

УДК 582.687.46:631.547.4(477)

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЦВІТІННЯ ХУРМИ ВІРГІНСЬКОЇ (*DIOSPYROS VIRGINIANA* L.) В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ

Григор'єва О.В.

Біологічні особливості цвітіння хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) в умовах інтродукції. – О.В. Григор'єва – Наведено результати вивчення біологічних особливостей цвітіння хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) в умовах інтродукції, впливу погодних умов на перебіг цвітіння, встановлено морфометричні показники тичинкових і маточкових квіток.

Ключові слова: хурма віргінська, *Diospyros virginiana*, цвітіння, пилок, морфологія, Лісостеп України.

Адреса: Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, 01014 Київ, Україна, e-mail: ogrygorieva@mail.ru

Biological features of flowering of oriental persimmon (*Diospyros virginiana* L.) in conditions of an introduction. – O.V. Grygorieva – The results of studying of biological characteristics of blooming oriental persimmon (*Diospyros virginiana* L.) in conditions of introduction, the impact of weather conditions on the term of flowering, morphometric parameters of male and female flowers were established.

Key words: oriental persimmon, *Diospyros virginiana*, flowering, pollen, morphology, Forest-steppe of Ukraine.

Address: M. M. Gryshko National Botanical Garden of the Ukrainian National Academy of Sciences, Timirjazevska 1, 01014 Kyiv, Ukraine, e-mail: ogrygorieva@mail.ru

Вступ

Дослідження функціонування генеративної сфери інтродуцентів є невід'ємним компонентом комплексного інтродукційного аналізу. Нормальні процеси цвітіння, утворення плодів та якісного насіння – важливі критерії успішності проходження процесів адаптації та акліматизації рослин в нових умовах зростання [13; 14].

Успішність адаптації і інтродукції оцінюється за багатьма критеріями, один з найважливіших – репродуктивна здатність в нових умовах культивування. Хороша репродуктивна здатність, в свою чергу, забезпечується процесом цвітіння, останнє оцінюється за тривалістю, строками, ясністю, особливостями запилення і зав'язування плодів.

Відповідність нових умов, в яких знаходяться інтродуковані рослини, їхнім ритмам росту і розвитку, свідчать про їх адаптаційну здатність.

Весна в Лісостепу України характеризується нестійкою погодою, особливо в останні роки, у другій половині квітня, як правило, спостерігаються весняні заморозки, які пошкоджують квітки кісточкових культур – персика, абрикоса та ін. Хурма, за нашими

даними, цвіте пізніше, ймовірність заморозків в цей час майже виключається [4; 8; 9; 26].

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами досліджень були 10-річні сіянці хурми віргінської, вирощені із насіння, отриманого з Америки (штат Орегон); сорти цього ж виду – Джон Рік, Вебер, Мідер – 9-річні саджанці, завезені з Державного підприємства дослідного господарства "Новокаховське" Державного Нікітського ботанічного саду – Національного Наукового центру УААН.

Фенологічні спостереження проводились за "Методикою фенологічних спостережень в ботаничних садах СРСР" [15]. Біологію цвітіння вивчали за методикою А.Н. Пономарьова [19]. Тривалість цвітіння визначали шляхом щоденних візуальних спостережень. За початок цвітіння приймали фазу розкриття квіток, за кінець – фазу засихання пиляків та маточки. Вплив температурних умов аналізували за сумою ефективних температур вище 10°C (СЕТ>10°C), підрахованою за рекомендаціями Ю.І. Чиркова [22]. Кліматичні умови періоду досліджень (середньодобова температура повітря) за 2005–

