

**Phenological observations in dendrological collections:
motivation for the use of the universal coding “BBCH scale”**

Olga P. Pokhylchenko✉, Oleksiy O. Gorelov, Natalia I. Dovhalyuk, Tetyana M. Kozubenko, Yuliya M. Kruglyak, Oleksandr A. Paraschuk M. M. Hryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, Kyiv
e-mail: Pokhylchenko@yahoo.com; ORCID ID: 0000-0003-3782-1577
e-mail: oleksijgorelov@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-3970-9570
e-mail: nata_0305@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-5951-8857
e-mail: tetyana_hardyrozes@ukr.net; ORCID ID: 0009-0001-9894-6069
e-mail: ulija_kr@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-8669-7424
e-mail: parashchyc@gmail.com; ORCID ID: 0009-0006-1063-7402
✉ Pokhylchenko@yahoo.com

Abstract.

Aims. The work has aimed to demonstrate similarities and differences in description and coding of phases, as well as rules for traditional phenological observation methods in botanical gardens of Ukraine versus the universal BBCH scale. The BBCH scale is a seasonal plant development phase coding scale used in all countries that were not part of the USSR. This coding allows obtaining data suitable for compiling large databases. The application of its principles will allow the creation of Ukrainian network of phenological observations. **Methods.** The authors' personal experience in changing the coding of seasonal development phases for different systematic groups' plants from alphanumeric coding (Rakhmetov, 2011; Yaroslavtsev et al., 1973) to BBCH decimal scale (Meier, 2001) made it possible to analyze the similarities and differences of two approaches in detail. **Results.** The same seasonal states of plants, recorded during phenological observations, as well as phase discrepancies in different scales were revealed by comparing the descriptions of the phases. Detailed photos of phases were made and observation phases' schemes were prepared for seven plant species of different systematic groups (*Alnus incana* (L.) Moench, *Philadelphus coronarius* L., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Rosa canina* L., *Syringa vulgaris* L., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G.Hartley, *Thuja occidentalis* L.) which are included in the phenological observations route of the dendrology department of the M. M. Hryshko National Botanical Garden. **Conclusions.** A successful organization of phenological observations and their unification between

networks imply some important conditions to be met: creation an observation route, involving experienced specialists, and applying a unified scale. Authors propose corresponding Ukrainian analogues of seasonal development phases for woody plants in different systematic groups according to the BBCH scale. As demonstrated, this will facilitate the alignment of plants' growth stages with the scales traditional in Ukrainian botanical gardens developed in the middle of the last century. Using of the BBCH scale will allow adding the obtained by Ukrainian specialists' data to large databases.

Key words: phenological phases, phenological networks, coding of growth stages, growth stages depictions.

Фенологічні спостереження в дендрологічних колекціях: мотивація застосування універсального кодування «BBCH scale»

Ольга П. Похильченко[✉], Олексій О. Горелов, Наталія І. Довгалюк, Тетяна М. Козубенко, Юлія М. Кругляк, Олександр А. Паращук
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, м. Київ
e-mail: Pokhylchenko@yahoo.com; ORCID ID: 0000-0003-3782-1577
e-mail: oleksijgorelov@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-3970-9570
e-mail: nata_0305@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-5951-8857
e-mail: tetyana_hardyrozes@ukr.net; ORCID ID: 0009-0001-9894-6069
e-mail: ulija_kr@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-8669-7424
e-mail: parashchyc@gmail.com; ORCID ID: 0009-0006-1063-7402
[✉] Pokhylchenko@yahoo.com

Реферат.

Мета. Метою роботи було показати спільні риси та відмінності в описах, кодуваннях фаз та правилах виконання традиційних у ботанічних садах України методик фенологічних спостережень та універсальної шкали BBCH. Шкала кодування фаз сезонного розвитку рослин BBCH застосовується в усіх країнах, що не були в складі СРСР, і дозволяє організувати інформацію у вигляді, придатному для комплектування великих баз даних. Застосування такого підходу надасть можливість створити українську мережу фенологічних спостережень та передавати отримані дані в міжнародні мережі. **Методи.** Особистий досвід авторів зміни кодування фаз сезонного розвитку рослин різних систематичних груп з буквено-цифрового кодування (Rakhmetov, 2011; Yaroslavtsev et al., 1973) на десятинну шкалу BBCH (Meier, 2001), дав змогу детально проаналізувати спільні риси та відмінності двох підходів та запропонувати описи фаз українською мовою. **Результати.** Зіставленням описів фаз було виявлено однакові сезонні стани рослин, що фіксуються при виконанні фенологічних спостережень, та фази котрі не збігаються у різних

шкалах. Виконано детальні фото фаз та підготовано їх схеми для семи видів рослин різних систематичних груп (*Alnus incana* (L.) Moench, *Philadelphus coronarius* L., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Rosa canina* L., *Syringa vulgaris* L., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G.Hartley, *Thuja occidentalis* L.), котрі входять в маршрут фенологічних спостережень відділу дендрології НБС імені М. М. Гришка. **Висновки.** Для успішної організації фенологічних спостережень з майбутнім їх об'єднанням між мережами, необхідно виконати кілька важливих умов: побудувати маршрут спостережень, залучити досвідчених фахівців та застосувати уніфіковану шкалу. Запропоновані авторами українські аналоги фаз сезонного розвитку деревних рослин різних систематичних груп за шкалою ВВСН та їхнє узгодження з традиційними в українських ботанічних садах шкалами розробленими в середині минулого сторіччя, дасть змогу долучати дані отримані українськими фахівцями до великих баз даних.

Ключові слова: фенологічні фази, фенологічні мережі, кодування фаз сезонного розвитку, зображення фаз сезонного розвитку.

Вступ/Introduction. Фенологія вивчає події життєвого циклу рослин і тварин, які викликані змінами навколишнього середовища. Прикладами фенологічних подій є широкий діапазон явищ, як початок розкриття вегетативних і генеративних бруньок так і вилуплення комах або міграції птахів. Кожна з них дає оцінку навколишнього середовища, що впливає на досліджуваний організм. Фенологічні події — ідеальні індикатори впливу локальних та глобальних змін погоди та клімату на біосферу (Meier et al., 2009). Зміщення або зміни в настанні сезонних подій є задокументованим ефектом зміни клімату з потенційно високим впливом на природу та соціум. Якщо вплив клімату на фенологію є суттєвим в межах однієї екосистеми, то на наступному рівні зміна клімату може призвести до порушень екологічних зв'язків (Prather et al., 2023).

Ретельне документування фенології показує як змінюється час сезонних подій. Ця інформація може допомогти прийняти рішення, наприклад, коли виконувати заходи для попередження розповсюдження інвазійних видів, і надати корисну інформацію, наприклад, коли може початися сезон алергії (USA National Phenology Network, 2024). Спостереження та реєстрація фенологічних подій має давню традицію, що тісно пов'язана із спостереженнями за погодою та її залежністю від пір року. Людські знання та діяльність, пов'язані з тим, що зараз називається фенологією, ймовірно, такі ж старі, як сама цивілізація (Meier et al., 2009).

Сезонні зміни рослинності традиційно привертала увагу дослідників різних рівнів, від побутових спостережень, що дало початок народним прикметам, до державних проєктів, що відобразились у створенні фенологічних баз даних. Регіональні та національні фенологічні мережі, що залучають

спостерігачів різних рівнів та експонують результати своєї діяльності в загальний доступ, існують в багатьох країнах. Ми наведемо інформацію про задачі та напрямки роботи кількох крупніших проєктів, що широко популяризують свою діяльність.

Загальноєвропейський фенологічний проєкт (Pan European Phenology – PEP), що працює в складі австрійського Центрального інституту метеорології та геодинаміки (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – ZAMG) — це європейська інфраструктура для сприяння та полегшення фенологічних досліджень, освіти та моніторингу навколишнього середовища. Основною метою проєкту є підтримка та розвиток Загальноєвропейської фенологічної бази даних (PEP725) з відкритим необмеженим доступом до даних для науковців та освітян (Templ et al., 2018). Перші дані в базі даних PEP 725 датовані 1775 роком. 29969 станцій із 34 європейських країн передають сюди результати спостережень. База накопичує дані про 201 вид та 91 культивар рослин. Проєкт створений як загальнодоступне джерело даних як для тих, хто передає дані, так і для тих, хто їх використовує. Дві українські станції зареєстровані в PEP725: Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ) (НБС) та Державний дендропарк «Високогірний» ДП Надвірнянське ЛГ (Івано-Франківська область) (PEP 725, 2024).

