

УДК 582.573.11:631.529:581.54(477.75)

РЕПРОДУКТИВНАЯ ФЕНОЛОГИЯ И ДИНАМИКА РОСТА ПЛОДОВ ВИДОВ ЮККИ (*YUSSA* L.), ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В КРЫМУ

**Александр Павлович Максимов, Юрий Владимирович Плугатарь,
Владимир Петрович Коба, Максим Сергеевич Ковалёв**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита
cubric@mail.ru

Впервые приведены среднесуточные данные за 30-летний период исследований репродуктивной фенологии и динамики роста плодов 10-ти видов и 3-х садовых форм юкки, полученных как в результате естественного завязывания плодов с жизнеспособными семенами, так и в результате обычного способа их искусственного опыления. Особое место в этом отношении занимает *Yucca carnerosana*, которая завязывает плоды только с использованием изобретённого способа искусственного опыления (А.С. № 1470245 СССР, 1988). Искусственное опыление, фенологические наблюдения и изучение динамики роста плодов видов юкки проводились на модельных объектах в Никитском ботаническом саду, парках Крыма и Севастополя с 1984 по 2014 гг. в пять сроков (1984, 1995, 2001, 2006 и 2014). Показана особенность формирования плодов в зависимости от их морфологических характеристик и видовой принадлежности.

Ключевые слова: репродуктивная фенология; динамика роста плодов; виды юкки; способы искусственного опыления; Крым.

Введение

Виды рода юкка (*Yucca* L.) – это высокоорнаментальные древесные и кустарниковые растения, придающие особую экзотичность паркам Южного берега Крыма (ЮБК). Актуальность настоящей работы не вызывает сомнений, так как массовое внедрение видов юкки повысит декоративную ценность зелёных насаждений ЮБК. В тематике наших исследований имеется научная новизна и практическая ценность. Научная новизна состоит в том, что впервые, в результате применения различных способов искусственного опыления видов юкки, получены плоды с жизнеспособными семенами, из которых были выращены растения, занявшие своё достойное место в озеленении ЮБК. Практическая ценность результатов наших исследований состоит в обогащении экзотическими древесными и кустарниковыми растениями всех зелёных насаждений ЮБК, что позволит значительно увеличить их декоративную и эстетическую ценность.

Объекты и методы исследования

Объектами наших исследований явились представители 10 видов и 3-х садовых форм видов юкки, которые в разное время были интродуцированы не только в Никитский ботанический сад, но и во многие парки Крыма и Севастополя. Все эти виды и формы морфологически сильно отличаются друг от друга. Обследование декоративных насаждений Крыма, проведённое нами в период с 1986 по 1988 гг. не выявило дополнительно новых видов юкки. Следовательно, в коллекциях арборетума НБС имеются все виды, которые встречаются на ЮБК, более того, здесь имеются уникальные виды, представленные единичными экземплярами не только в Крыму, но и в странах бывшего СССР [2].

В вегетационные периоды 1984, 1995, 2001, 2006 и 2014 гг. нами был проведён комплекс исследований, цель которых – семенное размножение различных видов и садовых форм юкки и их промышленное выращивание. Для достижения поставленной цели мы с весны 1984 г. регулярно проводили искусственное опыление цветков всех представленных в Крыму видов юкки. Однако у *Y. carnerosana* весной 1984 г. мы смогли получить плоды с жизнеспособными семенами только изобретённым нами способом искусственного опыления трудноопыляемых видов юкки [1]. На рисунке по динамике роста плодов, а также в таблице указаны все необходимые сведения по репродуктивной фенологии и динамике роста плодов, которые могут и должны служить ориентиром для планирования сроков искусственного опыления видов и садовых форм юкки, представленных в Крыму. В период с весны 1984 г. по весну 2014 г. ежегодно проводились замеры роста плодов *Y. aloifolia*, *Y. aloifolia* 'Marginata' и *Y. aloifolia* 'Tenuifolia', так как этот вид и его садовые формы ежегодно образует плоды с жизнеспособными семенами без искусственного опыления. Искусственное опыление других видов юкки не всегда удавалось по климатическим условиям. Однако полная картина их роста и развития в конкретные сроки сезона, была определена достаточно точно.

