

Л.П. Ткачук

## ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ АВОКАДО (*PERSEA AMERICANA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА

авокадо, интродукция, особенности цветения

### Введение

Род *Persea* Mill. (семейство Lauraceae Juss.) включает 150 видов [6]; культурные формы объединены в один вид – *P. americana* Mill. (авокадо, или персея американская) [10]. Родина авокадо – Центральная Америка, южная часть Северной и северная часть Южной Америки, где он произрастает во влажных горных тропических лесах, поднимаясь до 1350 – 2700 м над уровнем моря [7]. В США (Калифорния, Флорида), Южной Америке и на Черноморском побережье Кавказа является ценной промышленной плодовой культурой [1]. Плоды растения используются как в свежем виде, так и в качестве приправы к различным блюдам [5], а листья как глистогонное средство [8]; красивая красновато-коричневая древесина используется для изготовления мебели и токарных работ [9].

### Цель и задачи

Цель работы – дать интродукционную оценку авокадо при культивировании в условиях защищённого грунта на основании многолетних наблюдений. Нами поставлены следующие задачи: изучить ритмы роста, развития и особенности цветения интродуцента.

### Объекты и методы исследования

В коллекции Донецкого ботанического сада НАН Украины (ДБС) авокадо содержится в грунтовой и горшечно-кадочной культуре в условиях защищённого грунта. Растения разновозрастные, выращены из семян, полученных из Главного ботанического сада РАН (г. Москва) в 1983 г., а также от любителей-садоводов. Для интродукционной оценки авокадо в условиях защищённого грунта использованы данные многолетних фенологических наблюдений, проведенных с 1984 по 2009 гг., а также оригинальные шкалы, разработанные в фондовых оранжереях ДБС, учитывающие биологические особенности, декоративность, репродуктивное развитие, естественное вегетативное размножение, адаптивные стратегии, успешность интродукции тропических и субтропических видов [3, 4]. В наших наблюдениях за цветением авокадо проводилась регистрация состояния цветков три раза в час (с двадцатиминутным интервалом) с учётом температуры воздуха в оранжерее.

### Результаты исследований и их обсуждение

В процессе интродукционного испытания, на основании многолетних фенологических наблюдений нами изучены ритмы роста и развития авокадо, а также особенности цветения и плодоношения.

До шестилетнего возраста у растения в грунте в осенне-зимние месяцы (с ноября по февраль – март) при среднесуточных температурах воздуха +17...+20°C наблюдался период покоя с частичным отмиранием старых листьев, затем ритм роста растения изменился, и с 1989 г. и по настоящее время наблюдается круглогодичный рост, без покоя. В таблице 1 представлены данные ритма роста авокадо в течение четырёх лет: в 2005 – 2006 гг. в условиях с нерегулируемыми факторами среды, при низких среднесуточных температурах воздуха в осенне-зимний период (+8...+14°C, минимальные ночные +3...+5°C) и в 2007 – 2008 гг., после реконструкции оранжерей (среднесуточные температуры +13...+20°C, минимальные ночные +8...+10°C). Как свидетельствуют данные таблицы, в 2005 – 2006 гг. отмечено две волны медленного роста: в зимне-весенний (90 – 123 дня) и в осенне-зимний период (77 – 52 дня), в сумме составляющие 167 – 175 дней. Интенсивный рост с апреля – мая по октябрь – ноябрь составил от 190 (2006 г.) до 198 дней (2005 г.). После реконструкции оранжерей среднесуточные температуры воздуха повысились на 3 – 7°C, а минимальные ночные на 5°C, что также сказалось на ритме роста авокадо.

