

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ БОТАНІЧНИЙ САД ІМЕНІ М.М. ГРИШКА**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

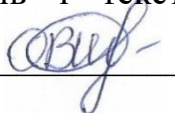
**ШИМАНСЬКА ОКСАНА ВАСИЛІВНА**

УДК 582.736:636.086.3:[581.522.4+581.95](477:292.484)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**“ВИДИ РОДУ *GALEGA* L.: БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ  
ТА ІНТРОДУКЦІЯ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.”**

Спеціальність 03.00.05 – ботаніка  
біологічні науки

Подається робота на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук  
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне  
джерело  О. В. Шиманська

**Науковий керівник: РАХМЕТОВ ДЖАМАЛ БАХЛУЛОВИЧ,**  
доктор сільськогосподарських наук, професор

**Київ – 2021**

## АНОТАЦІЯ

Шиманська Оксана Василівна. Види роду *Galega* L.: біолого-екологічні особливості та інтродукція в Лісостепу України. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.05 «Ботаніка» – Національний ботанічний сад імені М. М Гришка НАН України, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі представлено комплексний аналіз та вирішення теоретичних і практичних аспектів інтродукції рослин видів роду *Galega* в умовах культури в Лісостепу України. Встановлено біолого-морфологічні та онтогенетичні особливості, ритми сезонного розвитку рослин, оцінено їх адаптивний, продуктивний потенціал, біохімічний склад, стійкість до екологічних факторів, визначено реакцію інтродуцентів до умов вегетації (строків, способів сівби, площі живлення, періодів збирання сировини), до впливу інших компонентів за сумісного зростання на видовому та генотиповому рівнях. За результатами багаторічних досліджень оцінено успішність та перспективність інтродукції, розроблено наукові основи введення в культуру та окреслено перспективні напрями використання видів роду *Galega* в Лісостепу України. За наслідками інтродукційних та селекційних досліджень були відібрані перспективні генотипи, на основі яких створено два сорти Фламінго та Рябчик, які включені до Державного реєстру сортів рослин України.

Висвітлено результати скринінгу літератури щодо поширення, походження і використання рослин видів роду *Galega* в Україні та у світі. Встановлено, що інтродуковані рослини видів роду *Galega* походять з Середземномор'я (*G. officinalis* L.) та Кавказу (*G. orientalis* Lam.).

Виявлено особливості онтоморфогенезу рослин роду *Galega*. З'ясовано, що онтогенез досліджуваних рослин складається із чотирьох періодів (латентний, прегенеративний, генеративний, сенільний) та десяти вікових станів: *se* – насінина, *p* – проросток, *j* – ювенільна рослина, *im* – іматурна

рослина, *v* – віргінільна рослина, *g<sub>1</sub>* – молода генеративна рослина, *g<sub>2</sub>* – середньовікова генеративна рослина, *g<sub>3</sub>* – стара генеративна рослина, *ss* – субсенільна рослина та *s* – сенільна). Встановлено, що в умовах Лісостепу України тривалість життєвого циклу рослин видів роду *Galega* короткий (*G. officinalis*), що становить 3–4 роки та довгий (*G. orientalis*), що триває – 15 років. Упродовж першого року життя рослини обох видів є стрижневокореневими. Починаючи з другого року життя рослини *G. officinalis* – стрижневокореневі, а рослини *G. orientalis* – кореневищно-стрижневокореневі. Встановлено, що тривалість квітіння залежала від розвитку пагонів збагачення (пролептичних та силептичних) у досліджуваних видів рослин. Період квітіння був нерівномірним, першими починали квітнути нижні суцвіття. У рослин *G. orientalis* при вегетативному розмноженні у засушливі роки спостерігалось явище зростання суцвіть – фасціація.

Визначено, що найвищим вмістом протеїну (18,41 %), каротину (2,07 мг%) характеризуються рослини *G. officinalis*, сухої речовини (32,38 %), клітковини (33,65 %), ліпідів (5,09 %), золи (9,36 %), кальцію (1,68 %), фосфору (1,46 %), аскорбінової кислоти (637,02 мг%) та загальним вмістом цукрів (8,09%) – рослини *G. orientalis*. Вміст протеїну в насінні рослин *G. officinalis* на 48,7 % переважав *G. orientalis*. Упродовж вегетації біохімічний склад в рослинах обох видів відрізнявся, бо накопичення тих чи інших речовин було нерівномірним, що, ймовірно, пов'язано з формуванням нових бічних пагонів. Виявлено, що рослини *G. officinalis* та *G. orientalis* проявляють антиоксидантний та антимікробний потенціал. Визначено, що найбільший вміст поліфенольних сполук в етанольних екстрактах обох видів спостерігався в листках, бутонах та суцвіттях. Екстракти підземних частин обох видів краще пригнічували мікробні штами, ніж екстракти надземної частини.

Залежно від компонентів сумісних посівів було встановлено суттєву різницю як за висотою рослин, так і за густотою їх стояння. Найкращим

компонентом серед злакових рослин є *Festuca pratensis*, серед бобових – *Trifolium pratense*.

Відмічено залежність маси насіння від площі живлення. Рослини *G. officinalis* за масою насіння на другий рік життя за схеми посадки 45×45 см та площі живлення 2025 см<sup>2</sup> перевищували масу насіння у *G. orientalis* у 2,3–2,7 разів. На третій рік життя у рослин *G. officinalis* спостерігається збільшення маси насіння від 1,7 до 2,6 разів. У рослин *G. officinalis* маса насіння на другий рік життя за схеми посадки 70×70 см та площі живлення рослин 4900 см<sup>2</sup> перевищувала показники рослин *G. orientalis* у 3,5–5,2 рази, а на третій рік життя – у 2,2–3,3 рази.

Комплекс цінних особливостей визначає перспективність введення в широку культуру інтродуцентів роду *Galega* на рівні створених високопродуктивних генотипів, як культуру поліфункціонального значення, як лікарську, сидеральну, кормову, енергетичну рослину.

За результатами багаторічних досліджень оцінено успішність інтродукції рослин, розроблено основи культивування та окреслено перспективні напрями використання видів роду *Galega* в Україні. На основі інтродукційних досліджень були відібрані перспективні генотипи і створено два сорти 'Рябчик' та 'Фламінго'.

**Ключові слова:** види роду *Galega*, успішність інтродукції, створені генотипи, онтоморфогенез, біолого-екологічні особливості, біохімічний склад, продуктивність.

## SUMMARY

Shymanska Oksana Vasylivna. Species of the genus *Galega* L.: biological and ecological features and introduction in the Forest-Steppe of Ukraine. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of biological sciences (doctor of philosophy) on a specialty 03.00.05 "Botany" – M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation presents a comprehensive analysis and solution of theoretical and practical aspects of the introduction of plants of species of the genus *Galega* in culture in the Forest-Steppe of Ukraine. Biological, morphological and ontogenetic features, rhythms of seasonal development of plants are established, their adaptive, productive potential, biochemical composition, resistance to ecological factors are estimated, the reaction of introducers to vegetation conditions (terms, methods of sowing, feeding area, periods of raw material collection) other components with co-growth at the species and genotype levels. According to the results of many years of research, the success and prospects of introduction are evaluated, the scientific bases of introduction into culture are developed and perspective directions of use of species of the genus *Galega* in the Forest-Steppe of Ukraine are outlined. As a result of introductory and selection studies, promising genotypes were selected, based on which two varieties Flamingo and Ryabchyk were created, which are included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine.

The results of screening the literature on the distribution, origin, and use of plants of the genus *Galega* in Ukraine and the world are highlighted. The introduced plants of *Galega* species have been found to originate from the Mediterranean (*G. officinalis* L.) and the Caucasus (*G. orientalis* Lam.).

Peculiarities of ontomorphogenesis of plants of the genus *Galega* have been revealed. It was found that the ontogenesis of the studied plants consists of four periods (latent, pregenerative, generative, senile) and ten age states: *se* – seed, *p* – seedling, *j* – juvenile plant, *im* – mature plant, *v* – virginal plant, *g<sub>1</sub>* – young generative plant, *g<sub>2</sub>* – medieval generative plant, *g<sub>3</sub>* – old generative plant, *ss* – subsenile plant and *s* – senile). It is established that in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine the duration of the life cycle of plants of the species of the genus *Galega* is short (*G. officinalis*), which is 3–4 years, and long (*G. orientalis*), which lasts 15 years. During the first year of life, plants of both species are taproot, and from the second year of life, plants of *G. officinalis* are taproot, and plants of *G. orientalis* – rhizome-taproot.

It was found that the duration of flowering depended on the development of enrichment shoots (proleptic and syleptic) in the studied plant species. The flowering period was uneven, the lower inflorescences were the first to bloom. In *G. orientalis* plants during vegetative propagation in dry years, the phenomenon of inflorescence growth – fascia – was observed.

It was determined that the highest content of protein (18.41%), carotene (2.07 mg%) is characterized for plants of *G. officinalis*, dry matter (32.38%), fiber (33.65%), lipids (5.09%), ash (9.36%), calcium (1.68%), phosphorus (1.46%), ascorbic acid (637.02 mg%), and total sugars (8.09%) for *G. orientalis*. The protein content in the seeds of *G. officinalis* plants was 48.7% higher than *G. orientalis*. During the growing season, the biochemical composition of the plants of both species differed, because the accumulation of certain substances was uneven, which is probably due to the formation of new side shoots. The plants *G. officinalis* and *G. orientalis* were found to have antioxidant and antimicrobial potential. It was determined that the highest content of polyphenolic compounds in ethanol extracts of both species was observed in leaves, buds, and inflorescences. Extracts of underground parts of both species suppressed microbial strains better than extracts of the aboveground part.

Depending on the components of compatible crops, a significant difference was found both in plant height and in the density of their standing. The best component among cereals is *Festuca pratensis*, among legumes – *Trifolium pratense*. The dependence of seed weight on the feeding area is noted. Plants of *G. officinalis* by seed weight in the second year of life with planting schemes 45 × 45 cm and feeding area 2025 cm<sup>2</sup> exceeded the seed weight in *G. orientalis* by 2.3–2.7 times. In the third year of life in plants of *G. officinalis* there is an increase in seed weight from 1.7 to 2.6 times. In *G. officinalis* plants, the weight of seeds for the second year of life with planting schemes of 70 × 70 cm and plant feeding area of 4900 cm<sup>2</sup> exceeded the indicators of *G. orientalis* plants by 3.5–5.2 times, and by the third year of life - by 2.2 -3.3 times.

The complex of valuable features determines the prospects of introduction into a wide culture of introducers of the genus *Galega* at the level of created high-yielding genotypes, as a culture of multifunctional significance, as a medicinal, sidereal, fodder, energy plants.

According to the results of many years of research, the success of plant introduction is evaluated, the basics of cultivation are developed and perspective directions of using species of the genus *Galega* in Ukraine are outlined. Based on introductory research, promising forms were selected and two varieties Ryabchyk and Flamingo were created.

**Key words:** species of the genus *Galega*, the success of introduction, created genotypes, ontomorphogenesis, biological and ecological features, biochemical composition, productivity.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Каталог рослин відділу нових культур / Д.Б. Рахметов та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
2. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України / Д.Б. Рахметов, С.М. Ковтун-Водяницька, О.А. Корабльова та ін. Київ: ФОП Паливода., 2020. 208 с.

### Статті у наукових виданнях SCOPUS

3. Vergun O., **Shymanska O.**, Rakhmetov D., Grygorieva O., Ivanišová E., Brindza J. Parameters of antioxidant activity of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. (*Fabaceae* Lindl.) plant raw material. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2020. Vol. 14. P. 125–134. <https://doi.org/10.5219/1271>

### Статті у наукових фахових виданнях України:

4. Вергун О.М., **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Біохімічна характеристика рослин роду *Galega* L. в Правобережному Лісостепу України. *Вісник ОНУ*. 2012. Том 17, вип. 3 (28). С. 43–50.

5. **Шиманська О.В** Особливості росту і розвитку рослин видів роду *Galega*-*G.orientalis*.та *G.officinalis* L., інтродукованих в Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23, №6. С. 291–295.

6. **Shymanska O.V.**, Vergun O.M., Rakhmetov D.B., Brindza J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Plant Introduction*. 2018. № 2 (78). P. 12–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2229075>

7. Vergun O.M., Rakhmetov D.B., **Shymanska O.V.**, Rakhmetova S.O., Fishchenko V.V. Antioxidant activity of seed extracts of selected forage plants. *Plant Introduction*. 2019. № 2 (82). P. 71–76.

**Статті у наукових періодичних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних:**

8. **Shymanska O.**, Vergun O., Rakhmetov J., Fishchenko V. The content of photosynthetic pigments in the leaves of the *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2017. Vol. 1. P. 398–403.

9. **Shymanska Oksana**, Vergun Olena, Rakhmetov Dzhamal, Brindza Jan, Ivanišova Eva. Total content of phenolic compounds in the ethanol extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2018. Vol. 2. P. 140–145.

**Свідоцтва про авторство на сорт рослин:**

10. А. с. № 150624 на сорт рослин *Galega orientalis* Lam. Козлятник східний Рябчик / Д.Б. Рахметов, Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13168001; заяв. 01.10.2013; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 2. част. 2.

11. А. с. № 170903 на сорт рослин *Galega officinalis* L. Козлятник лікарський Фламінго / Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13495001; заяв. 20.11.2013; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 3.

**Тези наукових доповідей та матеріали конференцій**

12. **Шиманська О.В.** Перспективи інтродукції видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: IV Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Тростянець*. 2004. С. 206–207.



