

Початкові етапи онтоморфогенезу сіянців *Ginkgo biloba* L. в умовах Національного дендрологічного парку “Софіївка” НАН України

Надія В. Цибровська, Володимир М. Грабовий✉

Національний дендрологічний парк “Софіївка” НАН України, м. Умань,
Черкаської обл., Україна,

e-mail: nadjacyb1989@ukr.net; konf_sofievka2011@ukr.net

ORCID ID 0000-0003-0180-6850; ORCID ID 0000-0001-7623-1874

✉ konf_sofievka2011@ukr.net

Реферат.

Мета. Дослідження початкових етапів онтоморфогенезу *Ginkgo biloba*, зумовлюється необхідністю збереження, масової репродукції та інтродукції цієї цінної рослини у різних областях України. **Методи.** Для періодизації онтогенезу *G. biloba* використано класифікацію вікових станів рослин, розроблену Т. О. Работновим (Rabotnov, 1950) з доповненнями О. О. Уранова (Uranov, 1975). Опис рослин у різних онтогенетичних станах проводили на основі рекомендацій, наведених у “Онтогенетичному атласі рослин” (Ontogenetic Atlas..., 2007). **Результати.** В результаті досліджень початкових етапів онтоморфогенезу сіянців *G. biloba* з’ясовано, що за осінньої сівби не стратифікованим насінням поява сіянців спостерігається на 38 добу після висіву, а через 5–7 діб сході стають масовими. Насіння досліджуваного виду мало високу схожість (50–85%). Рослини *G. biloba* здатні продукувати частину тератологічного насіння, яке що може бути наслідком збереження ознак предкових форм. Для сіянців *G. biloba* характерний підземний тип проростання насіння. З’ясовано, що на початкових етапах онтоморфогенезу листки *G. biloba*, порівняно з листками дорослих рослин, різняться за розмірами, текстурою та розсіченістю листової пластинки: у однорічних сіянців, за сприятливих умов росту, листки можуть перевищувати у кілька разів довжину листової пластинки дорослих рослин, вони менш шкірясті за текстурою та мають багатолопатеві листові пластинки (від 4 до 8 лопатей), натомість листок дорослої рослини *G. biloba* розділений на дві лопаті, або

має суцільні віялоподібні краї. **Висновки.** В умовах культури у Національному дендрологічному парку “Софіївка” НАН України рослини виду *G. biloba* успішно проходять три життєві періоди розвитку та відповідні їм вікові стани (від насіння (sm) до ранньо-генеративного стану (g₁)) з характерними діагностичними ознаками кожного з них.

Ключові слова: гінґо білоба, саркотеста, склеротеста, ауксибласти, брахібласти, насінні зачатки, терати насіння.

Initial stages of ontomorphogenesis of *Ginkgo biloba* L. seedlings in the conditions of the National Dendrological Park “Sofiyivka” of NAS of Ukraine

Nadiya V. Tsybrovska & Volodymyr M. Hrabovyi✉

National dendrological park “Sofiyivka” of the NAS of Ukraine, Uman, Cherkasy region, Ukraine,

e-mail: nadjacyb1989@ukr.net; konf_sofievka2011@ukr.net

ORCID ID 0000-0003-0180-6850; ORCID ID 0000-0001-7623-1874

✉ konf_sofievka2011@ukr.net

Abstract.

Aim. The study of the initial stages of ontomorphogenesis of *Ginkgo biloba* is determined by the need for conservation, mass reproduction and introduction of this valuable plant in different regions of Ukraine. **Methods.** To periodize the ontogenesis of *G. biloba*, the classification of age states of plants developed by T. O. Rabotnov (Rabotnov, 1950) with the additions of O. O. Uranov (Uranov, 1975) was used. The description of plants in different ontogenetic states was carried out on the basis of the recommendations given in the “Ontogenetic Atlas of Plants” (Ontogenetic Atlas..., 2007). **Results.** As a result of studies of the initial stages of ontomorphogenesis of *G. biloba* seedlings, it was found that the appearance of seedlings is observed at 38 days after non-stratified seeds sowing in autumn. After 5–7 days the seedlings become mass sprouting. Seeds of the studied species have a high germination (50–85%). *G. biloba* plants are able to produce part of the teratological seeds, which may be the result of the preservation of the signs of ancestral forms. *G. biloba* seedlings are characterized by an underground type of seed germination. It is found that in the initial stages of ontomorphogenesis, the leaves of *G. biloba*, compared with the leaves of adult plants, differ in size, texture and dissection of the leaf blade. **Conclusions.** In the conditions of the National Dendrological Park “Sofiyivka” of NAS of Ukraine *G. biloba* plants

successfully pass three life periods of development and corresponding age states (from seed (sm) to early-generative state (g1)) with characteristic diagnostic signs of each of them.

