

ОСОБЛИВОСТІ ПОЧАТКОВИХ ЕТАПІВ ОРГАНОГЕНЕЗУ ГУННЄМАННІЇ ДИМ'ЯНКОЛИСТОЇ (*HUNNEMANNIA FUMARIIFOLIA* SWEET (PAPAVERACEAE JUSS.)) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Г. О. ГОРАЙ, кандидат біологічних наук, науковий співробітник
Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

Анотація. Викладено результати дослідження морфогенезу інтродукованого декоративно цінного представника родини макових гуннєманнії дим'яноклистої (*Hunnemannia fumariifolia* Sweet) в умовах Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Установлено особливості формування вегетативної та генеративної сфери, тривалість і строки настання основних етапів органогенезу рослин.

Ключові слова: *Hunnemannia fumariifolia* Sweet, *Papaveraceae* Juss., морфогенез, фенологія, інтродукція, декоративні рослини.

Актуальність. Ґрунтовніші новітні роботи з вивчення морфогенезу видів родини *Papaveraceae* Juss. здійснили низка дослідників [1, 3, 4, 7]. Отримані дані використано для уточнення філогенетичних відносин у межах родини *Papaveraceae*.

Важливого значення результати морфофізіологічного аналізу відіграють у галузі рослинництва та інтродукції. Доповнюючи дані візуальних спостережень, вони дають можливість точніше оцінити фізіологічний стан, з'ясувати вплив різних чинників на показники продуктивності та розвиток, надають інформацію про особливості формування структури рослин на морфофізіологічному рівні у нових агрокліматичних умовах вирощування. У цьому аспекті найбільш вивчений морфогенез *Papaver somniferum* L., культивари якого широко використовують у медицині і харчовій промисловості [15, 16].

В умовах України етапи органогенезу досліджено у чотирьох інтродукованих видів (*Eschscholzia californica* Cham., *Papaver fugax* Poir., *P. nudicaule* L., *P. rupifragum* Boiss. et Reut.) родини *Papaveraceae* [9, 10], які за своїми декоративними якостями належать до групи квітниково-декоративних рослин. До останніх віднесено й гуннєманнію дим'яноклисту (*Hunnemannia fumariifolia* Sweet), яку за наявними в літературі даними [5] використовують у квітникарстві відкритого й закритого ґрунту країн Західної Європи та Північної Америки. В умови Лісостепу України (Національний ботанічний сад НАН України ім. М.М. Гришка (НБС)) *H. fumariifolia* інтродукована в 2004 р. У ньому було

здійснено первинне інтродукційне випробування цього виду [11]. Робіт, які б стосувалися морфогенетичних особливостей розвитку *H. fumariifolia*, на цей час нами не виявлено. Отже, інтродукція і дослідження морфогенезу цього виду рослин становить не тільки практичну цінність, але й значний науковий інтерес та новизну, оскільки здійснюються вперше.

Мета роботи – дослідити особливості проходження етапів органогенезу, росту і розвитку *Hunnemannia fumariifolia* Sweet (Papaveraceae, Subfamily Eschscholzioideae), інтродукованої в умови України декоративно-цінної рослини родини макових.

Матеріали методи дослідження. *H. fumariifolia* – багаторічна трав'яниста рослина до 60см заввишки, що походить із гірських регіонів Мексики [5]. Вихідний насіннєвий матеріал отримано за дилектусом з Ботанічного саду міста Байройт (Німеччина). Вирощують в однорічній культурі.

Досліди проводили на колекційних ділянках відділу квітничково-декоративних рослин НБС в 2014-2015 рр. У рамках даної роботи застосовано розсадний метод вирощування. Насіння висівали в посівні ящики у теплиці в II декаді квітня (14.04), пророщували за температури +16-20°C. Пікірування здійснювали в розсадні контейнери у фазу сім'ядолей. Висаджували розсаду у відкритий ґрунт у II декаді травня за схемою 30×30 см.