Особенностью *Y. carnerosana*, как древовидного растения, является сложность с опылением её цветков, оказавшимся делом довольно трудоёмким и опасным, потому что проводить искусственное опыление по разработанному нами способу надо было на высоте 5 и более м в течение нескольких часов. Только в результате применённого нового способа искусственного опыления в период с 1984 по 1986 гг. были получены плоды этого вида с жизнеспособными семенами.

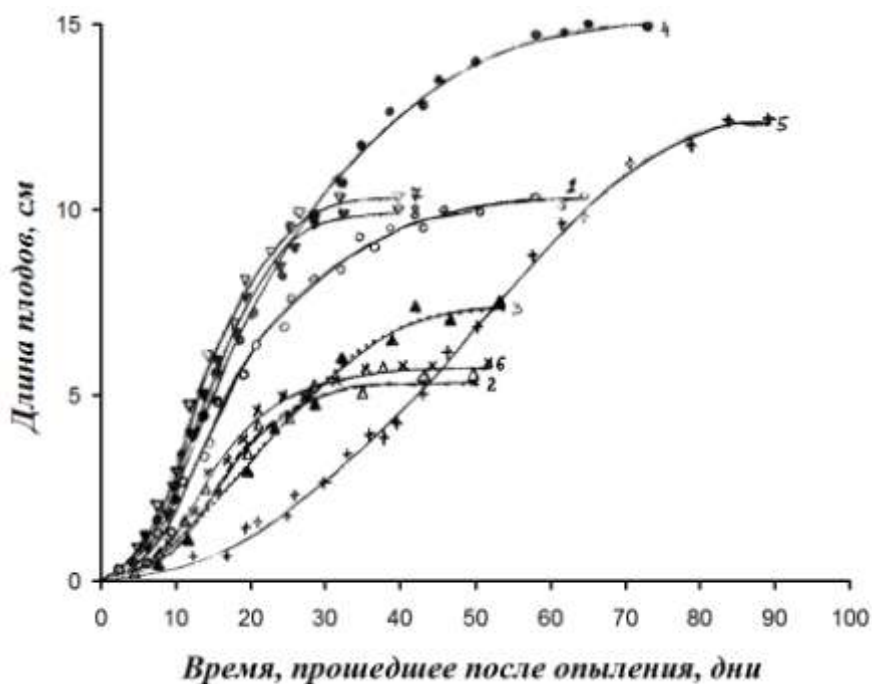
Результаты и обсуждение

Рост и развитие плодов видов юкки практически не изучены. При росте сочных плодов происходит, во-первых, разрастание тканей завязи, которое стимулируется опылением и, во-вторых, развитие зародыша и эндосперма. Рост многих плодов описывается простой S-образной кривой. Вначале увеличение размеров происходит по экспоненциальному закону, но позднее рост несколько замедляется [3].

Динамика роста плодов видов юкки измерялась инструментально с использованием штангенциркуля и проводилась ежедневно в утренние часы после проведения работ по искусственному опылению видов юкки в НБС и других парках ЮБК и Севастополя. Характер роста плода отражает как растяжение клеток, так и клеточное деление.

Фенологические наблюдения за репродуктивной сферой, которая является определяющей для характеристики вида и его ценности для нужд декоративного садоводства ЮБК, устанавливалась по фактическим данным, которые приведены на рисунке и в таблице.

Остальные виды юкки, которые образуют плоды с жизнеспособными семенами при обычном способе искусственного опыления, не меняли своей половой принадлежности за всё время наших фенологических наблюдений. Несмотря на то, что представители рода юкка являются обоеполами гермафродитами, индивидуальных отклонений в их половой принадлежности на протяжении 30-летнего периода наблюдений обнаружено не было. Те экземпляры, которые ещё 30 лет назад были определены нами как условно женские или условно мужские, на протяжении всего периода своего развития не изменили своей половой принадлежности. Всё вышесказанное касается также и *Y. carnerosana*. Более того, виды юкки, представленные в списке, но произрастающие в других климатических районах Крыма, вели себя аналогичным образом [4, 5]. Политомический ключ для определения по плодам видов *Yucca* L., интродуцированных в Крыму, опубликован нами ранее [6]. Поэтому описание всех элементов плода видов юкки в настоящей статье не приводится.