Таблица 1. Ритм роста авокадо (*Persea americana* Mill.) в условиях защищённого грунта на фоне среднесуточной температуры воздуха

Годы	Ритм роста						Среднесуточная температура воздуха °С						
	интенсивный			медленный			месяцы						
	начало, дата	конец, дата	продолжительность, дней	начало, дата	конец, дата	продолжительность, дней	I	II	III	IV	X	XI	XII
2005	1.04	15.10	198	1.01 16.10	31.03 31.12	90 77	9	9	13	20	13	12	10
2006	4.05	9.11	190	1.01 10.11	3.05 31.12	123 52	8	12	15	18	14	13	11
2007	6.02	31.12	329	1.01	5.02	36	13	13	16	18	19	17	16
2008	4.02	28.12	328	1.01	3.02	34	15	16	18	22	20	18	18

В последние два года (2007, 2008) мы наблюдали только одну волну медленного роста продолжительностью 34 – 36 дней в январе – феврале и интенсивный рост вегетативных органов продолжительностью около 330 дней с начала февраля по декабрь. Как видим, температурные условия содержания оказывают влияние на интенсивность ростовых процессов, продолжительность медленного роста с повышением среднесуточных температур воздуха существенно сократилась. Что касается наличия или отсутствия периода покоя у вида, нами не установлена его зависимость от температурных условий оранжерей.

Нами предпринята попытка установить влияние освещённости в оранжерее на интенсивность ростовых процессов авокадо. В 2005 – 2006 гг. интенсивный рост растения начался в апреле – мае при среднесуточной освещённости 2200 – 3500 лк, и в 2008 г. с февраля при той же освещённости. Однако, в 2007 г. среднесуточная освещённость, в связи с монтажными работами, составляла всего 800 – 200 лк, что не имело отрицательных последствий для роста и развития растений. Поэтому мы не считаем освещённость лимитирующим фактором для роста авокадо, что согласуется с литературными данными, указывающими на его теневыносливость, хотя недостаток света несколько снижает урожай плодов [8].

По литературным данным, растения авокадо достигают генеративной фазы развития в возрасте 3 – 4 [7] или 4 – 5 лет [2]. В условиях оранжерей ДБС растение впервые зацвело в девятилетнем возрасте (через 5 лет после высадки из горшка в грунт).

А.И. Колесников [7], исследуя насаждения авокадо на Черноморском побережье Кавказа, указывает на большую, до 6 месяцев, продолжительность цветения растений. В наших условиях первое цветение, отмеченное с января по начало апреля 1992 г., продолжалось 79 дней. В этом же году, в зимний период, растение зацвело повторно: с декабря по февраль следующего, 1993 г.; продолжительность цветения составила 71 день. То же отмечено и в 1994 г.: первая волна цветения продолжительностью 99 дней – с января до середины апреля; вторая продолжительностью 179 дней (около 6 месяцев) – со середины октября по первую декаду апреля следующего, 1995 г. (табл. 2). Как свидетельствуют данные таблицы 2, цветение авокадо происходит в широком температурном диапазоне (от +12 до +20°С), а начало цветения – от +12 до +17°С. Однако, при более высоких среднемесячных температурах воздуха (+16 – 17°С в 1992–1994 гг.) начало цветения отмечено в январе, а с понижением температуры до +12...+14°С сроки начала цветения сдвигаются на март – апрель (1996, 1998 – 2005 гг.). Уменьшается и продолжительность цветения до 21 – 53 дней. Что касается освещённости, то этот показатель в большей степени зависит от погодных условий, имеет довольно большую амплитуду колебаний даже в пределах светового дня, и не оказывает существенного влияния ни на начало, ни на продолжительность цветения. С 2006 по 2008 гг. растение не цвело. Возможно, это следствие сильной обрезки, или растение изменило свой ритм роста и развития в связи с изменившимися микроклиматическими условиями после реконструкции оранжерей.

Авокадо – однодомное растение с выраженной протогинией цветков. Нами изучено строение цветков, чередование женской и мужской фаз цветения, их продолжительность, образование завязи в условиях защищённого грунта ДБС.