2011 роки були отримані за Угодою з Українською Центральною геофізичною обсерваторією. Фертильність пилку встановлювали фарбуванням пилкових зерен розчином ацетокарміну – за І.М. Голубінським [3]. Життєздатність – здатність чоловічого гаметофіту до росту, визначали за методикою З.П. Паушевої в умовах *in vitro* пророщуванням пилкових зерен [17]. Штучне середовище (1% агар-агар з 5, 10, 15, 20 і 25% розчином сахарози) наносили на предметне скло у вигляді краплі, в яку висівали стиглі пилкові зерна. Предметне скло вміщували в чашки Петрі в термостат, де витримували за температури 26°C впродовж 18 годин. Відсоток проростання визначали через 24 години в 5 полях зору електронного мікроскопу Zeiss. Пророслими вважали пилкові зерна, трубки яких за довжиною перевищували діаметр пилку. Енергію проростання пилку (ЕПП) визначали за формулою: $EPP = IP/N (\%)$, де *I* – середня довжина пилкової трубки, *P* – відсоток пророслих пилкових зерен, *N* – довжина найбільшої пилкової трубки [16]. Розміри пилкових зерен визначали за допомогою скануючого мікроскопу РЕММА-102 (SELM1) та програмою AxioVision.

Результати та обговорення

Питання біології цвітіння хурми досліджували І.М. Ахунд-Заде, С.М. Животинська, Х.Г. Кулієва, О.П. Кульков, Т.І. Славкіна [1; 10; 11; 12; 20].

Початок цвітіння хурми залежить від особливостей виду, погодних та екологічних умов зростання і припадає на початок червня, за середньодобової температури повітря близько +20°C. Середня дата початку цвітіння за роки спостережень – 10 червня. Сума ефективних температур на початок цвітіння складає від 598,1 до 736,5°C. Закінчується цвітіння хурми з 18 червня по 2 липня за суми ефективних температур 712,4–895,8°C. Тривалість періоду цвітіння залежить від погодних умов у цей період та генетичних властивостей рослини і становить 10–15 днів [5; 6; 7].

Тичинкові екземпляри хурми (рис. 1) характеризуються тривалішим періодом цвітіння, вступають у фазу цвітіння на 1–2 дні раніше і закінчують її на 2–3 дні пізніше маточкових (рис. 2).

Хурма – перехреснозапилна рослина. Запилення здійснюється бджолами, осами та іншими комахами.

Для вивчення біології цвітіння оцінювали ряд показників: час та порядок розпускання квіток у кроні, їх морфологічні особливості з урахуванням впливу екзогенних факторів.

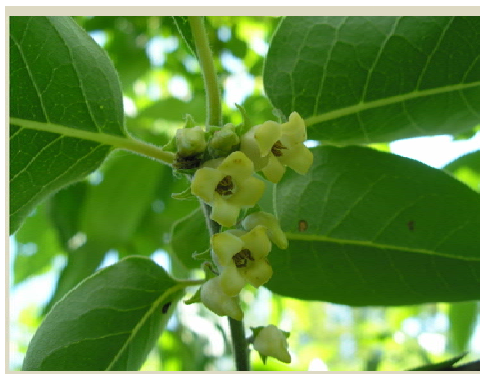


Рис. 1. Тичинкові квітки хурми вірджинської



Рис. 2. Маточкові квітки хурми вірджинської

Чим нижча температура в цей період і, відповідно, менша сума ефективних температур, тим довший період цвітіння і навпаки (табл. 1).

Таблиця 1. Середні строки цвітіння хурми в 2005–2008 рр. і суми ефективних температур на цей період

Рік	Дата цвітіння		Суми ефективних температур за період цвітіння, °C	
	початок	закінчення	початок	закінчення
2005	18.06	1.07	736,5	895,8
2006	19.06	2.07	639,6	789,3
2007	01.06	14.06	598,1	799,9
2008	11.06	25.06	649,4	847,5
2009	15.06	30.06	685,0	878,7
2010	03.06	19.06	737,5	801,2
2011	30.05	15.06	632,4	815,5

Строки закладання квіткових бруньок у хурми тісно пов'язані з погодними та екологічними умовами зростання. За даними Т.І. Славкіної [20] закладання і розвиток квіткових бруньок у хурми відбувається рано навесні і продовжується одночасно з посиленням ростом пагонів.

