

## АНОТАЦІЯ

**Андрейчук Р. Р. Морфогенез плодів *Campanulaceae* Juss. флори України. –**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія» (09 – Біологія). – Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2023.

Дисертаційна робота присвячена вивченню особливостей розвитку плодів у модельних представників родини *Campanulaceae* природної і культурної флори України. Досліджено основні етапи онтоморфогенезу плоду, який ми розглядаємо як зміну морфолого-анатомічної структури оплодня та інших частин плоду, починаючи від стадії бутонізації, цвітіння і плодоношення до дисемінації. Вивчено розвиток морфолого-анатомічної структури та розкривання плоду у 18 видів з підродин *Campanuloideae* (17 видів) та *Lobelioideae* (1 вид), в тому числі 11 видів з роду *Campanula*. Результати підсумовано у вигляді еволюційно-морфологічної моделі розвитку плодів в родині *Campanulaceae*.

Карпологічні особливості в родині *Campanulaceae* традиційно використовувались як діагностичні ознаки на різному таксономічному рівні. Однак, молекулярно-філогенетичні дані не завжди дають підтримку існуючій системі родини, яка базується на фенотипічних, в тому числі карпологічних, ознаках. Тому ми поставили за мету вивчити будову плоду на основних стадіях його розвитку у представників родини *Campanulaceae* флори України, з'ясувати мікроморфологічні та анатомічні адаптації до розкривання плоду, та встановити можливі еволюційні зв'язки між різними типами плодів. У нашому дослідженні для кожного із досліджених видів ми описали особливості загальної морфології та мікроморфології гiнецею обраних представників на трьох основних стадіях його розвитку – перед цвітінням (бутон), цвітіння (стадія розкритої квітки) та під час плодоношення; з'ясували особливості провідної системи плоду та характер розміщення механічних тканин, які забезпечують процес розкривання плоду, та встановили характеристики плоду, які формуються на різних стадіях його онтоморфогенезу. В результаті, були запропоновані можливі еволюційно-морфологічні шляхи розвитку плодів в підродині

Campanuloideae родини Campanulaceae. За даними дослідження уточнено класифікацію плодів дзвоникових України за морфогенетичними й гістогенетичними ознаками та за характером розкривання, вперше виявлено деякі особливості зовнішньої морфології, мікоморфології та анатомії плоду. З'ясовано значення отриманих даних для систематики родини.

Дослідження проведено з використанням методів описової морфології та анатомії, порівняльно-морфологічного підходу, ботанічної мікротехніки, світлової мікроскопії і цифрової мікрофотографії. Застосовані концепції морфогенезу плоду, вертикальної зональності гінецея, васкулярної анатомії квітки та гістогенетичної зональності оплодня.

Плоди в представників родини Campanulaceae флори України – це коробочки з нижньою (більшість видів), напівнижньою (*Platycodon grandiflorus*, *Lobelia erinus*, *Campanula sibirica*) або з майже верхньою зав'язю (*Campanula alpina*). Положення зав'язі у *Campanula sibirica* та *C. alpina*, відмінне від нижнього, виявлено вперше. За кількістю плодолистків та кількістю гнізд зав'язі виявлено представників, для яких характерно від трьох до п'яти плодолистків (види з родів *Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Platycodon*), та види, які мають димерний гінецей (*Jasione montana*, *Phyteuma spicatum*, *Ph. tetramerum*, *Lobelia erinus*). За кількістю насінин плоди переважно багатонасінні, містять від декількох або декількох десятків (*Jasione montana*, *Asyneuma*, *Phyteuma*), до більше ніж 200 насінин (види роду *Campanula*). Тип плацентації, характерний для більшості представників, – центрально-кутова, де плаценти розташовані в синасцидіатній зоні; трапляється також комбінована плацентація (центрально-кутова внизу та паріетальна у верхній частині, з інтрузивними плацентами).

За структурою провідної системи виділили три типи плодів: з п'ятьма висхідними провідними пучками у стінці зав'язі (*Jasione montana*); десятьма провідними пучками на радіусах гнізд і перегородок (*Platycodon grandiflorus*), та з сімома-десятьма основними провідними пучками, які розгалужуються у стінці зав'язі (*Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Phyteuma*, *Lobelia*). Провідні пучки стінки зав'язі є інтегрованими провідними пучками чашечки, віночка, тичинок та плодолистків;

сліди цих частин квітки формуються лише на рівні даху зав'язі. У всіх досліджених видів насінні зачатки і насінини, відповідно, отримують водопостачання з центральної колонки зав'язі, де розміщений провідний циліндр квітколожа або вентральні пучки плодолистків, які з нього формуються.

