Донских В.Г., Аниськина Т.С., Крючкова В.А.

Полиморфизм признаков цветка и плода яблони Цуми (*Malus zumi* (Matsum.) Rehder)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 57.041

Полиморфизм признаков цветка и плода яблони Цуми (*Malus zumi* (Matsum.) Rehder)

Донских В.Г.¹, Аниськина Т.С.¹, Крючкова В.А.^{1, 2}

¹Главный Ботанический Сад им. Н.В. Цицина РАН

²РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация

Яблоня Цуми является ценной культурой благодаря наличию гена устойчивости к мучнистой росе, обильному ежегодному плодоношению и особой декоративности в период цветения и плодоношения. Селекционный потенциал ее мало изучен, поэтому необходимо изучение морфометрических признаков цветка и плода и установление связей между ними. Сбор цветков и плодов яблони Цуми осуществили в лаборатории культурных растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН в 2021 году. Определены коэффициенты вариации и корреляции по Спирмену. Установлено, что полиморфизм признаков цветка находится на очень низком уровне (от 4,4% до 14,2%). Число цветков в соцветии варьирует в пределах 15,9%, что соответствует среднему уровню полиморфизма, так же, как и у массы плода (17,3%) и у массы семян (19,5%). Варьирование длины плодоножки, числа семян, длины плода, диаметра плода находится на очень низком уровне (6,9-13,6%). Обнаружено значительное количество достоверных обратных (отрицательных) корреляций между признаками средней силы ($0,5 < r < 0,6$): сильная связь между массой плода и длиной пыльника ($r = -0,73$), длиной плода и длиной тычиночной нити ($r = -0,71$). Сильная положительная связь выявлена между признаками: масса плода и диаметр плода ($r = 0,79$), масса семян и число семян в плоде ($r = 0,83$), а также масса семян и диаметр плода.

Ключевые слова: ПОЛИМОРФИЗМ, ЦВЕТОК, CRABAPPLES, SORBOMALUS, MALUS ZUMI, ЯБЛОНЯ ЦУМИ, ИЗМЕНЧИВОСТЬ, МОРФОЛОГИЯ

Введение

Род *Malus* отличается большим полиморфизмом, наличием межвидовых гибридов.

Сегодня в род входят 62 вида и подвида. Наибольшее количество видов сосредоточено в Азии - 29 [1, 2]. Ареал рода сосредоточен исключительно в северном полушарии. Наибольший интерес представляет Азиатский центр происхождения дикорастущих яблонь, однако полиморфизм азиатских видов мало изучен до сих пор [3].

Яблони секции *Sorbomalus* представлены большим разнообразием форм, и делятся на несколько серий, наиболее многочисленная среди них *Toringonae* (яблони торинго). Представители серии - обычно небольшие деревья или кустарники. Плоды несъедобные, мелкие, плодоножка длинная и тонкая. Виды произрастают на территории Китая, Корейского полуострова и Японии [4-6].

Яблоня Цуми *Malus x zumi* (Matsum.) Rehder относится к роду *Malus* [7]. Входит в секцию *Sorbomalus* Zabel (рябиновидные яблони), согласно мнению Лангельфельда [8] и Редера [9] представляет собой межвидовой гибрид *M. mandshurica* x *M. sieboldii*, отличаясь от *M. sieboldii* более крупными плодами и цветками, для нее характерна цельнолистность, но дольчатость листа может присутствовать. Вид представлен на Японском архипелаге [10].

Ареал некоторых видов сформировался в муссонном климате, в условиях избыточного увлажнения. Такие яблони отличаются повышенной устойчивостью к парше и мучнистой росе и могут служить источниками и донорами устойчивости. У *Malus baccata* jackii Dg R27 T1 выделен ген V_{bj} , отвечающий за устойчивость к парше. У *Malus zumi* найден ген PL₂, который делает ее иммунной к мучнистой росе [11]. Цуми используется и как декоративная культура. С давних времен в Китае и Японии ее использовали в декоративном садоводстве. В Европу была интродуцирована в 1892 г. В России вид как декоративная культура мало распространен [6, 10]. На основе *M. zumi* выведены декоративные сорта, самыми популярными из них являются «Professor Sprenger» и «Golden Hornet» [12, 13].

Для реализации программ направленной селекции важно знать границы изменчивости признаков, корреляции между ними, что и являлось предметом данного исследования.