Рисунок. Динамика роста плодов видов юкки (*Yucca* L.).*

1. *Y. treculeana* - ○ 2. *Y. recurvifolia* - △ 3. *Y. aloifolia* - ▲ 4. *Y. pallida* - ●
 5. *Y. carnerosana* - + 6. *Y. filamentosa* - ✕ 7. *Y. elata* - ▽ 8. *Y. glauca* - ▼

* - Каждый знак соответствует среднему арифметическому из 10 плодов.

Таблица
 Данные репродуктивной фенологии за видами юкки в Никитском ботаническом саду, на Южном берегу Крыма и в Севастополе с 1984 по 2015 гг.

Виды юкки	Начало роста цветоноса	Разветвление цветоноса	Распускание цветков, начало конец	Завязывание плодов, начало конец	Созревание плодов, начало конец	Видимая вегетация, начало конец
1	2	3	4	5	6	7
<i>Yucca aloifolia</i> L.* Юкка алоэлистная	16.08	19.08	<u>23.08</u> 02.09	<u>24.08</u> 05.09	<u>14.11</u> 05.12	<u>21.04</u> 10.12
<i>Y. aloifolia</i> 'Marginata' * Ю. алоэлистная 'Окаймлённая'	15.08	20.08	<u>23.08</u> 01.09	<u>25.08</u> 03.09	<u>15.11</u> 03.12	<u>20.04</u> 10.12
<i>Y. aloifolia</i> 'Tenuifolia' * Ю. алоэлистная 'Узколистная'	16.08	20.08	<u>22.08</u> 02.09	<u>25.08</u> 04.09	<u>15.11</u> 04.12	<u>21.04</u> <u>10.12</u>
<i>Y. carnerosana</i> Carr.*** Ю. Карнерозана	29.04	14.05	<u>16.05</u> 02.06	<u>18.05</u> 04.06	<u>31.08</u> 28.09	<u>15.04</u> 15.11
<i>Y. elata</i> Engelm.** Ю. высокая	20.05	26.05	<u>02.06</u> 29.06	<u>02.06</u> 30.06	<u>04.09</u> 21.09	<u>15.05</u> 30.09
<i>Y. filamentosa</i> L.** Ю. нитчатая	14.05	16.05	<u>18.05</u> 14.06	<u>20.05</u> 16.06	<u>14.09</u> 16.10	<u>22.04</u> 18.11

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>Y. flaccida</i> Нав.** Ю. пониклая	15.05	17.05	<u>19.05</u> 14.06	<u>21.05</u> 15.06	<u>15.09</u> 15.10	<u>21.04</u> 16.11
<i>Y. glauca</i> Nutt.** Ю. сизая	24.05	03.06	<u>04.06</u> 22.06	<u>06.06</u> 24.06	<u>12.09</u> 28.09	<u>13.05</u> 30.09
<i>Y. gloriosa</i> L.** Ю. славная	13.05 29.08 18.10 20.12	17.05 03.09 25.10 27.12	<u>21.05</u> 01.06 <u>05.09</u> 21.09 <u>30.10</u> 20.11 <u>29.12</u> Цветonoсы отмерзают	<u>22.05</u> 03.06 <u>20.05</u> 05.06 - -	<u>15.09</u> 10.10 - - -	<u>21.04</u> 20.11 - -
<i>Y. pallida</i> McKelvey** Ю. бледная	18.05	25.05	<u>02.06</u> 12.06	<u>04.06</u> 14.06	<u>28.09</u> 30.10	<u>05.05</u> 18.11
<i>Y. recurvifolia</i> Salisb.** Ю. отогнутолистная	12.05 28.08 20.10 18.12	18.05 02.09 26.10 28.12	<u>20.05</u> 02.06 <u>04.09</u> 22.09 <u>29.10</u> 21.11 <u>30.12</u> 20.02 Цветonoсы отмерзают	<u>21.05</u> 04.06 - - - -	<u>14.09</u> 12.10 - - -	<u>20.04</u> <u>19.11</u> - -
<i>Y. treculeana</i> Carr.** Ю. Трекуля	08.05	16.05	<u>19.05</u> 08.06	<u>20.05</u> 11.06	<u>21.09</u> 18.10	<u>16.04</u> 04.11
<i>Y. treculeana</i> 'Canaliculata'*** Ю. Трекуля 'Желобчатая'	05.05	14.05	<u>16.05</u> 02.06	<u>16.05</u> 11.06	<u>21.09</u> 10.10	<u>05.05</u> 12.11

*Завязывает плоды с жизнеспособными семенами естественным путём. Однако механизм этого процесса пока ещё не выяснен. Практически ежегодно нами проводилось полноценное наблюдение за всеми параметрами за этими таксонами во временном аспекте.