Шведська національна фенологічна мережа (Swedish National Phenology Network – SWE-NPN) вміщує інформацію з 1873 року, є підрозділом Шведського університету сільськогосподарських наук (Swedish University of Agricultural Sciences – SLU). Тут опрацьовують дані 300 станцій. Результати роботи цієї мережі використовують для моніторингу навколишнього середовища, лісового менеджменту, туристичного бізнесу, пошуку моделей зміни клімату. На основі отриманих даних ведеться Календар природи (Swedish National Phenology Network, 2024). Науковці та волонтери задіяні в спостереженнях виконують довготривалі спостереження за деревними видами місцевої флори (Langvall, & Ottosson Löfvenius, 2021).

Мережа Міжнародних фенологічних садів (International Phenological Gardens – IPG) разом із програмою Глобального фенологічного моніторингу (Global Phenological Monitoring programme – GPM) є європейською незалежною установою в рамках Фенологічної комісії Міжнародної спільноти біометеорології (Phenology Commission of the International Society of Biometeorology – ISB). IPG була створена для збору та порівняння фенологічних даних по всій Європі, які почали записувати у 1959 році. У кожному з фенологічних садів IPG висаджені генетично ідентичні дерева та кущі. Це дає змогу аналізувати фенологічний розвиток, виключаючи мінливість різних генів та краще визначити вплив факторів навколишнього середовища, таких як температура, опади та фотоперіод, на фенологічні події. Програма моніторингу IPG зосереджена на вивченні потенційного впливу зміни клімату на види дерев, які є важливими для лісових екосистем, і включає 26 видів

рослин. Станом на 2024 рік 73 активних IPG з 20 країн роблять свій внесок у мережу. Додаткова цінність мережі IPG полягає в тому, що вона дає змогу проводити стандартизовані спостереження, які виключають генетичну мінливість, таким чином покращуючи порівняння між різними місцями та періодами часу. Стандартизація спостережень може гарантувати узгодженість зібраних даних, полегшуючи визначення моделей і тенденцій з часом (The International Phenological Gardens, 2024). Проєкт IPG показав, що рослини досліджуваних видів, зараз квітують і розпускають листки в середньому на 6,3 днів раніше, ніж 50 років тому. Натомість осінні події, такі як забарвлення та опадання листків, відбуваються на 4,5 дні пізніше, ніж у минулому (Primack & Miller-Rushing, 2009).

Найбільш повні спроби зіставити погоду та час квітання в Північній Америці були зроблені учасниками регіональної мережі фенологічних садів між 1957 і 1994 роками. Мережа охоплювала 200 спостерігачів у США, у тому числі співробітників Міністерства сільського господарства США та приватних громадян, які спостерігали за бузком звичайним (*Syringa vulgaris* L.), бузком китайським (*Syringa* × *chinensis* 'Red Rothomagensis') і двома жимолостями (*Lonicera tartarica* 'Arnold Red' і *Lonicera korolkowii* var. *zebelli*). Ці спостереження показали, що рослини в США зараз зацвітають приблизно на один тиждень раніше, ніж у 1950-х роках. Частина мережі увійшла до Національної фенологічної мережі США (USA-NPN) котра заснована у 2007 році й базується в Університеті Арізони (University of Arizona) (Primack & Miller-Rushing, 2009).

Цей проєкт (USA National Phenology Network, 2024) діє в кількох напрямках:

- 1) пропонує стандартизовані підходи до моніторингу фенології;
- 2) сприяє збору високоякісних довгострокових фенологічних спостережень;
- 3) підтримує національну інформаційну систему фенології, включаючи Записник Природи (Nature's Notebook) та Національну фенологічну базу даних (The National Phenology Database);
- 4) допомагає федеральним агентствам та іншим організаціям у впровадженні Nature's Notebook відповідно до їх наукових, управлінських або освітніх цілей;
- 5) доводить значення фенології до учасників та громадськості.

Сучасні дані збирають не лише персонально, але й за допомогою дронів та стаціонарних вебкамер. Всі проєкти передбачають участь фахівців та волонтерів (citizen scientists) (Langvall, & Ottosson Löfvenius, 2021), і виступають як засоби об'єднання суспільства для виконання важливих глобальних задач.

Ботанічні сади мають унікальний набір умов для виконання проєктів, пов'язаних із кліматичними змінами, які не просто виконати в будь-якому

іншому місці. А саме: ботанічні сади володіють ретельно документованими колекціям живих рослин багатьох систематичних груп, у них є можливість контролю умов їхнього культивування, мають мережу в різних географічних зонах та висококваліфікованих спеціалістів. Таким чином, ботанічні сади мають можливість висвітлити «біологічну відповідь на зміни клімату». У ботанічних садах часто вирощують разом багато видів, які неможливо знайти поряд у природних умовах. Ці види були зібрані з багатьох різних географічних районів світу, тобто колекції ботанічного саду можуть містити систематично та екологічно різноманітну флору, часто з широким представленням певних родів або родин. Таке різноманіття та глибина таксономічного представлення полегшують порівняльні еволюційні, екологічні та філогенетичні дослідження. Крім того, ботанічні сади ведуть багаторічний ретельний облік. Наприклад, у Королівському ботанічному саду в Единбурзі та Королівському ботанічному саду в К'ю є записи фенології рослин, які датуються ХІХ століттям. Ботанічні сади утворюють дослідницькі мережі, поширені на всіх континентах. У багатьох випадках вони вирощують один і той же вид рослин, іноді навіть той самий клон, тому характеристики виду можна досліджувати в широкому діапазоні умов. Там, де клони вирощуються на широких територіях, дослідники можуть виділити зумовлені навколишнім середовищем варіації у фенотипах видів, які інакше важко відокремити від генетичних ефектів. Нарешті, співробітники ботанічних садів обізнані з ідентифікацією рослин, морфологією, фізіологією та екологією завдяки своїй підготовці та досвіду, що підвищує надійність їхніх спостережень і робить їх незамінними у міждисциплінарних дослідницьких групах (Primack & Miller-Rushing, 2009).

Додатковою (іноді основною) метою багатьох фенологічних садів є залучення широкої громадськості до наукових досліджень, щоб населення активніше підтримувало наукові дослідження та мало більше інформації про науковий процес загалом і про проблеми зміни клімату зокрема. Заохочуючи громадян стежити за фенологічними садами, культивованими рослинами та рослинами у природному середовищі, дослідники сподіваються покращити розуміння кліматичних змін, зокрема варіацій між географічними регіонами та між видами, в доповнення тієї інформації, котру персонал ботанічного саду та професійні спостерігачі могли б отримати самостійно. Ці фенологічні сади також можна поєднувати з садами запилювачів, пропонуючи можливість відстежувати зміни у відносинах між рослинами та запилювачами (Primack & Miller-Rushing, 2009).

Фенологічні спостереження в колекціях ботанічних садів України виконуються і публікуються багатьма дослідниками, але вони розрізнені, тому втрачається можливість системного аналізу цих даних. Крім того, в якості спадку, в Україні частіше використовують методики фенологічних спостережень 70-х років минулого сторіччя, котрі передбачають буквенне позначення фаз, і окремі схеми спостережень для різних груп рослин (деревних

та трав'янистих, покритонасінних та голонасінних). Таке становище не сприяє об'єднанню даних та результатів їх аналізу. Застосування міжнародної уніфікованої шкали фенологічних спостережень Федерального агентства з питань навколишнього середовища і хімічної промисловості — ВВСН scale (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemische Industrie) сприятиме оптимізації збору та обробки даних фенологічних спостережень.

Вперше основні принципи організації шкали були опубліковані в 1992 році (Nack et al., 1992). Пізніше виходили роботи з описами фаз розвитку окремих рослин різними мовами. Українською мовою були опубліковані в 2005 році описи фаз розвитку цукрового буряку. Важливим кроком для міжнародного використання кодування ВВСН було визнання системи ВВСН Європейською та Середземноморською організацією захисту рослин (European and Mediterranean Plant Protection Organization — EPPO) (Meier et al., 2009).

Необхідність загального розуміння термінології також важлива для опису фенологічних фаз росту рослин. Схема спостережень ВВСН є якісною основою для задоволення цього наукового попиту та внеском у покращення комунікації між різними групами вчених і сприяє обміну даними та науковими результатами. Вона має метою гармонізувати застосування десяткових кодів для опису сезонних етапів росту рослин (Meier, 2001).