Key words: ginkgo, sarcotesta, sclerotesta, auxiblasts, brachyblasts, seedbud, seed teratas.

Вступ/Introduction. Вперше термін “онтогенез”, під яким розуміють індивідуальний розвиток живого організму, був сформульований у праці Е. Геккеля 1866 року “Generelle Morphologie der Organismen” (Mishko, 2019). Теоретичне обґрунтування періодизації онтогенезу детально розкрито Т. А. Работновим (Rabotnov, 1950ab). У подальшому А. А. Уранов (Uranov, 1975) дещо деталізував схему онтогенетичних станів Т. А. Работнова (1950) за рахунок розподілу генеративного періоду та виокремлення в складі сенільного періоду субсенільного та власне сенільного стану.

G. biloba викликає великий науковий інтерес, як релікт минулих геологічних епох, з періодом існування понад 270 млн. років. Він є першою голонасінною рослиною, в якій японський дослідник Хіразе відкрив рухливі сперматозоїди. Архаїчними ознаками в організації гінкго є наявність дихотомічного жилкування листків, запліднення яйцеклітини великими сперматозоїдами і наявність пилкової камери та запліднення після опадання з дерева насінних зачатків (Nechytaylo & Kucheriava, 2000).

Батьківщиною *G. biloba* вважається прадавній материк Лавразія. Раніше рослини цього виду мали значно більший ареал поширення, однак 2 млн. років тому, після чергового похолодання, природний ареал цієї рослини скоротився до невеликої території на сході Китаю, звідки дерево потрапило в Корею та Японію. З 1730 року рослини *G. biloba* культивуються в Західній Європі, а з 1784 р. – у Північній Америці (Novikov, 1965; Tereshchuk, 2009; Ruchkina, 2018). Нині природним місцезростанням *G. biloba* є гори Дянь Му-Шань провінцій Чжецзян і Аньхой Східного Китаю, де ця рослина формує мішані ліси (Nechytaylo & Kucheriava, 2000).

Вперше в Україні *G. biloba* був інтродукований до Кременецького ботанічного саду у 1811 р. (Shliakhta & Lysiuk, 2016), а з 1818 р. – культивується у Никітському ботанічному саду, звідки ця рослина розповсюдилася по всіх ботанічних садах і дендропарках України (Tereshchuk, 2009). У Червоному списку Одеської області *G. biloba* надано статус екзота, який входить до офіційного перелку рослин, що підлягають особливій охороні на території цієї області (Ofitsiyni..., 2012).

Рослини *G. biloba* є довговічними, з тривалістю життя до 2500 років, цінними лікарськими рослинами, стійкими до зовнішніх факторів, інфекцій, вірусів, шкідників, забруднень навколишнього середовища, в тому числі до загазованості, тому можуть використовуватися для озеленення урбанізованого середовища (Petukhova & Denisov, 2012; Samorodov, 2015; Suleymanova, 2015; Bobonych & Bobonych, 2016; Bogatov, 2018; Ruchkina, 2018; Torchuk et al., 2018). Без пошкоджень *G. biloba* переносить високий вміст пилу в атмосфері, морози до -35°C, льодяні зливи та спеку (Karashchuk et al., 2019). Незважаючи на понад 200-річну історію інтродукції, *G. biloba* у нашій країні залишається раритетним видом (Shliakhta & Lysiuk, 2016). Цвісти починає пізно, у віці 25–30 років, у травні–червні. Це анемофільна рослина (Bobonych, 2016).

Дослідженню особливостей насінного розмноження *G. biloba* в різних регіонах України, присвячені роботи: Л. В. Сініціної (Sinitsina, 2002), А. І. Терещука (Tereshchuk, 2009), А. О. Остудімова (Ostudimov & Guz, 2010; Ostudimov, 2011).

Матеріали і методи/Materials and Methods. Об'єктом наших досліджень були представники *G. biloba* – цінної реліктової дводомної рослини монотипного роду *Ginkgo* L., монотипної родини *Ginkgoaceae* Englm., класу *Ginggoopsida*, відділу *Pinophyta* (Suleymanova, 2015).

З метою визначення перспективності репродукції та інтродукції рослин *G. biloba* у Правобережному Лісостепу України, нами було досліджено початкові етапи перебігу онтоморфогенезу та особливості насінного розмноження рослин гінкго білоба в умовах Національного дендрологічного парку “Софіївка” НАН України (НДП “Софіївка”).