** Завязывает плоды с жизнеспособными семенами при обычном способе искусственного опыления. Мы проводили его в 1985, 1995, 2001, 2006 и 2014 гг.

*** Завязывает плоды с жизнеспособными семенами только в результате изобретённого нами способа искусственного опыления, который применялся к этому виду юкки в 1984-1986 гг.

Анализ полученных данных показал, что самой первой начинает цвести *Y. carnerosana* (с 29 апреля). От начала роста терминального соцветия до его разветвления и появления цветков проходит 15-18 дней. Цветение продолжается 16 дней. После проведённого изобретённым способом искусственного опыления через 3-5 дней цветки начинают образовывать плоды, которые заканчивают свой рост и полностью созревают через 90 дней. Количество семян в плоде колеблется от 90 до 160 шт.

Второй (с 05 мая) начинают образовывать цветоносы *Y. treculeana* и *Y. treculeana 'Canaliculata'*. От начала роста цветоноса до его разветвления и образования цветков проходит 9-12 дней. Продолжительность цветения составляет 17-21 день. Завязывание плодов после проведённого обычного способа искусственного опыления происходит через 1-3 дня. Созревание плодов наступает через 62 дня после их завязывания. Количество семян в плоде составляет 49-150 шт.

Y. recurvifolia начинает образовывать цветоносы, как правило, с 12 мая, боковые ответвления появляются уже через 7 дней и ещё через 2-3 дня – цветки. Срок цветения 12 дней. После проведённого обычного способа искусственного опыления плоды завязываются через 1 день. Созревание плодов наступает через 50 дней после их завязывания. Количество семян в плоде составляет от 150 до 300 шт. Причём цветение у этого вида юкки происходит в 4 срока, через каждые 2-3 месяца, однако в результате проведённого искусственного опыления в последующие 3 срока, кроме первого, плоды не завязывались. А в последний 4 срок цветения (зимой) цветоносы отмерзали.

Y. gloriosa и *Y. filamentosa* по фенологическим срокам практически не отличаются друг от друга. От начала роста цветоноса (13 мая) с последующим его разветвлением до распускания первых цветков проходит всего 5 дней. Продолжительность цветения составляет от 10 до 23 дней. Плоды с жизнеспособными семенами у этих видов образуются только в результате проведённого искусственного опыления обычным способом. От срока завязывания плодов у обеих видов созревание наступает через 50-52 дня. По количеству семян в плоде, которое колеблется от 100 до 250 шт., эти виды также не отличаются. Но в отличие от *Y. filamentosa* у *Y. gloriosa* цветение происходит в 3-4 срока и плоды, которые она образует в результате обычного способа искусственного опыления, возможно получить (как и у *Y. recurvifolia*) только в первый срок. Причём зимнее цветение этого вида юкки попадает под морозы, и цветоносы отмерзают.

Y. pallida начинает образовывать цветоносы с 18 мая, их разветвление происходит через 5-7 дней, а образование цветков – через 7 дней. Цветение длится 10 дней. В результате обычного способа искусственного опыления завязываемость плодов происходит на 2-3 день. Срок созревания плодов – 72 дня. Количество семян в плоде составляет от 100 до 250 шт.

Y. elata образует цветоносы с 20 мая, и уже через 5-6 дней происходит их разветвление, и ещё через неделю начинают появляться цветки. Цветение длится 31 день. После проведённого искусственного опыления обычным способом завязавшиеся плоды созревают через 38 дней. Количество семян в плоде – 150-350 шт.

Y. glauca образует цветоносы в конце мая, его разветвление происходит в начале июня уже через 9 дней, а появление цветков – через 1-2 дня. Цветение продолжается 18 дней. Искусственное опыление проводили обычным способом и завязавшиеся через 1-2 дня плоды росли до своего созревания 42 дня. Количество семян в плоде от 100 до 300 шт.

У *Y. flaccida* репродуктивная фенология аналогична, как и у *Y. filamentosa*. Количество семян в плоде колеблется от 100 до 250 шт.