Фенологічні спостереження в ботанічних садах є одним з найважливіших шляхів отримання наукової інформації, як результату вкладень в менеджмент колекцій живих рослин (Pokhylchenko et al., 2019). Схеми спостережень за міжнародною шкалою ВВСН були опубліковані при вивченні в Україні фенології рідкісних плодових рослин (Klymenko et al., 2023; Grygorieva et al., 2022). Ці роботи покликані сприяти оцінці селекційного матеріалу, вдосконаленню технологічної якості плодів, адаптивних якостей рослин в різних кліматичних умовах.

Системні фенологічні програми, мета яких показати, як вплив клімату на фенологічні реакції збільшує або зменшує шанси на порушення екологічних зв'язків, мають виконуватися не менше двох років. Комплексні достовірні результати отримані в результаті обробки даних спостережень за 45 років у високогір'ї Скелястих Гір за рослинами, комахами, птахами, ссавцями та амфібіями показали, що зміни клімату можуть порушити синхронність взаємодій між таксонами (Prather et al., 2023). В такому ракурсі особливу цінність становлять дані фенологічних спостережень, що десятиріччями збирались фахівцями ботанічних садів України. Такі дані важливо зводити у спільні бази даних, щоб отримати можливість математичної обробки. Виконання подібного проєкту можливе лише із застосуванням універсального кодування фаз сезонного розвитку рослин. Тому підготовка описів фаз універсальної шкали ВВСН українською мовою є важливою складовою для залучення українських фахівців до великих міжнародних проєктів, і буде першим кроком до здійснення подібних проєктів.

Матеріали і методи/Materials and Methods. Авторами були опрацьовані три шкали для виконання фенологічних спостережень. Дві з них розроблені для спостережень за деревними рослинами і пропонують позначати фази літерами та цифрами: шкала Головного ботанічного саду спостережень за листяними 1975 року (Rakhmetov, 2011) та шкала спостережень за хвойними (Yaroslavtsev et al., 1973). Третя — універсальна шкала ВВСН (Meier, 2001), розроблена у 1992 році для спостереження за сільськогосподарськими культурами, пропонує десятичне цифрове кодування. У відділі дендрології НБС імені М. М. Гришка до 2016 року застосовувалися перші дві шкали (Kruglyak, 2010; Pokhylchenko, 2011a). Кодування ВВСН стало універсальним в багатьох країнах, і незамінним для подачі даних у великі бази даних. У пропонованій роботі детально проаналізовані спільні риси та відмінності двох підходів та запропоновані описи фаз українською мовою. Варіанти застосування шкали для семи видів рослин розроблені фахівцями з кожної групи рослин з врахуванням морфології та специфіки розвитку окремих органів під час спостережень за модельними деревами. Схеми спостережень подано на авторських рисунках.

Результати та обговорення/Results and Discussion. ВВСН-scale розділяє весь цикл сезонного розвитку рослин на десять чітко розпізнаваних і помітних більш тривалих етапів розвитку певного органу, як частини рослини, що має певну будову та виконує певні функції (табл. 1).

Ці **головні** фази сезонного розвитку кодуються за допомогою чисел від 0 до 9 за зростанням. Через велику різноманітність рослин, фази сезонного розвитку можуть бути модифіковані або деякі етапи можуть бути пропущені. Основні фази сезонного розвитку різних органів не обов'язково відбуваються у строгій послідовності, визначеній порядком зростання цифр, а також можуть відбуватись паралельно. Головна шкала утворює основу, в рамках якої розвиваються індивідуальні шкали (для окремих груп рослин). Її також можна використовувати для тих видів рослин, для яких наразі немає спеціальної шкали (Meier, 2001).

Старі шкали спостережень за деревними рослинами пропонують буквене позначення органу, котрий спостерігається (Пб — пагін, Л — листок, Цв — квітка та ін.) із цифровим кодуванням етапу розвитку цього органу (Rakhmetov, 2011; Yaroslavtsev et al., 1973).

Спільним для всіх шкал, що аналізувалися, була фіксація початку кожної фази, коли 10 % органів досягали цієї фази, і масового настання фази, коли її досягали 50 % органів.

Розширені фази використовуються для вказання точного моменту часу певного етапу розвитку рослини. На відміну від головних фаз, вони визначаються як короткі етапи розвитку, характерні для відповідного виду рослин, які послідовно проходять протягом відповідної основної фази росту.

Таблиця 1. Головні фази сезонного розвитку рослин за шкалою ВВСН

Table 1. Principal growth stages according to BBCH scale

Код фази / Stage	Назва фази /Description	
	за Уве Майєр, 2001/ according to Uwe Meier, 2001	українською/in Ukrainian
0	Germination/sproutign/bud development	Проростання насіння/розвиток бруньок
1	Leaf development (main shoot)	Розвиток листків (основний пагін)
2	Formation of side shoots/tillering	Формування бічних пагонів/кущення для злаків
3	Stem elongation or rosette growth/shoot development (main shoot)	Подовження стебла (основний пагін) або ріст розетки/розвиток основного пагону
4*	Development of harvestable vegetative plant parts or vegetatively propagated organs/booting (main shoot)	Розвиток придатних для споживання вегетативних частин рослин або вегетативно розмножуваних органів/Формування суцвіть колосків або волоті для злаків
5	Inflorescence emergence (main shoot)/heading	Розвиток суцвіть (основний пагін)/вихід у трубку для злаків
6	Flowering (main shoot)	Квітування (основний пагін)
7	Development of fruit	Розвиток плодів
8	Ripening or maturity of fruit and seed	Дозрівання або зрілість плодів і насіння
9	Senescence, beginning of dormancy	Старіння, початок фази спокою

* — для деревних рослин не застосовується, тому в подальшому тексті не розглядатиметься/does not apply to woody plants, so it will not be considered in the following text

Вони також кодуються за допомогою цифр від 0 до 9. Комбінація цифр головної та розширеної фази формує двозначний код. У випадку необхідності детальнішого опису фаз розвитку певної рослини застосовують тризначну шкалу, і вводять проміжні або додаткові фази (котрі також кодуються від 0 до 9) в схему спостережень обраної групи рослин.

Для організації шкал спостереження за будь-яким видом потрібно дотримуватись наступних положень:

- Подібні фенологічні фази рослин різних видів мають однаковий цифровий код.
- Для кожного коду дається опис, а для деяких важливих етапів додаються зображення.

- Для опису фаз сезонного (фенологічного) розвитку використовуються чіткі та легко впізнавані (зовнішні) морфологічні ознаки.
- Фази розвитку стосуються модельних рослин у насадженні.
- Для означення розмірів органів рослин використовуються відносні значення, що стосуються кінцевих розмірів характерних для певного виду та/або сорту.
- Розширені фази розвитку від 0 до 8 узгоджуються з відповідними порядковими номерами або відсотковими значеннями. Наприклад, етап 3 може представляти: 3-й справжній лист, 3-й кущ, 3-й вузол або 30% кінцевої довжини або розміру, характерного для виду, або 30% відкритих квіток.
- Фаза плодів після збору врожаю або їх зберігання кодується 99.
- Фаза насіння перед посадкою кодується 00, як і фаза бруньки в стані спокою (Meier, 2001). (Ці явища відбуваються на різних об'єктах: насінина або рослина, з однаковим кодуванням фаз).
- Розширена фаза 9 позначає закінчення сезонного розвитку певного органу.

Шкали ВВСН дають змогу порівнювати окремі коди лише в межах однієї головної фази розвитку: арифметично більший код вказує на пізнішу фазу розвитку рослини. Часовий проміжок певних фаз розвитку рослини можна точно визначити і закодувати, вказавши два стани розвитку. Для цього два коди з'єднуються дефісом. Так, наприклад, код 51–69 описує фазу розвитку від появи першого суцвіття або квіткових бруньок до кінця квітучання. У випадку шкали ВВСН опис базується на фактичних характеристиках окремої рослини. Якщо шкала використовується для визначення фази розвитку для насадження, опис слід застосовувати принаймні до 50% рослин (Meier, 2001).

Детальний аналіз відмінностей та спільних рис в назвах фаз та правилах виконання спостережень методик спостереження за покритонасінними (Rakhmetov, 2011), хвойними (Yaroslavtsev et al., 1973) та ВВСН scale (Meier, 2001) дав змогу запропонувати логічну заміну позначень фаз згідно методик 1975 та 1973 років на кодування фаз згідно шкали ВВСН. Далі у форматі конспекту наводимо кодування фаз за шкалою ВВСН, їх опис з монографії за редагуванням Uwe Meier (2001), переклад описів цих фаз українською, та узгодження зі шкалами, що передбачають буквено-цифрове позначення фаз (Rakhmetov, 2011; Yaroslavtsev et al., 1973).