Основним методом досліджень був морфофізіологічний аналіз за Ф.М. Куперман [14]. Морфофізіологічні зміни в конусі наростання вивчали лише на живому матеріалі. Детальні дослідження VI-VIII етапів органогенезу, з'ясування деталей процесів макро- і мікроспорогенезу, формування чоловічого й жіночого гаметофіту досить ґрунтовно вивчено ембріологами і в межах даної роботи не здійснювали. Особливості V-XII етапів органогенезу квітки вивчали для генеративних пагонів I-II порядків.

Спостереження й аналіз включали облік біометричних показників, опис і зарисовку морфоструктур, визначення етапів органогенезу. Конус наростання на різних етапах органогенезу досліджували біокулярним мікроскопом МБС-2.

Описуючи органи рослин, вживали термінологію, наведену в працях з описової морфології вищих рослин [8, 17, 18].

Фенологічні спостереження проводили відповідно до загальноприйнятого в ботанічних садах плану спостережень [13] з урахуванням методичних вказівок [12].

Результати дослідження та їх обговорення. Насіння гуннеманнії дим'яноклистої має середні розміри 2,5×2,2×2,0мм, воно темно-коричневе, кулясто-яйцеподібне. Поверхня сітчаста, від блискучої до тьмяної.

Зародок Ia підетапу маленький лінійний, 0,7-0,8мм завдовжки, за довжиною не перевищує 1/3 повздовжньої осі насінини, базальний, із

суцільними сім'ядолями, які дорівнюють від 1/3 до 1/2 довжини зародка. Сім'ядолі дивергентні (спрямовані в різні боки). Ендосперм білий маслянистий. Характеристики насіння й зародка узгоджуються з літературними даними [6]. Зародкова брунька представлена лише конусом наростання, який має ледь опуклу форму (рис. 1).

Iб підетап простежується з початку проростання насіння і в лабораторних умовах він настає вже упродовж першої-другої доби від закладання досліду. Зародок збільшує свої розміри, посилено росте в довжину зародковий корінець, подовжується гіпокотиль, збільшуються розміри сім'ядоль (рис. 1). Проростання насіння епігіальне.

II етап органогенезу розпочинається з моменту появи сходів на 11-у добу від посіву. Проросток із суцільними сім'ядолями, 1,5-1,9см завдовжки й 0,18-0,22см завширшки, гіпокотиль 2,5-3,0см завдовжки, головний корінь нерозгалужений, 3,5-4,0см завдовжки (рис. 1). Мікроскопічними дослідженнями встановлено, що у цей період розвиваються 1-2-й примордіальні листки і закладається третій. Перший справжній листок розгортається на 6-7-у добу від появи сходів на поверхні ґрунту.

