera*, секция *Lysiphyllum*, серия *Africanae*); *B. galpinii* N.E.Br. (подрод *Bauhinia*, секция *Afrobauhinia*, серия *Galpinae*); *B. hookeri* Muell. (подрод *Phanera*, секция *Lysiphyllum*, серия *Hookerae*); *B. monandra* Kurz. (подрод *Bauhinia*, секция *Telestria*, серия *Monoteles*); *B. purpurea* L. (подрод *Bauhinia*, секция *Telestria*, серия *Purpureae*); *B. racemosa* Lam. (подрод *Bauhinia*, секция *Micralvesia*, серия *Racemosae*); *B. rufescens* Lam. (подрод *Bauhinia*, секция *Micralvesia*, серия *Racemosae*); *B. tomentosa* L. (подрод *Bauhinia*, секция *Alvesia*); *B. Variegata* L. (подрод *Bauhinia*, секция *Telestria*, серия *Purpureae*) [11].

Зрелые семена получены из ГБС РАН (Москва), ботанических садов и университетов Легона (Гана), Аделаиды (Австралия), Рима (Италия).

Внешний вид семян изучали и зарисовывали при помощи стереоскопического микроскопа МБС-1 в отраженном свете при увеличении $0,6 \times 8$ с использованием окуляра с масштабной сеткой. Морфологические описания, измерения семян проводили согласно общепринятым методикам [12]. Кроме того, измеряли длину долей рубчика, площадь поверхности рубчика, определяли массу одного семени и массу зародыша семени. Для каждого вида выполняли пять рисунков: с латеральной стороны семени, со стороны рафэ, со стороны рубчика, в продольном и поперечном разрезах.

Микроскоп МБС-1 с окулярной линейкой был также использован для измерения длины, ширины, толщины семян, длины долей рубчика, измерения длины и ширины рубчика (в средней части) в 30-кратной повторности для каждого вида. Площадь поверхности рубчика вычисляли по формуле для площади эллипса:

$$S = \pi \cdot a \cdot b,$$

где a, b — радиусы эллипса.

Массу одного семени и зародыша семени для каждого вида определяли взвешиванием на аналитических весах AR-640 (Ohaus) в 30-кратной повторности с точностью до 0,1 мг.

Поверхность семян исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) HITACHI S-405A при 30- и 2000-кратном увеличении. Исследования проведены в лаборатории электронной микроскопии МГУ им. М.В. Ломоносова.

Результаты исследований. Исследования показали, что семена двух групп видов рода *Bauhinia* отличаются по форме, характеру поверхности, массе и особенностям макроструктуры.

У видов, отнесенных к первой группе (*B. aculeata*, *B. purpurea*, *B. Variegata*), семена дисковидные, сжатые с латеральной стороны, в очертании округлые, с одной стороны чуть выпуклые, с другой — вогнутые (рис. 1 – 1). Длина семени от 10,5 (*B. purpurea*) до 13,6 мм (*B. aculeata*) (табл. 1; рис. 4). Ширина семени от 8,5 (*B. purpurea*) до 12,6 мм (*B. aculeata*). Толщина семени от 2,2 (*B. Variegata*)

та) до 2,7 мм (*B. aculeata*). Отношение толщины семени к длине семени составляет от 16% (*B. purpurea*) до 20% (*B. aculeata*). Масса одного семени — от 197,0 (*B. variegata*) до 325,3 мг (*B. purpurea*). Масса зародыша семени от 142,2 (*B. Variegata*) до 267,3 мг (*B. purpurea*), что составляет от 72 до 82% от массы семени (табл. 1, рис. 7). Цвет семян коричневый. Поверхность семян матовая, морщинистая (рис. 1 – I).

Поверхность кутикулы под СЭМ (×2000) без четкого скульптурного рисунка, слабоволнистая, с отслаивающимися участками. Эпидерма имеет множество устьичных аппаратов. Замыкающие клетки не функционируют, между ними всегда имеется широкая щель, частично затянутая кутикулой (рис. 2 – I).