Процес цвітіння квіток тичинкових та маточкових рослин хурми характеризується такими фазами: 1) поява квіткових бруньок; 2) поява бутона; 3) розкривання чашолистків; 5) побіління пелюсток; 5) початок розходження пелюсток; 6) повне розкривання віночка; 7) побуріння віночка; 8) опадання віночка, початок формування плодів (рис. 3) [29].

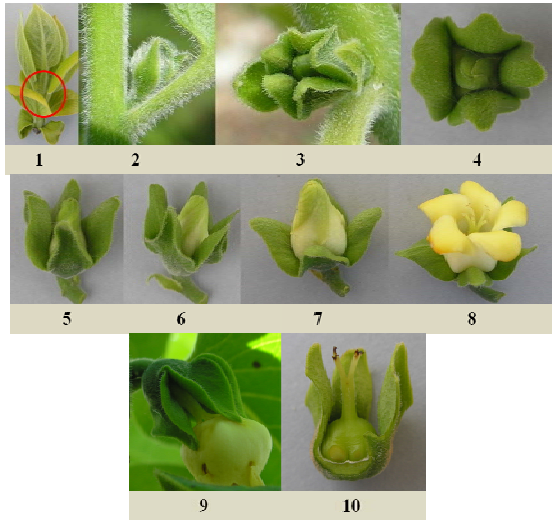


Рис. 3. Фази розвитку маточкових квіток хурми віргінської (сорт Вебер):

1, 2 – поява квіткових бруньок; 3, 4 – розкриття чашолистків; 5, 6 – побіління пелюсток; 7 – початок розкриття пелюсток; 8 – повне розкриття віночка; 9, 10 – опадання віночка, початок формування плодів

Селекціонери особливу увагу звертають на такі фази: побіління пелюсток, початок розходження пелюсток та повне розкриття віночка [12; 20].

Побіління пелюсток свідчить про те, що всі частини квітки сформовані. Зав'язь має насінний зачаток. На приймочці починають з'являтися крапельки рідини. В пиляках тичинкових квіток закінчується формування пилку. При штучному запиленні ізоляцію маточкових квіток слід проводити у цій фазі.

Початок розкриття віночка – ця фаза характеризується тим, що пелюстки квітки починають розходитись і між ними утворюється отвір. Приймочка маточки вкривається рідиною. Нектарники починають виділяти нектар. З цього моменту починається запилення квітки бджолами, осами та іншими комахами. У пиляках тичинкових квіток пилки вже дозріли і готові до запилення, але пиляк ще закритий. Це – сприятливий момент збору тичинкових квіток для заготовівлі пилку (для штучного запилення).

Повне розкриття віночка. Пелюстки повністю відходять одна від одної і починають відгинатися назовні. Виступаючі приймочки маточки повністю вкриті рідиною і найбільш придатні до запилення. Тривалість сприймання маточкою пилку залежить від погодних умов. Посушлива та жарка погода прискорюють висушування приймочки та зменшують відсоток запліднення.

У тичинкових квітках розтріскуються пиляки. Штучне запилення краще проводити в перший

день розкриття квіток вранці та увечері, або на другий день вранці.

Зміна забарвлення віночка відбувається в кінці цвітіння. На 2–3 день після повного розкриття віночка недорозвинені тичинки маточкових квіток буріють. Слід за ними буріє віночок, а потім – приймочка маточки. Запилення у цій фазі погано вдається. Віночок після запилення або опадає, або деякий час залишається на зав'язі. Тичинкові квітки опадають на другий день після розпускання.

Диференціація маточкових та тичинкових квіток хурми інтенсивно проходить рано навесні, коли починається ріст пагона. До набухання бруньок і початку росту пагонів у квіткових бруньках виявляються лише первинні горбики чашолистків жіночих та пелюсток чоловічих квіток. Квітки закладаються в пазухах 3–5, рідше 2–6 зачатків листків зародкового пагона. Закінчується диференціація і розвиток квіток після розвитку пагона із бруньки в процесі його подальшого росту.