Протягом 2019–2020 років досліджувалися зразки насіння *G. biloba*, зібраного восени 2019 року з 30–40-річних дерев *G. biloba*, що ростуть в умовах НДП “Софіївка”, насіння з дерев Одеського ботанічного саду ОНУ імені І. І. Мечникова, а також насіння отриманого за Index seminum (Index..., 2019) з ботанічного саду Харківського національного університету ім В. Н. Каразіна.

Для проведення онтоморфологічного аналізу та опису рослин *G. biloba* у різних онтогенетичних станах ми використовували класифікацію вікових станів рослин Уранова О. О. (Uranov, 1975) та рекомендації, наведені у “Онтогенетичному атласі рослин” (Zhukova, 2007).

Результати та обговорення/Results and Discussion. За результатами дослідження, з'ясовано, що індивідуальний розвиток рослин *G. biloba*, розпочинався з *латентного (ембріонального) періоду (sm)*, а саме восени, коли насінні зачатки опадають дотолу й відбувається запліднення та розвиток зародка. В цей момент насінні зачатки трансформуються в насіння *G. biloba* (рис. 1).

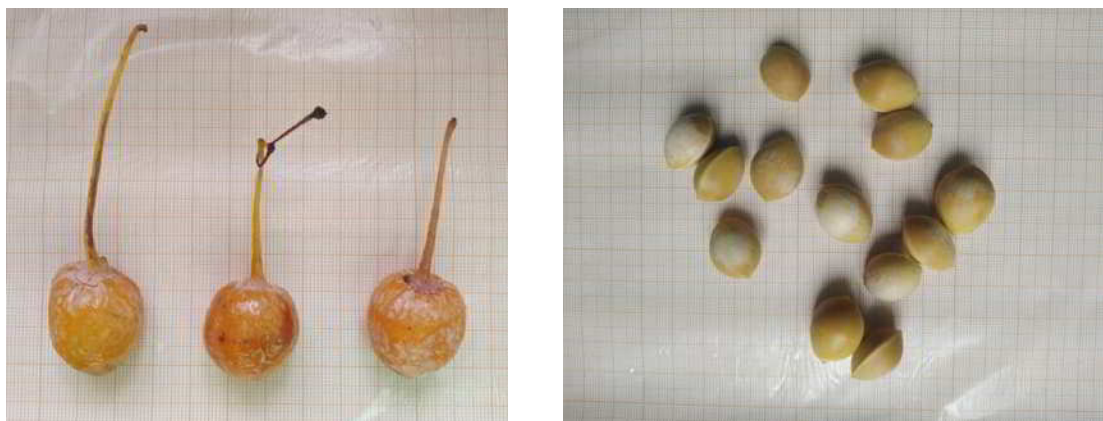


Рисунок 1. Насіння *Ginkgo biloba* зі саркотестом (1) та зі склеротестом (2)

Figure 1. *Ginkgo biloba* seeds with sarcotesta (1) and with sclerotesta (2)

Насіння *G. biloba* є найкрупнішим і найпримітивнішим серед сучасних голонасінних, належить до групи кістянковидних. Його зовнішній м'ясистий покрив (саркотеста) після дозрівання набуває жовто-бурштинового кольору. Середній шар насіння (склеротеста) складається із кам'янистих клітин з двома-трьома поздовжніми ребрами. Насіння *G. biloba*, звільнене від саркотести, має еліпсоїдальну форму. Зародок насіння, що має дві сім'ядолі, занурений в насичений крохмалем ендосперм (рис. 2).

Дозріває насіння *G. biloba* в жовтні–листопаді. Найкраще збирати визрівші насіння, яке вже опало додолу, ніж зривати безпосередньо з рослини (Tereshchuk, 2009). Насіння зберігає здатність до проростання протягом року (Petukhova & Denisov, 2012).

Однією з біологічних особливостей *Ginkgo biloba* є відсутність періоду спокою насіння, однак з метою покращення схожості насіння та дружності появи сходів, воно потребує стратифікації у суміші торфу, піску та моху сфагнуму (2:1:2) при температурі від 0 до +5°C протягом 1,2–2 місяців (Sinitsina, 2002; Tereshchuk, 2009; Ostudimov, 2011).

Однак у нашому досліді з насінного розмноження *G. biloba*, ми висівали свіжозібране насіння, без попередньої стратифікації, що не завадило отримати високу схожість насіння 50–85% (Tsybrovs'ka & Hrabovyyu, 2020).