Таблица 2. Характеристика цветения авокадо (*Persea americana*) в условиях защищённого грунта

Годы наблюдения	Бутонизация, дата	Цветение			Образование завязи	Условия проведения эксперимента в начале и конце цветения	
		начало, дата	конец, дата	продолжительность, дней		среднемесячная температура °С	освещённость, лк
1992	2.01 20.11	14.01	3.04	79	–	17 – 18	1200 – 7800
		19.12	31.12	12	–	15 – 14	3800 – 4000
1993	20.11 1992 г.	1.01	1.03	59	–	17 – 17	4000 – 9500
1994	22.11.93 10.09	4.01	13.04	99	+	16 – 12	5000 – 6000
		12.10	31.12	80	–	17 – 12	
1995	10.09.94	1.01	10.04	99	–	14 – 16	1500 – 3000
1996	8.02	8.03	30.04	53	–	12 – 18	1500 – 4700
1997	28.01	20.02	20.04	59	+	14 – 20	1000 – 7000
1998	6.02	8.03	3.04	26	–	13 – 14	1200 – 5400
1999	10.02	5.03	13.04	29	+	14 – 17	4200 – 10000
2000	23.02	16.03	12.04	56	–	15 – 18	4200 – 4500
2001	26.02	15.03	27.04	43	+	14 – 20	3300 – 6000
2003	25.02	9.04	30.04	22	–	13 – 18	5000 – 7000
2004	4.02	12.03	20.04	49	–	14 – 18	3200 – 4400
2005	28.03	15.04	6.05	21	–	13 – 20	3500 – 5000

Цветки мелкие, до 1 см в диаметре, бледно-зелёные, собраны в многоцветковую метёлку (78 – 105 шт.). Цветоножка и лепестки бархатисто опушённые. Околоцветник простой, шестилепестный. Девять тычинок располагаются в трёх кругах; четвёртый круг составляют три видоизменённые тычинки-стаминодии, выделяющие нектар. Эту же функцию выполняют и нектарники, расположенные попарно у основания каждой из трёх тычинок внутреннего круга. Пестик с простым рыльцем, завязь одногнёздная. Цветки раскрываются дважды и проявляют себя сначала как функционально женские, а затем мужские, что препятствует самоопылению [9]. Периоды женской и мужской фаз цветков различаются визуально. В женскую фазу тычинки широко расставлены в цветке, гнёзда пыльников закрыты, пестик обнажён для восприятия чужой пыльцы при перекрёстном опылении. Затем околоцветник смыкается, и женская фаза цветения заканчивается. Мужская фаза цветения обозначена повторным раскрытием цветка. При этом гнёзда пыльников вскрываются клапанами, обильно выделяется пыльца; тычинки приближаются к пестику. Такое строение цветка указывает на необходимость перекрёстного опыления. Возможность самоопыления затруднена из-за чередования мужской и женской фаз в пределах одного цветка.

В результате наблюдения установлено, что цветки открываются утром, в разное время, но, как правило, с 8 до 9 часов утра, и проходят женскую фазу, длительность которой зависит от температурных условий (таблица 3). Так, при температуре воздуха +11...+12°С продолжительность женской фазы до закрытия цветка составляет 3 – 3,5 часа, но при повышении температуры до +13...+15°С она увеличивается до шести с половиной часов. Межфазный период составляет от 27 часов при температуре воздуха в оранжерее +11...+12°С до 22 часов при температуре +13...+15°С, т.е. с повышением температуры воздуха его длительность сокращается. На следующий день цветок раскрывается и проходит мужскую фазу развития. При температуре воздуха в оранжерее +11...+12°С цветки открываются в 14 – 15 часов и закрываются в 9 – 13 часов на следующий день; продолжительность мужской фазы развития составляет от 20 до 23 часов. С повышением температуры воздуха до +13...+15°С цветки раскрываются на полтора часа раньше, а продолжительность цветения – от 23 до 26 часов 30 минут. Мужская фаза цветка, независимо от температурных условий в оранжерее, значительно продолжительнее женской. Предполагаем, что именно кратковременность женской фазы цветка объясняет тот факт, что в природе всего около 2% цветков на растении дают плоды. Продолжительность полного цикла цветения одного цветка (с учётом обеих фаз и межфазного периода) составляет от 51 до 55 часов 30 минут.