Пагони з маточковими квітками зазвичай більш розвинені, з'являються на добре розвинених гілках. Пагони з тичинковими квітками утворюються на менш розвинених гілках. Верхні пагони однорічних гілок частіше несуть маточкові квітки, а нижче розташовані – тичинкові. Квітучі пагони з'являються, як правило, у верхній частині однорічних пагонів середніх розмірів довжиною до 10–30 см. Іноді вони розвиваються на прирості поточного року у другий період росту та на багаторічній деревині (із сплячих бруньок).

Раніше розкриваються квітки верхніх ярусів крони, пізніше – нижніх. Цвітіння по пагонах йде від основи до верхівки. Квітки зі східного та південно-східного боку дерева розкриваються на 1–2 дні раніше, ніж з північного та західного боків. Кількість чоловічих і жіночих квіток залежить від погодних умов, стану дерева. Після цвітіння, за нашими даними, протягом місяця опадає від 12 до 32% зав'язі, за температури повітря 30–32 °С цей показник ще вищий (табл. 2).

Квітоніжка і чашечка у хурми віргінської світлозеленого кольору, опушені. Довжина квітоніжки маточкових рослин від $3,15 \pm 0,82$ до $5,07 \pm 0,67$ мм, товщина – від $2,14 \pm 0,30$ до $2,38 \pm 0,44$ мм, дещо менші розміри квітоніжки тичинкових рослин – відповідно – $3,35 \pm 0,97$ та $1,35 \pm 0,47$ мм.

Маточкові квітки мають крупніші та менш зрілі клиновидні чашолистки, ніж тичинкові квітки. Чашечка залишається після цвітіння і розростається біля плоду. Чашечка і квітоніжка світлозеленого кольору, опушені.

Таблиця 2. Рясність цвітіння і зав'язування плодів маточкових та тичинкових рослин хурми віргінської (Київ, 2005–2008 рр.)

Форми, сорти	К-сть квіток на 1 погонному метрі, шт	Межі коливання к-сті квіток, шт min/max	Кількість, %		
			квіток	зав'язі	плодів
			що опала		що зав'язалася
Форма 1 ♀	20,2±4,65	12/36	6,43	12,37	87,62
Форма 1 ♂	67,7±13,68	36/90	–	–	–
Сорт Джон Рік ♀	17,4±2,29	12/22	12,06	32,18	67,81
Сорт Вебер ♀	18,4±3,20	13/23	16,84	17,98	86,41
Сорт Мідер ♀	16,3±3,40	10/21	7,97	19,01	80,98

Віночок маточкових квіток на половину довжини зрослий, висотою $12,90 \pm 2,49$ мм, завширшки – $8,02 \pm 0,98$. Вільні кінці пелюсток відігнуті, прямі. Пелюстки восковидні, ледь опушені завдовжки $7,28 \pm 1,46$ мм, завширшки – $4,81 \pm 0,76$ мм. Їх зазвичай 4, але бувають квіткі з 3 та 6 пелюстками (рис. 4).



Рис. 4. Різна кількість пелюсток маточкових квіток хурми віргінської

Тичинкові квіткі дрібніші за маточкові, розташовані групами по 3–5 шт. (рис. 5). Віночок, зрослий більш ніж до половини, дзвоникоподібний, завдовжки $10,25 \pm 1,14$ мм, завширшки – $6,24 \pm 1,03$ мм. Кінці пелюсток відігнуті або прямі, опушені, кількість їх від 3 до 5 шт, довжина – $6,37 \pm 2,13$ мм, ширина – $3,93 \pm 0,94$ мм.



Рис. 5. Тичинкові квіткі хурми віргінської розташовані групами

Віночок та чашечка відрізняються за формою їх частин (рис. 6).

Вивчення морфологічних особливостей пилкових зерен хурми віргінської, а також їх стерильності та фертильності представляє науковий та практичний інтерес. Оскільки хурма є гарним медоносом, особливе значення має вивчення пилку медоносних рослин при стандартизації сортів меду.