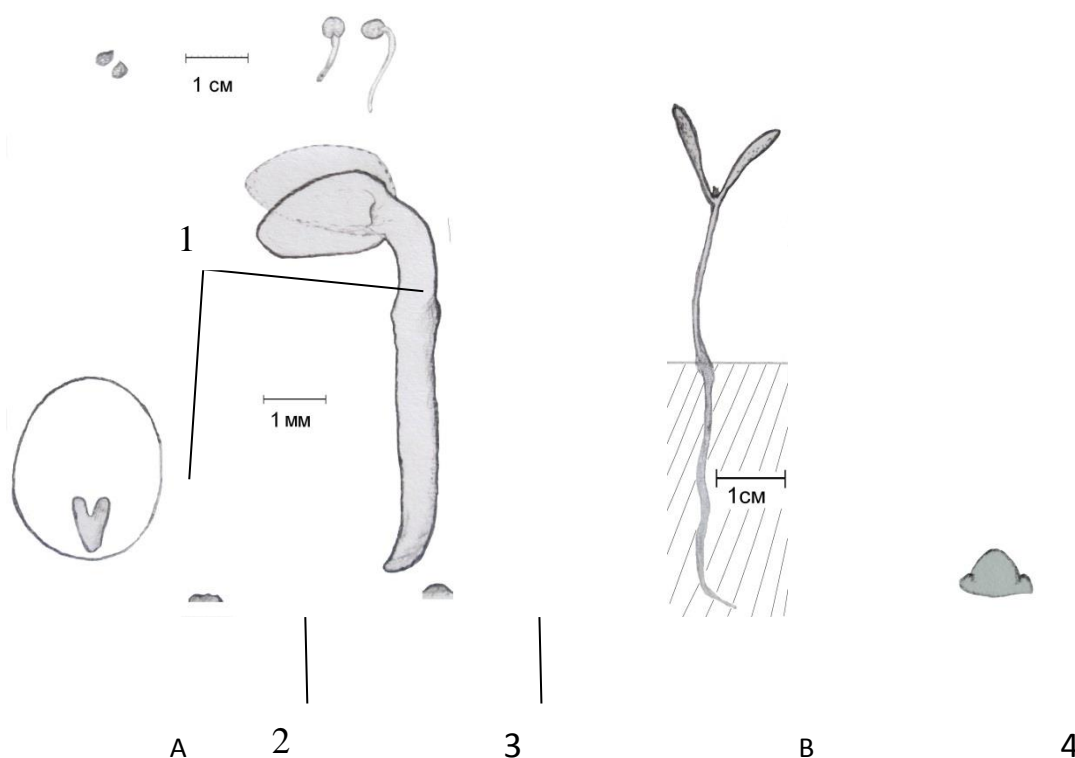


Рис. 1. Фази розвитку і етапи органогенезу гуннєманнії дим'яноклистої
 А – насінина (1 – зародок; 2 – конус наростання на Iа етапі органогенезу);
 Б – проростання насіння (3 – конус наростання на Iб етапі органогенезу);
 В – фаза сходів (4 – конус наростання на II етапі органогенезу).

У фазу першого листка вегетативний конус наростання, який вже має конусоподібну форму, формує 3-4-й примордіальні листки, а у фазу другого справжнього листка – 5-й та 6-й.

У фазах 3-го і 4-го листків основний конус наростання формує 7-8-й зачаткові листки. У цей період у пазухах листків починають розвиватися конуси наростання пагонів II-го порядку (рис. 2).



Рис. 2. Гуннєманнія дим'яноклиста у фазі 5 листків:

1 – бічні конуси наростання в пазусі 3-го і 4-го листків;
2 – термінальний конус наростання.

Наприкінці травня рослини перебували у фазі розгортання 7-8-го листків, апекс формує 12-й примордіальний листок. Листки прості, чергові чи, рідше, майже супротивні, без прилистків, 5-10 см завдовжки, трійчато-розсічені, кінцеві сегменти лінійні, голі, із сизувато-зеленим восковим нальотом. Формування зачатків листків і відповідних міжвузлів на центральному пагоні в цей період призупиняється, однак розвиток вегетативних метамерів продовжується в конусах наростання бруньок пагонів другого порядку, розміщених у пазухах першого-восьмого листків. У пазухах 1-го і 2-го листків розвиток пагонів другого порядку уповільнюється, натомість у пазухах 5-6 і 7-го листків вони найрозвиненіші. Сім'ядолі досягають максимальних розмірів (2,2-2,5 см завдовжки, 0,45-0,50 см завширшки) і в частини рослин починають жовтіти та з часом відмирають повністю.

Як показують наші дослідження, у I декаді червня у фазі розгортання 9-го листка рослини входять у префлоральну фазу розвитку (III етап органогенезу), що підтверджує значне збільшення розмірів конусу наростання, а потім упродовж 2-4 діб у флоральну фазу розвитку.

Отже, згідно з нашими дослідженнями, тривалість II етапу органогенезу у дослідженого виду рослин в умовах України становить 41 ± 2 доби. Перехід у префлоральну фазу простежується на 52 ± 2 добу від посіву, що припадає на I декаду червня. III етап органогенезу проходить достатньо швидко (впродовж 2-4 діб).