Таблица 3. Особенности цветения одного цветка авокадо (*Persea americana* Mill.) в условиях защищённого грунта

Период цветения отдельного цветка по фазам	Температура воздуха, °С	Время суток, час	Продолжительность фазы, часов
Женская: – начало – конец	11 – 12	8.00 – 8.30 11.00 – 11.30	3 – 3,5
– начало – конец	13 – 15	8.00 – 9.00 14.30 – 15.00	6 – 6,5
Мужская: – начало – конец	11 – 12	14.00 – 15.00 9.00 – 13.00	20 – 23
– начало – конец	13 – 15	12.30 – 13.30 11.30 – 16.00	23 – 26,5
Межфазный период	11 – 12	11.30 – 14.00	27 – 27,5
	13 – 15	15.00 – 12.30	22 – 22,5
Полный цикл	11 – 12	8.00 – 13.00	53 – 54
	13 – 15	8.00 – 16.00	51 – 55,5

Таким образом, установлена зависимость продолжительности цветения цветка авокадо от температурного фактора: с повышением температуры воздуха увеличивается продолжительность мужской и женской фаз, но сокращается межфазный период цветения. Однако, как свидетельствуют литературные данные [11], слишком высокая температура воздуха также сокращает продолжительность полного цикла цветения цветка: при дневной температуре воздуха +33°С и ночной +28°С цикл цветения составлял 36 часов, а при 17 и 12°С, соответственно, – 72 часа. В последнем случае образуется незначительное количество семян.

Можно предположить, что имея всего один взрослый экземпляр авокадо, достигший генеративной зрелости, и учитывая особенности биологии цветения, большой промежуток времени межфазного периода цветков (от 22 до 27 часов 30 минут), затруднительно в условиях защищенного грунта получить плоды. Однако, в 1994, 1997, 1999 и 2001 гг. нами отмечено образование завязи. В 1994 и 1997 гг. они отпали, достигнув размера 1 см в диаметре, а в 1999 и 2001 гг. образовались полноценные единичные плоды грушевидной формы, диаметром 6,5 – 7,0 см и массой 117 – 125 г., содержащие по одному полноценному всхожему семени. Созревание плодов продолжалось 5 месяцев. Возможность образования плодов объясняется тем, что в соцветии все цветки раскрываются не одновременно, а в течение нескольких дней поочередно. Так, одновременно в соцветии могут цвести раскрытые утром цветки с женской фазой и цветки с мужской, раскрытые в послеобеденное время предыдущего дня. Кроме того, в разных соцветиях наблюдались одновременно только цветки с женской фазой, или только с мужской, что при наличии насекомых-опылителей не исключает перекрёстного опыления.

Следовательно, отсутствие или нерегулярное плодоношение авокадо в конкретных условиях объясняется особенностями биологии цветения вида: цветение характеризуется сменой женской и мужской фаз, разделённых во времени продолжительным межфазным периодом, а возможность образования плодов – нарушением ритма цветения и временным совпадением женской и мужской фаз развития различных цветков на одном растении, что способствует их перекрёстному опылению.

В процессе интродукционного изучения авокадо нами дана комплексная интегральная оценка вида. Установлено, что вид характеризуется высшим баллом холодостойкости (7), конкурентная мощность вида, учитывающая наличие генеративного развития взрослого растения, темпы развития, годичный прирост побегов, сохранение наземной массы во время покоя, продолжительность произрастания на одном месте в грунтовой культуре составляет 22 балла, а экологическая толерантность (поведение растения при разных температурных условиях, освещённости, относительной влажности воздуха) – 20 баллов (максимальное значение для обоих показателей – 25). Успешность интродукции вида по шкале – 51 единица (больше 40), что свидетельствует об успешной интродукции вида в условия защищённого грунта ДБС.