В НДП “Софіївка” нині росте 9 особин *G. biloba*, з яких лише дві рослини продукують жіночі статеві органи (мегастробіли), що формуються на кінцях

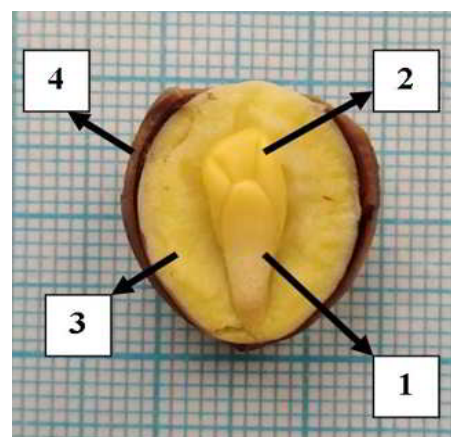


Рисунок 2. Зародок насіння *Ginkgo biloba*: 1 – зародковий корінець, 2 – сім'ядолі, 3 – ендосперм, 4 – склеротеста

Figure 2. Germ of *Ginkgo biloba* seeds: 1 – embryonic root, 2 – cotyledons, 3 – endosperm, 4 – sclerotesta

укорочених пагонів у пазухах листків: одне з таких дерев, віком до 40 років, росте в арборетумі ім. В. В. Пашкевича (квартал № 30), друга рослина, віком до 30 років, – на території адміністративної зони у кварталі № 1. Слід зазначити, що насіння, отримане з досліджуваних дерев, які ростуть в арборетумі ім. В. В. Пашкевича та в Одеському ботанічному саду ОНУ ім. І.І. Мечникова характеризувалося повноцінним розвитком насінних зачатків, в той час, як 80% насіння, сформованого на рослині, що росте у кварталі № 1, мало морфологічні аномалії (терати) (рис. 3).

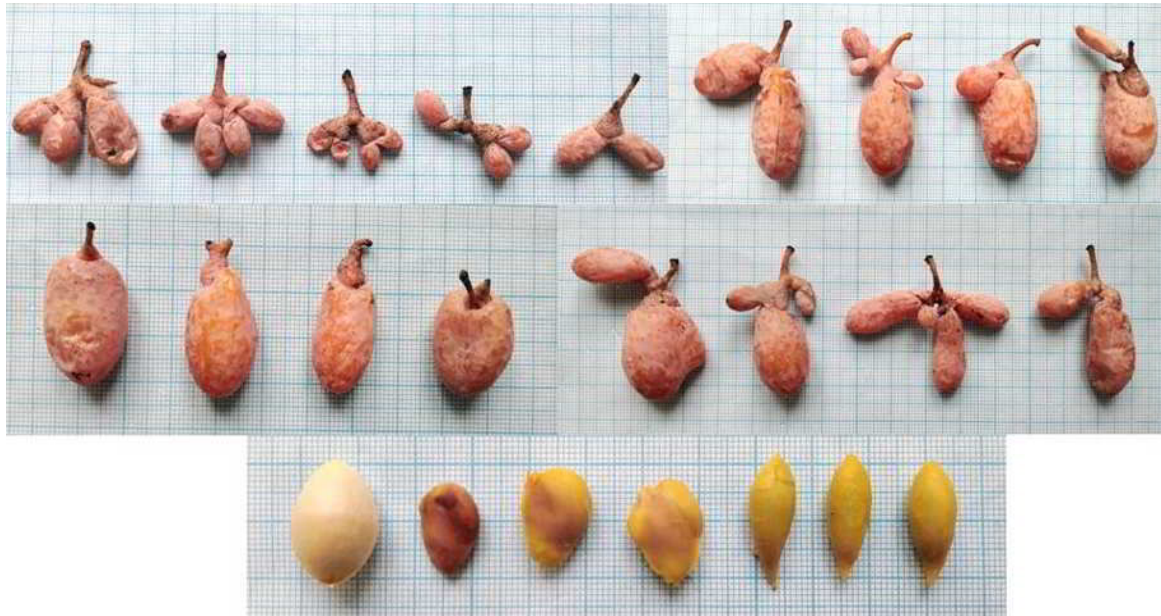


Рисунок 3. Терати насіння *G. Biloba*

Figure 3. *G. biloba* seeds teratas

На думку Л. В. Сініціної (Sinitsina, 2002), порівняльно-морфологічний аналіз тератологічного матеріалу може бути використаним для вирішення ряду філогенетичних питань, щодо походження окремих органів, можливих предкових форм, філогенетичних зв'язків з іншими групами рослин. Аномальні відхилення можуть бути випадками повернення рослин до попередніх структурних особливостей, тобто випадки прояву атавізмів (ознак предкових форм). На підставі отриманих даних можна припустити, що реліктові види продовжують еволюціонувати.