Помічено [14], що у видів рослин з одиничними термінальними квітками IV етапу органогенезу (галуження генеративних пагонів і диференціація суцвіття) немає. Перехід рослин *H. fumariifolia* у флоральну фазу (V етап органогенезу) відзначається початком

утворення і диференціації елементів квітки (рис. 3). Формування органів квітки відбувається за такою схемою:

- формування примордіїв чашолистків;
 - ріст і змикання чашолистків і формування примордіїв пелюсток (конус наростання набуває напівсферичної форми);
 - ріст чашолистків (примордіальний пуп'янок набуває грушоподібної форми), формування примордіїв тичинок і закладання примордію маточки (плодолистків) у вигляді опуклого горбика;
 - плодолистки подовжуються і утворюють чотиригранний порожнистий циліндр, диференціація тичинок на тичинкові нитки й пиляки.

На VI етапі органогенезу примордіальна маточка збільшує свої розміри до 2,2-2,5мм і набуває діжкоподібної форми, відбувається формування приймочки маточки й бутон стає видимим неозброєним оком (рис. 3).

Фаза видимої бутонізації (VII-VIII етапи органогенезу) в умовах інтродукції триває 15 діб (з II декади червня до початку липня). Упродовж VII-VIII етапів органогенезу розміри бутонів збільшуються. Зокрема, довжина з 7,0мм до 24,0мм й ширина з 3,5-4,0мм до 14,0-17,0мм. У фазі пухкого бутона розміри маточки становлять 8,5-10,0мм завдовжки та 2,0мм завширшки, тичинки – 7,0-9,0мм, пелюстки і тичинки забарвлені в характерні для відкритої квітки кольори. Листкоскладання зім'яте. Чашечка двочленна (двочашелисткова), опадаюча.