Анатомічна структура оплодня складається з трьох гістогенетичних зон: зовнішній епідермальний шар – екзокарпій, середній шар – мезокарпій і внутрішній епідермальний шар – ендокарпій. Розташування механічних тканин в оплодні встановлено за допомогою гістохімічних реакцій на виявлення лігніну. Екзокарпій в оплодні досліджених представників родини є одношаровим і може бути покритий одноклітинними простими волосками (*Jasione montana*, *Adenophora liliifolia*, *Asyneuma canescens*, *Campanula alpina*, *C. bononiensis*, *C. rapunculoides*, *C. sibirica*, *C. trachelium*). Ендокарпій у всіх досліджених об'єктів представлений одним шаром з дрібних клітин. У мезокарпії більшості досліджених видів міститься від 10 до 20 шарів клітин, у деяких видів в мезокарпії є менше 10 шарів клітин, з потовщеннями в ребрах, де проходять провідні пучки (*Jasione montana*, *Campanula patula*, *C. rapunculus*, *C. sibirica*, *Phyteuma tetramerum*, *Lobelia erinus*), а в *C. latifolia* виявлено більше, ніж 20 шарів клітин мезокарпію. У всіх досліджених видів, за виключенням *Platycodon grandiflorus*, екзо-, мезо- та ендокарпій нелігніфіковані, мезокарпій паренхімний, гомогенний. Перегородки плоду зазвичай тонкі, паренхімні, із чітко локалізованими ділянками здерев'янілої паренхіми, вкриті нездерев'янілим епідермісом. У *Platycodon grandiflorus* виявлено суцільний шар здерев'янілої паренхіми у внутрішній зоні мезокарпію та в перегородках, особливо у верхній частині зав'язі. Лінійні ділянки здерев'янілої паренхіми в перегородках зав'язі у роді *Campanula* та споріднених родах, відомі під назвою аксикорнів, по-різному локалізовані у різних видів і вважаються адаптацією до специфічного способу розкривання плоду півмісяцевими клапанами.

Особливості здерев'яніння оплодня і перегородок визначають процес розкривання коробчастого плоду та є основою для морфогенетичної класифікації плодів. На основі цього ми виділили новий гістогенетичний тип коробочки – *Campanula*-тип, який характеризується нездерев'янілим екзо-, мезо- і ендокарпієм та

відсутністю механічних шарів у стінці плоду, проте здерев'яніла тканина міститься в перегородках, що є адаптацією до розкривання плоду. Коробочки *Campanula*-типу характерні для досліджених представників родів *Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Phyteuma*, *Jasione*, *Lobelia*.

З'ясовано, що на стадії бутону визначаються такі ознаки плоду, як кількість плодолистків і насінних зачатків, положення зав'язі, внутрішня структура гiнецею, тип плацентації, структура провідної системи, а також відбувається початок диференціації тканин оплодня, що забезпечує специфічне розкривання плоду. Так, на стадії бутону можна помітити невеликі заглиблення в оплодні на місцях майбутніх отворів у представників роду *Campanula* та близьких родів *Adenophora*, *Asyneuma* та *Phyteuma*. Це відбувається завдяки потовщенню і подальшому накопиченню лігніну в оболонках паренхімних клітин у перегородках зав'язі, в певних місцях плоду. Згодом це пригнічує їхній ріст і, відповідно, припиняє збільшення розмірів плоду в цих місцях.

Стадія цвітіння є короткотривалою в часі і розглядається нами як перехідна між бутонізацією і плодоношенням. Після відцвітання у всіх досліджених видів відбувається поступове всихання й опадання віночка, тичинок, стовпчика, іноді чашолистків (*Platycodon grandiflorus*, *Adenophora liliifolia*, *Asyneuma canescens*), та лігніфікація оплодня і перегородок плоду. При цьому змінюється тип зав'язі з нижньої до напівнижньої за рахунок опуклення даху зав'язі в *Platycodon grandiflorus*, *Campanula sibirica*, *Lobelia erinus*. Поникання плоду за рахунок карпотропічних вигинів квітконіжки спостерігається в *Campanula bononiensis*, *C. latifolia*, *C. rotundifolia*, *C. sibirica*, *C. trachelium*.