Розвиток материнських клітин мікроспор відбувається в 4 мікроспорангіях. Стінка мікроспорангія має епідерміс, не фіброзний ендотелій, 2 середніх шари і секреторний

багатоядерний тапетум. Мікроспорогенез проходить симультанно; мікроспори, які утворились, розташовуються траєдально. Тетради мікроспор тетраедальні, ізобілатеральні, хрестоподібні. Зрілі пилкові зерна майже сферичні, 2-клітинні, іноді одноклітинні, 3-х борозноповорі [2; 18; 21; 23].



Рис. 6. Форма віночка та чашечки тичинкових квіток хурми віргінської

За нашими даними, стиглі пилкові зерна хурми віргінської – жовтого кольору, трьохборозно-трьохповорі сфероїдальної або еліпсоїдальної форми [27; 28].

Форма пилкових зерен у хурми в екваторіальній проекції округла або овальна, в полярній проекції – трилопатево-округла з широкими, сплюснутими лопатями (рис. 7).

Пори невеликі, розташовані в бороздках екваторіально, у місці перетину меридіальних борозд невеликими, але широкими поперечними бороздами. Розміри пилкових зерен хурми віргінської представлені в табл. 3.

Для визначення життєздатності пророщували пилку, використовуючи 5 концентрацій – 5%, 10%, 15%, 20%, 25% розчину сахарози. Пилку пророщували в термостаті за температури 25°C . Після 24 годин вимірювали довжину пилкових трубок. Результати досліджень представлені в табл. 4.

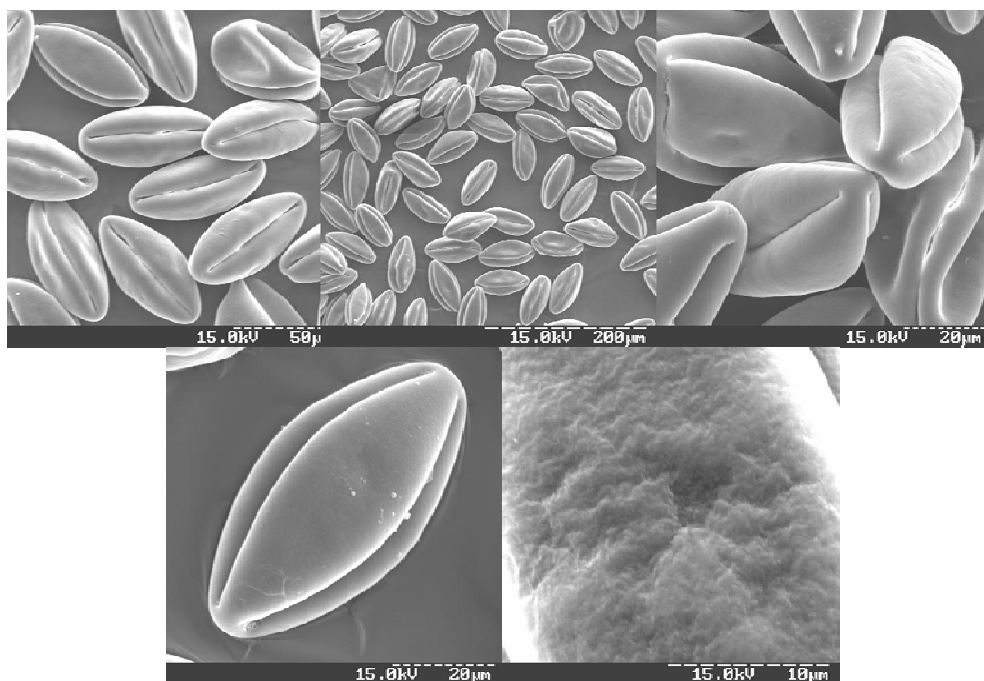


Рис. 7. Пилкові зерна хурми віргінської

Таблиця 3. Розміри пилкових зерен хурми віргінської (за нашими та літературними даними), мкм

Полярна проекція, мкм				Екваторіальний діаметр, мкм			
min	max	M±m	V%	min	max	M±m	V%
За нашими даними [28]							
49,28	55,41	51,39±0,59	4,0	21,40	25,94	23,56±0,41	6,15
За даними G. Erdtman [24]							
–	–	59,0	–	–	–	46,0	–
За даними A. Geeraerts [25]							
–	–	41,4	–	–	–	31,2	–

Примітка: M – середнє арифметичне; ±m – похибка середнього арифметичного; V% – коефіцієнт варіації.