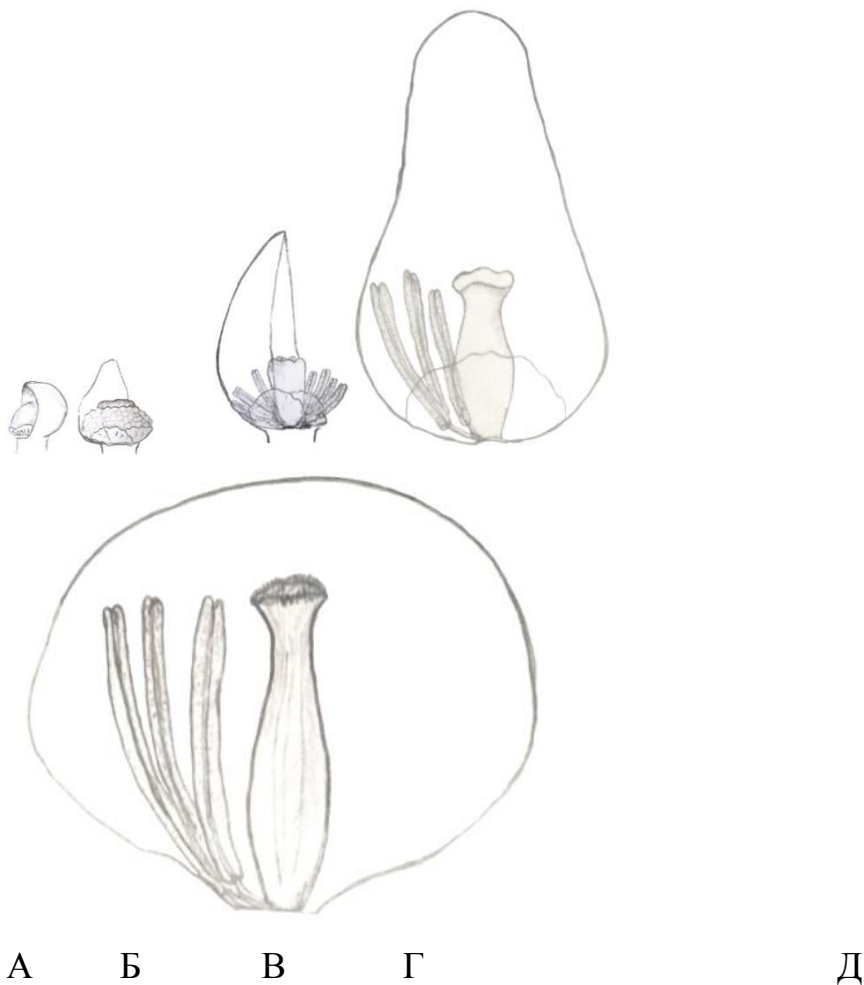


Рис.3. Формування квітки гуннєманнії дим'яноклистої

- А – формування чашолистків і пелюсток примордіальної квітки;
 Б – формування примордіїв тичинок;
 В – подовження плодолистків, початок формування приймочки маточки;
 Г – формування чоловічого і жіночого гаметофітів;
 Д – завершення формування всіх органів квітки, цвітіння, запліднення.

Установлено, що процеси, які відбуваються на V-VIII етапах органогенезу, а саме закладання і розвиток елементів примордіальної квітки відбуваються в гуннєманнії дим'яноклистої за типовою для представників родини *Paraveraceae* схемою і тривають 25-30 діб.

Перехід до IX етапу органогенезу (цвітіння) відбувається на 78 ± 2 добу від посіву (1.07 ± 2). Цвітіння триває для окремої квітки упродовж п'яти діб. Квітки актиноморфні, чотирьопелюсткові, 5-7 см діаметром, жовті [5]. Пелюстки вільні, дворядні, листозмикання черепитчасте, типове. Андроцей полімерний. Тичинки підматочкові, вільні, відігнуті, розміщені по спіралі; пиляки лінійні, жовті. Маточка одна, приймочка дволопатева, гребінчаста. Зав'язь циліндрична. У першу добу цвітіння довжина маточки становить 10,6-11,0 мм, довжина тичинок – 9,0-11,0 мм.

З'ясовано, що для цього виду рослин властива асинхронність у проходженні етапів органогенезу пагонами різних порядків. Пагони 2-го і

3-5-го порядків розвиваються поступово в базипетальному напрямку. Так, у I декаду серпня основний пагін і пагони другого порядку в пазухах верхніх листків перебувають на X-XI етапах органогенезу, а генеративні пагони 3-го і 4-го порядків – на V-IX етапах органогенезу, а сплячі бруньки залишаються на II. Такий поступовий асинхронний у часі розвиток пагонів різних порядків обумовлює тривалу фазу цвітіння цього виду (рис. 4).