Рубчик серповидный, с двумя долями неравной длины (табл. 1), на поверхности с остатками фуникулуса (рис. 3 – I). Между долями рубчика на рафэ имеется углубление. К рубчику со стороны антирафэ примыкает след микропиле. Длина долей рубчика у семян *Bauhinia aculeata* 1,2 и 1,7 мм, у семян *Bauhinia purpurea* — 0,5 и 1,2 мм, у семян *Bauhinia variegata* — 0,9 и 1,7 мм. Длина доли рубчика составляет 5—13% от длины семени. Площадь поверхности рубчика от 0,3875 (*B. Purpurea*) до 0,4008 мм² (*B. variegata*) (табл. 1, рис. 6).

Под спермодермой на латеральной стороне семени имеется тонкий слой остатков эндосперма (рис. 1 – I).

Зародышевая ось прямая. Семядоли широкие, плоские, с сердцевидным основанием. Корешок короткий, толстый, его кончик направлен к микропиле. Почечка маленькая (рис. 1 – I).

У видов, отнесенных ко второй группе (*B. acuminata*, *B. cumanensis*, *B. dyphylla*, *B. galpinii*, *B. hookeri*, *B. monandra*, *B. racemosa*, *B. rufescens*, *B. Tomentosa*), семена яйцевидные, в очертании овальные, менее сжатые с латеральной стороны, чем семена первой группы (рис. 1 – II).

Длина семени от 6,1 (*B. tomentosa*) до 15,1 мм (*B. hookeri*) (рис. 4). Ширина семени от 4,1 (*B. tomentosa*) до 8,8 мм (*B. hookeri*). Толщина семени от 2,2 (*B. Tomentosa*) до 4,2 мм (*B. dyphylla*, *B. monandra*) (табл. 1). Отношение толщины семени к длине семени составляет от 26% (*B. cumanensis*) до 43% (*B. tomentosa*). Масса одного семени от 46,5 (*B. tomentosa*) до 321,0 мг (*B. hookeri*). Масса зародыша семени от 8,6 (*B. tomentosa*) до 168,1 мг (*B. hookeri*), что составляет от 18 до 52% от массы семени (табл. 1; рис. 7).

Цвет семян черный и темно-коричневый. Поверхность семян глянцевая, гладкая. Устьичных аппаратов нет.

Поверхность кутикулы под СЭМ (×2000) без четкого скульптурного рисунка, крупноямчатая (рис. 2 – II).

Рубчик овальный с двумя тонкими длинными или короткими долями неравной длины (табл. 1). Рубчик и его доли с остатками фуникулуса на поверхности. Между долями рубчика вблизи его на рафэ имеется выступ. След микропиле не всегда просматривается (рис. 3 – II). Площадь поверхности рубчика от 0,0180 (*B. rufescens*) до 0,1769 мм² (*B. galpinii*) (табл. 1, рис. 6).

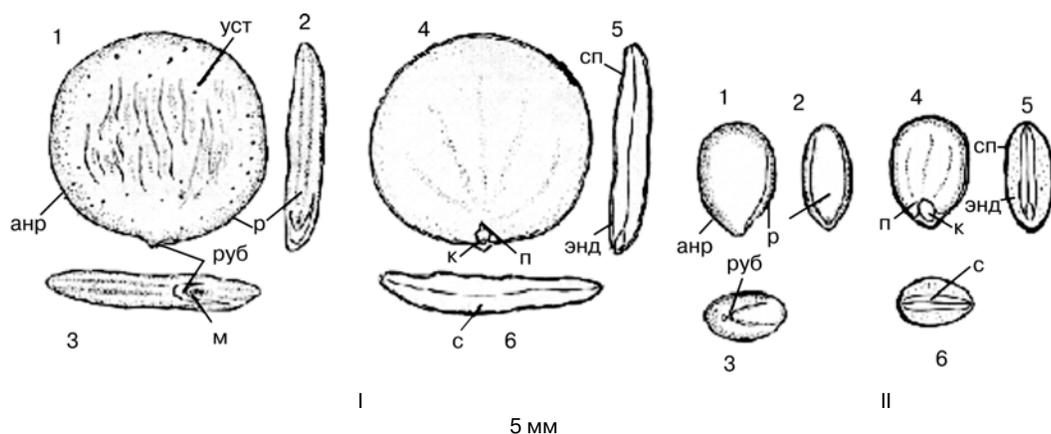


Рис. 1. Семена *B. aculeata* (I) и *B. acuminata* (II), увел. 0,6×8:

1 — с латеральной стороны, 2 — со стороны рафэ, 3 — со стороны рубчика, 4 — продольный сагиттальный разрез, 5 — продольный латеральный разрез, 6 — поперечный разрез; анр — антирафе, к — корешок; м — микропиле, п — почечка, р — рафе, руб — рубчик, с — семядоли, сп — спермодерма, уст — устьичный аппарат, энд — эндосперм

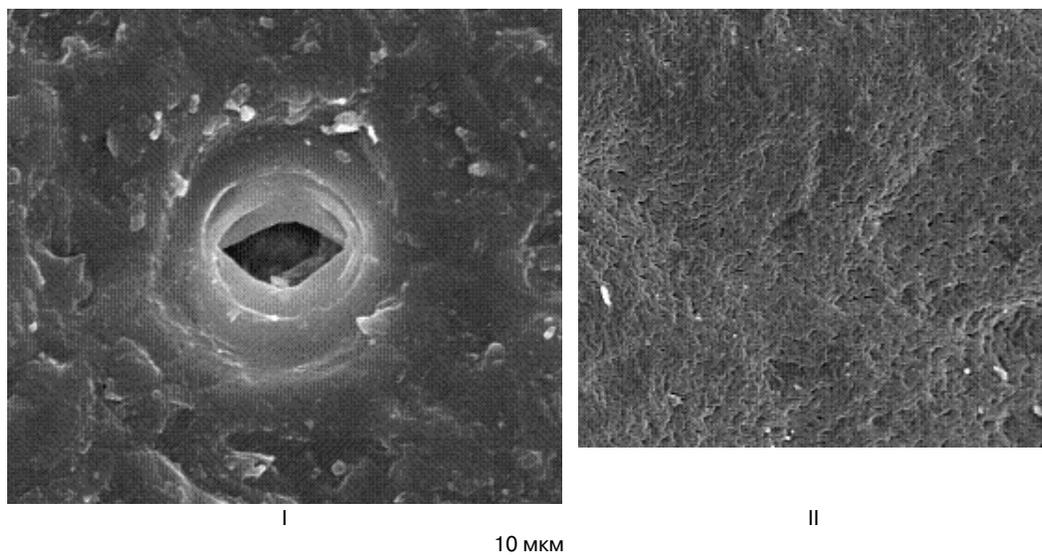


Рис. 2. Поверхность эпидермы семян и устьичный аппарат *B. variegata* (I), поверхность эпидермы семян *B. duhylla* (II), увел. x2000

К спермодерме примыкает эндосперм, который на латеральной стороне семени толстый, а в районе халазы и микропиле тонкий (рис. 1 – II). В отличие от семян видов рода *Bauhinia* первой группы, семена видов рода *Bauhinia* второй группы содержат обильный эндосперм.

Зародышевая ось слегка согнутая. Семядоли широкие, плоские, с сердцевидным основанием. Корешок короткий, толстый. Почечка маленькая (рис. 1 – II). Наиболее крупные семена у *B. hookeri* (321 мг) и *B. galpinii* (295 мг).