Розширена шкала спостережень за сезонним розвитком рослин

Основна фаза росту 0: Розвиток бруньок

00. Winter dormancy or resting period/Стан зимового спокою (ВВСН). Фаза не описана (1975). Пб0/Пч4 — бруньки в стані вимушеного спокою (1973).

01. Beginning of bud swelling/Початок збільшення бруньки (ВВСН). Фаза не описана (1975). Пб1 — у хвойних із засмоленими бруньками брунькові луски стають видимими. У незасмолених бруньок луски розходяться (1973).
02. Bud increases/Брунька збільшується (ВВСН). Фаза не описана (1975). Пб2 — інтенсивний ріст (видовження) бруньок (1973).
03. End of bud swelling/Закінчення збільшення бруньки (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.
07. Beginning of bud breaking/Початок розстрікування бруньки (ВВСН). Пч1 — набубнявіння бруньок, між краями лусок з'являються світлі смужки (1975). Фаза не описана (1973).
09. Bud shows green tips/На бруньці видно зелені кінчики(ВВСН). Пч2 — початок відкривання бруньки. З під лусок, що розходяться з'являється зелений конус (1975). Пб3 — розкривання бруньок. Відмічається коли між лусками з'являються кінчики хвоїнок (1973).

Основна фаза росту 1: Розвиток листків (основного пагона)

10. First leaves separated/Перші листки відділились (ВВСН). Л1 — відособлення листків/ Листові пластинки ще згорнуті або складені (1975). Л1 — Ріст невідособленої хвої. У соснових хвоя ще зібрана у щільні пучки (1973).
11. First leaves unfolded/Перший листок розгорнутий(ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.
12. 2 True leaves, leaf pair or whorls unfolded/Два справжні листки, пара або мутовка листків розгорнуті (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.
- 1... Stages continuous till.../Фаза продовжується... (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.
19. 9 or more true leaves, leaf pair or whorls unfolded/Дев'ять або більше справжніх листків, пар листків або мутовок розгорнуті (але не досягли фінального розміру) (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.
- фаза що не описана ВВСН. Л3 — завершення росту та розвитку листків (1975). Л4 — завершення росту та визрівання хвої.

«Бічний пагін» (side shoot) у шкалі ВВСН відповідає визначенню «силептичний пагін». Силептичні пагони розвиваються з бічних меристем без періоду спокою, при цьому верхівковий пагін продовжує рости (Wilson, 2000).

Основна фаза росту 2: Формування бічних (силептичних) пагонів.

У шкалах 1975 та 1973 років не наводиться позначень цієї фази.

21. First side shoot visible/Перший бічний пагін видимий (ВВСН).
22. 2 side shoots visible/Другий бічний пагін видимий.
- 2... Stages continuous till.../Фаза продовжується ...
29. 9 or more side shoots visible/9 або більше бічних пагонів видимі.

Основна фаза росту 3: Розвиток основного пагона

31. Stem 10% of final length /Пагін досяг 10% кінцевої довжини (ВВСН). Пб1 — початок фази фіксують коли в листках що ростуть можна пальцями відчутти

верхівку пагона (1975). Пб4 — інтенсивний лінійний ріст пагонів. Час розходження хвої для видів з диференційованими бруньками, подовження бруньки втричі для сосен (1973).

32. Stem 20 % of final length/Пагін досяг 20 % кінцевої довжини (діаметра) (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

3... Stages continuous till.../Фаза продовжується (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

39. Maximum stem length reached/Пагін досяг максимальної довжини (ВВСН). Пб2 — закінчення лінійного росту пагону (1975). Пб5 — закінчення інтенсивного лінійного росту пагонів (1973).

– фаза, що не описана шкалою ВВСН. О1 — здерев'яніння основи пагону (1975). Пб6 — здерев'яніння пагонів. Пагони мають колір зрілих (1973).

У методиці Ярославцева (1973) окремий етап V відведено для формування «дочірніх бруньок відновлення»: Пч1 — відокремлення бруньок у вигляді дрібних зелених виступів; Пч2 — ріст бруньок і морфологічне оформлення брунькових лусок; Пч3 — початок опробковіння брунькових лусок; Пч4 — Закінчення опробковіння брунькових лусок. Ці фази проходять узгоджено з розвитком пагона.

Фіксація фаз цього етапу важлива для дослідження закономірностей диференціації флоральних меристем, котра чутлива до зовнішніх умов, що легко виконати для рослин родини *Cupressaceae* та деяких видів *Pinaceae*, у котрих вегетативні та генеративні бруньки у стані спокою візуально відрізняються. Але ВВСН-scale не передбачає такого етапу, тому для їх фіксації можливо ввести тризначні позначення до основної фази 3.

Основна фаза росту 5: Розвиток суцвіть

– Фаза не описана, але мала би позначатись кодом 50 (ВВСН). Фаза не описана шкалою 1975 року. Пб0σ — чоловічі бруньки в стані вимушеного спокою; Пб0♀ — жіночі бруньки в стані вимушеного спокою (1973).

51. Inflorescence of flower buds visible/Суцвіття квіткових бруньок видиме (ВВСН). Ц1 — бубнявіння квіткових бруньок. Між лусками бруньок з'являються світлі смуги (1975). Пб1σ, Пб1♀ — закінчення стану спокою. У хвойних із засмоленими бруньками брунькові луски стають видимими. У незасмолених бруньок луски розходяться (1973).

– фаза не описана методиками ВВСН та 1975 року; Пб2σ Пб2♀ — інтенсивний ріст (видовження) бруньок (1975).

55. First individual flowers visible (still closed)/Перші відокремлені квітки видимі (досі закриті) (ВВСН). Ц2 — відкривання генеративних бруньок. Фазу фіксують коли між розсунутими лусками бруньок видно верхівку суцвіття чи одиночної квітки. Пб3σ, Пб3♀ — розкривання генеративних бруньок. Фазу фіксують коли між розсунутими лусками бруньок видно верхівку жіночих або чоловічих стробілів.

59. First flower petals visible (in petaled forms)/Перші квіткові пелюстки видимі (для квіток з пелюстками) (ВВСН). Ц3 — бутонізація. Відособлення бутонів в суцвіттях або на пагонах. Цв1♂, Цв1♀ — відособлення чоловічих та жіночих стробілів. Мікро- та макростробіли повністю звільнились від покривних лусок.

Основна фаза росту 6: Квітування

60. First flowers open (sporadically)/Перші квітки відкриті (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

61. Beginning of flowering: 10% of flowers open/Початок квітування: 10% квіток відкриті (ВВСН). Ц4 — початок квітування (1975). Цв4 — початок пилювання мікростробілів. У макростробілів соснових розсунуті макроспорофіли, у кипарисових та тисових помітно запилюючи краплю (1974).

62. 20% of flowers open/20 % квіток відкриті (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

65. Full flowering: 50% of flowers open, first petals may be fallen/Повне квітування: 50 % квіток відкриті, перші пелюстки можуть опадати (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

67. Flowering finishing: majority of petals fallen or dry/Завершення квітування: більшість пелюсток опали або сухі (ВВСН). Ц5 — кінець квітування. У рослин з розвиненою оцвітиною пелюстки зав'язали та почали всихати (1975). Цв3 — кінець пилювання та Цв4 — сухі мікро- та макростробіли опадають (1973).

69. End of flowering: fruit set visible/Кінець квітування: зібрання плодів видимі (ВВСН). Пл1 — зав'язування плодів (1975). Фазу фіксують за видимим збільшенням зав'язі; Ш1 — зімкнення насінних лусок (1973).

Основна фаза росту 7: Розвиток плодів

71. 10% of fruits have reached final size or fruit has reached 10% of final size/10% плодів досягли фінального розміру або плоди досягли 10% від фінального розміру (ВВСН). Фаза не описана для шкали 1975 року. Дві фази шкали спостереження за хвойними рослинами 1973 року: Ш2 «інтенсивний ріст шишок/шишкоягід» та Ош «опадання незрілих шишок (шишкоягід)», відповідають розширеним фазам 71–79 шкали ВВСН.

72. 20% of fruits have reached final size or fruit has reached 20% of final size/ 20 % плодів досягли фінального розміру або плоди досягли 20% від фінального розміру. Фаза не описана для шкали 1975 року.

7... Stages continuous till.../Фаза продовжується (ВВСН). Фаза не описана для шкали 1975 року.