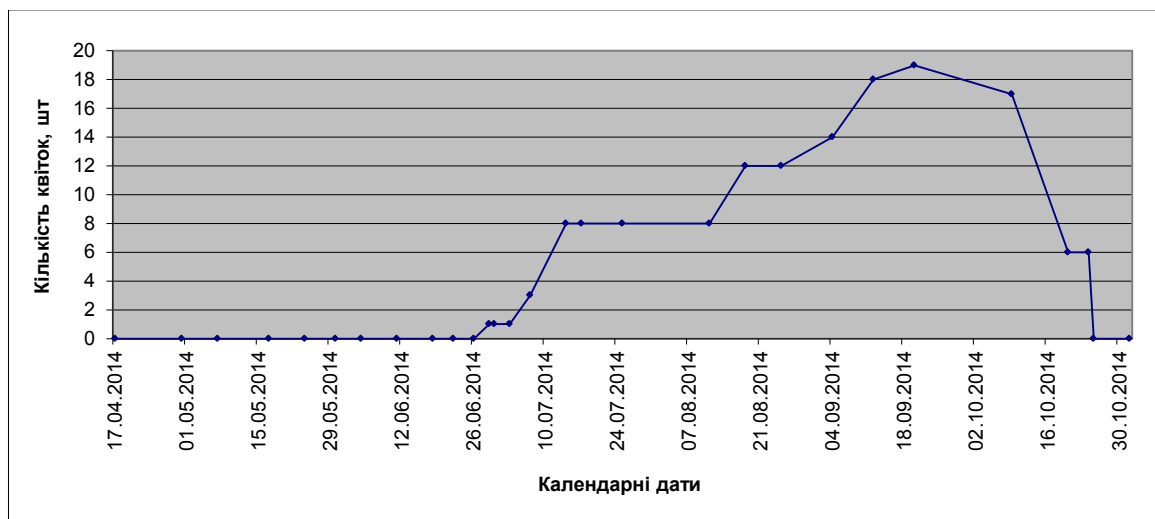


Рис. 4. Інтенсивність цвітіння гуннеманнії дим'яноклистої (2014 р.)

Отже, згідно з отриманими даними, *H. fumariifolia* відзначається тривалою фазою цвітіння (понад 100 діб), його інтенсивність сягає максимуму в останню третину цього періоду (у II декаді вересня) і продовжується до середини жовтня (до заморозків). За весь період цвітіння на одну особину утворювалося від 84 до 120 квіток.

Плід гуннеманнії дим'яноклистої – відхилена видовжена стручкоподібна двогнізда коробочка, 8-15см завдовжки, 3,0-5,0мм діаметром, поверхня плоду гладенька. Відкривається двома поздовжніми тріщинами, знизу догори, до половини. З'ясовано, що ріст плоду в довжину починається ще під час цвітіння і триває протягом 15 діб. Період від цвітіння і запліднення до повної стиглості насіння (X-XII етап морфогенезу) становить 45-50 діб.

Насіння не має періоду спокою, схожість свіжозібраного насіння (з пагонів I-II порядку) в I декаді жовтня становила $93,5 \pm 0,8\%$. Восени самосіву не виявлено, лише навесні в I декаді травня спостерігався поодинокий самосів.

Оскільки *H. fumariifolia* за своєю біологією багаторічна рослина, яка походить із тропічного клімату, то її однорічний життєвий цикл не повністю завершується у наших кліматичних умовах. Частина репродуктивних пагонів (4-5-го порядків) через настання мінусових температур не встигає завершити розвиток в умовах відкритого ґрунту.

За нашими спостереженнями, рослина витримує зниження температури до -2°C . В умовах проведення досліджень (2014-2015

рр.) перші приморозки спостерігалися в III декаді жовтня. Отже, життєвий цикл *H. fumariifolia* в умовах України триває понад 190 діб і лімітується осіннім зниженням температури.

Висновки і перспективи. У результаті спостереження й аналізу морфофізіологічних змін у конусі наростання гуннеманнії дим'яноклистої визначено строки настання, тривалість та інші особливості проходження етапів органогенезу в онтогенезі цього виду.

З'ясовано, що в умовах Лісостепу України онтогенез *H. fumariifolia* триває понад 190 діб і завершується утворенням повноцінного насіння. Тривалість II етапу органогенезу в умовах Лісостепу України становить 41 добу, перехід у префлоральний стан (III етап органогенезу) відбувається у фазі 9-го листка на 52-у добу від посіву. Визначено, що III етап органогенезу для певного генеративного пагону проходить швидко (упродовж 2-4 діб). Формування елементів примордіальної квітки відбувається за типовою для представників родини Papaveraceae схемою. Тривалість V-VIII етапів органогенезу становить 25-30 діб. Перехід до IX етапу органогенезу (цвітіння, запліднення) в термінального конусу наростання визначено на 78-му добу від посіву. Ріст плоду в довжину спостерігається упродовж 15 діб, період від цвітіння до повного досягання насіння в окремому плоді (X-XII етапи органогенезу) достатньо довгий і становить 45-50 діб.