13. **Шиманська О.В.** Біологічна фіксація азоту у видів роду *Galega* L. *Актуальні проблеми фізіології, генетики та біотехнології рослин і ґрунтових мікроорганізмів*: IX Конф. Мол. дослідн., присвяченої 100-річчю від дня народження академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюка. Київ, 2005. С. 43.
14. **Шиманська О.В.** *Galega orientalis*—цінний ендемік Кавказу. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва.*: V Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Київ, 2005. С.112–113.
15. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Інтродукція видів роду *Galega* L. в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко. Мат. I (IX) Межд. конф. Мол. ботаников в Санкт–Петербурге. 2006. С. 270.
16. Стаднічук Н.О., **Шиманська О.В.** Інтродукція *Galega officinalis* L. в ботанічному саду ім. М.М. Гришка на рівні сорту. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень”* присвяченої 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УААН: матеріали Міжнар. Наук. конф. Березоточа, 2006. С.170–171.
17. **Шиманська О.В.** Інтродукція и семенная продуктивность *Galega orientalis* Lam. в Лесостепи України. *Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження.* Історія та сучасні проблеми, присвячена 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду: Міжнар. Наук. конф. Тернопіль, 2007. С. 107–108.
18. **Шиманська О.В.** Види роду *Galega* L. у флорі України і перспективи інтродукції в Лісостепу України. *Екологічні проблеми с/г. виробництва*: V Всеукр. Наук. – практ. конф. Яремче, 2011. С.199-200.
19. **Шиманська О.В.** Інтродукція видів роду *Galega officinalis* L. *Відновлення порушених природних екосистем*: IV Міжн. Наук. конф. Донецьк. 2011. С. 409-410.
20. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості видів роду *Galega* першого року вегетації в Лісостепу України. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*: XI наук. конф. Мол. учених. Львів, 2012. С.111-112.

21. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості насіння роду *Galega* L. *Молодь і поступ біології*: IX Міжн. Наук. конф. студентів та аспірантів. Львів, 2013. С.147-148.
22. Рахметов Д.Б., **Шиманська О.В.** Інтродукція рослин видів роду *Galega*. *Збагачення генетичного різноманіття рослин*. Міжн. наук. Нарада. Харків, 2014. С. 25–26.
23. **Шиманська О.В.**, Стаднічук Н.О., Фіщенко В.В., Татаренко Г.Я., Рахметов Д.Б. Козлятник східний (*Galega orientalis* Lam.) – нова енергетична рослина. *Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив*. Мат. наук. конф. Київ, 2014. С. 109–114.
24. **Шиманська О.В.** Покращення ґрунтів за рахунок багаторічних бобових трав *Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін*. Міжн. наук.–практ. інтернет конф. Тернопіль, 2014. С. 75–76.
25. Бондарчук О.П., Рись М.В., **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Інтродукція та перспективи використання представників родів *Astragalus* L., *Galega* L., *Elsholzia* Willd як цінних фітозасобів. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*. Мат. Четвертої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 2015. С. 84–87.
26. **Шиманська О.В.** Збереження та збагачення рослин видів роду *Galega* L. в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка. *Селекційно-генетична наука і освіта*. Мат. міжн. наук. конф. Умань, 2016. С. 354–356.
27. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega officinalis* L. в перший рік життя в Правобережному Лісостепу України. *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничих наук та методик їх викладання*. Мат. I всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Суми, 2016. С. 46– 51.
28. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega orientalis* Lam. першого року життя в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Онтогенез – стан, проблеми та*

перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах. Мат. міжн. конф. Херсон, 2016. С. 64–65.

29. **Шиманська О.В.** Онторморфогенез рослин *Galega officinalis* L. за інтродукції в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Перспективні напрямки наукових досліджень та ефіроолійних культур*. Мат. III Всеукр. наук. – практик. конф. молодих вчених. Березоточа, 2017. С. 28 – 30.

30. Vergun O., **Shymanska O.**, Rakhmetov D., Grygorieva O., Brindza J., Fishchenko V., Ivanišova E. Evaluation of Plant Raw Material of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. «*Development and Tehnology*». 2<sup>nd</sup> International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture Kaunas, 2018. P. 106–107.

31. Vergun O. M., **Shymanska O.V.**, Rakhmetov D. B. Different aspects of study of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини*. Збірник праць міждисциплінарної наук. – практик. конф. Ужгород, 2018. С. 17–19.

32. **Шиманська О.В.** Історія інтродукції рослин видів роду *Galega* L. та створення господарсько–цінних сортів у НБС імені М.М. Гришка НАН України. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях Євроінтеграції*. Мат. міжн. наук.–практик. конф. Київ, 2018. С. 152–154.

33. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Гончар О.О. Сезонний ритм росту і розвитку рослин видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково–дослідних установах та навчальних закладах України*. Мат. Всеукр. наук.–практик. конф. Хорол, 2018. С. 115–117.

34. **Shymanska O.**, Vergun O., Kačaniová M., Brindza J., Rakhmetov D., Ivanišová E. 2019. Biochemical activity of ethanol extracts of *Galega officinalis* L. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Agrobiodiversity for improve the nutrition, Health and Quality of Human and Bee’s Life”. P. 135. <https://doi.org/10.15414/2019.9788055220703>.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	14
<b>РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПОШИРЕННЯ, ІНТРОДУКЦІЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН РОДУ <i>GALEGA</i> L.</b> .....	21
1.1. Загальна характеристика видів роду <i>Galega</i> L., поширення та їх систематичні особливості.....	21
1.2. Використання рослин роду <i>Galega</i> L.....	25
1.3. Біоекологічна характеристика рослин видів роду <i>Galega</i> L.....	31
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	35
2.1. Кліматичні та метеорологічні умови дослідження.....	35
2.2. Об'єкти та методи проведення польових та лабораторних досліджень.....	38
<b>РОЗДІЛ 3. ОНТОМОРФОГЕНЕЗ І СЕЗОННІ РИТМИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>GALEGA</i> L. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ</b> .....	44
3.1. Особливості онтоморфогенезу рослин видів роду <i>Galega</i> L. в Лісостепу України.....	44
3.2. Сезонні ритми росту та розвитку рослин видів роду <i>Galega</i> L. в Лісостепу України.....	49
3.3. Особливості росту та розвитку рослин <i>Galega</i> L. в перший рік життя.....	52
3.4. Особливості росту та розвитку рослин другого і третього років життя.....	60
3.5. Особливості росту, розвитку багаторічних рослин роду <i>Galega</i> L. та їх морфологічні відмінності.....	65
<b>РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>GALEGA</i> L.</b> .....	93
4.1. Біохімічна характеристика насіння рослин видів <i>G. officinalis</i> та <i>G. orientalis</i> .....	93

4.2. Біохімічна характеристика надземної частини рослин видів <i>G. officinalis</i> та <i>G. orientalis</i> .....	95
4.3. Біохімічна характеристика підземної частини рослин.....	108
4.4. Антиоксидантна активність рослин видів <i>G. officinalis</i> та <i>G. orientalis</i> .....	110
4.5. Антимікробна активність рослин видів роду <i>Galega</i> L.....	117
<b>РОЗДІЛ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РОДУ <i>GALEGA</i> L. ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА ГЕНОТИПОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ.....</b>	<b>123</b>
<b>РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>GALEGA</i> L. ЗА УМОВ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>150</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>165</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>170</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>203</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Важливим завданням людства є збереження, збагачення та ефективне використання рослинного різноманіття. Усе більшої актуальності набувають розробки сучасних методів збереження біорізноманіття, серед яких особливе значення має інтродукція та акліматизація найбільш вразливих або економічно- та соціально цінних видів. Важливі осередки інтродукційної діяльності – ботанічні сади, дендрологічні парки та інші науково-дослідні установи тощо, які займаються збереженням та збагаченням фіторізноманіття (Рахметов, 2011).

Вивчення потенціалу світової природної флори, а також культурних рослин з різних кліматичних умов надає можливість пошуку нових цінних інтродуцентів. Останнім часом зростає інтерес до рослин, які поєднують комплекс господарсько-цінних властивостей, які мають різнобічне, багатогранне використання. Одними із перспективних, але недостатньо вивчених залишаються види роду *Galega* L., добре відомі як лікарські, кормові, медоносні, декоративні, ерозійні, сидеральні та енергетичні рослини. Результати аналізу літературних джерел та попередніх досліджень з інтродукції представників роду *Galega* у світі та в Україні свідчать про високу екологічну пластичність, довговічність, продуктивність тощо (Харкевич, 1972, Вавилов, 1982, Абрамов, 1996, Утеуш, 1996, Рахметов, Стаднічук, 2004, 2011, Baležentienė and Kusta, 2011, Pehlivan Karakas et al., 2012, Teleuță, 2015, Abtahi-Evari et al., 2017, Davoodi et al., 2017, Nagalievskaya, 2018, Azimi et al., 2020). Вони є важливим біолого-екологічним фактором у забезпеченні рівноваги у культурфітоценозах. Рослини є зимо-, холодо-, та посухостійкими, вони здійснюють позитивний вплив на родючість ґрунту та стають перспективними для створення багаторічних культурфітоценозів на еродованих, рекультивованих та засмічених ґрунтах.

Незважаючи на важливе значення рослин видів роду *Galega*, до цього часу вони широкого розповсюдження в культурі на території України не набули. Головною причиною є ряд нерозв'язаних питань, що потребують

дослідження, а саме: біолого-екологічні, онтоморфологічні особливості рослин; сезонні ритми росту та розвитку інтродуцентів роду *Galega*; дослідження продуктивного потенціалу, біохімічного складу надземної, підземної маси рослин та насіння залежно від умов вегетації; встановлення перспективних компонентів для сумісного зростання та з'ясування особливостей росту, розвитку рослин у багатокомпонентних фітоценозах. Всі ці проблеми зумовили визначити основну мету та завдання дисертаційної роботи.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано відповідно до планів наукових робіт відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України за темами 330-НКС «Збагачення генетичних ресурсів кормових, овочевих, пряносмакових, плодових та квітниково-декоративних рослин шляхом інтродукції та створення нових сортів, адаптованих до умов Полісся і Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0102U005116); 340-НК «Біоекологічні основи інтродукції кормових, харчових та лікарських рослин з метою збагачення генетичних ресурсів та збільшення біотичного різноманіття культурфітоценозів Лісостепу і Полісся України» (номер державної реєстрації 0104U000386); 353-НК «Біолого-екологічні основи створення високопродуктивних форм корисних рослин (енергетичних, кормових, технічних, ароматичних, овочевих та лікарських) шляхом інтродукції, селекції і біотехнології для використання у фітоконверсії України» (номер державної реєстрації 0109U002346); 374-НК «Еколого-біологічні основи збереження, збагачення та ефективного використання генетичних ресурсів нових господарсько-цінних рослин України» (номер державної реєстрації 0114U001073).

**Мета і завдання досліджень.** *Мета роботи* – встановлення біолого-екологічних, біохімічних особливостей, продуктивного потенціалу та напрямів використання рослин видів роду *Galega* у зв'язку з інтродукцією в Лісостепу України.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- ◆ провести скринінг наявної літератури щодо походження, поширення, перспективи інтродукції, використання та особливостей культивування рослин видів роду *Galega*;
- ◆ встановити особливості сезонного росту, розвитку рослин, онтоморфогенезу в умовах інтродукції;
- ◆ виявити вплив екологічних факторів та визначити продуктивний потенціал рослин видів роду *Galega* в одновидових та багатокomпонентних культурфітоценозах;
- ◆ з'ясувати причини слабкої конкурентоздатності рослин видів роду *Galega* в культурфітоценозах на початковому етапі онтогенезу та встановити оптимальні компоненти для сумісних посівів;
- ◆ розробити наукові основні введення в культуру рослин видів роду *Galega* на рівні створених генотипів, виявити реакцію рослин на строки і способи сівби, періоди відчуження фітосировини;
- ◆ збагатити колекційний фонд відділу культурної флори за рахунок мобілізованих та створених генотипів рослин роду *Galega*.

*Об'єкт дослідження:* онтоморфогенез, біолого-екологічні, біохімічні особливості рослин, структурно-морфологічні та продуктивні критерії формування вегетативної та генеративної сфери рослин видів роду *Galega* в умовах культури.

*Предмет дослідження:* інтродуковані багаторічні види рослин *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. та створені у НБС сорти (Кавказький бранець, Салют, НБС–75, Рябчик, Гарант, Фламінго).

*Методи дослідження:* загальнонаукові і спеціальні: польові, біолого-морфологічні, фізіологічні, лабораторні (хімічні, агрохімічні, біохімічні), статистичні.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше на основі комплексних досліджень встановлено закономірності онтоморфогенезу та біолого-екологічні особливості рослин, що являють собою теоретичну та



наукову основу інтродукції рослин видів роду *Galega* в Лісостепу України. Вперше одержані порівняльні дані щодо сезонних ритмів розвитку, морфологічних та біометричних параметрів рослин, особливостей розвитку кореневищ, вегетативного та насінного розмноження рослин видів роду *Galega* в культурі. А також визначено реакцію рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* на умови вегетації, строки, способи сівби, площі живлення. Відповідно з'ясовано особливості росту та розвитку рослин *G. orientalis* у сумісному зростанні з представниками родин Роасеae та Fabaceae і на цій основі визначено перспективний компонент. Встановлено особливості продукційного процесу та визначено біохімічний склад рослин в умовах інтродукції залежно від фази розвитку, року життя, видових та генотипових характеристик інтродуцентів. Здійснено комплексну оцінку успішності та перспективності інтродукції рослин видів роду *Galega* в Лісостепі України. Визначено найперспективніші генотипи залежно від кількісно-якісних характеристик фітосировини та напрямів використання рослин.