78. 80% of fruits have reached final size or fruit has reached 80% of final size/ 80 % плодів досягли фінального розміру або плоди досягли 80% від фінального розміру (ВВСН). Фаза не описана для шкали 1975 року.

79. Nearly all fruits have reached final size/ Майже всі плоди досягли фінального розміру (ВВСН). Пл2 — незрілі плоди мають розмір зрілих (1975).

У сільському господарстві фаза 79 майже не використовується, оскільки вважається що основний розвиток плодів закінчується у фазі 78.

Основна фаза росту 8: Дозрівання або зрілість плодів і насіння

81. Beginning of ripening or fruit colouration/Початок досягання або забарвлення плодів (ВВСН). Фаза не описана для шкали 1975 року. Фаза Ш3 шкали 1973 року «дозрівання шишок/шишкоягід від появи перших зрілих шишок/шишкоягід до припинення росту, досягнення нормального розміру та забарвлення» відповідає фазам 81 та 85 шкали ВВСН.

85. Advanced ripening or fruit colouration/Інтенсивне досягання або забарвлення плодів. Фаза не описана для шкали 1975 року.

87. Fruit begins to soften (species with fleshy fruit)/Плоди стають м'якими (для рослин з м'якими плодами) (ВВСН). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

89. Fully ripe: fruit shows fully-ripe colour, beginning of fruit abscission/Досягання плодів: плоди забарвленні як стиглі, початок опадання плодів (ВВСН). Пл3 — дозрівання плодів (плоди мають розмір, забарвлення, консистенцію зрілих) та Пл4 — опадання зрілих плодів чи висипання насіння (1975). Ш4 — зрілі шишки/шишкоягоди не опадають, С1 — насіння не висипається із зрілих шишок, С2 — насіння висипається зі зрілих шишок, Ш5 — шишки/шишкоягоди опадають (1973).

Основна фаза 9: Старіння, початок спокою

91. Shoot development completed, foliage still green/Розвиток пагона закінчився, листки досі зелені (ВВСН). О2 — здерев'яніння вегетативних пагонів по всій довжині (1975). Пб8 — опробковіння пагонів. Пагін має колір та структуру зрілого. Ос0 — зріла хвоя не змінює колір (1973).

Термін «опробковіння», тобто процес просочування оболонок клітин суберином, що призводить до відмирання їх живого вмісту в процесі утворення корку, перекладений з першоджерела дослівно. Хоча фаза мала би бути описана як «здерев'яніння» або «лігніфікація», тобто процес просочування оболонок рослинних клітин лігніном у клітинах вторинної ксилеми (Варна, 1997).

– Фаза, що не описана шкалою ВВСН, але могла б позначатись кодом 92. Л4 — фазу фіксують за появою листків що повністю змінили колір (1975). Ос1 — зміна кольору хвої (1973).

93. Beginning of leaf-fall/Початок опадання листків (ВВСН). Фаза не описана шкалою 1975 року. Дві фази описані шкалою 1973 року Ол «опадання хвої», початок котрої фіксують за появою під кроною хвої що опала та Ов «опадання гілок», початок котрої фіксують за появою під кроною гілок що опали, відповідають фазам 93–97 шкали ВВСН.

95. 50% of leaves fallen/50% листків опали (ВВСН). Л5 — опадання листків (1975).

97. End of leaf fall, above ground parts of plants dormant/Закінчення опадання листків, надземні частини рослин у стані спокою (ВВСН). Фаза не описана шкалою 1975 року.

99. Harvested product (post-harvest or storage treatment)/Зібрана продукція (обробка після збору або зберігання урожаю). Фаза не описана для шкал 1973 та 1975 років.

Зображення рослин в певній фазі сезонного розвитку є не менш важливою інформацією для організації фенологічних спостережень. Далі фотосхеми із зображеннями основних фаз для польових спостережень та морфологічні особливості, що вплинуть на підбір фаз для спостережень за деревними рослинами із колекції Дендрарію НБС, за котрими ведуть спостереження фахівці відділу дендрології (рис. 1–7). Для кожної схеми перелік таких важливих фаз визначався фахівцем, котрий спостерігає саме за цією групою рослин. Тому схеми спостережень різняться за кількістю фото і переліком фаз. Для спостережень важливі фази, котрі відбуваються швидко і чітко фіксуються, вони зазвичай використовуються для аналізу результатів. Це такі фази, як початок розпускання вегетативних та генеративних бруньок, початок та кінець квітучання, досягання плодів або насіння. Шкали 1973 та 1975 років містять більш детальні фази, котрі фіксуються візуально, але зазвичай не аналізуються. Як наприклад «здерев'яніння основи пагону» або «активний ріст бруньок». У загальному описі фаз ми їх розмістили хронологічно з фазами двох інших шкал. У випадку виконання дослідження, котре вимагає фіксацію таких фаз, правилами ВВСН-scale передбачено введення тризначного коду.

Alnus incana (L.) Moench. (*Betulaceae* Gray) — однодомні роздільностатеві листопадні дерева з простими листками. Генеративні пагони закладаються по всій кроні до періоду спокою. Вільхи вітрозапильні, запилення відбувається до початку розпускання листків. Плоди, однонасінні горішки, формуються у сезон запилення, висипаються на початку осені, супліддя зберігаються на дереві щонайменше один рік після випадання плодів (рис. 1).

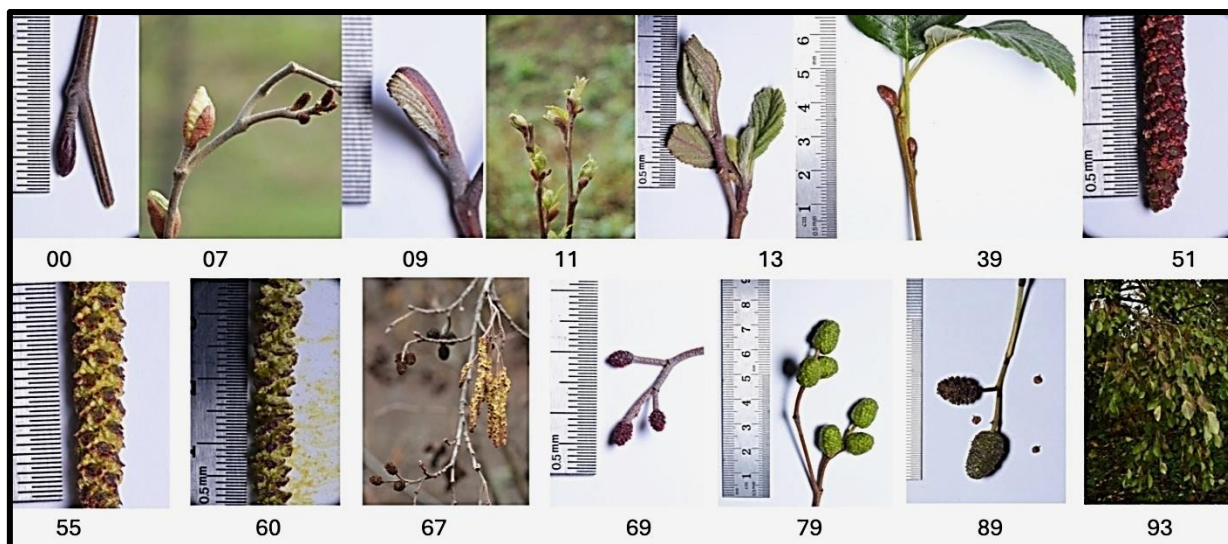


Рисунок 1. Схема спостережень *Alnus incana* (фото авторів)
Figure 1. Observation scheme *Alnus incana* (photos of the authors)

Philadelphus coronarius L. (*Hydrangeaceae* Dumort.) — листопадні кущі з двостатевими квітами. Бруньки заховані під листовим слідом. Пагони приростають один раз за сезон. Генеративні бруньки закладаються до періоду спокою. Суцвіття утворюються на вкорочених пагонах по всій кроні, розвиваються після розпускання листків, запилення відбувається за допомогою комах. Плоди 4 (або 5-ти)-стулкові коробочки, формуються в сезон запилення. Насіння веретеноподібне, плескате, 2–4 мм завдовжки, має довгий або короткий хвостик, вилітає восени. Плоди зберігаються на кущі щонайменше один рік після вильоту насіння (рис. 2).