На стадії плодоношення відбувається формування насінин, ріст і розвиток оплодня, максимальна лігніфікація тканин плоду і його розкривання. Розкривання плоду у прямостоячих плодах *Platycodon grandiflorus*, *Jasione montana* та *Lobelia erinus* здійснюється у надчашолистовій ділянці плоду вздовж вентральних швів плодолистків і дорзальних жилок, тобто дорзо-вентрально. У представників триби *Campanuleae* при розкриванні плоду формуються округлі або овальні отвори в підчашолистовій ділянці оплодня за рахунок півмісяцевих щілин на радіусах

перегородок плоду, які виникають на межі кінчика аксикорну і оплодня. При цьому формуються також септифрагальні щілини на межі здерев'янілого аксикорну, що зкручується, та паренхіми центральної колонки або перегородки зав'язі. Встановлено чотири типи розкривання плодів: *I тип* – плоди розкриваються отворами, які виникають при основі плоду, аксикорни простягаються від основи плоду до плацент або дещо вище, плоди пониклі (секція *Medium* роду *Campanula*: *C. latifolia*, *C. bononiensis*, *C. trachelium*, *C. rapunculoides*, *C. rotundifolia* і *Adenophora liliifolia*); *II тип* – отвори виникають при основі плоду, аксикорни простягаються від основи плоду і майже до даху зав'язі, характеризуються напівнижнім (*Campanula sibirica*) і майже верхнім положенням зав'язі (*Campanula alpina*); *III тип* – отвори виникають при основі плоду, аксикорни простягаються від основи плоду до даху зав'язі, плоди щільно скупчені на осі суцвіття (*Campanula glomerata*, *Phyteuma spicatum*, *Ph. tetramerum*); *IV тип* – отвори виникають у верхній або в середній частині плоду, аксикорни короткі, від середини висоти плоду і вище з косо-горизонтальним спрямуванням, плоди прямостоячі (секція *Rapunculus* роду *Campanula*: *C. persicifolia*, *C. rapunculus*, *C. patula* та *Asyneuma canescens*).

Дослідження морфогенезу плодів *Campanulaceae* флори України в процесі індивідуального розвитку дало можливість запропонувати еволюційний шлях розвитку плодів як зміну способу розкривання плоду від надчашолисткового (*Platycodon grandiflorus* і *Jasione montana*) до підчашолисткового, що пов'язано зі зміною характеру здерев'яніння мезокарпію та перегородок плоду до утворення вузьких і коротких аксикорнів (секція *Rapunculus* роду *Campanula*), та з формуванням пониклих плодів (секція *Medium* роду *Campanula*). Ці дані частково узгоджуються з молекулярно-філогенетичними даними щодо поділу підродини *Campanuloideae* на триби.

Ключові слова: морфологія, анатомія, онтоморфогенез, квітка, плід, розвиток, насінина, епідерміс, лігніфікація, плодоношення, адаптація, філогенія, еволюція, діагностичні ознаки.

## ANNOTATION

***Andreychuk R. R. Fruit morphogenesis of Campanulaceae Juss. of the flora of Ukraine.*** – Qualifying scientific work as manuscript.

Thesis for a degree of Doctor of Philosophy 091 «Biology» (09 – Biology). – Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, 2023.

This dissertation is dedicated to the study of the peculiarities of fruit development in model representatives of the Campanulaceae family of the natural and cultural flora of Ukraine. The main stages of fruit ontomorphogenesis were investigated, considering the morpho-anatomical structure changes of the ovary and other parts of the fruit beginning from bud initiation, flowering, and fruiting to dissemination. The development of the morpho-anatomical structure and dehiscence of fruits in 18 species of two subfamilies, Campanuloideae (17 species), and Lobelioideae (1 species), including 11 species from the genus *Campanula*, was examined. The results were summarized in the form of an evolutionary-morphological model of fruit development in the Campanulaceae family.