Материалы и методика

Коллекция яблони находится в лаборатории культурных растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва). Схема посадки растений в коллекции 5*5 м. Преобладающей породой являются аллювиальные разнотравные пески и супеси, подстилаемые суглинками. Почва дерново-среднеподзолистая супесчаная, мощность

гумусового горизонта составляет до 40 см. В результате многолетней эксплуатации и внесения необходимых доз удобрений и извести почвы можно отнести к группе окультуренных под плодовые растения.

Сбор цветков яблони Цуми проводили во время массового цветения в мае 2021 года. Фиксировали следующие признаки: длина цветоножки (мм), диаметр цветка (мм), длина тычиночной нити (мм), длина пыльника (мм), толщина цветоножки (мм), число цветков в соцветии (шт).

Плоды собирали в начале октября, в стадии биологической зрелости. Проводили измерения массы плода (г), длины плодоножки (мм), массы семян (г), длины плода (мм), подсчитали число семян в плоде (шт). Диаметр устанавливали путем нахождения среднего арифметического из двух замеров диаметра плода.

Для снятия измерений пользовались электронным штангенциркулем с точностью до 0,01 мм. Массу плода и массу семян устанавливали на электронных весах «Micro Weighing Scale MW-II» ($e=d=0,01$ g).

Статистическую обработку данных провели с использованием Microsoft Excel. Степень полиморфизма определяли по шкале Мамаева С.А., где очень низкий уровень полиморфизма составляет 7-15% вариации, средний – 16-25%, повышенный – 26-35%, высокий – 36-50% и очень высокий – более 50% [14], предварительно сделав расчеты по вычислению коэффициентов вариации. По результатам проверки выборки на нормальность распределения для оценки сопряженности применяли коэффициент корреляции Спирмена. Проверку достоверности коэффициентов корреляции проводили сравнением расчетного критерия t-Стюдента с табличным критерием на 5% уровне значимости. Были установлены средние арифметические и доверительные интервалы к ним ($p=0,05$). Определили модальные интервалы признаков, путем разбивки вариационного ряда на классы, а затем установили частоты встречаемости классов [15].

Результаты и их обсуждение

Вариация признаков цветка находится на очень низком уровне (7-15% по шкале Мамаева). Изменчивость длины цветоножки, диаметра цветка и диаметра плода ниже 7% по шкале Мамаева (4,4%, 4,9%, 6,9%), что свидетельствует о незначительной изменчивости признака. Повышенная вариация отмечена у числа цветков в соцветии (15,9%), массы плода

(17,3%), массы семян (19,5%) (табл. 1).

Проверка на нормальность распределения показала, что толщина цветоножки, число цветков в щитке, масса плода, масса семян не подчиняются этому закону. Отчасти, это можно увидеть еще и в таблице 1 – модальные значения признаков не включают в себя среднего арифметического.

Таблица 1. Полиморфизм морфологических признаков *Malus zumi*

Название признака	Диапазон вариации min-max	Доверительный интервал для среднего арифм. (p=0,05)	Модальные значения признака	Коэффиц. вариации, %
Длина цветоножки, мм	28,28-33,04	30,0±0,9	29,24-30,19	4,4
Диаметр цветка, мм	29,13-33,63	30,8±1,0	29,13-30,02	4,9
Длина тычиночной нити, мм	7,61-9,85	8,3±0,4	8,06-8,50	8,1
Длина пыльника, мм	1,05-1,45	1,3±0,1	1,29-1,36	9,4
Толщина цветоножки, мм	0,65-0,99	0,9±0,1	0,93-0,99	14,2
Число цветков в соцветии, шт	3-5	4,4±0,5	5	15,9
Масса плода, г	0,72-1,43	1,00±0,06	1,01-1,15	17,3
Длина плодоножки, мм	26,20-35,79	29,9±0,9	28,12-30,03	8,2
Число семян в плоде, шт	5-10	7,9±0,4	7-8	13,6
Масса семян, г	0,05-0,09	0,07±0,01	0,05	19,5
Длина плода, мм	6,15-11,29	10,0±0,3	9,24-10,26	9,2
Диаметр плода, мм	10,80-14,43	12,2±0,3	11,53-12,25	6,9

При разработке селекционных программ важно учитывать наличие корреляций между морфологическими и хозяйственно-ценными признаками. По результатам корреляционного анализа Спирмена была построена коррелограмма, отражающая связь между признаками (рис. 1).

Корреляционный анализ показал, что половина достоверных связей у яблони Цуми имеют обратную (отрицательную) связь, при которой увеличение одного признака соответствует уменьшению другого и наоборот. Диаметр цветка – ценный признак, при увеличении которого декоративность цветения увеличивается, он имеет прямую связь с числом цветков в соцветии и обратную связь с длиной цветоножки.