Збір насіння для досліджень проводили в першій декаді жовтня 2019 року з дерев *G. biloba* Одеського ботанічного саду ОНУ ім. І. І. Мечникова та в третій декаді листопада з рослин цього виду, що ростуть в НДП “Софіївка”. У першій декаді жовтня і третій декаді листопада 2019 р. свіжозібране насіння *G. biloba* було висіяне в умовах теплиці у контейнери з ґрунтовою сумішшю чорнозему опідзоленого – 60%, торфу – 20%, піску – 10%, перепрілої хвої – 10% (Tsybrovs'ka & Hrabovyy, 2020). На дно контейнера засипали керамзит.

За різними літературними джерелами (Metodychni..., 2008; Tereshchuk, 2009; Ostudimov & Guz, 2010) глибина загортання насіння *G. biloba* повинна становити 3–10 см. Однак ми притримувалися рекомендацій І. П. Петухової й Н. І. Денисова (Petukhova & Denisov, 2012), відповідно до яких висока схожість насіння *G. biloba* спостерігається за умови його загортання на глибину 2 см. Тож у наших дослідженнях глибина посіву насіння *G. biloba* в тепличних умовах становила 1,5–2,0 см, відстань між висіяним насінням у рядку – 3–4 см, відстань між рядками – 10–12 см. Насіння загортали тонким шаром ґрунто-суміші та мохом сфагнум і накривали поліетиленовою плівкою, для підтримання вологості і температури ґрунту не менше +20°C. На 38 добу після висіву спостерігався віргінільний (проростки та сходи – *pl*) період онтогенезу *G. biloba*: спочатку відбувалося розтріскування склеротести насіння та поява первинного корінця, що характерно для проростка, а через сім діб з'явилися перші сходи *G. biloba* (рис. 4).

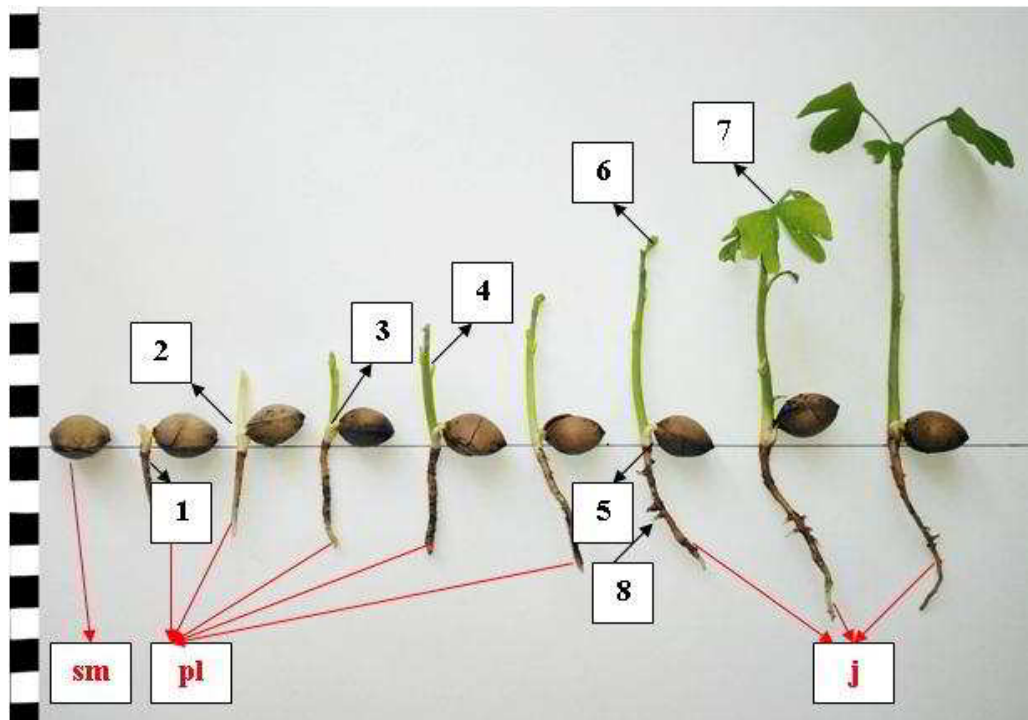


Рисунок 4. Початкові етапи онтоморфогенезу сіянців *G. biloba*: латентний період – **sm** (зародок в стані спокою, насіння); прегенеративний (віргінільний) період – **pl** (проростки та сходи) та **j** (ювенільні рослини); **1** – первинний корінь, **2** – епікотиль, **3** – сім'ядолі, **4** – первинні лускоподібні листки, **5** – гіпокотиль, **6** – “справжні” листки ще нетипової форми, **7** – справжні листки з розсіченою листовою пластинкою, **8** – бічні корінці