**Практичне значення одержаних результатів.** За результатами досліджень зібрано унікальний генофонд (32 зразки) видів, форм та сортів рослин роду *Galega*, визначено перспективність введення в культуру рослин у Лісостепу України на рівні створених генотипів. Отримані результати багаторічних досліджень поглибили уявлення про біолого-морфологічні, екологічні особливості, сезонні ритми розвитку та продуктивний потенціал рослин видів роду *Galega* і дозволили оптимізувати процес акліматизації та адаптації нових інтродуцентів у перший, другий та наступні роки життя. Ці результати слугували важливою науковою основою для розробки методичних рекомендацій щодо введення рослин в промислову та аматорську культуру і використання фітосировини як цінних лікарських, кормових, енергетичних рослин у Лісостепу України (у Київській, Полтавській, Хмельницькій та Вінницькій областях на площі понад тисячі гектар). За результатами багаторічної селекційної роботи різними методами створено (у співавторстві) два сорти: Фламінго (*G. officinalis*) та Рябчик (*G. orientalis*).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійним дослідженням здобувача. Дослідження, що представлені у дисертації, отримані автором самостійно. Особисто здійснений інформаційний пошук та проаналізовано літературу вітчизняних, зарубіжних та електронних джерел. Отримано експериментальні дослідження, узагальнено результати, опубліковано статті, самостійно та у співавторстві. Права співавторів не порушували. Підготовлено та отримано документи на ці сорти, сформульовані висновки.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати досліджень доповідались на засіданнях відділу культурної флори та на Вчених радах Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (2004–2019 рр.), на наукових та науково-практичних конференціях: IV Міжнародній науковій конференції молодих дослідників «Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва» (Тростянець, травень, 2004; червень, 2005, Київ), IX Конференції молодих дослідників, присвяченої 100-річчю від дня народження академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюка «Актуальні проблеми фізіології, генетики та біотехнології рослин і ґрунтових мікроорганізмів» (Київ, лютий, 2005), I (IX) Міжнародній конференції молодих ботаніків в Санкт-Петербурзі (Росія, Санкт-Петербург, травень, 2006), Міжнародній науковій конференції «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень» присвяченої 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин НААНУ (Київ, липень, 2006), Міжнародній науковій конференції «Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та сучасні проблеми» присвячену 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду (Тернопіль, червень, 2007), V Всеукраїнській науково – практичній конференції «Екологічні проблеми с-г. виробництва» (Яремче, червень, 2011), IV Міжнародній науковій конференції «Відновлення порушених природних екосистем» (Донецьк, жовтень, 2011), XI науковій конференції молодих учених «Наукові основи збереження біотичної різноманітності» (Львів, травень, 2012), IX Міжнародній науковій конференції

студентів та аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, квітень, 2013), Науковій конференції «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив» (Київ, вересень, 2014), Міжнародній науковій конференції «Збагачення генетичного різноманіття рослин» (Харків, жовтень, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін» (Тернопіль, грудень, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій пам'яті професора М.М. Чекаліна «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції» (Полтава, квітень, 2015), IV Міжнародній науково-практичній інтернет конференції присвяченій до 100-річчю дослідження ехінацеї в Україні «Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій» (Полтава, травень, 2015), Міжнародній науковій конференції присвяченій 80-річчю від дня заснування Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка «Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках» (Київ, вересень, 2015), Міжнародній науковій конференції, присвяченій світлій пам'яті Федора Миколайовича Парія «Селекційно – генетична наука і освіта» (Умань, березень, 2016), III Всеукраїнській науково – практичній конференції молодих вчених «Перспективні напрямки наукових досліджень ефіроолійних культур» (Березоточа, 2017), 2<sup>nd</sup> International Conference on the Scientific Actualities and Innovations in Horticulture «Development and Tehnology» (Kaunas, 2018), Міждисциплінарній науково – практичній конференції «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини» (Ужгород, 2018), Міжнародній науково – практичній конференції «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях Євроінтеграції» (Київ, 2018), Всеукраїнській науково – практичній конференції «Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково–дослідних установах та навчальних закладах України» (Хорол, 2018), 4<sup>th</sup> International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bee's Life» (Nitra, 2019).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційних досліджень опубліковано 34 наукові праці, з яких 1 стаття – у міжнародному науковому виданні, що входить до Scopus, 4 статті – у фахових наукових виданнях України, 2 статті – у наукових періодичних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних, 2 – каталоги рослин, 2 – авторські свідоцтва на сорти рослин (*G. officinalis* – 'Фламінго', та *G. orientalis* 'Рябчик'), 23 тези доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація викладена на 220 сторінках комп'ютерного тексту, з них 169 – основного тексту, який включає 37 таблиць, 90 рисунків. Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел (295 найменувань, із них 100 – латинецею) та додатків.

## РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПОШИРЕННЯ, ІНТРОДУКЦІЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН РОДУ *GALEGA* L.

### 1.1. Загальна характеристика видів роду *Galega* L., поширення та їх систематичні особливості

Рослини роду *Galega* L. відносяться до родини Fabaceae. Назва роду походить від грецького “гала” – молоко та “агеїн” – діяти [174].

Згідно філогенетичної системи, запропонованої А. Л. Тахтаджяном (1966), рід *Galega* займає наступне систематичне положення [162]:

**Відділ** *Magnoliophyta*

**Клас** *Magnoliopsida*

**Підклас** *Rosidae*

**Надпорядок** *Fabanae*

**Порядок** *Fabales* або *Leguminales*

**Родина** *Fabaceae* або *Leguminaceae*

**Підродина** *Faboideae*

**Триба** *Galegeae*

**Рід** *Galega*

Згідно з Plant List нараховують 5 видів, а саме *G. battiscombei* (Baker f.) J.B. Gillett, *G. lindblomii* (Harms) J.B. Gillett, *G. officinalis* L., *G. orientalis* Lam., *G. somalensis* (Harms) J.B. Gillett.

У «Флора СРСР» вказано, що на території Європи, південно-західної Азії та Сході тропічної Африки поширено 8 видів. Рослини видів даного роду мають квітки, зібрані у верхівкові чи пазушні китиці на довгих квітконосах. Чашечка дзвоникоподібна з п'ятьма майже однаковими зубцями. Віночок світло-блакитний, іноді чисто білий, прапор з подовжено-оберненояйцеподібною пластинкою, що звужена в короткий ніготь. Зав'язь сидяча, боби лінійні, циліндричні, трохи стиснуті з боків, з перетинками між насінням, двостулчасті, одногнізді, багатонасінні. Багаторічні рослин з непарно-перистоскладними листками та вільними напівстрілоподібними

прилистками. Ареал *G. officinalis* охоплює Південну Європу та Північну Африку [161; 173].

J.B. Gillett відніс три види даного роду до секції *Afrogalega* Gillette, sect. nov. та надав коротку морфологічну характеристику (ключ):

Листочки до 20 мм завдовжки та 6 мм завширшки; вісь суцвіття без опушення; вітрило 6–8 мм завдовжки; стручок до 25 мм завдовжки:

Стручки 4–5 мм завширшки, стовпчик за цвітіння 3–3,5 мм завдовжки, зігнуті вище середини: насінних зародків 2–4; насіння 1–3; листочків 9–17; прилистки 3–5 роздільні .....1. **somalensis**

Стручки 5–9 мм завширшки, стовпчик за цвітіння 1,5–2,5 мм завдовжки, зігнуті нижче середини; насінних зародків 5–6; насіння 2–5; листочків – 9–25; прилистки – 2–3 роздільні .....2. **lindblomii**

Прилистки до 45 мм завдовжки та 20 мм завширшки; суцвіття китиця з опушенням; вітрило 9–13 мм завдовжки; насінних зародків 4–6; стручки до 35 мм завдовжки та 8 мм завширшки .....3. **battiscombei** [227].

Види, що відносяться до секції *Afrogalega*, обмежені за поширенням горами східної Африки. Вид *G. battiscombei* – це однорічна рослина, що може сягати до 2 м заввишки, з блакитно-білими квітками, що ростуть у вологих місцях в лісах (Кенійський регіон). Вважається отруйним для великої рогатої худоби [224].

Рослини *G. lindblomii* прямостоячі (з ортотропними пагонами), багаторічні, іноді однорічні, до 1,5 м заввишки, з блакитно-білими квітками, був зареєстрований в Уганді та Кенії [224].

В цілому, доступна інформація щодо видів, які відносяться до секції *Afrogalega* досить обмежена. Susag et al. (2003) досліджували біохімічний склад *G. battiscombei* та *G. lindblomii* та виділили з їх сировини вазіцин, вазіцинон і галегін, що характерні для рослин роду *Galega*. Дані дослідження, на думку авторів, є хемотаксономічним підтвердженням приналежності цих видів до даного роду, як визначив раніше Gillet (1963) [280].

В Україні в природі поширений 1 вид даного роду – *G. officinalis*, як зазначено у визначнику [132]. Це багаторічні рослини, що мають галузисті стебла, в вузлах більш-менш зігнуті, листки непарноперисті, продовгуватолінійні чи лінійно-ланцетні, віночок світло-блакитний або майже білий. На території України даний вид зростає на луках, по берегах річок, в чагарниках, в букових та вільхових лісах, на вологих місцях – в Лісостепі, Карпатах, Степу, Гірському Криму [132]. Центр походження даного виду – Давньосередземноморський або субсередземноморський ареал. У флорі Кавказу даний вид описано як вид середньоєвропейського походження [52].

Згідно з Plant List [<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=galega>] для видів *G. officinale* існує 4 синонімічні назви та для *G. orientalis* – 1 (табл. 1).

Таблиця 1

Синонімічні назви для рослин *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.

згідно з Plant List

Вид	Англійська назва	Українська назва	Синонім
<i>G. officinalis</i>	Goat's rue	Козлятник лікарський	<i>G. bicolor</i> Regel
			<i>G. patula</i> Steven
			<i>G. persia</i> Pers.
			<i>G. vulgaris</i> Lam.
<i>G. orientalis</i>	Fodder galega	Козлятник східний	<i>G. montana</i> M. Bieb.

*G. officinalis* є аборигеном на Середньому Сході, але легко натуралізувався в Європі, Східній Азії, Західному Пакистані [220].

*G. orientalis* – ендем флори Кавказу, де зустрічається в верхньому гірському поясі, в Закавказзі на схилах гір, у долинах на висоті 300–1800 м над рівнем моря [52]. Зустрічається в лісному та субальпійському поясах на луках з різнотрав'ям та злаками, по берегах річок, у чагарниках та буково-дубових лісах [174]. Вторинний (інвазійний) ареал даного виду – євросибірський. Рослини даного виду нерідко входять до складу різнотрав'яних ценозів. Це багаторічні рослини, надземна частина яких представляє систему пагонів. Висота рослин становить 140–150 см залежно від умов зростання. Листки непарноперисті, складні, з 5–6 пар яйцеподібних листочків, з черешками

завдовжки 15 см у нижніх листків, 5–7 см – у верхніх. Суцвіття – китиця з 30–50 блакитно-фіолетових квітками. Запилення комахами. Плід – біб, 2–4 см завдовжки з 3–7 жовтуватими насінинами. Підземна частина проникає на глибину ґрунту на 60–70 см.

В цілому, поширення виду *G. officinalis* охоплює Європейську частину (Середземномор'я), Кавказ, Іран (рис. 1). Ареал виду *G. orientalis* охоплює Передкавказзя, Дагестан, Східне та Південне Закавказзя (рис. 2).

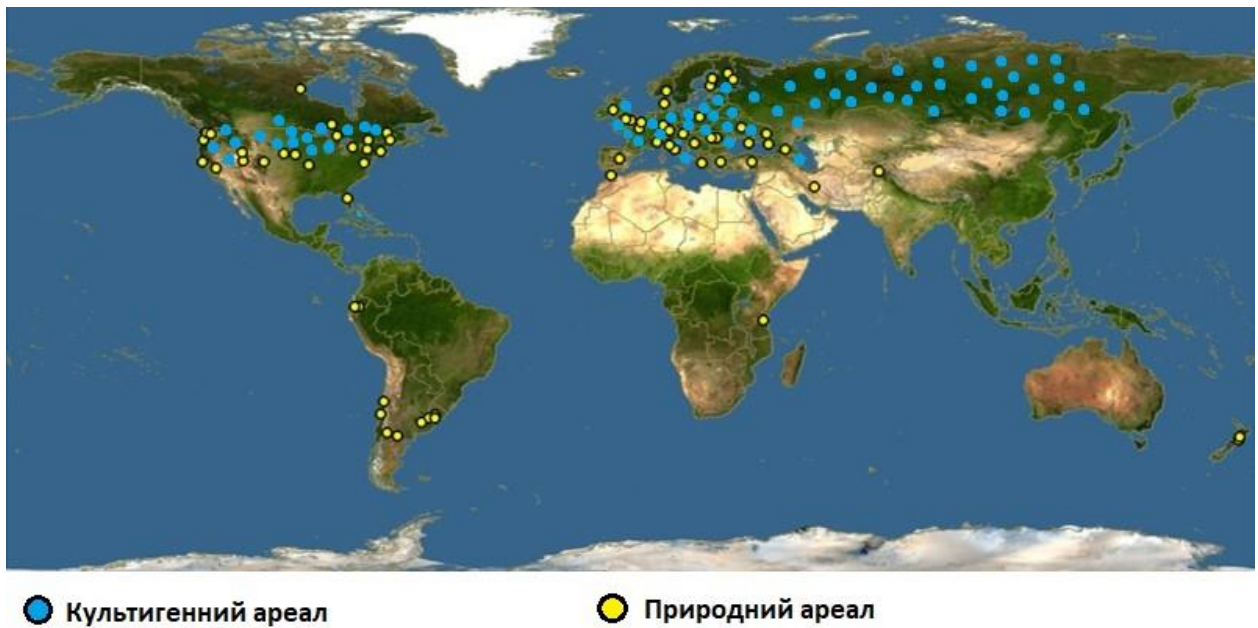


Рис. 1. Природний та культивений ареал рослин *Galega officinalis* L.

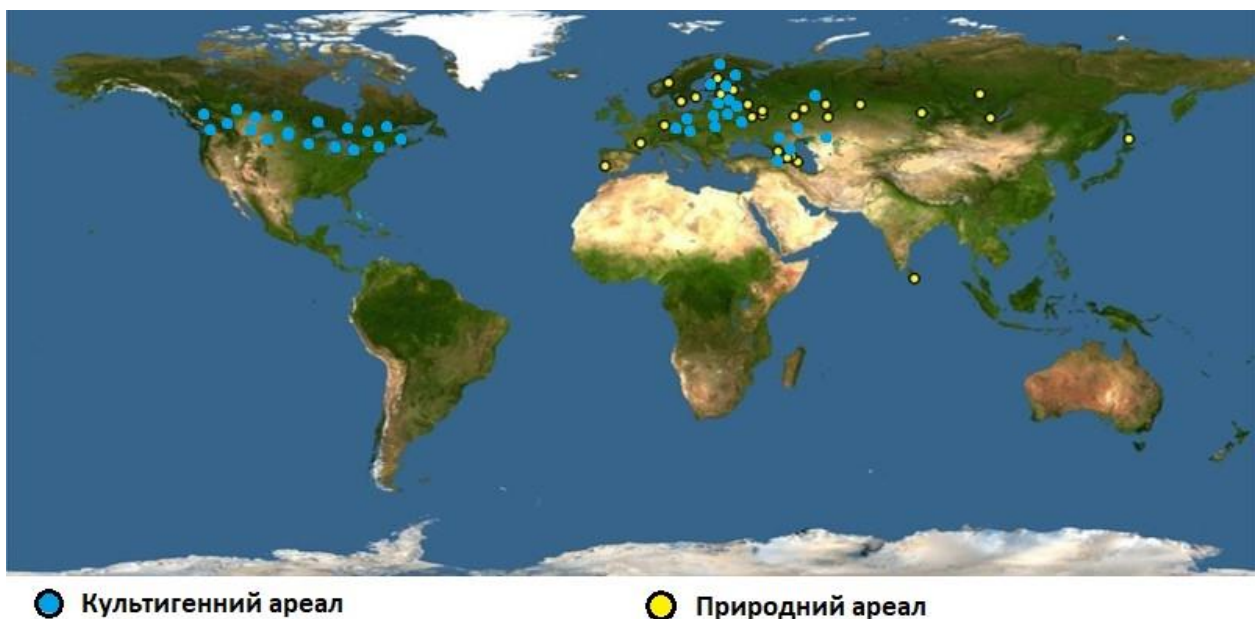


Рис. 2. Природний та культивений ареал рослин *Galega orientalis* Lam.