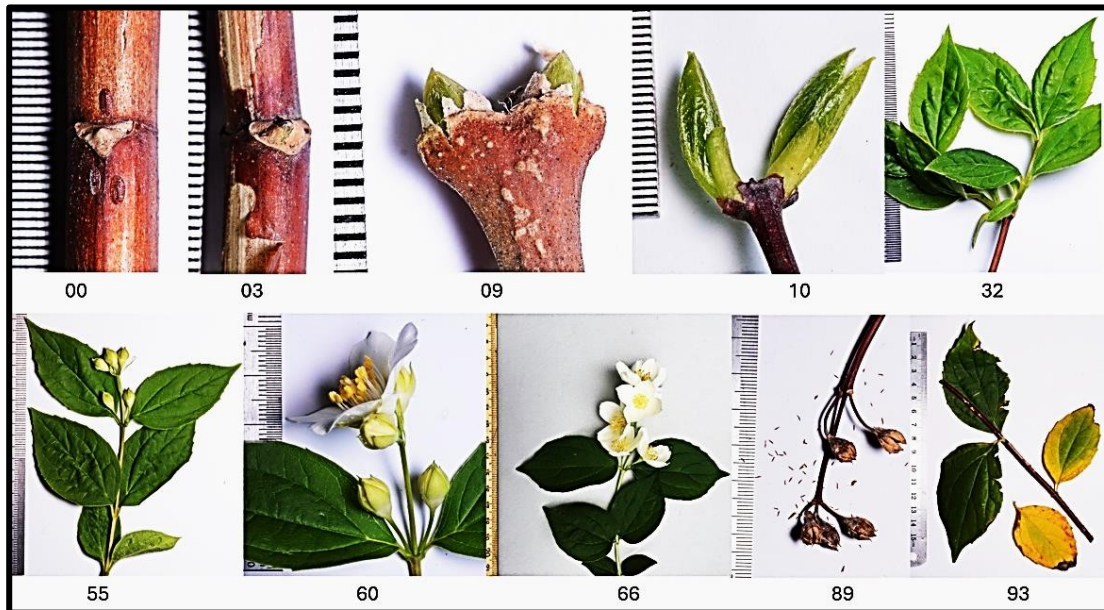


Рисунок 2. Схема спостережень *Philadelphus coronarius* (фото авторів)
 Figure 2. Observation scheme *Philadelphus coronarius* (photos of the authors)

Picea abies (L.) H.Karst. (*Pinaceae* Spreng. ex F.Rudolphi) — однодомні роздільностатеві дерева з хвоєю котра функціонує 4–7 років залежно від умов зволоження (Рокхилченко, 2011b).

Бруньки диференційовані, пагони лише подовжені. Генеративні бруньки візуально проявляються лише перед розпусканням. Макростробіли формуються переважно у верхній частині крони на верхівках пагонів, мікростробіли — в нижній. Середня частина крони частіше змішана. Вітрозапильні.

Шишка (насінина) формується в сезон запилення, під час запилення розміщена вертикально догори, під час росту обертається верхівкою донизу. Мікропіле сховане за насінними лусками, тому фази рецепції фіксують за фазами пилювання. Шишки без видимих брактей, опадають цілими. Крилате насіння висипається поки шишки висять на дереві. Шишки опадають після висипання насіння (рис. 3).

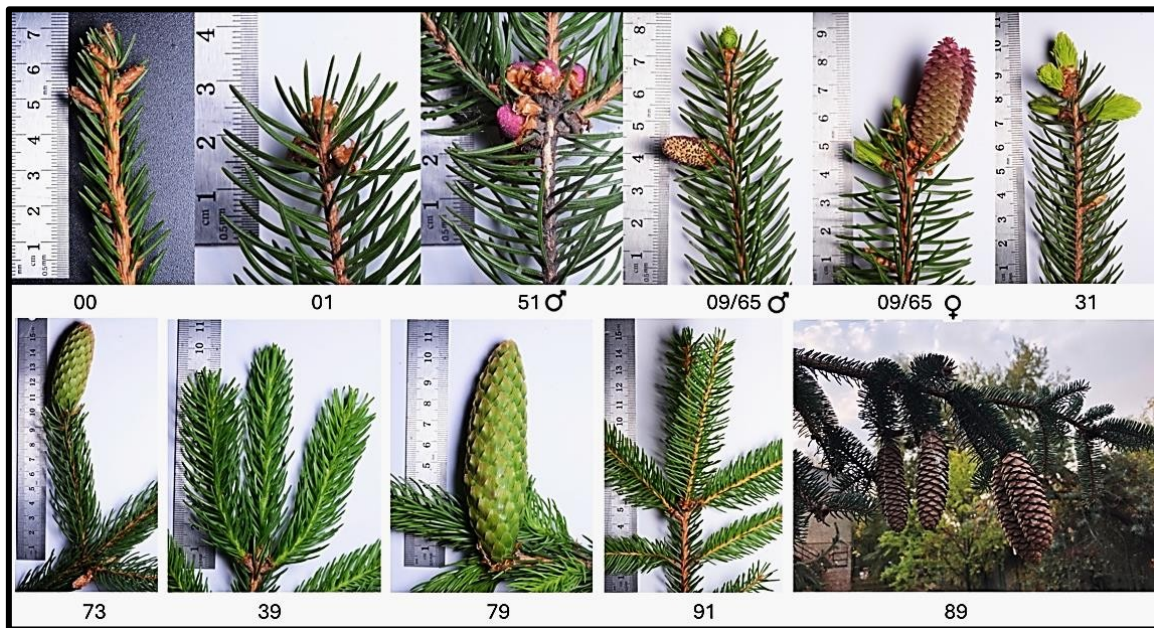


Рисунок 3. Схема спостережень *Picea abies* (L.) H.Karst.

Figure 3. Observation scheme *Picea abies* (L.) H.Karst.

Rosa canina L. (*Rosaceae* Juss.) — листопадні колючі кущі з диференційованими бруньками та двостатевими квітками. На вегетативних пагонах розвиваються великі листки розміщені почергово. Пагони ростуть весь сезон вегетації, до кінця вегетації кілька пагонів мають товсте пряме стебло, інші — непрямі. Вкорочені генеративні пагони розвиваються по всій кроні після періоду спокою. Силептичні пагони утворюються. Листки складні, непарноперисті. Суцвіття розвивається після розпускання листків. Квітки немахрові з п'ятьма забарвленими пелюстками, запилюються комахами. Плоди формуються в сезон запилення. Складний плід — багатогорішок (цинародій) складається з багатьох горішків. Плоди зберігаються на кущах до одного року (рис. 4).

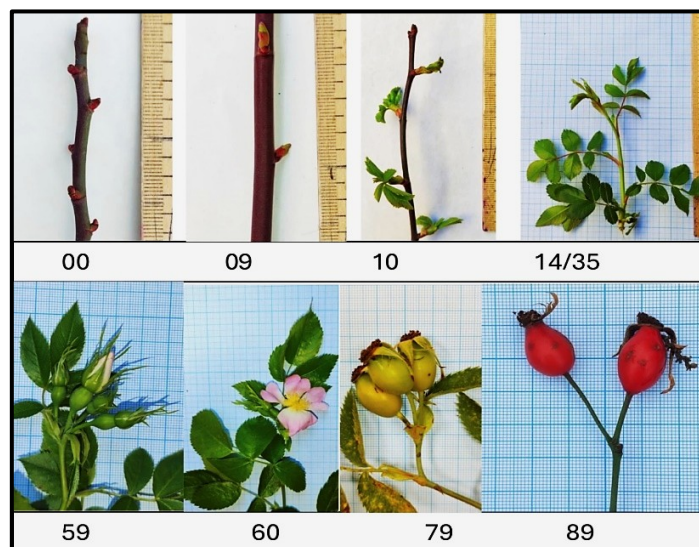


Рисунок 4. Схема спостережень *Rosa canina* (фото авторів)

Figure 4. Observation scheme *Rosa canina* (photos of the authors)

Syringa vulgaris L. (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link) — багатостовбурний листопадний кущ з двостатевими квітами. Бруньки голі із щільно прилеглими лусками. Генеративні бруньки формуються на верхівці пагонів після закінчення квітання рослини. Пагони приростають один раз за сезон. Квітання та ріст переважної більшості пагонів відбуваються одночасно. Листки прості.

Суцвіття — волоть, виходить із верхньої пари бічних бруньок; квітка двостатева, складається з короткої дзвіночкоподібної чотирьох-зубчастої чашечки, двох тичинок і віночка з довгою циліндричною трубкою та плоским чотири-роздільним відгином.

Плід — двостулкова коробочка; насіння з малопомітним крилом по всьому краю, висипається восени та взимку. Плід зберігається на дереві щонайменше один рік після висипання насіння (рис. 5).