Таблиця 4. Середня довжина пилкових трубок на середовищах з різною концентрацією сахарози, мкм

Форма	Концентрація сахарози									
	5%		10%		15%		20%		25%	
	M	V%	M	V%	M	V%	M	V%	M	V%
Форма 1	не проростали				64,35	21	323,62	37	77,50	72
Форма 2	не проростали				70,40	38	247,72	71	129,00	62

Примітка: M – середнє арифметичне; V% – коефіцієнт варіації.

Як видно, існує різниця у середній довжині пилкових трубок між формами та у різних варіантах концентрації сахарози. Пилок форм хурми віргінської на середовищі з концентрацією сахарози 5–10% не проростав, з концентрацією сахарози 20% – довжина пилкових трубок досягала 323,62 (форма 1) – 247,72 мкм (форма 2). Зі збільшенням концентрації до 25% довжина пилкових трубок зменшилася від 129,00 (форма 2) до 77,50 мкм (форма 1). Аналіз свіжозібраних пилкових зерен 2 форм хурми показав, що

фертильність пилку хурми віргінської знаходиться на рівні 99,16%, життєздатність – 60,77%.

Таким чином, рослини хурми віргінської рясно цвітуть, утворюють життєздатний пилок, формують репродуктивні органи, забезпечуючи хороше запилення і формування плодів, це свідчить про достатню адаптаційну здатність хурми віргінської в умовах Лісостепу України і можливість культивування окремих сортів і форм в цих умовах.