Список використаних джерел

1. Becker A. Floral and vegetative morphogenesis in californian poppy (*Eschscholzia californica* Cham.) / A. Becker, S. Gleissberg, D. R. Smyth // J. Plant Sci. - 2005 – 166, №4 – P.537-555.
2. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in Papaveraceae-Papaveroideae / S. Gleissberg // Flora – 1998. – 193. – P. 269-301
3. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in Papaveraceae-Chelidonioideae / S. Gleissberg // Flora – 1998. – 193. - P. 387-409
4. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in *Eschscholzia californica* and other Papaveraceae-Eschscholzioidae / S. Gleissberg // Amer. J. Bot. – 2004. –91, №3. – P. 306-312.
5. Grey-Wilson C. Poppies /C. Grey-Wilson– London: B.T. Batsford LTD, 2000. – 256 p.
6. Gunn C. R. Seldin Seeds and Fruits of North American Papaveraceae / Charles R. Gunn, Margaret J. Seldin – Washington : Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture, 1976. – P.69
7. Kadereit J. W. Evolution of gynoecium morphology in old world Papaveroideae : a combined phylogenetic/ontogenetic approach / Joachim W. Kadereit, Claudia Erbar // American Journal of Botany – 2011.– 98(8). – P. 1243-1251.
8. Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З. Т.Артюшенко, А. А. Федоров. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.

9. Горай Г. О. Декоративні види родини макових (*Papaveraceae* Juss.) в умовах Лісостепу України: інтродукційна оцінка, морфобіологічні особливості, перспективи практичного використання: автореф. дис. к-та біол. наук: спец. 03.00.05. «Ботаніка»/ Г. О. Горай – К., 2011.– 20 с.

10. Горай Г. О. Особливості органогенезу *Eschscholzia californica* Cham. в умовах лісостепової зони України / Г. О. Горай // Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках : матеріали міжнар. наук. конф., присвяченої 75-річчю заснування Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України (Київ, 15-17 верес. 2010 р.). – К., 2010. – С. 451-454.

11. Горай Г. О. Результати інтродукції *Hunnemannia fumariifolia* Sweet. у НБС НАН України / Г. О. Горай // Інтродукція рослин. – 2009. – №2. – С. 28-33.

12. Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1978. – 150 с.

13. Карписонова Р. А. Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в Отделе флоры ГБС АН СССР / Р. А. Карписонова // Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР. – М.: Изд-во ГБС АН СССР. – 1972. – С. 47-52.

14. Куперман Ф. М. Биология развития культурных растений/ Куперман Ф. М. – М.: Высш. шк., 1982. – 340 с

15. Попов П. Мак / П. Попов, И. Димитров, Л. Илиев, С. Георгиев – София: Издательство на българската академия на науките, 1971. – 210 с.

16. Рустамбеков С. С. Формообразовательные процессы и этапы органогенеза у опийного мака / С. С. Рустамбеков // Вест. с.-х. науки – 1966. – №2. – С. 48-52.

17. Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист / Федоров А. А. , Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. – М. - Л., 1956. – 301с.

18. Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок/ А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1975. – 390 с.

References

1. Becker A. Floral and vegetative morphogenesis in californian poppy (*Eschscholzia californica* Cham.)/ A. Becker, S. Gleissberg, D.R. Smyth // J. Plant Sci.- 2005 – 166, №4 – P. 537-555.

2. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in *Papaveraceae-Papaveroideae*/ S. Gleissberg // Flora – 1998. – 193. – P. 269-301

3. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in *Papaveraceae-Chelidonioideae*/ S. Gleissberg // Flora – 1998. – 193. - P. 387-409

4. Gleissberg S. Comparative analysis of leaf shape development in *Eschscholzia californica* and other *Papaveraceae-Eschscholzioidae* / S. Gleissberg // Amer. J. Bot. – 2004. –91, №3. – P. 306-312.