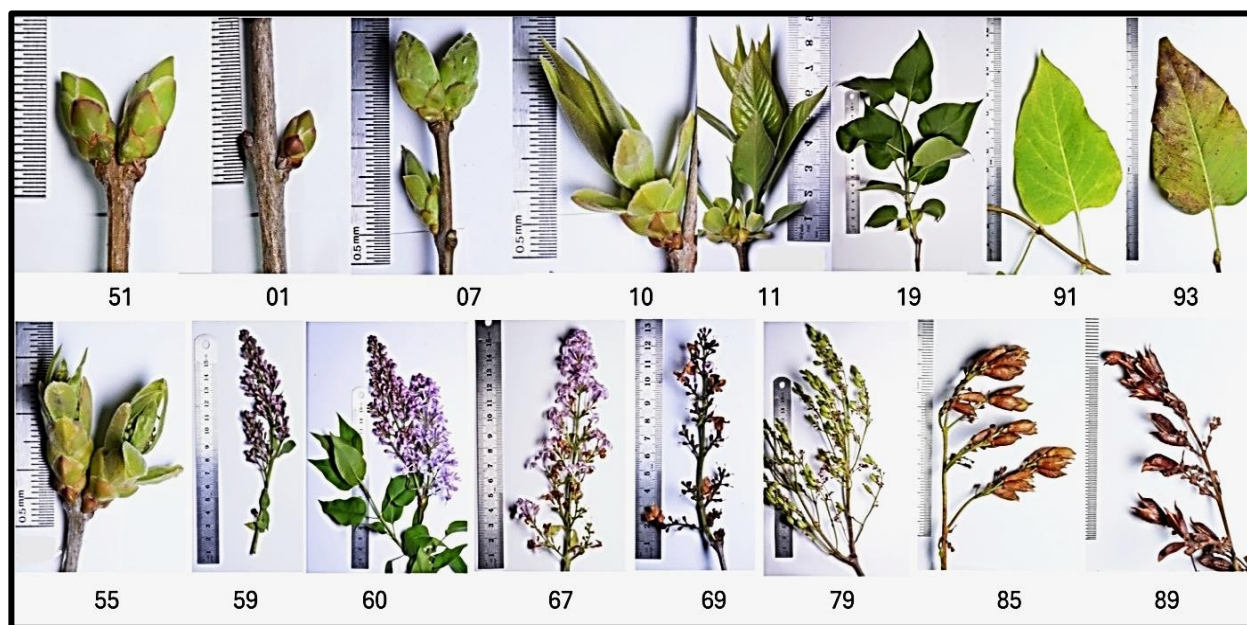


Рисунок 5. Схема спостережень *Syringa vulgaris* (фото авторів)

Figure 5. Observation scheme *Syringa vulgaris* (photos of the authors)

Tetradium daniellii (Benn.) T.G.Hartley. (*Rutaceae* Juss.) листопадні дерева двох морф — одностовбурні з роздільностатевими квітами та чоловічі. Всі пагони (крім водяних) закінчуються суцвіттями, котрі закладаються на поточному прирості. Листки складні, пагони приростають один раз за сезон. Суцвіття розпускаються після розпускання та формування листків. Квіти запилюються комахами. Плоди — збірні листянки формуються в рік запилення, зберігаються на дереві до зими. Насіння висипається в міру досягання плодів (рис. 6).

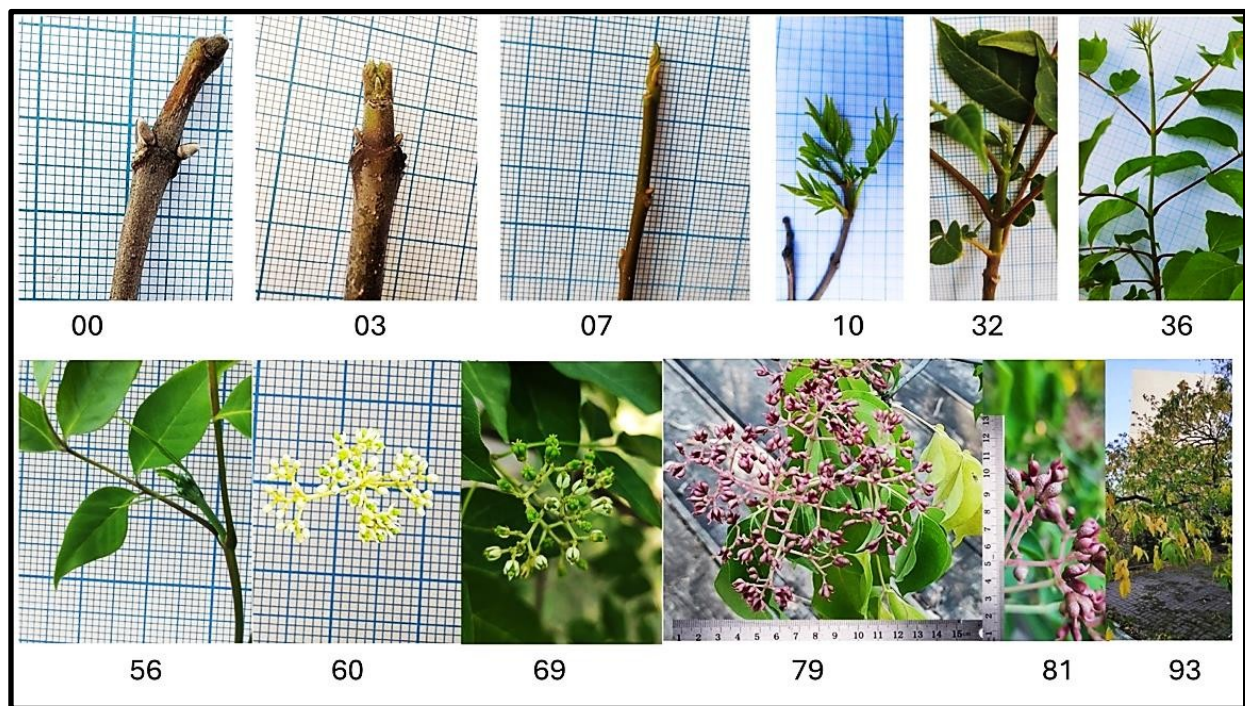


Рисунок 6. Схема спостережень *Tetradium daniellii* (фото авторів)

Figure 6. Observation scheme *Tetradium daniellii* (photos of the authors)

Thuja occidentalis L. (*Cupressaceae* Gray.) — однодомні роздільностатеві дерева з лускатою хвоєю, що зберігається в період спокою. Хвоя живе лише на освітленій поверхні крони, попадаючи в затінену частину опадає з бічними пагонами (кладоптоз). Бруньки недиференційовані, приріст відбувається наростанням нової частини пагону безпосередньо з попередньої. Фіксація фаз пов'язаних з розвитком вегетативних пагонів — основні фази 1 і 3, можлива лише з їхні маркуванням на пагоні. Макро- та мікростробіли закладаються по всій кроні на кінцях пагонів до періоду спокою. Запилюються вітром, мікропіле видиме між лусками, тому фази рецепції фіксують з лупою за виділенням запилюючої краплі. Шишка (насінина) формується в сезон запилення. Крилате насіння випадає коли шишки висять на дереві. Шишки зберігаються на дереві щонайменше один рік після вильоту насіння (рис. 7).

У рослин родини *Cupressaceae*, рослини котрих не мають диференційованої бруньки, головна фаза 1 відповідає моменту розходження хвої на кінцях пагонів. Візуально цю фазу фіксувати досить складно, тому зазвичай вона не спостерігається для цієї групи рослин. Фіксація фази 2 (формування бічних пагонів) можлива для рослин родини *Cupressaceae*, тому що їхні бічні пагони розвиваються під час росту головного із пазух хвоїнок. Динаміка розвитку цих пагонів може бути важливою ознакою для аналізу впливу зовнішніх умов на щільність крони або різниці у формуванні крони різних сортів певного виду.