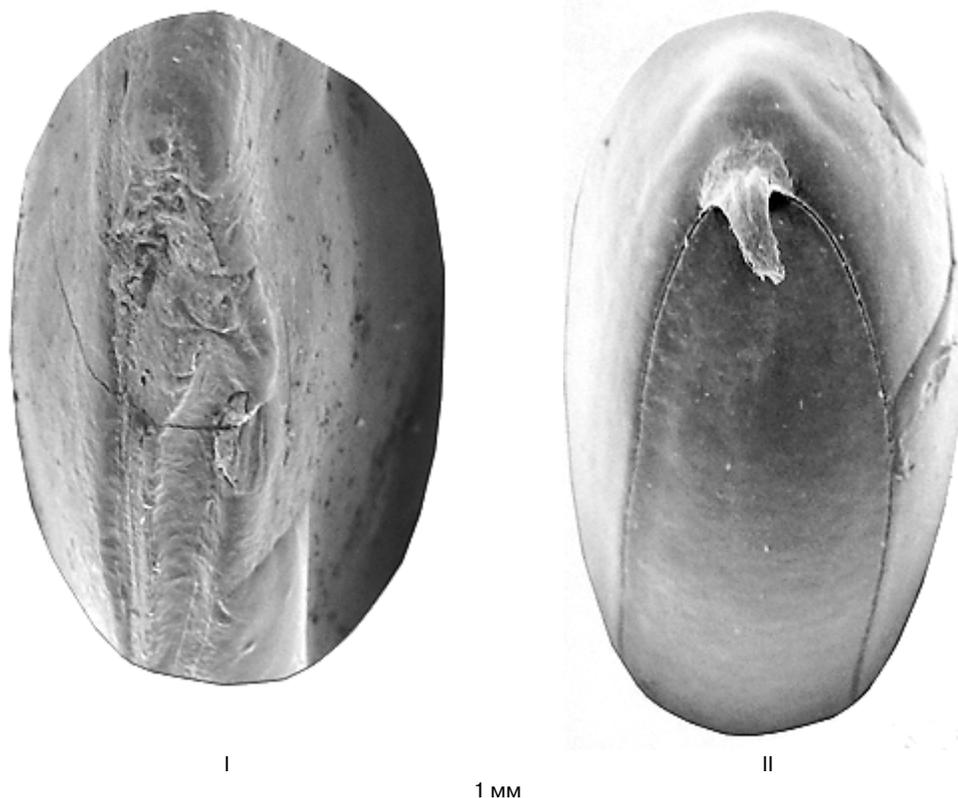


Рис. 3. Рубчик *V. aculeata* (I), *V. acuminata* (II), увел. $\times 30$

Таблица 1

Параметры макроструктуры семян видов рода *Vauhinia* L.

№ пп.	Вид	Масса одного семени, мг	Масса зародыша семени, мг	Размеры семени			Длина долей рубчика, мм	Площадь поверхности рубчика, мм ²
				длина семени, мм	ширина семени, мм	толщина семени, мм		
I тип семян								
1.	<i>V. aculeata</i>	320,5	263,4	13,80	12,60	2,70	1,7; 1,2	0,3970
2.	<i>V. purpurea</i>	325,3	267,3	14,10	12,30	2,30	1,2; 0,5	0,3875
3.	<i>V. variegata</i>	197,0	142,2	11,90	10,70	2,20	1,7; 0,9	0,4010
II тип семян								
4.	<i>V. acuminata</i>	83,5	27,4	8,00	4,80	3,20	6,1; 5,4	0,0945
5.	<i>V. cumanensis</i>	67,5	19,5	7,60	5,30	2,10	2,6; 2,0	0,0700
6.	<i>V. dyphylla</i>	155,0	76,1	10,10	6,70	4,20	2,6; 2,4	0,0540
7.	<i>V. galpinii</i>	295,7	142,2	12,60	8,50	3,70	2,4; 2,0	0,1769
8.	<i>V. hookeri</i>	321,0	168,1	15,10	8,80	4,10	2,0; 1,4	0,0530
9.	<i>V. monandra</i>	194,3	62,2	11,50	7,70	4,20	2,7; 2,0	0,1648
10.	<i>V. racemosa</i>	144,3	46,8	9,70	6,80	3,70	7,4; 5,1	0,0723
11.	<i>V. rufescens</i>	85,4	9,1	7,80	5,30	3,20	6,0; 2,6	0,0195
12.	<i>V. tomentosa</i>	46,5	8,6	6,10	4,10	2,20	1,0; 0,7	0,0785