## 1.2. Використання рослин роду *Galega L.*

Трава та насіння *G. officinalis* використовуються в традиційній та народній медицині [39; 105]. Використання в традиційній медицині даного виду відоме в таких країнах, як Болгарія, Італія, Індія для лікування діабету [208]. У народній медицині здавна використовується як потогінний, антигельмінтний засіб, для покращення секреції молока [134]. Фармакологічні дослідження показали, що екстракт *G. officinalis* проявляє пригнічуючий та дезагрегуючий ефект за агрегації тромбоцитів [201; 202]. Сировина рослин даного роду використовується при лікуванні цукрового діабету 2 типу завдяки наявності метформіну. На сьогодні в різних країнах світу використання лікарських рослин для лікування та профілактики підвищеного вмісту цукру в крові існує посилений інтерес до лікарських рослин, що характеризуються такою дією [15; 136; 267]. Виражений гіпоглікемічний ефект екстрактів козлятника лікарського і його вплив для нормалізації показників лейкоцитарної формули також досліджували у Львівському національному університеті імені І. Франка. Не виявлено суттєвих змін при використанні досліджуваного екстракту на кількість еритроцитів, лейкоцитів і вміст загального гемоглобіну у здорових і діабетичних тварин [176]. Також встановлено, що безалкалоїдна фракція екстракту *G. officinalis* попереджає розвиток оксидативного стресу щурів за стрептозотоцинового діабету, забезпечуючи мобілізацію антиоксидантних механізмів захисту системи крові [107]. Перспективні розробки протидіабетичних фітопрепаратів досліджувались також в Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського. Встановлено, що протягом 21 дня після введення галевіту спостерігали зниження рівня глікемії, а також це відіграло важливу роль у метаболізмі, транспортуванні та регуляції рівня холестеролу і тригліцеролів, зменшувало зростання рівня активності цитолітичних ферментів [101]. В цілому, препарати даного виду проявляють імунокорегуючу дію при цукровому діабеті [248].

Експериментальні дослідження галегіну, що міститься в даних рослинах, показало його фармакологічну та хімічну дію з метформіном, що підтверджує терапію діабету [203; 2016; 240]. Галегін – це гуанідиновий алкалоїд та головна діюча речовина, ізольована з *G. officinalis*, що сприяє зменшенню рівня глюкози в крові [253; 255; 294]. У тканинах репродуктивних органів *G. officinalis* визначено найвищу концентрацію галегіну, яка становила 7 мг/г, у листках – 4 мг/г, у стеблах – 1 мг/г, у квітах. Також висока концентрація даної речовини спостерігалась у період дозрівання бобів [251].

Як зазначено в дослідженні Abtahi-Evari et al. (2017) з щурами, екстракти *G. officinalis* можуть покращувати чутливість тканин до інсуліну та попереджати їх пошкодження [197]. У дослідженні [220] зазначено, що окрім ефективності застосування екстрактів *G. officinalis* при цукровому діабеті, сировина даних рослин ефективна для зменшення ваги та для агрегації тромбоцитів. Також екстракти даних рослин можуть використовуватись при захворюваннях жіночих статевих органах [196]. Відомо, що препарати *G. officinalis* покращують роботу серця, знижують кров'яний тиск, допомагають в лікуванні геморою, при хворобах гортані та обміну речовин - ожирінні [88; 133].

Дослідження антимікробної активності екстрактів даного виду виявило широкий спектр дії як проти грам-позитивних (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*), так і проти грам-негативних (*Serratia marcescens*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*) бактерій [259]. Крім антимікробної, екстракти даного виду проявляють цитостатичну, протизапальну, антиоксидантну активність [258]. Дослідження спиртових екстрактів (60 % та 90 %) *G. officinalis* показало, що рослинні екстракти проявляють інгібуючий ефект проти грам-позитивних та грам-негативних бактерій навіть за меншої концентрації спирту та посилюють ранозагоювальну здатність шкіри [265].

За результатами досліджень у кліматичних регіонах середземноморського типу *G. officinalis* як кормової рослини встановлено, що

вони підвищують продуктивність молока овець, а також збільшується продуктивність рослин після першої косовиці [228].

Серед біологічно активних речовин сировини *G. officinalis* виявлено наявність флавоноїдів, глікозидів (галютеолін), алкалоїдів, 4-гідроксигалгенів, дубильних речовин, сапонінів, сахарози, жирних кислот, а також фітоестрогени [134; 212; 260; 278]. За результатами дослідження фенольних сполук високоефективною рідинною хроматографією у водно-спиртових екстрактах було визначено наявність 48 сполук, серед яких ідентифіковано кофейну, ферулову, цикорієву кислоти, кверцетин, рутин, гіперозид, апігенін [206]. Вміст алкалоїдів в траві *G. officinalis* становить 0,1–0,2 % і найбільш поширеними є галегін, пеганін, 2-3-оксі-квіназолон-4 [134; 226]. У складі летких сполук ідентифіковано хіназоліновий алкалоїд вазіцинон, що проявляє бронхолітичну, відхаркувальну, антиспазмалітичну та антисептичну дію. Органолептичні властивості, а також підвищений вміст біологічно активних сполук дозволяють використовувати дані рослини для створення ароматичних композицій для виготовлення напоїв [134]. Дослідження вмісту мікроелементів показало наявність Mn (23,8  $\mu\text{g/g}$ ), Cu (14,2  $\mu\text{g/g}$ ), Se (0,27  $\mu\text{g/g}$ ), Pb (0,13  $\mu\text{g/g}$ ), Cd (0,013  $\mu\text{g/g}$ ). Серед жирних кислот визначено наявність  $\alpha$ -ліноленової, пальмітинової, лінолевої кислоти [260].

Іншими дослідженнями встановлено наявність трициклічних хіназолінових алкалоїдів, гуанідинів, флавоноїдів та гідроксикоричних кислот в екстрактах *G. officinalis*. У поліфенольній фракції ідентифіковано моно-, ди-, триглікозильні флавоноли, а також монокаеолігексарова кислота [207]. Серед фенольних сполук у листових екстрактах *G. officinalis* знайдено апігенін, кофейну кислоту, *p*-кумарову кислоту, галову кислоту, геністеїн, кемпферол, лютеолін, кверцетин, ванілінова, ферулова, саліцилова, хлорогенова кислоти, нарінгенін, ізорамнетін [257]. В цілому, рослини роду *Galega* характеризуються вмістом цінних біологічно активних сполук [17–19; 215], які проявляють корисну фармакологічну дію (Додаток Б).

Родина Fabaceae – група рослин цінного кормового призначення, завдяки високому вмісту поживних речовин, зокрема протеїну, а також біоактивним фітоестрогенам [286]. До малопоширених кормових культур родини бобових відносяться і види роду *Galega* [163; 183; 291]. У Польщі досліджували рослини *G. officinalis*, додаючи їх сировину до основного корму самиць кролів, що покращувало їх лактацію [256].

Рослини *G. officinalis* також використовуються як декоративні [220]. Бджолиний пилок (обніжжя) *G. officinalis* характеризується високим вмістом білку, каротиноїдів, поліфенолів, фенольних кислот, а також проявляє антимікробну активність проти *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* [289].

Рослини виду ***G. orientalis*** досліджуються, зокрема, як кормові в Україні [4; 5; 83; 91; 129; 150; 159; 167; 168] та за її межами [3; 7; 69; 111; 247] завдяки їх високій продуктивності [126], стійкості в різних кліматичних умовах, економічній рентабельності. Серед переваг даних рослин можна відмітити тривале життя агрофітоценозів [179]. За ранньостиглістю ці рослини переважають відомі аналоги, характеризуються підвищеною морозостійкістю, листки не осипаються в сіні, рослини не пошкоджуються шкідниками та хворобами [122]. Інтродукована з Північного Кавказу дана культура виявилась екологічно пластичною та успішно вирощується в різних едафічних та кліматичних зонах Білорусі [7]. Біологічні особливості даного виду дозволяють використовувати рослини на кормові цілі протягом 20 років [7]. Одинадцятирічні дослідження *G. orientalis* у Польщі показали високу врожайність біомаси та вихід сухої речовини [218]. За кормовими характеристиками, *G. orientalis* не поступається іншим бобовим культурам, таким як *Trifolium pratense* та *Medicago sativa*. Використання її на корм можливе як у вигляді зеленої маси, так і в сухому. За вегетаційний період високоврожайний травостій може забезпечити вихід 3 т/га білку [7]. Порівняльні дослідження *G. orientalis* та *Medicago sativa* в Литві показали, що дані культури характеризуються не тільки високою продуктивністю, а можуть

використовуватись як відновлювальне джерело енергії [145; 147; 263]. Дослідження рослинної сировини на різних фазах вегетації виявило, що зелена маса *G. orientalis* є цінною сировиною для заготівлі сіна за умови дотримання технологічних вимог [279].

У кліматичних умовах Білорусі вегетаційний період рослин становив 85–114 діб залежно від року життя [7]. Дослідження загального вмісту незамінних амінокислот становило 89,7 г/кг та інших – 89,4 г/кг сухої маси [200]. Дослідження амінокислотного складу *G. orientalis* показало, що загальний вміст амінокислот підвищувався під час другої косовиці в період стеблуння [6].

Рослини *G. orientalis* мають потенціал, що визначає їх як енергетичні культури з теплоємністю 9,6 МДж/кг, тоді як енергетична цінність *Trifolium pratense* становила 9,3 МДж/кг, *Phleum pratense* – 8,1 МДж/кг, а суміш цих культур – 8,4 МДж/кг. Дослідження вмісту важких металів показало, що рівень *B* становив 1,23, *Cu* – 1,28, *Zn* – 15,00, *Mn* – 12,00, *Fe* – 80,00, *Cr* – 0,95, *Cd* – 0,15, *Pb* – 1,37, *Ni* – 1,87 мг/кг сухої речовини [205]. Дослідження *G. orientalis* в Естонії показали, що дану культуру можна використовувати не тільки як цінну кормову як в монокультурі, так і в сумішах, але як і енергетичну. Використання на біопаливо рекомендовано після першої косовиці, а як кормової культури – після другої. Врожайність сухої речовини становила 9,1–12,8 т/га [244].

Вміст поліфенольних сполук був найбільшим в період бутонізації та квітування, а найменшим – в період плодоношення (воскова стиглість насіння). Незначні накопичення фенольних сполук вказують на низький рівень токсичності кореневих ексудатів, що передбачає довготривале використання даної культури [204]. При дослідженні рослин *G. orientalis* як холодостійкої культури, в сировині даної рослини було ідентифіковано два гемітерпеноїди гуанідину: алкалоїд смірновін та його похідне [209]. Розчинність білків насіння становить 50 %, а листків – 40 % [215]. Листки *G. orientalis*

характеризуються високим вмістом як білкового (45,5 мг%) так і небілкового (89,5 мг%) азоту, вільних цукрів (11 %), пектину [75].

*G. orientalis* є одним з ранніх та продуктивних медоносів з 1 га можна отримати близько 200 кг меду. Медоносні бджоли відвідують рослини протягом всього світлового дня, пік відвідування припадає на 12 годину [58]

Сьогодні значна увага приділяється введенню в культуру нетрадиційних бобових рослин з господарсько-цінними ознаками, серед яких отримання високоякісного корму за рахунок симбіотичної азотфіксації. Наразі різноманіття форм зовнішньої та внутрішньої взаємодії грибів та рослин реалізується в особливих метаболічних схемах за участі ресурсів обох сторін [29]. Підвищена здатність *G. orientalis* до фіксації атмосферного азоту, висока чутливість до інокуляції специфічними штамми бульбочкових бактерій визначають позитивний вплив даних процесів на продуктивність та якість сировини [40].

У результаті селекційної роботи в різних країнах світу виведені сорти виду *G. orientalis*. У Молдові дослідження біологічних особливостей та господарських ознак показали, що рослини *G. orientalis* var. *Speranța* на 3–4 році вегетації мали прискорений ріст та розвиток, а в травні можна отримати 45–58,5 т/га натурального корму, а отже, три укуси за вегетаційний період. Висока врожайність, кількість перетравного білку (2176 кг/га), кормових одиниць (15,1 т/га) та можливість використання на сіно характеризує дані рослини як цінні кормові культури [284]. Високий вміст білку визначено в 19 сортах *G. orientalis*, що відрізняються за строками весняного відростання, визначально те, що не знайдено відмінностей в амінокислотному складі між сортами [59].

У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України зусиллям співробітників відділу культурної флори виведено сорти виду *G. orientalis* – Рябчик [1], НБС-75, Кавказький бранець, Салют, виду *G. officinalis* – Фламінго [2] та Гарант. Також відомі сорти цих видів і за межами України (табл. 2).