5. Grey-Wilson C. Poppies /C. Grey-Wilson– London: B.T. Batsford LTD, 2000. – 256 p.

6. Gunn C.R. Seldin Seeds and Fruits of North American Papaveraceae / Charles R. Gunn, Margaret J. Seldin – Washington : Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture, 1976. – P.69
7. Kadereit J. W. Evolution of gynoeceium morphology in old world Papaveroideae: a combined phylogenetic/ontogenetic approach / Joachim W. Kadereit, Claudia Erbar // American Journal of Botany – 2011.– 98(8). – P. 1243-1251.
8. Artyushenko Z.T. Atlas of descriptive morphology of higher plants. Fruit / Z.T. Artyushenko, A.A. Fedorov. – L.: The science, 1986. – 392 p.
9. Gorai G.O. Decorative Species of poppies genus (*Papaveraceae* Juss.) in the Forest Steppe zone of Ukraine: introduction evaluation, morfobiological features, the prospect of practical usage: Abstract of thesis to cand. biol. Sciences: spec. 03.00.05. "Botanika" / G.O. Gorai– K., 2011.– 20 p.
10. Gorai G.O. Features organogenesis of *Eschscholzia californica* Cham. in conditions of Forest Steppe zone of Ukraine / G.O. Gorai // Introduction plants, preservation and enrichment of biodiversity in the botanical gardens and arboretums materials Intern. Science. Conf., dedicated to the 75th anniversary of the National Botanic Garden of by N.N. Grishko of NAS of Ukraine (Kyiv, Sept. 15-17. 2010). – K., 2010. – P. 451-454.
11. Gorai G.O. Results of introductions of *Huntemann fumariifolia* Sweet. NAS of Ukraine in NBS / G.A. Mountain // Introduction of plants. – 2009. – №2. – P. 28-33.
12. Zaitsev G.N. Phenology of grasses / G.N. Zaitsev. - M. : Science, 1978. – 150 p.
13. Karpysynova R.A. Methods of phenology observations on grasses in flora field at GBS Division of the Academy of Sciences of USSR / R.A. Karpysynova // Methods of phenology observations in the Botanical Gardens of the USSR. - M. : Publishing House of the USSR Academy of GBS. – 1972. – P. 47-52.
14. Kuperman F.M. Developmental biology of cultivated plants / F.M. Kuperman - M.: Higher school, 1982. – 340 p.
15. Rustambeyov S.S. Formative processes and stages of organogenesis in opium poppy / S.S. Rustambeyov // Journal of agricultural science. – 1966. – №2. – P. 48-52.
16. Fedorov A.A. Atlas of descriptive morphology of higher plants. Sheet / Fedorov A.A., Kirpichnikov M.E., Artyushenko Z.T. – M.-L., 1956. – 301 p.
17. Fedorov A.A. Atlas of descriptive morphology of higher plants. Flower / A.A. Fedorov, Z.T. Artyushenko. - L. : Nauka, 1975. - 390 p.

**ОСОБЕННОСТИ НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПОВ ОРГАНОГЕНЕЗА
HUNNEMANIA FUMARIIFOLIA SWEET (PAPAVERACEAE JUSS.) В
УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

А. А. Горай

Аннотация. Изложены результаты исследования морфогенеза новоинтродуцированного декоративно ценного вида семейства маковых *Hunnemannia fumariifolia* Sweet в условиях Национального

ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Установлены особенности формирования вегетативной и генеративной сферы, длительность и сроки наступления основных этапов органогенеза растений.

Ключевые слова: *Гуннеманния дымянколистая, Papaveraceae Juss., морфогенез, фенология, интродукция, декоративные растения.*

THE FEATURES OF INITIAL STAGES OF HUNNEMANIA FUMARIIFOLIA SWEET (PAPAVERACEAE JUSS) ORGANOGENESIS UNDER CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

H. Horai

Abstract. *The results of morphogenesis investigation of developed decorative plants *Hunnemannia fumariifolia* Sweet (Poppy family) in the M. M. Gryshko National Botanical Gardens, National Academy of Science of Ukraine are presented. The peculiarities of forming of vegetative and generative sphere, duration and terms of the basic stages of plants organogenesis are established.*

Keywords: *Hunnemannia fumariifolia Sweet, Papaveraceae Juss., morphogenesis, phenology, introduction, decorative plants.*