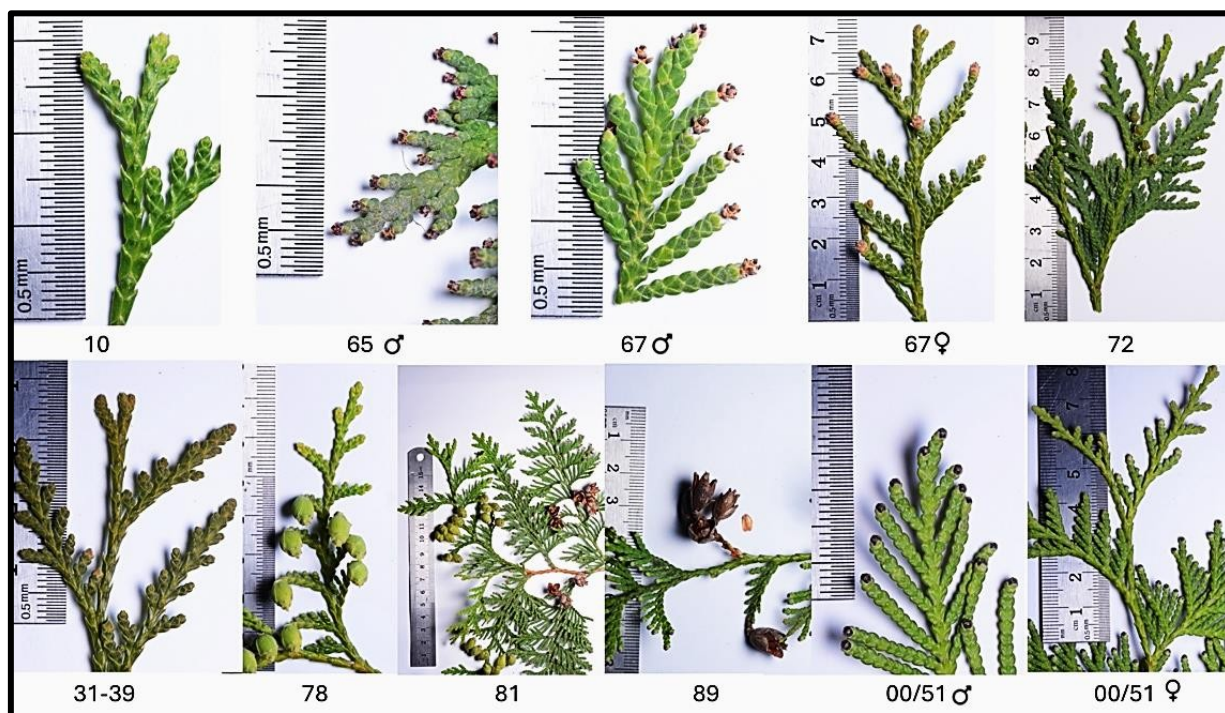


Рисунок 7. Схема спостережень *Thuja occidentalis* (фото авторів)

Figure 7. Observation scheme *Thuja occidentalis* (photos of the authors)

Висновки/Conclusions. Для успішної організації фенологічних спостережень з майбутнім їх об'єднанням між мережами у великі бази даних, необхідно виконати кілька важливих умов: побудувати репрезентативний маршрут спостережень, залучити досвідчених фахівців та застосувати уніфіковану шкалу. Перші дві умови можливо виконати в ботанічних садах з їхніми документованими колекціями живих рослин та постійним персоналом. Для виконання останньої умови слід використовувати універсальну десяткову шкалу ВВСН. Запропоновані нами українські аналоги опису фаз сезонного розвитку деревних рослин різних систематичних груп за шкалою ВВСН та їхнє узгодження з традиційними в українських ботанічних садах шкалами розробленими в середині минулого сторіччя, дасть змогу долучати дані, отримані українськими фахівцями, до великих баз даних. Спільним для проаналізованих шкал є фіксація початку фази, коли 10 % органів її досягали і масового настання фази, коли її досягали 50 %. Шкали 1973 та 1975 років містять більш деталізовані фази, котрі фіксуються візуально, але зазвичай не аналізуються. Як, наприклад, «здерев'яніння основи пагону» або «активний ріст бруньок». За необхідності виконання дослідження, котре вимагало би фіксацію таких фаз, правилами ВВСН-scale передбачено введення тризначного коду. Запропоновані схеми зображень фаз сезонного розвитку за шкалою ВВСН семи деревних видів: *Alnus incana* (L.) Moench, *Philadelphus coronarius* L., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Rosa canina* L., *Syringa vulgaris* L., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G.Hartley, *Thuja occidentalis* L. допоможуть в організації спостережень за

цими видами та можуть стати основою для розробки подібних схем для інших груп рослин.

Подяки/Acknowledgement. Матеріали статті підготовані в рамках виконання Науково дослідної роботи відділу дендрології НБС імені М. М. Гришка НАН України за 2020–2024 рр., № держреєстрації 0120U000087 «Стойкість деревних рослин та їх угруповань до дії абіотичних і біотичних чинників в екосистемах м. Києва». Автори висловлюють вдячність доктору біологічних наук Олені Леонідівні Рубцовій та кандидату біологічних наук Володимиру Миколайовичу Грабовому за слушні поради та важливі зауваження щодо наповнення статті, точності визначень та підготовку до друку.

Список посилань/References

Barna, M. M. (1997). *Botanika. Terminy. Poniattia. Personalii*. Kyiv. Vydavnychy tse ntr Akademiia. 272 c. (in Ukrainian).

Grygorieva O., Ilyinska A., Zhurba M., Klymenko S., & Kalista M. (2022). Phenological growth stages according to the BBCH scale *Elaeagnus multiflora* Thunb. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. Vol. 6. No 2. P. 229–241. <https://doi.org/10.15414/ainhlq.2022.0024>.

Hack, H., Bleiholder, H., Buhr, L., Meier, U., Schnock-Fricke, U., Weber, E., & Witzemberger, A. (1992). A uniform code for phenological growth stages of mono- and dicotyledonous plants. Extended BBCH scale, general. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. Vol. 44. No 12. P. 265–270. (in German).

Klymenko, S., Grygorieva, O., Zhurba, M., & Ilyinska, A. (2023). The Phenological phases of development of *Cornus florida* L. under conditions of introduction in Ukraine. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. Vol. 7. No 2. P. 136–153. <https://doi.org/10.15414/ainhlq.2023.0015>.

Kruglyak, Yu. M. (2010). Fenolohichni osoblyvosti kushchovykh verb u zviazku z introduktsiieiu. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. Ch. 1. Ahronomiia. Vol. 74. P. 319–323. (in Ukrainian)

Meier, U. (2001). *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants. BBCH Monograph*. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry: Quedlinburg, Germany. 158 p.

Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heß, M., ... & Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants—history and publications. *Journal für Kulturpflanzen*. Vol. 61. No 2. P. 41–52. <http://dx.doi.org/10.5073/JfK.2009.02.01>.

PEP 725 Statistics. (2024). URL: <http://www.pep725.eu/statistics.php>. (Retrieved October 4, 2024).

Pokhylchenko O., Kruglyak J., Dovgaluk N., Gorelov O., Bojko N., & Kolodyajenska T. (2019). Phenology observation modern request in the botanical gardens. *Plants introduction: current state, problems and prospects: The papers of international scientific conference and schools*. (Kharkiv, May 14–17.) Kharkiv: Collegium. P. 305–311. (in Ukrainian).

Pokhylchenko, O. P. (2011a). Seasonal spruces development (*Picea A. Dietr.*) in the conditions of Right-Bank of Forest-steppe of Ukraine. *Plants introduction*. No 4. P. 37–42. (in Ukrainian).

Pokhylchenko, O. P. (2011b) *Byolohycheskye osnovy kultyvyrovanyia elei (Picea A.Dietr.) v Ukrayne*. Kyiv. Zovnishtorhvydav. 129 c. (in Russian)

Primack, R. B., & Miller-Rushing, A. J. (2009). The role of botanical gardens in climate change research. *New Phytologist*. Vol. 182. No 2. P. 303–313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02800.x>.

Rakhmetov, D. B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v Ukraini*. Kyiv. Ahrar Media Hrup. 398 c. (in Ukrainian).

Swedish National Phenology Network. (2024). URL: <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/swedish-national-phenology-network/> (Retrieved October 17, 2024).

Templ, B., Koch, E., Bolmgren, K., Ungersböck, M., Paul, A., Scheifinger, H., ... & Zust, A. (2018). Pan European Phenological database (PEP 725): a single point of access for European data. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 62. P. 1109–1113. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1512-8>.

The International Phenological Gardens. (2024). URL: <https://ipg.ku.de/en/about-the-network> (Retrieved October 12, 2024).

USA National Phenology Network. (2024). URL: <https://www.usanpn.org/about>. (Retrieved October 12, 2024).

Yaroslavtsev G.D., Buligin N.E., Kuznetsov S.I., Zakharenko G.S. (1973). *Fenologicheskie nablyudeniya nad khvoynimi (metodicheskie ukazaniya)*. Yalta. 48 p. (in Russian).