Таблиця 2

Сорти рослин видів роду *Galega* L., що виведено в Україні та за її межами

Вид	Сорти	Країна , установа
<i>Galega officinalis</i> L.	Старт	Україна, Донецький ботанічний сад
	Богдан, Чародій	Україна, Дослідна станція лікарських рослин Березоточа
	Лідія	Україна, Нікітський ботанічний сад
	Антей	Молдова, Науково – дослідний інститут польових культур
<i>Galega orientalis</i> Lam.	Гале	Естонія, Інститут землеробства.
	Нестерка	Білорусь, Державна сільсько-господарська академія
	ВНИИОК, Горноалтайський, Еля-Ти, Заполярний, Златогор, Кривич, Лидер, Магістр, Надежда, Тюменський, Юбіляр, Ялгинський	Росія, Державний реєстр сортів Росії

### 1.3. Біоекологічна характеристика видів роду *Galega* L.

Багаторічні бобові трави є обов'язковим компонентом зеленого конвєсра у всіх зонах України. Важлива роль у підвищенні врожайності багаторічних трав – правильний добір високопродуктивних видів. Під впливом бобових трав різко посилюється мікробіологічна активність ґрунту, а також поліпшується його агрономічні властивості, збільшується водопроникність [76; 93]. Врожайність козлятнику певною мірою залежить від здатності рослин вступати в симбіоз з бульбочковими бактеріями, однак шкодочинний ефект можуть приносити фітопатогенні бактерії, серед яких у *G. orientalis* виділено штами *Pseudomonas* sp. [86; 87].

У природних умовах рослини *G. orientalis* зростають на різних типах ґрунтів з достатнім зволоженням та елементним складом, тому і в культурі потребують родючих ґрунтів. Добре ростуть на чорноземах, сірих лісових, дерново-опідзолених ґрунтах різного механічного складу [4; 168]. За результатами дослідження впливу освітлення та температури на чисту первинну продуктивність рослин *G. orientalis* встановлено, що на початку вегетаційного періоду рослини потребують підвищеного освітлення [199].

Для проростання *G. orientalis* потребує не менш ніж 5–6 °С, оптимум знаходиться в межах 10–12 °С, це стосується і росту стебел та листків. Рослини здатні витримувати в зимовий період -25 °С, але не виносять надлишкового зволоження, найкращими ґрунтами є супісчані та легкі суглинисті [31].

За останні роки в деяких країнах існує підвищений інтерес до таких культур як *G. orientalis*, які можна використовувати не тільки як кормові, а як біоенергетичні, та можна вирощувати на покинутих ґрунтах [235]. Водночас, в іншому дослідженні зауважено, що рослини сорту Гале вибагливі до ґрунтів, до їх вапнування, не виносять затоплення і близького проходження ґрунтових вод. В умовах Росії даний сорт рекомендований переважно для нечорноземних регіонів [65].

Дослідження показали, що використання мінерального азоту, компосту та перегною є ефективним щодо підвищення продуктивності рослин *G. officinalis*, але на загальний вміст алкалоїдів, які є діючою речовиною даних рослин, не впливало [220].

Під впливом азоту у вигляді сульфату амонію, врожай сухої речовини *G. orientalis* збільшувався на 29,7 %. Внесення азотних добрив сприяло зменшенню вмісту калію та збільшенню вмісту натрію, кальцію та магнію в сировині дослідних рослин [281].

Дослідження впливу температурного режиму на проростання насіння *G. officinalis* (с. Чародій) показали, що найвища схожість та енергія проростання насіння спостерігалася за температури +30 °С [102].



За вирощування рослин *G. orientalis* в ґрунті залишається значна кількість органічних речовин, поліпшуючи його аерацію, вони є одними з найкращих попередників для інших культур. Рослини можуть витримувати морози до -40 °С. Важлива роль *G. orientalis* у збереженні довкілля. Завдяки фіксації азоту бульбочковими бактеріями з повітря, знижується норма мінерального азоту. Собівартість кормової одиниці зеленої маси в 3-4 рази нижче за однорічні культури [122]. Симбіоз *G. orientalis* з бульбочковими бактеріями *Rhizobium galegae* bv. *orientalis* характеризується виключно суворою специфічністю партнерів [266].

Уведення в культуру рослин видів роду *Galega* в Україні також має важливу наукову вагу використання як нагального лікарського засобу через його унікальні властивості та як екстраординарну рослину з господарсько-цінними ознаками.

Варто зазначити, що відділом культурної флори роботи з інтродукції козлятників розпочато ще у 1970-ті роки сформованою групою з професором Ю. А. Утеушем і співробітниками НБС імені М. М. Гришка НАН України. Інтродукційне та селекційне вивчення та розробка наукових основ введення в культуру перспективних рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* ведеться Д. Б. Рахметовим і Н. О. Стаднічук [129].

### Висновки до розділу 1

Скринінг літературних джерел щодо історії вивчення та використання рослин роду *Galega* дав змогу виділити, окрім 2 найбільш поширених представників (*G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.), види, що входять до секції *Afrogalega* (*G. battiscombei* (Baker f.) J.B. Gillett, *G. lindblomii* (Harms) J.B. Gillett, *G. somalensis*), обмежені за поширенням горами східної Африки.

Аналіз літературних джерел щодо поширення, біохімічних, фармакологічних особливостей рослин роду *Galega* вказує на перспективність використання цих рослин у якості лікарських, кормових, медоносних, декоративних культур. Виявлено, що рослини видів даного роду застосовують

у нетрадиційній та традиційній медицині не лише в Україні, а й за її межами. Проведення селекційної роботи з двома видами даного роду та виділення цінних господарських ознак дозволило створити сорти як в Україні, так і за її межами.

Огляд наукової літератури дозволив виявити ряд нерозв'язаних проблем, а саме: відсутність даних щодо інтродукції рослин видів роду *Galega* в Лісостепі України; не з'ясовано біолого-морфологічні особливості, онтоморфогенез, сезонні ритми росту та розвитку, адаптаційну здатність, продуктивність рослин і не розроблено наукові основи введення нових інтродуцентів у промислову культуру; не встановлено особливості накопичення біологічно активних сполук та поживних речовин. Ці та інші питання обумовили визначення програми дисертаційних досліджень.

**При написанні даного розділу використано наступні посилання:**

1. Каталог рослин відділу нових культур / Д.Б. Рахметов та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
2. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України / Д.Б. Рахметов, С.М. Ковтун-Водяницька, О.А. Корабльова та ін. Київ: ФОП Паливода., 2020. 208 с.
3. **Шиманська О. В.** *Galega orientalis*—цінний ендемік Кавказу. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва.*: V Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Київ. 2005. С.112–113.
4. **Шиманська О. В.** Види роду *Galega L.* у флорі України і перспективи інтродукції в Лісостепу України. *Екологічні проблеми с/г. виробництва*: V Всеукр. Наук. – практ. конф. Яремче, 2011. С.199–200.
5. Vergun O. M., **Shymanska O. V.**, Rakhmetov D. B. Different aspects of study of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини*. Збірник праць міждисциплінарної наук. – практ. конф. Ужгород, 2018. С. 17–19.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Кліматичні та метеорологічні умови дослідження

Дослідження проведено на території Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, а саме на базі відділу культурної флори.

Територія ботанічного саду – товстий шар лесу, порізаного ярами, балками і долинами річок. На правому березі Дніпра виявлено багато сповзань ґрунту. НБС розміщується на двох лесових залишках: південному, що має невеличкий нахил, і північному, що має форму плато. На півдні сад обмежується долиною р. Либідь, що впадає в Дніпро, на півночі і північному сході межує зі Старо-Наводницькою, а на заході й південному заході – з Воєнно-Кладбищенською балками. Геологічні особливості ботанічного саду визначаються розміщенням його в межах перехідної зони від Українського кристалічного щита, який прикрито товщами осадкових порід до 400 м заввишки. Основний тип ґрунту на території саду – темно-сірий опідзолений. Тут спостерігається ряд його різновидів [157].

Територія дослідних ділянок відділу культурної флори представлена сірими лісовими опідзоленими ґрунтами. Глибина орного шару – 15–20 см. Вміст гумусу в ґрунті – 3,26 %, рН – 6,7, вміст азоту – 98 мг/кг, фосфору – 373 мг/кг, калію – 66 мг/кг ґрунту.

Клімат Лісостепу України – помірно-континентальний. Тривалість вегетаційного періоду коливається в межах 200–300 діб. Середньодобова температура повітря за багаторічними даними близько +7,5 °С. Середньомісячна температура за вегетаційний період складає +15 °С, а найбільш теплого місяця (липня) – +19,3 °С. Середньорічна кількість опадів за багаторічний період становить 562 мм. Відносна вологість повітря в літні місяці знаходиться в межах 65–66 %.

Метеорологічні умови в цілому впродовж 2004–2018 рр. були сприятливими для росту та розвитку кореневої системи та формування надземної частини рослин. Моніторинг погоди проводили систематично впродовж року, кліматограми будувалися з використанням програми Microsoft

Excel 2016, а для кращої візуалізації поступового підвищення середньомісячних температур і зниження кількості опадів, як свідчення про аридизацію клімату, нами побудовано лінію тренду. Таким чином, ми неодноразово спостерігали тенденцію до нестачі вологи та підвищення температури повітря в першій половині вегетації, що впливало на схожість насіння рослин роду *Galega*. Варто зазначити, що погодні умови на процес росту та розвитку рослин другого та наступних років вегетації особливого впливу не мали.

Метеорологічні умови 2004 року були сприятливішими для проростання насіння та появи дружніх сходів. У 2005 повторна сівба насіння у відкритий ґрунт виявилася менш ефективною у порівнянні з 2004 роком, що пояснюється низькою вологістю ґрунту через недостатню кількість опадів. Усі досліджувані генотипи рослин видів роду *Galega* багатовікових культурфітоценозів (другого та наступних років життя) характеризувалися високою стійкістю до різких змін погодних умов. У зимовий період, коли середньодобова температура повітря упродовж декількох тижнів коливалася в межах +5 °С (наприклад січень 2005 року та лютий 2008 року), інтродуценти роду *Galega* розпочинали відростати, а при зниженні температури до від'ємних значень – підмерзали, але навесні – заново вступали у фазу відростання. Порівнюючи 2004–2008, 2018 роки, упродовж яких проводились польові дослідження, можна зазначити, що, не дивлячись на значний недобір атмосферних опадів, 2018 рік був відносно сприятливим для росту та розвитку рослин видів роду *Galega*. У 2004–2008 році погодно-кліматичні умови території дослідження були більш сприятливими та позитивно вплинули на сходи насіння, ріст та розвиток підземної та надземної частини рослин, проходження онтогенезу рослин та накопичення біологічно-активних сполук.

Річна кількість опадів в період проведення досліджень коливалась від 451 до 817 мм. Упродовж років дослідження сума опадів у період вегетації рослин (березень – листопад) становила у 2004 році 496 мм, у 2005 – 484 мм, у 2006 – 556 мм, у 2008 – 611 мм, у 2018 – 425 мм (рис. 3). Температурні

значення весняного періоду 2004 року знаходились в межах 3,9–13,2 °С, у 2005– від -1,6 до + 16,4 °С, у 2006 – нуль –14,4 °С, у 2007 – 6,3–18,4 °С, у 2008 – 4,6–10,7 °С, у 2018 – -1,9–18,8 °С.

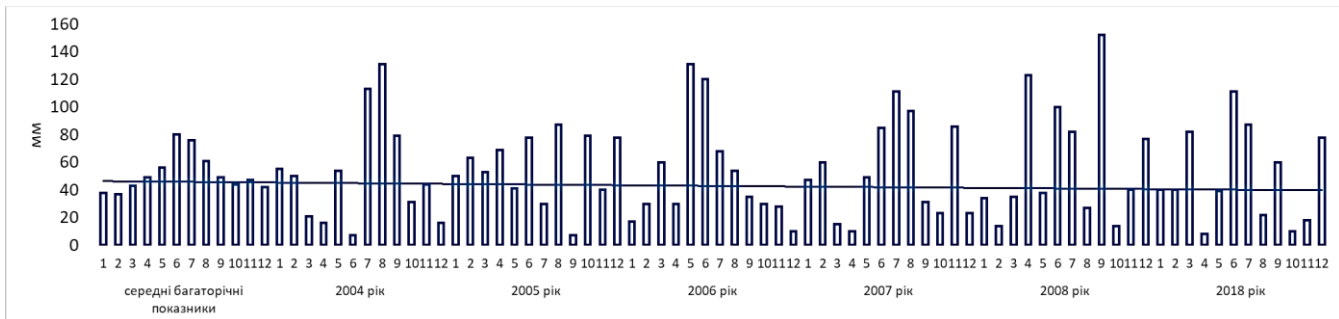


Рис. 3. Середньомісячна сума опадів (мм) упродовж 2004–2018 рр.  
(за даними Центральної геофізичної обсерваторії, м. Київ)

Літні місяці характеризувалися теплим і вологим періодом. Опади короточасні дуже часто супроводжувалися зливами, внаслідок чого мало зволожувався ґрунт. Додаткова волога поступала у вигляді роси. Найбільше таких днів припадала на другу половину літа та осінній період. Середньомісячна температура у 2004 – знаходилася у межах 17,7–20,1 °С; 2005 –17,3–21,4; 2006 – 18,4–20,9; 2007 – 20,4–21,5; 2008 – 18,8–21,6; 2018 – 20,6–22,5. Середньомісячна температура повітря у весняний період 2004–2008 рр. була від -1,6 до + 18,8 °С (рис. 4).