## Заклучение

Таким образом, авокадо (*Persea americana* Mill.) успешно интродуцировано в Донецкий ботанический сад. Растение, выращенное из семян, достигло генеративной фазы развития и проходит полный цикл развития в условиях защищённого грунта. Растение однодомное, с выраженной протогинией цветков и временной изоляцией женской и мужской фаз цветения, ограничивающих возможность самоопыления, но, благодаря нарушению ритма цветения в конце фенофазы, неодновременному раскрытию бутонов, даже в одном соцветии в течение нескольких часов в сутки возможно одновременное присутствие цветков с женской и мужской фазами цветения, при котором не исключено перекрёстное опыление и образование плодов, содержащих всхожие семена.

Авокадо может быть использовано при создании зимних садов, а также в качестве наглядного пособия для студентов-биологов при изучении биологии цветения тропических и субтропических видов.

1. Вульф Е.В. Мировые ресурсы полезных растений. Справочник / Е.В. Вульф, О.Ф. Малеева. – Л.: Наука, 1969. – 504 с.
2. Гоголашвили Л.А. Биология цветения и плодоношения авокадо в условиях Абхазии / Л.А. Гоголашвили // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Т. 68. – Вып. 2. – 1980. – С. 53–59.
3. Горницкая И.П. Оценка перспективности тропических и субтропических видов для интродукции в защищённый грунт // Интродукция и акклиматизация растений. – 1996. – Вып. 26. – С. 10–14.
4. Горницкая И.П. Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины: в 2-х т. / И.П. Горницкая, Л.П. Ткачук. – Донецк: Донбасс, 1999. – Т. 1. – 304 с.
5. Драгавцев А.П. Плодоводство в Китае / А.П. Драгавцев. – М.: Колос, 1966. – 453 с.
6. Имханицкая Н.Н. Семейство лавровые / Н.Н. Имханицкая // Жизнь растений: в 6-ти т. / – М.: Просвещение, 1980. – Т. 5 (1). – С. 158–169.
7. Колесников А.И. Культура авокадо / А.И. Колесников. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 96 с.
8. Микеладзе А.Д. Субтропические плодовые и технические культуры / А.Д. Микеладзе. – М.: Агропромиздат, 1988. – 288 с.
9. Новак Б. Тропические плоды. Биология, применение, выращивание и сбор урожая. Перевод с немецкого / Б. Новак, Б. Шульц. – М.: БММ АО, 2002. – 240 с.
10. Федоренко В.С. Субтропические и тропические плодовые культуры / В.С. Федоренко. – Киев: Вища школа, 1990. – 237 с.
11. Sedgley M. Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar 'Hass' / M. Sedgley, C.M. Annells // Sci hort. – 1981. – V. 14, № 1. – P. 27–33.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 10.04.2009

УДК 581. 522. 4: 635. 952. 2

## ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ АВОКАДО (*PERSEA AMERICANA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Л.П. Ткачук

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Авокадо (*Persea americana* Mill.), интродуцированное в условиях защищённого грунта Донецкого ботанического сада НАН Украины, проходит полный цикл развития. Растение однодомное, с функциональным разделением и временной изоляцией мужской и женской фаз цветения, что ограничивает возможность самоопыления. Однако, при нарушении ритма цветения в конце фенофазы, наличие на растении одновременно цветков с женской и мужской фазами цветения в течение нескольких часов в сутки допускает опыление и образование завязей с последующим развитием плодов.

UDC 581. 522. 4: 635. 952. 2

## INTRODUCTIVE INVESTIGATION OF AVOCADO (*PERSEA AMERICANA* MILL.) IN THE CONDITIONS OF PROTECTED SOIL

L.P. Tkachuk

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

Avocado (*Persea Americana* Mill.) introduced in the conditions of protected soil in Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, goes through a complete cycle of development. The plant is monoecious with functional division and temporary isolation of male and female flowering phases, which limits the possibility of selfing. However, when the flowering rhythm is broken at the end of the phenological stage, the presence of flowers with female and male flowering phases on the plant at the same time during several hours per day permits fertilization and formation of ovaries with subsequent development of fruits.