1. Ахунд-Заде И.М. Натурализация и акклиматизация субтропических растений в Азербайджане. – Баку: Изд-во Академии наук Азербайджанской ССР, 1960. – 125 с.
2. Гладкова А.Н., Самойлович А.Н. Морфология пыльцы некоторых видов тропических и аридных субтропических растений // Пустыни СССР и их освоение. Т. 2. М.–Л.: Из-во Академии наук СССР, 1954. – С. 634–716.
3. Голубинский И.Н. Биология прорастания пыльцы. – К.: Наук. думка, 1974. – 368 с.
4. Григор'єва О.В., Клименко С.В. Хурма віргінська (*Diospyros virginiana* L.) у Лісостепу України. Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та сучасні проблеми. Матер. міжн. наук. конф., присвяченої 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду. Кременець–Тернопіль: Вид-во „Підручники і посібники”, 2007. – С. 50.
5. Григор'єва О.В., Клименко С.В. Особливості цвітіння видів роду *Diospyros* L. в умовах інтродукції // Вісник Київського Національного університету ім. Тараса Шевченка / Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2007. – С. 15–17.
6. Григор'єва О.В., Клименко С.В. Біологічні особливості хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) при інтродукції в Лісостепу України // Сучасні проблеми інтродукції та акліматизації рослин: Тези доповідей міжнар. науково-практич. конфер. До 75-річчя Ботанічного саду Дніпропет. нац. ун-ту. – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – С. 113–114.
7. Григор'єва О.В., Клименко С.В., Бриндза Я. Види роду *Diospyros* L. в Лесостепи України // Актуальные проблемы ботаники в Армении. Матер. метод. конф... 6–9 нояб. 2008 г., Ереван. – Ереван: Ин-т ботани. МАНРА, 2008. – С. 365–370.
8. Григор'єва О.В., Клименко С.В. Перспективи інтродукції видів роду *Diospyros* L. в Лесостепи України // Регионы в условиях неустойчивого развития. Материалы междунаучно-практической конф. ”Вопросы дальнейшего развития регионов России в условиях мирового финансового кризиса”. Шарьинский филиал Костромского ГУ им. Н.А. Некрасова, г. Шарья, 2009. Т. 2. – С. 49–51.
9. Григор'єва О.В., Клименко С.В. Результаты интродукции видов рода *Diospyros* L. в Лесостепи Украины. Transactions of the International conference dedicated to “Actual problems of the use of useful plants”. Baku, Azerbaijan, 2011. – С. 461–464.
10. Животинская С.М. Культура субтропической хурмы в Узбекистане. – Ташкент: Фан, 1972. – 50 с.
11. Кулиева Х.Г. Морфологические особенности кавказской хурмы // Ботанический журнал, 1962. – № 10. Т. 47. – С. 1447–1454.
12. Кульков О.П. Биология и агротехника субтропических плодовых Узбекистана. Ташкент: Фан, 1966. – 100 с.
13. Лапин П.И., Сиднева С.В. Сезонный ритм развития у видов рода *Sorbus* при интродукции // Бюлл. Главн. ботан. сада, 1971. – Вып. 79. – С. 3–9.
14. Мауринь А.М. Семеношение древесных экзотов в Латвийской ССР. – Рига: Звайгзне, 1967. – 188 с.
15. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: ГБС Н СССР, 1975. – 27 с.
16. Некрасов И.В., Романович И.В. Сравнительная характеристика качества пыльцы и семян некоторых травянистых интродуцентов // Бюлл. Главн. ботан. сада. – 1982. – Вып. 123. – С. 31–33.
17. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений: Монография. – М.: Колос, 1980. – С. 211–216.
18. Поддубная-Арнольди В.А. Характеристика семейств покрытосеменных растений по цитозембриологическим признакам. – М.: Наука, 1982. – С. 97–98.
19. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления // Полевая геоботаника. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т.2. – С. 7–19.
20. Славкина Т.И. Материалы к биологии хурмы. – Ташкент: Фан, 1954. – 104 с.
21. Сравнительная эмбриология цветковых растений. Phytolaccaceae–Thymelaeaceae [Отв. ред. М.С. Яковлев]. – Л.: Наука, 1983. – С. 229–233.
22. Чирков Ю.И. Агротехнология: Монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
23. Яковлев М.С., Жукова Г.Я. Покрытосеменные растения с зеленым и бесцветным зародышем (хлоро- и лейкоэмбриофиты). Жукова. – Л., 1973. – 100 с.
24. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy I. Angiosperms. 3. ed. New York: Hafner Publishing Company, 1966. – 540 pp.
25. Geeraerts A., Raeymaekers J. A. M., Vinckier S., Pletser A., Smets E., Huysmans S. Systematic palynology in *Ebenaceae* with focus on *Ebenoideae*: Morphological diversity and character evolution. In Review of Paleobotany and Palynology, vol. 153, issues 3–4, 2009, pp. 336–353.
26. Grygorieva O., Klymenko S., Derevjanko V., Brindza J. Introduction and use of persimmon species (*Diospyros* spp) in Ukraine // IV International Symposium on Persimmon, nov. 8–23, 2008. – Caserta, Italy, 2008. – P. 18.
27. Grygorieva O., Brindza J., Klymenko S. Biologia kvitnutia ebenovnikov (*Diospyros* spp.). Formovanie obnozkového pelu. Učebna pomocka na CD-ROM., 2010. – S. 47–59.
28. Grygorieva O., Brindza J., Ostrolucká M.G., Ostrovský R., Klymenko S., Nůžková J., Tóth D. Pollen characteristics in some persimmon species (*Diospyros* spp.). Agriculture 56, 2010 (4): 121–130.
29. Grygorieva O., Brindza J., Klymenko S., Toth D. Phenological growth stages of the American persimmon (*Diospyros virginiana* L.) / Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках: Матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 75-річчю заснування Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. – Київ: Фітосоціоцентр, 2010. – С. 572–576.

Acknowledgments

This work was supported by the Operational Programme Research and Development of the European Regional Development Fund in the frame of the project „Support of technologies innovation for special bio-food products for human healthy nutrition“ ITMS 26220220115

Отримано: 11 березня 2012 р.

Прийнято до друку: 12 листопада 2012 р.