Figure 4. Initial stages of ontomorphogenesis of *G. biloba* seedlings: latent period – **sm** (embryo at rest, seeds); pregenerative (virginal) period – **pl** (seedlings and seedlings) and **j** (juvenile plants); **1** – primary root, **2** – epicotyl, **3** – cotyledons, **4** – primary scaly leaves, **5** – hypocotyl, **6** – “true” leaves of atypical shape, **7** – true leaves with dissected leaf blade, **8** – lateral roots

Проведені нами дослідження ранніх стадій онтогенезу *G. biloba* підтвердили, що даний вид має підземний тип проростання насіння, тобто сім'ядолі не виносяться на поверхню ґрунту і протягом усього розвитку сіянцю залишаються всередині насінної оболонки, через тріщини якої, в процесі проростання насіння, видно лише нижню частину сім'ядолей. Першим з насінини з'являється первинний корінець завдовжки до 1,5 см, який росте протягом тижня і утворює головний корінь. Через 7–14 діб після появи первинного корінця на поверхні ґрунту з'являється блідо-салатовий епикотиль з брунькою. Через п'ять діб із бруньки стрілоподібного проростку формуються два первинні лускоподібні листочки. У цей період проросток набуває насиченого зеленого кольору. Через три доби з верхівкової бруньки спостерігається поява третього, так званого “справжнього” листка, який протягом 12 діб набуває характерної для виду лопатевої форми, що є переходом до *ювенільної стадії* – *j*. У цей період на первинному корені формуються короткі бічні корінці. Далі спостерігається формування решти листків, кількість яких на кінець вегетаційного періоду, залежно від умов росту, складала 5–12 штук.

Порівняно з листками дорослих рослин *G. biloba*, листки однорічних сіянців, за сприятливих умов, перевищували за параметрами довжини листової пластинки, вони менш шкірясті за текстурою, мали багато лопатей (від 4 до 8 штук) та клиновидну основу.

Саме такі листки однорічних рослин *G. biloba* дуже схожі на листки древніх, вимерлих представників гінкгових (рис. 5).

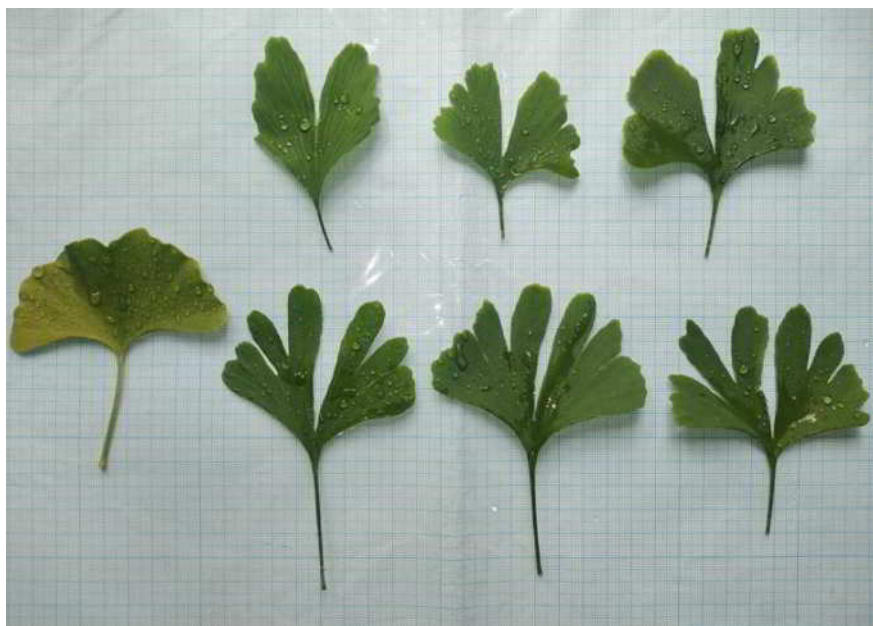


Рисунок 5. Листки *G. biloba*: листок генеративно зрілої рослини (зліва), листки однорічних сіянців (справа)

Figure 5. *G. biloba* leaves: leaf of generatively mature plant (left), leaves of annual seedlings (right)

Далі через кожні 5–7 діб спостерігали появу двох–трьох нових сіянців. Через місяць після появи сходів, висота сіянців *G. biloba* становила 8–10 см, на стеблі були сформовані 5–6 листків, листкова пластинка яких була завдовжки 1,3–2,5 см і завширшки 0,7–3,0 см з довжиною черешка 0,7–2,0 см.