Первое и единственное цветение происходит у *Y. aloifolia*, *Y. aloifolia* 'Marginata' и *Y. aloifolia* 'Tenuifolia' только в середине августа и продолжается в целом 10-12 дней. Причём от начала формирования цветоноса, его разветвления до появления цветков проходит 8-9 дней. Плоды у этого вида и его декоративных форм образуются и без искусственного опыления, однако природа этого явления пока остаётся неизвестной. Плоды созревают за 53 дня. Количество семян в плоде от 80 до 200 шт.

Динамика роста плодов всех видов и садовых форм юкки происходит с образованием S-образной кривой по экспоненциальному закону с последующим его замедлением.

Наиболее крупные плоды с большим количеством семян формируются у основания ответвления (элементарного соцветия), то есть рядом с цветоносом (основным соцветием) в нижней его части. По мере продвижения к концу ответвления и вершине цветоноса плоды образуются меньших размеров и с меньшим количеством

семян. Нередко плоды вырастают уродливой формы, и по нашим многолетним наблюдениям установлено, что в этом случае при проведении искусственного опыления пыльца оказалась на 70-90% нежизнеспособной или её было мало. Чем больше пыльцы или лучше её качество было использовано для искусственного опыления цветка, тем большего размера и с большим количеством семян образовывались плоды. При препарировании плодов различных видов и форм юкки установлено, что их длина и форма зависят от топографии завязавшихся в коробочке семян. Диаметр плодов формируется от размеров завязавшихся семян и при полном заполнении коробочки одинаков при любой длине плода для определённого вида юкки. Только в случае с частичным (односторонним) заполнением семенами коробочки их диаметр может быть меньших размеров. Длина, толщина, ширина, форма и вес семян зависят от их местонахождения в коробочке. Типичные треугольные и плоские семена располагаются в центре коробочки и составляют от 60 до 90% от общего их количества в плоде. В концах плода располагаются семена в виде пирамидок или других, более необычных форм, которые образовались в стеснённых условиях суживающейся коробочки. Вес семени не зависит от длины, ширины, толщины и его формы.

Выводы

1. На ЮБК (Никитский ботанический сад) цветение видов юкки начинается с *Y. carnerosana*, затем в следующем порядке продолжают цветение: *Y. treculeana*, *Y. treculeana* 'Canaliculata', *Y. recurvifolia*, *Y. gloriosa*, *Y. filamentosa*, *Y. flaccida*, *Y. pallida*, *Y. elata*, и *Y. glauca*. Причём цветение всех видов продолжается непрерывно в течение двух месяцев с взаимным наложением сроков цветения. *Y. aloifolia*, *Y. aloifolia* 'Marginata' и *Y. aloifolia* 'Tenuifolia' начинают цвести только 1,5 месяца спустя после отцветания всех остальных видов юкки – с середины августа – и цветут в самый популярный курортный сезон. Цветки в основном белого (нейтрального) цвета, а у некоторых садовых форм *Y. gloriosa* – зеленовато-жёлтого и розово-желтого, хорошо сочетаются с цветущими в этот период декоративными деревьями и кустарниками разного спектра. Повторные сроки цветения *Y. gloriosa* и *Y. recurvifolia* иногда совпадают со сроком цветения с *Y. aloifolia*, *Y. aloifolia* 'Marginata' и *Y. aloifolia* 'Tenuifolia', что добавляет нейтральную составляющую к цветовому спектру одновременно цветущих вечнозелёных и листопадных видов растений. В других районах ЮБК и в Севастополе на меньшем количестве видов (*Y. treculeana*, *Y. recurvifolia*, *Y. gloriosa*, *Y. filamentosa*, *Y. flaccida*, *Y. elata*, *Y. glauca*) фенологические сроки по цветению и плодоношению аналогичны по срокам, полученным в Никитском ботаническом саду. Данные по репродуктивной фенологии разных особей внутри вида может различаться от сроков, полученных на отобранных экземплярах, на $\pm 6-11$ дней.