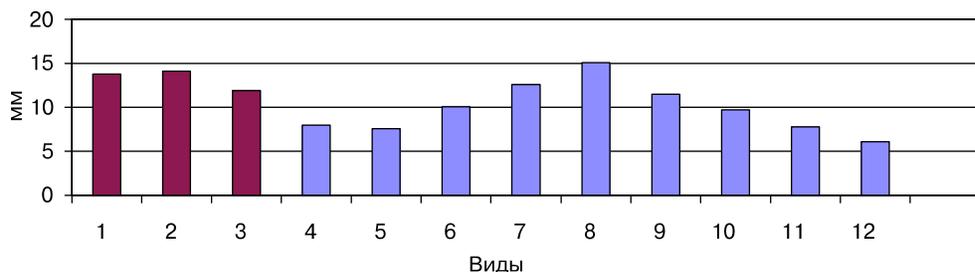


Рис. 4. Длина семени видов рода *Bauhinia*:

1 — *B. aculeata*, 2 — *B. purpurea*, 3 — *B. variegata*, 4 — *B. acuminata*, 5 — *B. cumanensis*,
6 — *B. dyphylla*, 7 — *B. galpinii*, 8 — *B. hookeri*, 9 — *B. monandra*, 10 — *B. racemosa*,
11 — *B. rufescens*, 12 — *B. tomentosa*

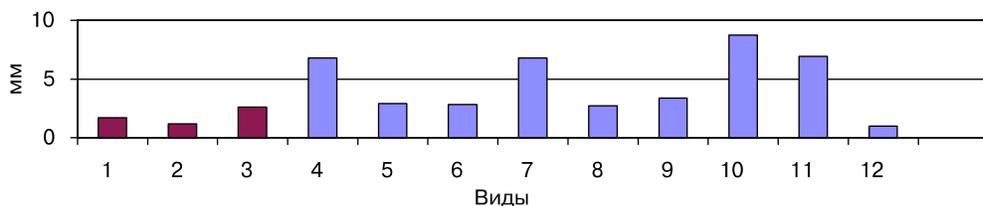


Рис. 5. Длина доли рубчика семени видов рода *Bauhinia*:

1—12 — то же

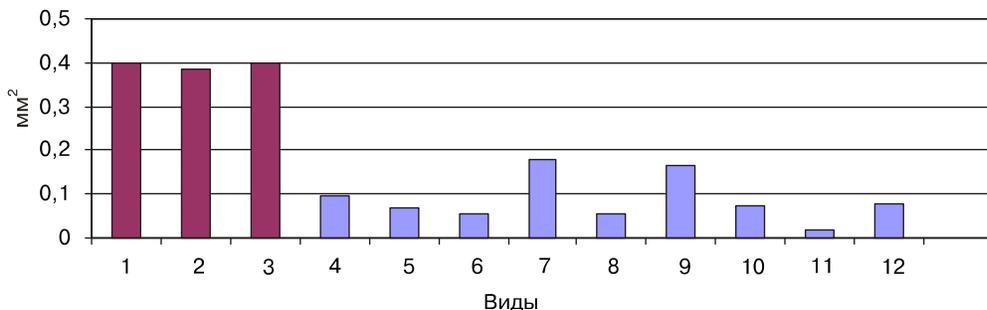


Рис. 6. Площадь поверхности рубчика семян видов рода *Bauhinia*:

1—12 — то же

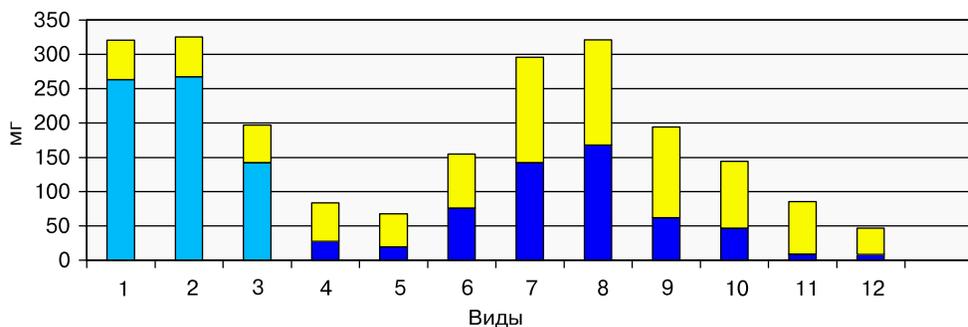


Рис. 7. Масса одного семени и масса зародыша семени видов рода *Bauhinia*:

1 — *B. aculeata*, 2 — *B. purpurea*, 3 — *B. variegata*, 4 — *B. acuminata*, 5 — *B. cumanensis*,
6 — *B. dyphylla*, 7 — *B. galpinii*, 8 — *B. hookeri*, 9 — *B. monandra*, 10 — *B. racemosa*,
11 — *B. rufescens*, 12 — *B. tomentosa*

Обсуждение результатов. В наших исследованиях мы впервые провели измерения параметров макроструктуры семян видов рода *Bauhinia*: длины, ширины, толщины, массы одного семени, массы зародыша семени, а также длины долей рубчика. E. Corner (1976) охарактеризовал семена видов рода *Bauhinia* как сплюснутые. Мы приводим количественные характеристики макроструктуры семян изученных видов.

На поверхности семян *B. aculeata*, *B. purpurea*, *B. variegata* обнаружены устьичные аппараты. Наши данные подтверждают исследования S. Rugenstein и N. Lersten [9], С.Ф. Пономаренко [10], которые также наблюдали устьичные аппараты на поверхности семян некоторых видов рода *Bauhinia*.

Наличие устьиц на поверхности зрелых семян видов рода *Bauhinia* было одним из наиболее важных признаков для выделения двух групп изученных видов.

Как видно из данных табл. 1, различия между структурой семян изученных видов рода *Bauhinia* действительно очевидны, что позволяет выделить две группы видов. Семена двух групп видов отличаются по макроструктуре. Семена первой группы видов дисковидные, более сжатые с латеральной стороны, чем семена второй группы. Это показывает отношение толщины семени к длине семени: у семян первой группы оно составляет от 16% (*B. purpurea*) до 20% (*B. aculeata*); у семян второй группы — от 26% (*B. cumanensis*) до 43% (*B. tomentosa*) (форма семян ближе к яйцевидной). Семена второй группы видов имеют более длинные доли рубчика, чем семена первой группы видов. Длина доли рубчика у семян первой группы составляет 5—13% от длины семени, а у семян второй группы — 18—70% от длины семени.

Площадь рубчика больше у семян первой группы: от 0,3875 (*B. purpurea*) до 0,4008 мм² (*B. variegata*). У семян второй группы площадь рубчика колеблется от 0,0180 (*B. rufescens*) до 0,1769 мм² (*B. galpinii*) (табл. 1, рис. 6).

Масса зародыша семени у видов первой группы составляет от 72 до 82% от массы семени, а у видов второй группы — от 18 до 52%. Это ясно показывает, что семена первой группы видов можно отнести к типу семян с запасными питательными веществами в зародыше (семядолях), а семена второй группы — к переходному типу, то есть с запасными питательными веществами в зародыше и в эндосперме. Масса одного семени у многих видов, отнесенных ко второй группе, значительно меньше, чем у видов, отнесенных к первой группе, но этот признак нельзя считать достоверным, так как некоторые представители второй группы видов обладают крупными семенами (*B. galpinii*, *B. hookeri*).

Эндосперм у семян первой группы практически отсутствует. Семена второй группы имеют мощный эндосперм (рис. 1).