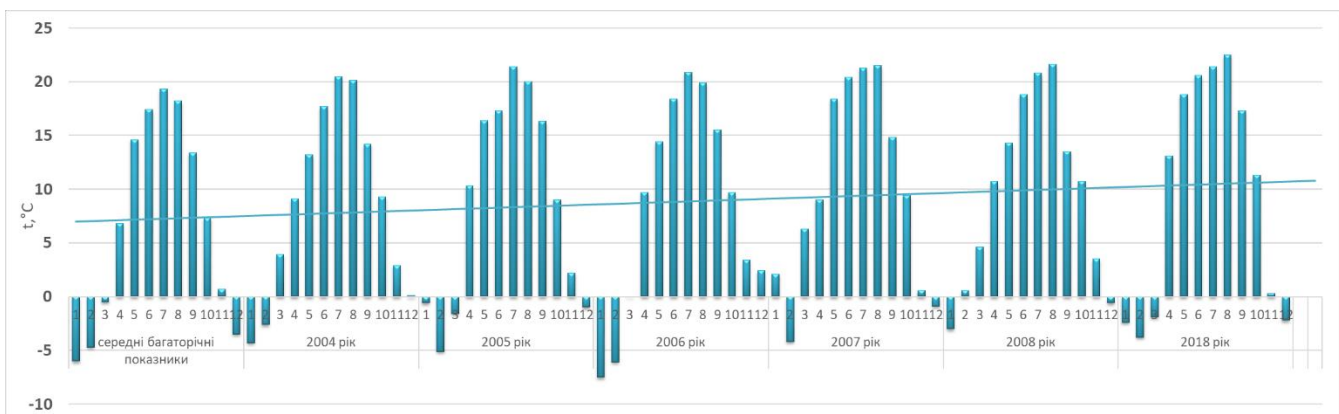


Рис. 4. Середньомісячна температура повітря (°С) упродовж 2004–2018 рр.  
(за даними Центральної геофізичної обсерваторії, м. Київ)

Осінній період характеризувався впливом повітря атлантичного походження. Спостерігалася хмарна погода, з затяжними дощами, туманами та мрякою вдень і вночі. Середньомісячна температура повітря в осінній

період у 2004 році знаходилася у межах 2,9– 14,2 °С, у 2005 – 2,2–16,3 °С, у 2006 – -3,4–15,5 °С, у 2007 – 0,6–14,8 °С, у 2008 –3,5–13,5 °С, у 2018 – 0,3–17,3°С.

## **2.2. Об'єкти та методи проведення польових та лабораторних досліджень**

Об'єкт дослідження – біологічні, екологічні, біохімічні особливості видів роду *Galega* L., онтоморфогенез, продуктивний потенціал в умовах культури.

Предмет дослідження – 2 види роду *Galega* L. (*G. officinalis* L., *G. orientalis* Lam.) та сорти Кавказький бранець, Салют, НБС-75, Рябчик (*G. orientalis*), Гарант, Фламінго (*G. officinalis*).

Методи дослідження – польові, біоморфологічні, інтродукційні, лабораторні, статистичні.

Латинські та українські назви рослин і основні таксони подані відповідно з рекомендаціями наведених у працях [83; 91]. Термінологія, що використана в роботі, застосована згідно з М. М. Барна (1997), С. М. Зиман та ін. (2004), І. М. Верхогляд (2010), Зиман та ін. (2012) [14; 37; 81; 82].

Польові досліді закладали відповідно до існуючих методик [117; 118].

За інтродукції рослин видів роду *Galega* використані теоретичні положення інтродукції рослин, які викладені в роботах Н. А. Базилевської, А. М. Гродзінського, П. Є. Булаха, М. А. Кохна, Ю. А. Утеуша, Д. Б. Рахметова [11; 26–28; 41; 50; 51; 96; 144; 146; 147; 167; 168].

Основний метод роботи – порівняльний морфологічний аналіз рослин, вирощених насінним та вегетаційним способом, а в межах вегетаційного періоду – за фазами розвитку (фенологічні фази) відповідно до загальноприйнятих методик [16; 73; 116; 243].

Упродовж розвитку рослин видів роду *Galega* в перший рік життя проводили їх морфологічні описи у наступних фазах: проростання насінин, появи сходів, у період появи першого і наступних листків, галуження, та по завершенню вегетації. У другий та наступні роки життя проводили

викопування рослин у фазах: відростання, стеблуння, бутонізації, квітування, дозрівання насіння та осінньої (постгенеративної) вегетації. При вивченні підземних органів рослин їх розвиток фіксувався згідно з фазами розвитку надземної частини рослин.

При викопуванні відбирались типові рослини, які відповідали даній фазі розвитку. Перед викопуванням фіксувалось розміщення сім'ядольного вузла головного пагона відносно поверхні ґрунту, після чого відмивали підземну частину рослини і описували зміни, які відбулися в системі головного і бічних коренів від часу попереднього викопування.

Вікові стани рослин видів роду *Galega* описували за методикою Т. О. Работнова [141].

Протягом вегетаційного періоду проводили морфологічний опис рослин [79; 80] та їх органів [8; 9; 62; 63; 169–172]. Опис життєвих форм здійснювали з використанням положень, викладених у роботах И. С. Серебрякова [153], М. Т. Мазуренко (1981) [109], Б. М. Миркина [120].

Облік продуктивності надземної маси визначали за методиками ВНДІ кормів [113; 114; 117; 118]. При вивченні насінної продуктивності використовували методики Т. О. Работнова [140] та І. В. Вайнагія [33; 34]. Реальну продуктивність насіння визначали при повному дозріванні. Зразки збирались при однаковій ступені зрілості. При визначенні однорідності насіння, його життєздатності та маси 1000 насінин використовували методичні вказівки з насінної продуктивності інтродуцентів (1980) та ДСТУ 4138-2002 [49; 61; 119]. Розрахунки проводили на один генеративний пагін.

Для дослідження особливостей розмноження використовували рекомендації, викладені в роботах Вайнагія (1962), Левіної (1981) [32; 104].

Біохімічні аналізи рослин досліджуваних видів проводили у фазах бутонізації, цвітіння та плодоношення у біохімічній лабораторії відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України згідно загальноприйнятих методик. Відбір і підготовку сировини до аналізів проводили за В. П. Крищенком [98] та Х. Н. Починком [139].

Визначення вмісту сухої речовини проводили згідно загальноприйнятої методики [66; 98; 112]. Висушували рослинну сировину в сушильній шафі за 105 °С до постійної маси. Для висушування використовували алюмінієві бюкси та зважували їх до та після процесу висушування. Загальний вміст цукрів проводили згідно методу Бертрана, використовуючи водні екстракти та реактиви Фелінга (I та II) [98]. Визначення загального вмісту аскорбінової кислоти здійснювали в кислотних витяжках рослин титруванням реактивом Тильманса [98]. Вміст  $\beta$ -каротину визначали спектрофотометрично у бензинових екстрактах за довжини хвилі 440 нм [135]. Вміст вільних органічних кислот або титровану кислотність визначали у водних екстрактах досліджуваних рослин титруванням натрій гідроксидом у присутності розчину фенолфталеїну. Також, у водних екстрактах досліджували вміст дубильних речовин в присутності розчину індигокарміну [98]. Загальний вміст ліпідів визначали з використанням апарату Сокслета у петролейному ефірі; вміст клітковини – промиванням кислотними та лужними розчинами до нейтральної реакції та зважуванням рослинних залишків; БЕР – згідно з [66]. Вміст золи та її компонентів (кальцію та фосфору) проводили шляхом спалювання сухої сировини у муфельній печі (СНОЛ 7,2-1100 Termolab) за 200–550 °С згідно методики [112]. Вміст протеїну визначали методом К'ельдаля, використовуючи мокре озолення. Отримані екстракти використовували для визначення азоту та протеїну [66; 139]. Енергетичну цінність сировини визначали на калориметрі ІКА С-200.

У листках досліджуваних рослин спектрофотометрично (Unico UV-2800) визначали вміст фотосинтетичних пігментів: хлорофілу *a*, хлорофілу *b* та каротиноїдів за довжини хвилі 662, 644 та 440 нм відповідно. Концентрацію пігментів обраховували за допомогою рівняння Ліхтенталера [125].

Антирадикальну активність рослин досліджували у метанольних, етанольних та водних екстрактах згідно з Brand-Williams et al. (1995) [210]. 1 г сухої подрібненої сировини екстрагували у 25 мл розчинника протягом 12 годин при постійному помішуванні. Отримані екстракти вимірювали на



спектрофотометрі Genesis 20 за довжини хвилі 515 нм. Для приготування розчину ДФПГ брали 0,025 г 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилу та розчиняли його у 100 мл метанолу. Отриманий розчин розчиняли (1:10) доти, поки оптична густина розчину становитиме 0,700–0,800. 100  $\mu$ л рослинного екстракту додавали до 3,9 мл розчину радикалу і вимірювали оптичну гуστину відразу та після 10 хв експозиції в темряві. Результати подано у процентах.

Рослинну сировину досліджували на вміст поліфенольних сполук, антиоксидантну та антимікробну активність у Словацькому аграрному університеті в Нітрі (Словаччина). У разі цього, 0,2 г сухої подрібненої сировини екстрагували у 20 мл 80 %-го етилового спирту протягом 12 годин при постійному помішування. Отримані екстракти використовували для визначення загального вмісту поліфенольних сполук, флавоноїдів, фенольних кислот, антиоксидантної активності методом ДФПГ та фосфомолібденовим способом.

Загальний вміст поліфенольних сполук визначали згідно процедури, описаної у V. L. Singleton and J. A. Rossi (1965) [277], загальний вміст флавоноїдів – згідно Z A. Shafii et al. (2017) [270], загальний вміст фенольних кислот – згідно Farmakopea Polska (1999) [223]. Антиоксидантну активність екстрактів визначали методом ДФПГ [269] та фосфомолібденовим методом [264].

Для визначення антимікробної активності використовували диско-дифузійний метод [288]. Етанольні екстракти (80 %-ні) досліджуваних видів роду *Galega* піддавали процедурі випарювання за зниженого тиску при 40 °C для видалення етанолу (Stuart RE300DB rotary evaporator, Bibby scientific limited, UK, vacuum pump KNF N838.1.2KT.45.18, KNF, Germany). Висушену та подрібнену рослинну сировину розчиняли у диметилсульфоксиді (ДМСО) (Penta, Czech Republic). Дев'ять мікробних штамів (Czech Collection of microorganisms) були протестовані в даному дослідженні, включаючи три грам-позитивні бактерії (*Bacillus cereus* ССМ 869, *Clostridium perfringens* ССМ 4435, *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ССМ 4223), три – грам-негативні

(*Haemophilus influenza* CCM 4456, *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* CCM 4415, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* CCM 7189) та три штами дріжджів (*Candida albicans* CCM 8215, *C. glabrata* CCM 8270, *C. tropicalis* CCM 8264). Штами мікробів вирощували на середовищі Мюллера-Хінтона (агар) в чашках Петрі за температури 37°C. 100  $\mu$ л мікробної суспензії вирощували в 10 мл свіжого середовища, поки кількість їх клітин не досягала  $10^5$  на 1 мл. Після цього 100  $\mu$ л мікробної суспензії вносили на агар у чашках Петрі. Екстракти тестували, використовуючи 6 мм стерильні паперові диски. Чашки Петрі тримали в термостаті за температури 37°C 24 години. На контрольні диски додавали ампіцилін (10  $\mu$ g/disc, Oxoid, UK) для грам-позитивних бактерій та дріжджів та гентаміцин (10  $\mu$ g/disc, Oxoid, UK) для грам-негативних бактерій (позитивний контроль). 1 % розчин ДМСО використовували як негативний контроль. Діаметр зони пригнічення вимірювали в міліметрах. Кожен аналіз проводили тричі.

Активність симбіотичної азотфіксації вимірювали ацетиленовим методом в лабораторії рослинно-мікробних взаємодій Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (Чернігів). З ґрунтово-рослинних монолітів, розміром 22x22x27 см обережно відділяли від ґрунту корені, відмивали та переносили їх у флакони, в які вводили ацетилен. Тривалість інкубації – 1 година. Кількість відновленого етилену визначали на газовому хроматографі Chrom – 4. Після цього корені виймали з флаконів та підраховували кількість бульбочок [38].

Анатомічні дослідження частин кореневої системи досліджували методом світлової мікроскопії. Для дослідження поперечних зрізів елементів кореневої системи на світловому мікроскопі матеріал фіксували у 70% етанолі. Ручні зрізи готувались безпечними лезами. Застосовували подвійне фарбування для виділення здерев'янілих та нездерев'янілих тканин. Зрізи фарбували послідовно в 1 %-му розчині сафраніну в спирті (етанол), після чого – в 0,5 %-му розчині Astra Blue у дистильованій воді. Диференціювання здійснювалось у 96 %-му етиловому спирті. Пофарбовані зрізи заключали в

гліцерин. Для дослідження підготовленого матеріалу використовували світловий мікроскоп Primo Star (Carl Zeiss, Jena, Німеччина), облаштований цифровою камерою Canon PowerShot G5. Дана методика подвійного фарбування доопрацьована та адаптована у лабораторії світлової та електронної мікроскопії відділу тропічних та субтропічних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України.

Статистичну обробку експериментальних даних виконано згідно методики Г. М. Зайцева (1973, 1983), Б. А. Доспехова (1986) з використанням програми Anova [60; 71; 72; 103]. Для аналізу результатів статистичних обрахунків використовували середні арифметичні ( $M$ ), похибки середньої арифметичної ( $m$ ), стандартне відхилення ( $\sigma$ ). Результати кореляційного аналізу подано як коефіцієнти Пірсона ( $r$ ). Виборка рослин, вегетативних, генеративних органів за біометричного вимірювання становила 25–50, за біохімічних досліджень кількість повторювань – 3. Отримані результати представлено в таблицях та рисунках.

Під час досліджень органів рослин використано цифровий мікроскоп SIGETA Expert 10-300x 5.0Mpx. Фотоілюстрації виконано цифровою фотокамерою Canon EOS 400D.

### РОЗДІЛ 3. ОНТОМОРФОГЕНЕЗ І СЕЗОННІ РИТМИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *GALEGA L.* В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ

Дослідження морфогенезу (формування) рослин виникає в зв'язку з особливостями їх будови. Формування пов'язане з процесами росту та розвитку, що характеризуються специфічними анатомо-морфологічними та фізіологічними змінами в процесі онтогенезу. У процесі формування важливу роль відіграють зовнішні фактори довкілля. Ріст рослин – це незворотній процес збільшення розмірів та біомаси, що є результатом взаємодії низки фізіолого-біохімічних процесів, тому найліпше характеризує фізіологічний стан рослин. Упродовж процесу розвитку відбуваються кількісні та якісні зміни, що включають процес росту, диференціації, формування тканин і органів, що взаємопов'язані та змінюються залежно від зовнішніх факторів [47].

#### 3.1. Особливості онтоморфогенезу рослин видів роду *Galega L.*

Найважливішими складовими інтродукційних спостережень є сезонний розвиток, онтоморфогенез та репродуктивна біологія. Онтогенетична складова досліджень онтоморфогенезу включає аналіз та оцінку співвідношення тривалості прегенеративного та генеративного періодів [35].