Carpological features in the Campanulaceae family have traditionally been used as diagnostic characteristics at various taxonomic levels. However, molecular phylogenetic data do not always support the existing family system based on phenotypic, including carpological, features. Therefore, the aim of the present work was to study the fruit structure at the main stages of its development in representatives of the Campanulaceae family in the flora of Ukraine, elucidate micromorphological and anatomical adaptations related with fruit dehiscence, and establish possible evolutionary connections between different fruit types. For each studied species, the general morphology and micromorphology of the gynoecium were described at three main stages of its development—pre-anthesis (bud), anthesis (fully open flower stage), and during fruiting. The features of the fruit vascular system and the arrangement of mechanical tissues responsible for fruit dehiscence were investigated, and characteristics of the fruit occurred at different stages of its ontomorphogenesis were established. As a result, possible evolutionary-morphological pathways of fruit development in the Campanuloideae subfamily of the Campanulaceae family were proposed. The study refined for the first time the classification of bellflower fruits in Ukraine based on morphogenetic and histogenetic features and the mode of dehiscence, revealing some

external morphology, micromorphology, and anatomy of the fruit. The significance of the obtained data for the family's taxonomy was clarified.

The research was conducted using methods of descriptive morphology and anatomy, comparative-morphological approach, botanical microtechnique, light microscopy, and digital microphotography. Concepts of fruit morphogenesis, vertical zonation of the gynoecium, vascular anatomy of the flower, and histogenetic zonation of the ovary were applied.

The fruits in representatives of the Campanulaceae family in the flora of Ukraine are capsules with an inferior (most species), semi-inferior (*Platycodon grandiflorus*, *Lobelia erinus*, *Campanula sibirica*), or almost superior ovary (*Campanula alpina*). The position of the ovary in *Campanula sibirica* and *C. alpina*, different from the inferior one, was first identified. Based on the number of carpels (and the number of locules of the ovary), representatives with three to five carpels (species from the genera *Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Platycodon*) and species with a dimerous gynoecium (*Jasione montana*, *Phyteuma spicatum*, *Ph. tetramerum*, *Lobelia erinus*) were found. In terms of seed number, the fruits are mostly multi-seeded, containing from a few tens (*Jasione montana*, *Asyneuma*, *Phyteuma*) to more than 200 seeds (*Campanula* species). The type of placentation characteristic of most representatives is axile, where placentas are located in the synascidiate zone; combined placentation (axile at the bottom and parietal at the top, with intrusive placentas) also occurs.

Three types of fruits were distinguished based on the structure of the vascular system: with five ascending vascular bundles in the ovary wall (*Jasione montana*), with ten vascular bundles on the locule and septa radii (*Platycodon grandiflorus*), and with seven to ten main vascular bundles branching in the ovary wall (*Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Phyteuma*, *Lobelia*). The vascular bundles of the ovary wall are integrated with the vascular bundles of the calyx, corolla, stamens, and carpels; traces of these flower parts are formed only at the level of the ovary roof. In all studied species, ovules and seeds receive water supply from the central column of the ovary, where the vascular cylinder of the flower axis or ventral bundles of carpels branched from the vascular cylinder are located.

The anatomical structure of the fruit wall consists of three histogenetic zones: the outer epidermal layer (exocarp), the middle layer (mesocarp), and the inner epidermal layer (endocarp). The arrangement of mechanical tissues in the ovary was determined using histochemical reactions to detect lignin. The exocarp in the studied representatives of the family is single-layered and in some species may be covered with simple one-celled hairs (*Jasione montana*, *Adenophora liliifolia*, *Asyneuma canescens*, *Campanula alpina*, *C. bononiensis*, *C. rapunculoides*, *C. sibirica*, *C. trachelium*). The endocarp in all studied objects is represented by a single layer of small cells. In the mesocarp of most studied species, there are 10 to 20 layers of cells; in some species, the mesocarp has fewer than 10 layers, with thickening in the ribs where the vascular bundles pass (*Jasione montana*, *Campanula patula*, *C. rapunculus*, *C. sibirica*, *Phyteuma tetramerum*, *Lobelia erinus*), while in *C. latifolia*, more than 20 layers of mesocarp cells were found. In all studied species, except for *Platycodon grandiflorus*, the exo-, meso-, and endocarp are non-lignified, the mesocarp is parenchymatous and homogeneous. The septas of the fruit are usually thin, parenchymatous, with clearly localized areas of lignified parenchyma, covered with non-lignified epidermis. In *Platycodon grandiflorus*, a continuous layer of lignified parenchyma was found in the inner zone of the mesocarp and in the septas of the ovary, especially in the upper part of the ovary. Linear strands of lignified parenchyma in the septas of the ovary in the genus *Campanula* and related genera, known as axicorns, are differently localized in different species and are considered to be adaptations for the specific mode of fruit dehiscence with crescent-shaped valves.