На кінець вегетаційного періоду (середина–кінець жовтня), однорічні рослини *Ginkgo biloba* досягали 8–20 см заввишки. Така диференціація параметрів висоти одновікових сіянців могла бути зумовленою нерівномірним тривалим періодом появи сходів. Крім того 3–8% насіння *G. biloba* проростало наступного року.

Наприкінці другого вегетаційного періоду сіянці *G. biloba* досягали 15–30 см заввишки. Для невеликої кількості (близько 10%) дворічних рослин *G. biloba* було характерне формування пагонів другого порядку, це свідчить про те, що ці рослини перейшли до *іматурного вікового стану (im)* віргінільного періоду.

Протягом перших трьох років життя сіянці *G. biloba* росли повільно, внаслідок того, що саме у цей період відбувався активний розвиток кореневої системи. На третьому–четвертому році життя рослини *G. biloba* перейшли у *віргінільний віковий стан (молоді вегетативні рослини – v) прегенеративного (віргінільного) періоду*.

В умовах НДП “Софіївка” досліджувані нами дві *ранньо-генеративні (молоді – g1)* рослини *G. biloba* перейшли до *третього генеративного онтогенетичного періоду*.

Висновки/Conclusions. Отже, на основі проведених досліджень, з’ясовано, що:

1. Для *G. biloba* характерний підземний тип проростання насіння, який відбувається без проведення додаткових технологічних заходів, що сприяє процесу репродукції на території України.

2. Оптимальним строком заготівлі насіння *G. biloba* є жовтень–листопад. Особливість заготівлі полягає в тому, що в опалого додолу насіння, як правило, процес запліднення завершився та зародок вже повністю сформований.

3. Наявність тератологічно зміненого насіння у *G. biloba*, на нашу думку, може бути свідченням продовження еволюції виду і збереження ознак предкових форм.

4. В умовах інтродукції в Степовій і Лісостеповій зонах України рослини *G. biloba* здатні утворювати повноцінне насіння з високим ступенем схожості (50–85%). Різниця в схожості, на нашу думку, зумовлена різними ґрунтовими та метеорологічними умовами місцезростання представників досліджуваного виду.

5. На ранніх етапах онтогенезу *G. biloba* за умов вирощування у Правобережному Лісостепу України нами виявлено проходження латентного, віргінільного та ювенільного періодів розвитку. Перші проростки *G. biloba* з'являються на поверхні ґрунту на 38 добу після осіннього посіву, масові сходи спостерігаються через 5–7 діб. У ювенільних рослин *G. biloba* листкова пластинка є глибоко розсіченою, 4–8 лопатевою, натомість у дорослих особин вона є переважно дволопатевою.

Список посилань/References

- Bobonych, P. (2016). Hinkho biloba v Uzhhorodi ta sviti. *Parostok*, No 2 (90), S. 14–17. (in Ukrainian).
- Bobonych, P. & Bobonych, H. (2016). Hinkho biloba. *Parostok*, No 3 (91), S. 8–11. (in Ukrainian).
- Bogatov, V. A. (2018). Culture of ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L., 1771) in the Chuvash Republic. *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N. V. Tsitsina*, No 11, S. 22–25. (in Russian).
- Karashchuk, O. A., Rogachev, Iu. B., & Efimenko, A. A. (2019). Introduktsiia *Ginkgo biloba* L. v botanicheskom sadu 1-go MGMU im. I. M. Sechenova. *Novosti nauki v APK* (Severo-Kavkazskiy federal'nyy nauchnyy agrarnyy tsentr), No 1 (12), S. 67–71. DOI: 10.25930/jwkn-eg08 (in Russian).
- Metodychni rekomendatsii z rozmnozhenia derevnykh dekoratyvnykh roslyn Botanichnogo sadu NUBiP Ukrainy.* (2008). Kyiv: Vyd. tsentr NUBiP Ukrainy. 55 s. (in Ukrainian).
- Mishko, A. E. (2019). Ontomorfogenez eli sibirskoy (*Picea obovata* Ledeb.) v severo-taehnykh lesakh (na primere Kol'skogo poluostrova). *Avtoref. dis. na soiskanie uch. stepeni kand. biol. nauk : 03.02.08.* Sankt-Peterburg. 24 s. (in Russian).
- Nechytaylo, V. A. & Kucheriava, L. F. (2000). *Botanika. Vyshchi roslyny.* Kyiv: Fitosotsio-tsentr. 432 s. (in Ukrainian).
- Novikov, A. L. (1965). *Opredelitel' derev'ev i kustarnikov v bezlistom sostoianii.* [izd. 2-e, ispr. i dop.]. Minsk: Vysshaya shkola. 408 s. (in Russian).
- Ostudimov, A. O. (2011). *Ginkgo biloba* in Ukraine: seed potential, specifics of cultivating and use of planting stock. *Abstract of the dissertation for acquirance of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences by speciality 06.03.01. – silviculture and phytomelioration.* Lviv. 20 p. (in Ukrainian).
- Ostudimov, A. O. & Guz, M. M. (2010). Peculiarities of ginkgo biloba seed reproduction. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy*, Vyp. 20.11, S. 8–16. (in Ukrainian).
- Ofitsiyni pereliky rehional'no ridkisykh roslyn administratyvnykh terytoriy Ukrainy: [dovidkove vydannia]* (2012). Kyiv: Al'terpres. 148 s. (in Ukrainian).
- Petukhova, I. P. & Denisov, N. I. (2012). Experience of *Ginkgo biloba* L. introduction into the South of Russian Far East. *The Bulletin of KrasGAU*, No 1, S. 71–75. (in Russian).
- Rabotnov, T. A. (1950a). Voprosy izucheniia sostava populiatsii dlia tseley fitotsenologii. *Problemy botaniki*, Vyp. 1, S. 463–483. (in Russian).
- Rabotnov, T. A. (1950b). Zhiznennyi tsikl mnogoletnykh travianistykh rasteniy v lugovykh tsenozakh. *Tr. BIN AN SSSR Ser. III. Geobotanika*, Vyp. 6, S. 7–204. (in Russian).