Латентний період. *Насіння (se)* досліджуваних інтродуцентів за формою характеризується широкою різноманітністю (гетерогенністю) не лише у різних видів, а й у межах виду. Насінина ниркоподібної форми, завдовжки 0,29–0,44 см, завширшки 0,22–0,24 см та діаметром 0,38–0,42 см, має тонкий ендосперм із зародком, який складається із сім'ядолей, гіпокотилія та корінця, вкрите щільною оболонкою свіжозібране насіння жовтувато-зелене або оливкове, а при довгому зберіганні набуває темно-коричневого забарвлення поверхня гладенька, матова. Насінний матеріал має 35–80 % твердого насіння, тому перед посівом потребує обов'язкової скарифікації. Плід багатонасінний біб, нижній ярус завдовжки 3,65–5,75 см, завширшки – 0,32–0,49 см, середній

ярус завдовжки 2,9–4,68 см, завширшки – 0,17–0,27 см, верхній ярус завдовжки 2,20–3,70 см, завширшки – 0,14–0,24 см, формується і дозріває в двостулкових одногніздних бобах на ніжці, які розкриваються двома стулками вертикально. Боби у козлятника східного лінійні, слабо-зігнуті загострені з одного боку шаблеподібною форми, а у лікарського – спрямовані кінчиком вгору або горизонтально з перетяжками. Кількість насінин у бобі – 3–8 штук, завдовжки від 0,3–0,5 см, завширшки – від 0,15–0,20 см.

Прегенеративний період. *Проростки (р)*. Проростання надземне (епігеальне), гіпокотиль виносить сім'ядольні листки на поверхню ґрунту. Гіпокотиль – це ділянка стебла проростків між сім'ядольними листками і кореневою шийкою рослини. Проростки являють собою одностеблові рослини з сім'ядолями листками складені уздовж середньої жилки, світло-зелені, овальної форми, м'ясисті, гладенькі завдовжки 0,8–1,1 см, завширшки – 0,3–0,6 см. Гіпокотиль тонкий зеленуватий, завдовжки 1,0–1,7 см (рис. 5, 6).



Рис. 5. Проростки рослин видів роду *Galega* L. за інтродукції в Лісостепі України

*Ювенільні рослини (j)*. Рослини в цей період характеризуються ще не сформованими типовими ознаками, які властиві для дорослих особин цих видів. Спостерігається подальший розвиток рослин, інтенсивне наростання кореневої системи, галуження головного кореня, утворення бульбочок з бактеріями. Гіпокотиль наполовину втягується в ґрунт.



Рис. 6. Масові сходи насіння рослин видів роду *Galega* L. за умов інтродукції в Лісостепі України

З верхівкової бруньки розвивається епикотиль і перший нетиповий простий листок. Перший справжній листочок у козлятника лікарського з'являється через 3–5 діб після сходів. Він не типовий для цього виду – листовка пластинка заокруглена, цілокрайя, завдовжки 2,0–2,2 см, завширшки 1,1–1,2 см, черешок 1,9–2,0 см завдовжки. Перший справжній листок у козлятника східного округлий, цільнокрайній, завдовжки 1,2–1,5 см, завширшки 1,0–1,4 см, черешок 1,2–1,5 см завдовжки. Другий листок у козлятника лікарського з'являється через сім- вісім діб і складається із двох листочків завдовжки 1,9–2,1 см, завширшки 0,8-1,0 см. Через 18 діб після сходів з'являється третій справжній листок. Він складний, має три листочки завдовжки 2,4–2,7 см, завширшки – 1,3–1,4 см, черешок 2,2 см завдовжки. В цей період інтенсивно розвивається коренева система, довжина головного кореня сягає до 20 см, починають формуватися бульбочки із азотфіксуючими бактеріями. Другий листок у козлятника східного двійчасто- або трійчастоскладний. Долі трійчастоскладного листка овальні, майже рівні між собою, довжина їх 1,2–1,4 см, ширина – 0,8–0,9 см. Третій і четвертий листки за своєю будовою не відрізняються від двох попередніх, але мають більші розміри. До того часу, коли формується четвертий справжній листок, сім'ядольні листки відмирають і опадають, а на їхньому місці формуються бруньки відновлення.

*Іматурні рослини (im).* *G. officinalis* формує наступний листок, що є складним, і має п'ять листочків завдовжки від 3,0–3,3 см, завширшки – 1,8–2,0 см. Ця фаза характеризується відмиранням першого справжнього листка. Від ювенільних особин іматурні рослини відрізняються початком галуження додаткових пагонів. Спостерігається чітка поява бруньок поновлення навколо кореневої шийки. Коренева система характеризується інтенсивним розвитком. Відбувається галуження головного кореня. *G. orientalis* формуються наступні листки, які складаються із двох, трьох, п'яти листочків, цей період характеризується інтенсивним ростом бічних пагонів першого та другого порядків і кореневої системи.

*Віргінільні рослини (v).* У *G. officinalis* розвивається наступний справжній листок типовий для цього виду, непарноперистоскладний і має сім листочків. Ця фаза супроводжується відмиранням другого справжнього листка, після розкриття наступних листків рослина вступає в період інтенсивного росту. У цій фазі розпочинається галуження і активний ріст бічних пагонів із пазух п'ятого та сьомого листків. Рослина сягає висоти 25–31 см, відбувається наростання бічних корінців. У цей період збільшується кількість бульбочок до 75 шт. Цей період для виду *G. orientalis* характеризується утворенням та розвитком плагіотропних пагонів, на яких закладаються під зиму бруньки відновлення. Рослини набувають форми багатостеблевого куща заввишки від 35–40 см. Листки на пагонах в основному перисті, складаються з п'яти-семи листочків. Цей період характерний для рослини тим, що формуються зимуючі бруньки і кореневі паростки, яким для цього потрібно 110–125 діб активного росту. На цьому етапі (першого року життя) рослини входять під зиму.

*Генеративний період.* Рослини *G. officinalis* у цей період сягають висоти 60–85 см [192]. На вегетативних та генеративних пагонах формуються непарноперистоскладні листки з 7–9 листочками завдовжки 20–23 см, завширшки – 8–9 см, черешок завдовжки 5–6 см. Головний корінь 40 см завдовжки, з великою кількістю бокових корінців. У цей період 60–80 %

рослин вступають у фазу квітування і формують повноцінне життєздатне насіння. *G. orientalis* на другому році свого життя починає відростати навесні, коли ґрунт прогріється до глибини залягання бруньок 3–5 см за 3–5°C залежно від року. Це відбувається в третій декаді березня або в першій декаді квітня. Рослини формують потужні самостійні кущі і власну кореневу систему та в кінці першої декади травня спостерігається формування бутонів. Від відростання до початку бутонізації проходить 30–37 діб.

*Молоді генеративні рослини ( $g_1$ )* мають більші розміри габітусу та кореневу систему порівняно з віргінільними особинами. Їх габітус у середньому втричі більший, ніж у віргінільних рослин. Рослини формують більшу кількість листків. Молоді генеративні рослини за розміром та кількістю суцвіть і квіток характеризуються високими показниками.

*Середньовікові генеративні рослини ( $g_2$ )*. Зазвичай у них розвивається більше генеративних та вегетативних пагонів, що якісно та кількісно відрізняє їх від молодих генеративних рослин. Вони мають досить потужно розвинену надземну та підземну частину. На цьому етапі пагони перевищують молоді генеративні рослини. Збільшується кількість листків та суцвіть на рослині, а також пагонів збагачення.

*Старі генеративні рослини ( $g_3$ )*. Відрізняються від середньовікових зменшенням генеративних пагонів, кореневище помітно втрачає свою продуктивну відновлювальну здатність бруньок поновлення. Спостерігається збільшення вегетативно-генеративних пагонів, які характеризуються меншими розмірами стебел та листків. Кількість квіток у суцвітті рослини в цей період є найменшою.

Сенільний період. *Субсенільні рослини ( $ss$ )* за більшістю морфометричних показників подібні до віргінільних особин, однак у них наявні порожнини у нижній частині кореневища, які виникли внаслідок його руйнування (деструкції), чого не спостерігається у віргінільних особин, кореневище яких характеризується щільною структурою. У кореневищних



рослин утворюються клони, які виникли внаслідок руйнації підземних плагіотропних пагонів.

*Сенільні рослини (se).* Цей віковий стан характеризується повним руйнуванням кореневища, відбувається відмирання надземної частини, кореневище припиняє свій ріст.

З'ясовано, що інтродуковані рослини видів роду *Galega* в умовах культури у Лісостепі проходять чотири вікові періоди та 10 онтогенетичних станів, серед яких насіння, проростки, ювенільний, іматурний, віргінільний, генеративний, субсенільний тощо (рис. 7).

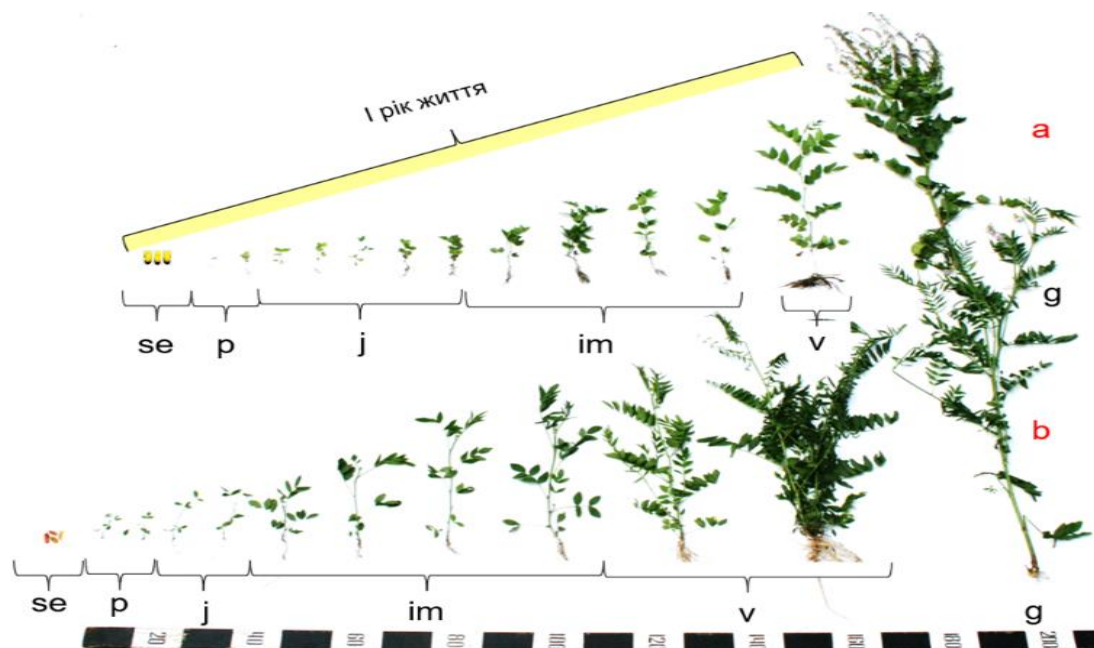


Рис. 7. Онтоморфогенетичний розвиток рослин видів роду *Galega* L.: а) *G. orientalis* Lam.; б) *G. officinalis* L.; *p* – проросток, *j* – ювенільна рослина, *i* – іматурна рослина, *v* – віргінільна рослина, *g* – генеративна рослина.

### 3.2. Сезонні ритми росту та розвитку рослин видів роду *Galega* L.

Одними із ключових природних чинників, які призводять до успішного інтродукційного процесу рослин, є їх здатність до ритмів життєдіяльності, які відображають взаємодію генотипу рослин з навколишнім природним середовищем. Особливістю їхнього росту в районах інтродукції визначають успішність настання та проходження фенологічних фаз росту та розвитку.

Змінюючи рослинну динаміку метаболізму та морфогенезу у різних кліматичних зонах, інтродуценти можуть ефективно використовувати сприятливий період вегетації та виживати в умовах спекотного літа або суворої зими. Аборигенні рослини мають більший потенціал життєздатності порівняно з інтродукованими. Рослини, які потрапляють у нові для них кліматичні умови потребують вивчення їх реакції на різні чинники навколишнього середовища та оцінки їхнього стану у нових екологічних умовах існування. Цикл сезонного розвитку рослин відображає їх еволюцію, екологічні, ґрунтові, біолого-хімічні властивості тощо. Вивчення сезонних ритмів росту та розвитку здійснюється упродовж багаторічних фенологічних спостережень, результати яких дають змогу визначити успішність інтродукції виду, його адаптацію до нових природно-кліматичних умов зростання. На основі багаторічних фенологічних спостережень за комплексом різних господарсько-цінних ознак розробляються рекомендації щодо їх розмноження та вирощування. Одними з найважливіших ознак при вирощуванні рослин є їх морозо-, зимостійкість та посухостійкість. Такі ознаки дають можливість визначити здатність до виживання виду та утворення повноцінного насіння в тих чи інших умовах. На сезонний ритм розвитку рослин впливає комплекс метеорологічних факторів, одним із яких є температура і опади.

Навесні, коли ґрунт прогрівається на глибині залягання бруньок поновлення до температури  $+3-5^{\circ}\text{C}$  розпочинається відростання рослин. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду першого року життя рослин в умовах Лісостепу України триває 240–245 діб, а в наступні роки – від відростання до утворення насіння усі фази розвитку тривають 70–80 діб. Надалі, після збирання насіння, відбувається відростання осінньої розетки листків, що триває аж до настання понижених температур. Від сівби рослин видів роду *Galega* до появи сходів проходить 18 (*G. officinalis*) та 24 (*G. orientalis*) діб. Фаза стеблування для рослин видів *G. officinalis* та *G. orientalis* триває 42,5 та 13,5 діб, період бутонізації – 15 та 10 діб, квітнування – 30 та 27,5 діб, плодоношення – 35 та 32,5 діб відповідно.

Рослини *G. orientalis* в перший рік життя не вступають в генеративний період, на відміну від *G. officinalis*, який в перший рік життя формує суцвіття, плоди з насінням.

Тривалість фаз розвитку залежала від погодних умов. Затримка проростання до 14–23 діб спостерігалась при низькій вологості ґрунту. Зниження температури також спричиняло сповільнення розвитку рослин. Починаючи із наступних років життя, відростання рослин в середньому розпочинається із 20 березня і до 5 квітня. Фаза бутонізації починалась на 40–47 добу після початку вегетації. Фаза квітування наставала через 11–23 діб, а плодоношення – через 32–35 діб після квітування [193]. В цілому середня тривалість основних фаз розвитку тривала для *G. officinalis* 163,2 доби, для *G. orientalis* – 123,6 діб (рис. 8).