The features of lignification of the fruit wall and septas determine the process of capsule dehiscence and form the basis for the morphogenetic classification of fruits. Based on this, a new histogenetic type of capsule, the *Campanula*-type, was identified, characterized by non-lignified exo-, meso-, and endocarp and the absence of mechanical layers in the fruit wall, but with lignified tissue in the septas, which is an adaptation for fruit dehiscence. *Campanula*-type capsules are characteristic of the studied representatives of the genera *Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Phyteuma*, *Jasione*, *Lobelia*.

It was clarified that at the bud stage, fruit characteristics such as the number of carpels and seed primordia, the position of the ovary, the internal structure of the gynoecium, the



type of placentation, the structure of the vascular system, and the initiation of ovary tissue differentiation that ensures specific fruit dehiscence are determined. At the bud stage, small depressions in the ovary wall can be observed at the sites of future openings in representatives of the genus *Campanula* and closely related genera *Adenophora*, *Asyneuma*, and *Phyteuma*. This occurs due to the thickening and subsequent lignin accumulation in the parenchyma cell walls in the septas of the ovary at certain locations.

The flowering stage is short and is considered a transitional stage between pre-anthetic development and fruiting. After flowering, there is a gradual wilting and shedding of the corolla, stamens, style, and sometimes the calyx (*Platycodon grandiflorus*, *Adenophora liliifolia*, *Asyneuma canescens*), lignification of the ovary wall and septas of the fruit. During the fruiting period, the type of ovary changes from inferior to semi-inferior due to the swelling of the ovary roof in *Platycodon grandiflorus*, *Campanula sibirica*, *Lobelia erinus*. The drooping of the fruit due to carpotropic bends of the pedicel axis is observed in *Campanula bononiensis*, *C. latifolia*, *C. rotundifolia*, *C. sibirica*, *C. trachelium*.

At the fruiting stage, seed formation, growth and development of the ovary, maximum lignification of the fruit tissues, and fruit dehiscence occur. Fruit dehiscence in upright fruits such as *Platycodon grandiflorus*, *Jasione montana*, and *Lobelia erinus* occurs in the supra-sepalous region of the fruit along the ventral sutures of the carpels and dorsal veins, i.e., dorso-ventrally. In representatives of the tribe Campanuleae, round or oval openings are formed during fruit dehiscence in the supra-sepalous region of the ovary, due to crescent-shaped fissures on the radii of the septas of the fruit, which occur at the junction of the tip of the axicorn and the ovary wall. Septifragal fissures are also formed at the junction of the lignified axicorn, which twists, and the parenchyma of the central column or septas of the ovary. Four types of fruit dehiscence were identified: Type I – fruits open with openings that occur at the base of the fruit, axicorns extend from the base of the fruit to the placenta or somewhat higher, and the fruits are pendent (section Medium of the genus *Campanula*: *C. latifolia*, *C. bononiensis*, *C. trachelium*, *C. rapunculoides*, *C. rotundifolia*, and *Adenophora liliifolia*); Type II – openings occur at the base of the fruit, axicorns extend from the base of the fruit to the roof of the ovary, and the fruits are characterized by semi-inferior (*Campanula sibirica*) and almost superior ovary (*Campanula alpina*); Type III –

openings occur at the base of the fruit, axicorns extend from the base of the fruit to the roof of the ovary, and the fruits are densely clustered on the inflorescence axis (*Campanula glomerata*, *Phyteuma spicatum*, *Ph. tetramerum*); Type IV – openings occur at the upper part or in the middle height of the fruit, axicorns are short, from the middle of the fruit height and higher, with oblique-horizontal direction, and the fruits are erect (section Rapunculus of the genus *Campanula*: *C. persicifolia*, *C. rapunculus*, *C. patula*, and *Asyneuma canescens*).

Research on the morphogenesis of fruits in the Campanulaceae family of the Ukrainian flora during individual development has provided the opportunity to propose an evolutionary pathway for the changing of fruits in the Campanuloideae subfamily, involving a change in the mode of fruit dehiscence from supra-sepalous (*Platycodon grandiflorus* and *Jasione montana*) to infra-sepalous. This is associated with a change in the patterns of lignification of the mesocarp and septas of the fruit to the formation of narrow and short axicorns (section Rapunculus of the genus *Campanula*) and the development of pendent fruits (section Medium of the genus *Campanula*). These findings partially align with molecular phylogenetic data regarding the subdivision of the Campanuloideae subfamily into tribes.