Зародыш состоит из корешка, гипокотилия, почечки и семядолей, являющихся вместилищем запасных питательных веществ. Корешок, гипокотиль и почечка состоят из меристемы, семядоли являются наиболее дифференцированной частью. У семян первой группы зародышевая ось прямая, у семян второй группы — слегка согнутая. Почечка хорошо сформирована. Абаксиальная сторона семядолей выпуклая, обращена к поверхности семени, адаксиальная — внутрь семени.

В результате настоящих исследований выявлены количественные признаки макроструктуры семян, позволившие выделить в составе рода две группы видов

с разными семенами. Округлую или овальную форму семян может охарактеризовать отношение ширины семени к его длине; степень сжатости семени с латеральной стороны (семена дисковидные или яйцевидные) — отношение толщины семени к его длине. Отличительными признаками могут быть также отношение длины доли рубчика к длине семени, площадь рубчика, отношение массы зародыша к массе семени. Признаки макроструктуры семян могут быть использованы для классификации рода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anita S., Bhardwaj P., Varshneya C., Telang R.S. Anthelmintic activity of leaves of *Bauhinia variegata* // Indian Veterinary Journal. — 2005. — V. 82. — № 8. — P. 855—857.
- [2] Kumar R.S, Sivakumar T., Sunderam R.S., Gupta M., Mazumdar U.K, Gomathi P., Rajeshwar Y., Saravanan S., Kumar M.S., Muruges K., Kumar K.A. Antioxidant and antimicrobial activities of *Bauhinia racemosa* L. stem bark // Brazilian Journal of Medical and Biological Research. — 2005. — V. 38. — № 7. — P. 1015—1024.
- [3] Khan M.A, Wajahat Hanif. Ethno veterinary medicinal uses of plants from Samahni valley dist. Bhimber (Azad Kashmir) Pakistan // Asian Journal of Plant-Sciences. — 2006. — V. 5. — № 2. — P. 390—396.
- [4] Candolle A. de. *Bauhinia* L. // Prodr. Syst. Nat. Parisiis, 1825. — Pars 2. — P. 512—518.
- [5] Bentham G. Leguminosae // Martius G. Flora Brasiliensis. Leipzig, 1870. — V. 15 (2). — P. 1—527.
- [6] Wit H.C. de. A revision of the Malaysian Bauhinieae // Reinwardtia. — 1956. — V. 3. — P. 381—541.
- [7] Wunderlin R.P., Larsen K., Larsen S.S. Reorganization of the Cercideae (Fabaceae: Caesalpinioideae) // Biol. Skrift. — 28. Kong. Danske Vidensk.selsk. — 1987. — P. 1—40.
- [8] Corner E.J.H. The seeds of Dicotyledons. — London, N.-J., Melburne, 1976. — V. 1, 2.
- [9] Rugenstein S., Lersten N. Stomata on seeds and fruits of *Bauhinia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) // Amer. J. Bot. 68(6). — 1981. — P. 873—876.
- [10] Пономаренко С.Ф. Порядок 86. Fabales // Сравнительная анатомия семян. Двудольные. Rosidae I. — СПб.: Мир и семья, 1996. — Т. 5. — С. 264—298.
- [11] Wunderlin R.P., Larsen K., Larsen S.S. Reorganization of the Cercideae (Fabaceae: Caesalpinioideae) // Biol. Skrift. — 28. Kong. Danske Vidensk.selsk. — 1987. — P. 1—40.
- [12] Иванова И.А., Дудик Н.М. К методике описания морфологических признаков семян // Составление определителей растений по плодам и семенам. — Киев: Наукова думка, 1974. — С. 43—54.

CONCERNING THE SIGNS OF BAUHINIA L. SPECIES SEEDS' MACROSTRUCTURE

M.E. Pavlova, V.A. Surkov

Department of botany, plant physiology, plant pathology and agrobiotechnology
Russian People's Friendship University
Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

We have examined the seeds of 12 species of *Bauhinia* L. genus. We have proposed numeral signs of seed macrostructure. We have shown that they can be divided into two groups according to self-evident signs of seed macro- and ultrastructure. The obtained data can be used for classification of the genus.