- Ruchkina, N. (2018). *Ginkgo biloba* – lekarstvo iurskogo perioda. *Khimiia i zhizn'* (Ezhe-mesiachnyy nauchno-populiarnyy zhurnal), No 11, S. 50–51. (in Russian).
- Samorodov, V. M. (2015, V. M. (2015). Hinkho dvolopatevyy na Poltavshchyni: pidsumky 120-richnoi introduktsii. *Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy. Materialy Vseukrains'koi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Poltava: Astraia. S. 70–71. (in Ukrainian).
- Sinitsina, L. V. (2002). Bioecological features of *Ginkgo biloba* L. under the conditions of the devastation landscapes: abstract of the dissertation for the degree of candidate of biological sciences by speciality 03.00.05 – botany. – Kiev. 21 p. (in Ukrainian).
- Suleymanova, Z. N. (2015). On the possibilities of ginkgo biloba growing (*Ginkgo biloba* L.) in open ground Botanical garden-institute, UFA Scientific Center, RAS. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 17. No 4 (4). P. 664–666. (in Russian).
- Shliakhta, I. M. & Lysiuk, R. M. (2016). Hinkho dvolopateve – unikal'ne tsiliushche derevo. *Kvity Ukrainy*, No 6 (154), S.18–19. (in Ukrainian).
- Torchyk, U. I., Kholopuk, G. A., & Kelko, H. F. (2018). Prospects of *Ginkgo biloba* L introduction in Belarus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*. Vol. 63, No 1. P. 27–32 (in Russian).
- Tsybrovs'ka, N. V. & Hrabovyy, V. M. (2020). Morfometrychna kharakterystyka ta hruntova skhozhist' nasinnia *Ginkgo biloba* L. otrymanoho v umovakh Stepovoi ta Lisostepovoi zon Ukrainy. *Fundamental'ni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v umovakh hlobal'nykh zmin navkolysh-n'oho seredovyshcha*: [materialy mizhnarodnoi naukovo konferentsii, prysviacheno 85-richchiu vid dnia zasnuvannia Natsional'noho botanichnoho sadu imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy], 22–24 veresnia 2020 r. Kyiv: Lira K. S 189–193.
- Tereshchuk, A. I. (2009). *Hinkho-tsilytel'. Ukrains'ki narodni zvychai*. [vydannia 2-he, dop. ta pereroblene]. Kyiv: Lohos Ukrainy. 160 s. (in Ukrainian).
- Uranov, A. A. (1975). Vozrastnoy spektr fitotsenopopuliatsiy kak funktsiia vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov. *Nauch. dokl. Vyssh. shkoly. Biol. Nauki*, No 2, S. 7–33. (in Russian).
- Index seminum. Botanichnyy sad Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina*. (2019). Kharkiv. 82 s. (in Ukrainian).
- Zhukova, L. A. (2007). *Ontogeneticheskiy atlas rasteniy*: [nauchnoe izdanie]. Yoshkar-Ola: MarGU. T. V. 372 s. (in Russian).