Keywords: morphology, anatomy, ontomorphogenesis, flower, fruit, development, seed, epidermis, lignification, fruiting, adaptation, phylogeny, evolution, diagnostic features.

## ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Andreychuk R., Odintsova A. Morphological and anatomical structure of *Campanula latifolia* L. fruits. *Studia Biologica*. 2019. 13(1). P. 95–105. (Scopus). <https://doi.org/10.30970/sbi.1301.593>
2. Андрейчук Р., Одінцева А. Сучасний стан карпологічних досліджень в родині Campanulaceae Juss. у зв'язку зі систематикою. *Studia Biologica*. 2020. 14(2). С. 95–116. (Scopus). <https://doi.org/10.30970/sbi.1402.616>
3. Andreychuk R. R., Kolomiychuk V. P., Odintsova A. V. Morpho-anatomical structure and development of fruit in *Asyneuma canescens* (Campanulaceae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. 11(4), P. 513–519. (Scopus, Q4). <https://doi.org/10.15421/022078>
4. Andreychuk R., Odintsova A. Morpho-anatomy of the gynoecium and fruit in three ornamental members of Campanuloideae (Campanulaceae). *Acta Agrobotanica*. 2021. 74. Article ID: 7415. P. 1–20. (Scopus, Web of Science, Q2). <https://doi.org/10.5586/aa.7415>

### *Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

5. Андрейчук Р., Одінцева А. Особливості розкривання плоду в *Campanula persicifolia* // XIV Міжнародна наукова конференція студентів та аспірантів "Молодь і поступ біології" : зб. тез, Львів, 10–12 квітня 2018 р. – Львів, 2018. – С. 106–107.
6. Andreychuk R. Anatomical fruit structure and dehiscence in *Campanula patula* L. // Міжнародна конференція молодих учених "Актуальні проблеми ботаніки та екології": матеріали, Кирилівка, 2–5 вересня, 2018 р. – Київ, 2018. – С. 29.
7. Андрейчук Р., Кукурудз О. Морфологічна будова і розкривання плоду *Jasione montana* L. // XV Міжнародна наукова конференція студентів та аспірантів "Молодь і поступ біології" : зб. тез, Львів, 9–11 квітня 2019 р. – Львів, 2019. – С. 167–168.

8. Андрейчук Р. Р. Анатомічна будова і розкривання плоду *Campanula rapunculoides* L. // III (XIV) Міжнародна наукова конференція молодих учених "Наукові основи збереження біотичної різноманітності": матеріали, Львів, 15-16 жовтня 2019 року. – Львів: Простір-М, 2019. – С. 20-21.
9. Андрейчук Р. Анатомічна структура та розкривання плоду *Campanula rapunculus* L. // XVII Міжнародна наукова конференція студентів та аспірантів "Молодь і поступ біології" : зб. тез, Львів, 19–21 квітня 2021 р. – Львів, 2021. – С. 78.
10. Андрейчук Р. Морфолого-анатомічна структура плоду *Phyteuma spicatum* L. (Campanulaceae) // XVII Міжнародна наукова конференція студентів та молодих вчених "Шевченківська весна: досягнення біологічної науки / BioScience Advances": зб. тез, Київ, 10-13 травня 2021 р. – Київ: СПОЛОМ, 2021. – 188-191.
11. Андрейчук Р. Р., Одінцева А. В. Особливості морфогенезу плодів в родині Campanulaceae // Всеукраїнська наукова конференція "Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій": матеріали, Львів – смт Шацьк, 9-12 вересня 2021 року. – Львів: СПОЛОМ, 2021. – С. 26-28.
12. Андрейчук Р. Р., Одінцева А. В. Еволюційна інтерпретація структури плодів у родині *Campanulaceae* // Міжнародна конференція молодих учених "Актуальні проблеми ботаніки та екології": матеріали, Київ, 20–22 жовтня 2021 р. - Київ: LAT & K, 2021. – С. 30.
13. Андрейчук Р., Одінцева А. Особливості розкривання плоду в *Campanula alpina* // XVIII Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів "Молодь і поступ біології" : зб. тез, Львів, 6–7 жовтня 2022 р. – Львів, 2022. – С. 42-43.