2. Динамика роста плодов видов юкки происходит по экспоненциальному закону и описывается S-образной кривой. У *Y. carnerosana*, в отличие от других видов юкки, скорость роста плодов нарастает постепенно и своего максимума достигает в сроки, превышающие 2/3 всего периода их созревания. *Y. pallida*, *Y. treculeana*, и *Y. aloifolia*, образующие мясистые коробочки (в т. ч. и *Y. carnerosana*), имеют более продолжительный период созревания плодов с жизнеспособными семенами (от 53 до 90 дней). Менее продолжительный период созревания плодов с жизнеспособными семенами у видов юкки, образующих сухие коробочки (*Y. recurvifolia*, *Y. filamentosa*, *Y. elata*, *Y. glauca*) – от 38 до 52 дней. По средней длине плодов, которая колеблется от 5 до 15 см в зависимости от видовой принадлежности, по мере уменьшения их размеров, составлен следующий ряд видов юкки: *Y. pallida* – 15 см, *Y. carnerosana* – 13 см,

Y. elata – 10 см, *Y. treculeana* – 10 см, *Y. glauca* – 9 см, *Y. aloifolia* – 7 см, *Y. filamentosa* – 6 см, *Y. recurvifolia* – 5 см.

3. С целью получения более крупных плодов с большим количеством семян искусственное опыление всех видов юкки лучше проводить в первую половину цветения. Для искусственного опыления пестика 1 цветка рекомендуется использовать пыльцу всех шести тычинок этого же цветка при автогении или шести тычинок другого цветка при гейтогении, ксеногении и гибридогении. Это обеспечит наиболее полное оплодотворение семязачатков и приведёт к образованию более крупных плодов с большим количеством жизнеспособных семян. Искусственное опыление одного основного и всех его элементарных соцветий не должно охватывать менее 10% цветков, потому что растение из-за малого количества опыленных цветков отторгает весь цветонос. При 100% опылении растение $\frac{1}{4}$ часть завязавшихся плодов также отторгает или все плоды вырастают мелкими и содержат меньше, чем обычно, количество жизнеспособных семян. Рекомендуется проводить искусственное опыление 70-80% цветков 1 основного и всех его элементарных соцветий.

Список литературы

1. Голубев В.Н., Максимов А.П., Волокитин Ю.С., Новикова В.М. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1470250, кл. А 01 Н 1/02. – 1988.
2. Кузнецова В.М., Максимов А.П., Соколов Б.И. Древесные растения в саду круглогодичного цветения // Бюлл. Главного ботан. сада. – 1988. – Вып. 148. – С. 38 – 44.
3. Леопольд А. Рост и развитие растений. – М.: Мир, 1968. – 494 с.
4. Максимов А.П., Мухортова Е.Г., Новикова В.М., Кузнецов В.Н. Биоэкологические особенности и качество семян видов *Yucca* (Dill.) L., интродуцированных в Крым // Растительные ресурсы. – 1988. – Т. 24, вып. 2. – С. 230 – 237.
5. Максимов А.П., Новикова В.М., Мухортова Т.Г., Волокитин Ю.С. Перспективы внедрения видов юкки (*Yucca* L.) в озеленение // Бюлл. Гос. Никитского ботан сада. – 1987. – Вып. 64. – С. 29 – 33.
6. Максимов А.П., Волокитин Ю.С. Политомический ключ для определения по плодам видорв *Yucca* L., интродуцированных в Крым // Растительные ресурсы. – 1990. – Т. 26, вып. 3. – С. 382 – 387.

Статья поступила в редакцию 07.10.2015 г.

Maksimov A.P., Plugatar Yu.V., Koba V.P., Kovalyov M.S. Reproductive phenology and fruit growth dynamics of *Yucca* l. cultivars introduced in the Crimea // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2015. – № 117. – P. 7-13.

Average long-term data are presented for the first time for 30-years study of reproductive phenology and fruit growth dynamics of 10 cultivars and 3 garden forms of *Yucca*, that were bred either by natural fruit-set with viable seeds or by habitual method of control-pollination. *Yucca carnerosana* is of special importance in this way, as it's capable to set fruits only by discovered method of control-pollination (A.S. № 1470245 USSR, 1988). Control-pollination, phenologic observations and study of fruit growth dynamics of *Yucca* cultivars were carried out since 1984 till 2014, that period was broken into 5 terms (1984, 1995, 2001, 2006 and 2014). Plants of Nikita Botanical Gardens, Crimean and Sevastopol parks were used as study cases. The article reports about peculiarities of fruit setting, allowing for their morphological characteristics and cultivar belonging.

Key words: reproductive phenology; fruit growth dynamics; *Yucca* cultivars; methods of control pollination; the Crimea.