Рис. 1. Коррелограмма достоверных связей между признаками *Malus zumi*

Примечания: где толстая линия соответствует $r \geq 0,7$, толстая прерывистая - $r = -0,7$, тонкая линия - $0,5 < r < 0,6$, тонкая прерывистая соответствует $-0,5 < r < -0,6$

Корреляционные плеяды – это группа признаков (2, 3 и более), имеющие сильную ($r \geq 0,7$) связь. У яблони Цуми обнаружены 2 плеяды признаков. Первая плеяда состоит из следующих признаков: длина пыльника и масса плода ($r = -0,73$), масса плода и диаметр плода ($r = 0,79$), диаметр плода и масса семян ($r = 0,7$), масса семян и количество семян в плоде ($r = 0,83$). Вторая плеяда состоит из признаков, сопряженных сильной обратной связью: длина плода и длина тычиночной нити ($r = -0,71$).

Заключение

В работе установлено, что у яблони Цуми признаки цветка и плода обладают очень низким полиморфизмом (до 15% изменчивости), и только количество цветков в щитке, масса плода и масса семян обладают повышенной вариацией (до 20%).

Обнаружены сильные корреляционные связи между длиной пыльника, массой

плода, диаметром плода, массой семян, количеством семян в плоде, а также между длиной плода и длиной тычиночной нити. Эта информация необходима при разработке селекционных программ по улучшению декоративных и хозяйственно-ценных признаков мелкоплодных яблонь.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», номер госрегистрации 18-118021490111-5.

Список использованных источников

1. Немова Е.М., Потопова Н.Ф. Коллекция дикорастущих отдела дендрологии ГБС РАН // Бюллетень Главного ботанического сада. - 1998. - Вып. 176. - С. 13-18.
2. Криворучко В.П., Горбунов Ю.Н., Исачкин А.В., Крючкова А.В., Волкова О.Д. Коллекция яблони Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. - 117 с.
3. Пономаренко В.В., Пономаренко К.В. Генетический потенциал рода *Malus* Mill. селекции яблони XXI в. // Плодоводство и ягодоводство России. - 2011. - № 2. - С. 156-163.
4. Барсукова О.Н. Восточноазиатские виды яблони и их селекционное использование // Современное садоводство. - 2013.- № 2(6). - С. 9-19.
5. Лихонос Ф.Д., Туз А.С., Лобачев А.Я. Культурная флора СССР (яблоня, груша, айва). - М.: Изд-во «Колос», 1983. - Т.14.
6. Пономаренко В.В., Пономаренко К.В. Идеи Н.И. Вавилова в современных исследованиях рода *Malus* Mill.- яблоня // Современные сорта и технологии для интенсивных садов. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова. - 2013. - С. 175-177.
7. World flora online. *Malus zumi* (Matsum.) Rehder [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001013698/>
8. Лангенфельд В.Т. Яблоня. Морфологическая эволюция, филогения, география, систематика. - Рига, 1991. – 230 с.
9. Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. - New York: The MacMillan Company. Second Edition, 1949. - 1996 p.
10. Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Ткаченко К.Г. Род Яблоня (*Malus* Mill.) в коллекции Ботанического сада Петра Великого // HORTUS BOTANICUS. - 2015. - № 10. - С. 154-169.
11. Dunemann F., Schuster M. Genetic characterization and mapping of the major powdery mildew resistance gene *Plbj* from *malus baccata* *jackii* // Acta Horticulturae. - 2009. - 814. - 791-798.

Донских В.Г., Аниськина Т.С., Крючкова В.А.

Полиморфизм признаков цветка и плода яблони Цуми (*Malus zumi* (Matsum.) Rehder)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

12. Lisandru T. T. , Fustos A., Dumitras A., Mitre V.. Flower Development of Ornamental Crabapple According to BBCH Scale // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. - 2017. – 74 (2). – P. 147-148.

13. Комар-Темная Л.Д. Ассортимент декоративных семечковых плодовых растений в европейских питомниках // Сборник научных трудов ГНБС. - 2015. – Т. 140. - С. 186-194.

14. Мамаев С.А. Закономерности внутривидовой изменчивости лиственных древесных пород. - Свердловск: Изд-е УНЦ АН СССР, 1975. - 140 с.

15. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Способы унификации переменных для многомерного статистического анализа экспериментальных данных (на примере плодовых растений) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал 2016. – №4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2016/4/st_450.doc
 =====

Цитирование:

Донских В.Г., Аниськина Т.С., Крючкова В.А. Полиморфизм признаков цветка и плода яблони Цуми (*Malus zumi* (Matsum.) Rehder) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_621.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20216621>.