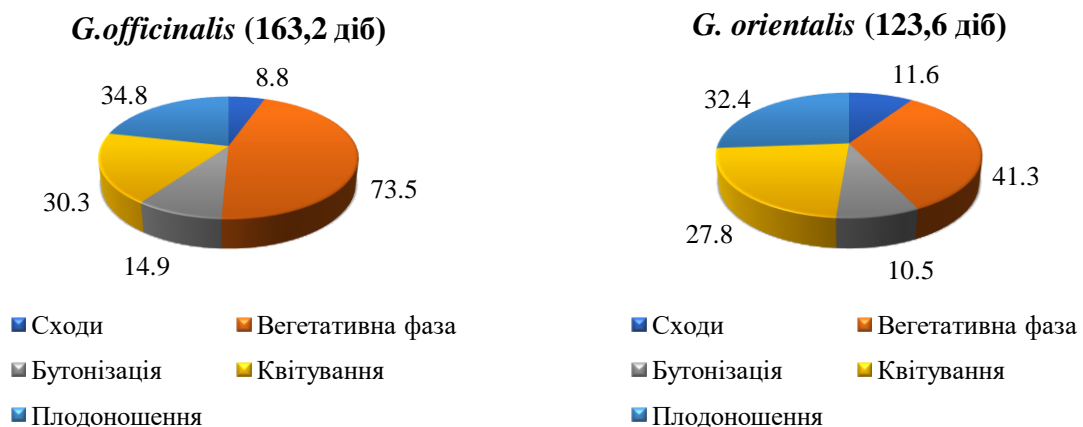


Рис. 8. Середня тривалість основних фаз росту та розвитку рослин видів роду *Galega* L. (діб), 2004–2008 рр.

Тривалість основних фаз росту та розвитку досліджуваних інтродуцентів залежить від погодних умов і завершується до настання морозів і появи снігового покриву. Спостерігаючи за рослинами упродовж багатьох років, було виявлено, що в окремі роки, в зимові місяці, коли температура підіймалася вище 0 °С, зафіксовано відростання рослин козлятника лікарського. В середньому відростання розпочиналось у квітні, а закінчення вегетації спостерігалось в кінці листопаду (рис. 9).

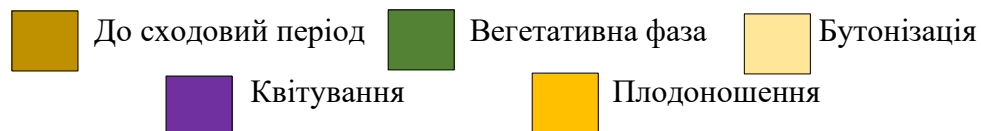
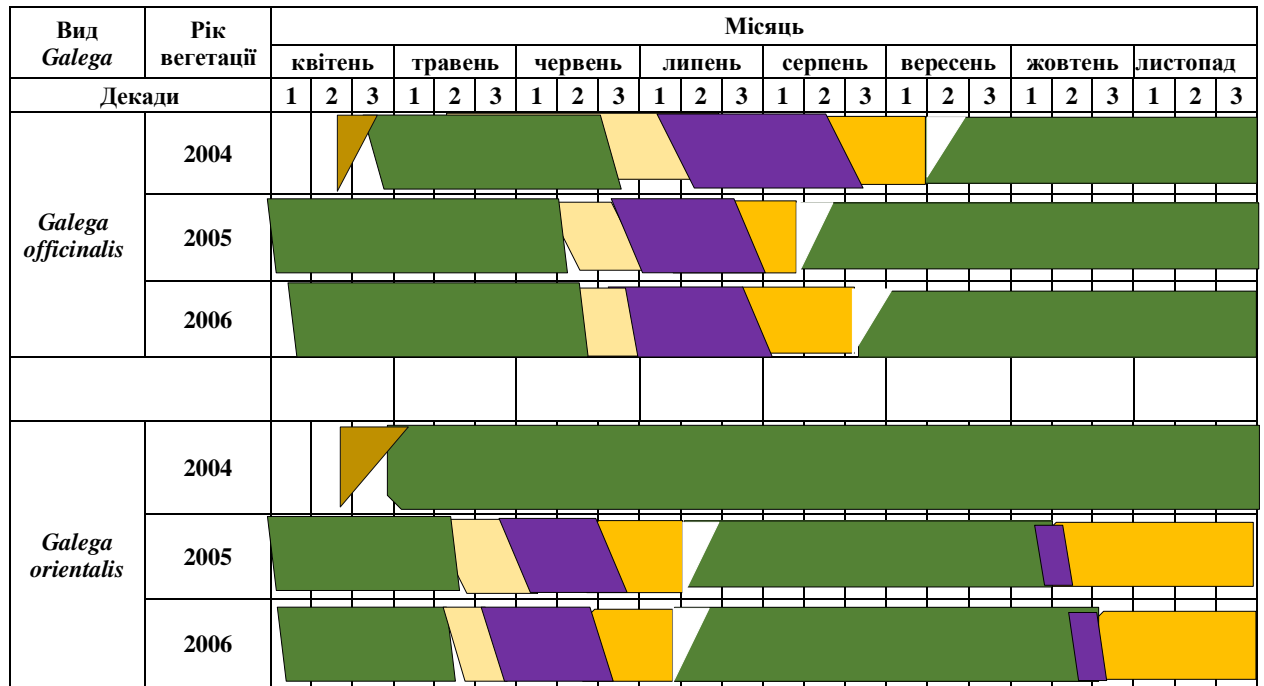


Рис. 9. Фенологічний спектр сезонного росту та розвитку рослин видів роду *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка, 2004–2006 рр.

Отже, багаторічні фенологічні спостереження щодо встановлення сезонних ритмів росту та розвитку представників рослин видів роду *Galega* дозволили виявити, що природно-кліматичні умови Лісостепу України є сприятливими для інтродукції та вирощування перспективної господарсько-цінної культури [181; 189; 190; 194].

### 3.3. Особливості росту та розвитку рослин роду *Galega* L. в перший рік життя

Серед завдань даної роботи було, зокрема, встановлення особливостей життєвого циклу рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* та проведення досліджень щодо встановлення морфометричних показників рослин за різних фаз розвитку.

Перший рік життя у двох досліджуваних видів рослин вирізнявся: рослини *G. officinalis* упродовж першого року життя формують вегетативно-генеративні пагони, а рослини *G. orientalis* – лише вегетативні. Особливістю

розвитку рослин *G. orientalis* упродовж першого року життя є формування потужної кореневої системи. Для обох видів характерним є формування в кінці вегетації генеративних бруньок поновлення.

Одним з найважливіших завдань при дослідженні розвитку рослин є встановлення особливостей проростання насіння, що також важливо для оцінки посівних якостей та встановлення продуктивного потенціалу. Нами проведено дослідження на предмет лабораторної та польової схожості насіння.

Багаторічні дослідження показали, що протягом 2000–2015 рр. схожість скарифікованого насіння в лабораторних умовах становила 67,70–98,46 % для *G. orientalis* та 71,48–99,85 % для *G. officinalis* (табл. 3). Схожість нескаріфікованого насіння для *G. orientalis* та *G. officinalis* становила 21,79–58,30 % та 25,90–73,20 % відповідно.

Таблиця 3

Лабораторна схожість скарифікованого та нескаріфікованого насіння рослин видів роду *Galega* L. (%), 2000–2015 рр.

Вид	Скарифіковане насіння		Нескарифіковане насіння	
	M±m	V, %	M±m	V, %
<b>2000 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	70,21±0,05	0,24	31,24±0,25	3,72
<i>G. officinalis</i>	71,48±0,35	1,53	25,90±0,88	3,38
<b>2001 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	86,15±0,58	1,13	21,79±0,42	6,16
<i>G. officinalis</i>	91,20±0,33	2,12	38,90±0,19	1,58
<b>2002 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	67,70±0,21	1,00	39,07±0,13	1,08
<i>G. officinalis</i>	84,60±0,16	0,61	43,45±0,14	1,01
<b>2003 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	73,28±0,06	0,24	40,57±0,26	2,05
<i>G. officinalis</i>	87,04±0,21	0,77	43,18±0,17	1,24
<b>2004 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	76,39±0,10	0,40	57,10±0,20	1,11
<i>G. officinalis</i>	79,00±0,26	1,03	60,25±0,13	0,71
<b>2005 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	83,45±0,08	0,30	57,50±0,17	0,92
<i>G. officinalis</i>	97,10±0,28	0,90	62,12±0,22	1,11
<b>2006 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	96,40±0,69	0,34	57,40±0,39	0,12
<i>G. officinalis</i>	97,35±0,10	1,25	59,97±0,18	0,94
<b>2007 рік</b>				
<i>G. orientalis</i>	97,42±0,12	0,39	44,80±0,42	2,94
<i>G. officinalis</i>	99,23±0,02	0,68	62,62±0,41	2,09

## Продовження таблиці 3

2008 рік				
<i>G. orientalis</i>	98,34±0,09	0,28	48,98±0,14	0,90
<i>G. officinalis</i>	99,85±0,10	0,31	65,11±0,27	1,30
2009 рік				
<i>G. orientalis</i>	97,22±0,06	0,20	54,91±0,17	0,97
<i>G. officinalis</i>	98,16±0,17	0,53	66,67±0,48	2,29
2010 рік				
<i>G. orientalis</i>	95,40±0,12	0,28	58,30±0,12	0,63
<i>G. officinalis</i>	98,28±0,09	0,41	69,59±0,22	1,00
2011 рік				
<i>G. orientalis</i>	95,29±0,09	0,30	56,25±0,13	0,76
<i>G. officinalis</i>	98,32±0,54	1,74	66,70±0,58	2,74
2012 рік				
<i>G. orientalis</i>	94,28±0,11	0,26	51,58±0,27	1,67
<i>G. officinalis</i>	99,17±0,09	0,38	69,00±0,26	1,18
2013 рік				
<i>G. orientalis</i>	97,26±0,08	0,26	54,20±0,36	2,09
<i>G. officinalis</i>	98,84±0,22	0,71	70,90±0,28	1,23
2014 рік				
<i>G. orientalis</i>	98,46±0,09	0,28	55,19±0,24	0,24
<i>G. officinalis</i>	98,70±0,15	0,49	72,10±0,23	1,02
2015 рік				
<i>G. orientalis</i>	97,46±0,08	0,27	56,20±0,33	1,84
<i>G. officinalis</i>	99,08±0,19	0,60	73,20±0,33	1,41

Поряд з дослідженням лабораторної схожості нами проведено досліди з польової схожості. За весняної сівби (III декада квітня) польова схожість насіння без скарифікації становила 34,80–37,09 % для *G. orientalis* та 51,80–70,30 % для *G. officinalis*, а із застосуванням скарифікації схожість становила 62,20–67,90 % та 85,10–91,20 % відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

Польова схожість насіння рослин видів роду *Galega* L. за весняної сівби за умов проведення скарифікації (%), 2004–2006 рр.

Вид <i>Galega</i>	Без скарифікації		За скарифікації	
	M±m	V, %	M±m	V, %
2004 рік				
<i>G. orientalis</i>	35,50±0,58	5,19	64,70±0,72	3,50
<i>G. officinalis</i>	51,80±0,33	1,99	85,10±0,50	1,87
2005 рік				
<i>G. orientalis</i>	37,09±0,23	2,00	67,90±0,28	1,29
<i>G. officinalis</i>	73,10±0,23	1,01	90,30±0,30	1,05
2006 рік				
<i>G. orientalis</i>	34,80±0,25	2,27	62,20±0,25	1,27
<i>G. officinalis</i>	70,30±0,34	1,51	91,20±0,36	1,24

## Продовження таблиці 4

Середнє за три роки				
<i>G. orientalis</i>	35,80±0,38	3,36	64,93±0,45	2,17
<i>G. officinalis</i>	65,07±0,29	1,55	80,86±0,40	1,44

Також у польових умовах за літньої сівби (друга декада липня) схожість скарифікованого насіння для *G. orientalis* та *G. officinalis* становила в середньому 30,63 та 47,23 % відповідно та за сівби під зиму (перша декада листопада) – 76,07 та 86,46 % відповідно (табл. 5).

Таблиця 5

Польова схожість насіння рослин видів роду *Galega* L. залежно від строку сівби, за умови скарифікації (%), 2012–2014 рр.

Вид <i>Galega</i>	Літня сівба (II декада липня)		Сівба під зиму (I декада листопада)	
	M±m	V, %	M±m	V, %
	2012 рік		2012 рік	
<i>G. orientalis</i>	29,10±0,28	3,01	75,90±0,23	1,15
<i>G. officinalis</i>	43,90±0,27	1,99	84,20±0,25	1,09
	2013 рік		2013 рік	
<i>G. orientalis</i>	31,90±0,28	2,74	78,11±0,21	0,94
<i>G. officinalis</i>	49,20±0,76	4,87	86,30±0,26	0,98
	2014 рік		2014 рік	
<i>G. orientalis</i>	30,90±0,28	2,73	74,21±0,23	1,18
<i>G. officinalis</i>	48,60±0,31	1,93	88,90±0,28	0,98
	Середнє за три роки			
<i>G. orientalis</i>	30,63±1,28	2,83	76,07±0,22	1,09
<i>G. officinalis</i>	47,23±0,97	2,94	86,46±0,26	1,01

Без скарифікації насіння за літньої сівби (друга декада липня) схожість насіння для *G. orientalis* та *G. officinalis* становила в середньому 21,00 та 32,63% відповідно та сівби під зиму (перша декада листопада) – 46,81 та 57,71% відповідно (табл. 6). Дані дослідження показали, що польова схожість нескаріфікованого насіння рослин *G. orientalis* та *G. officinalis* зменшується порівняно зі скарифікованим на 9,63 та 14,60 % за літньої сівби та 29,26 та 28,75 % – за зимньої відповідно.

Таблиця 6

Польова схожість насіння рослин видів роду *Galega* L. залежно від строку сівби, нескарифікованим насінням (%), 2012–2014 рр.

Вид	Літня сівба (II декада липня)		Сівба під зиму (I декада листопада)	
	M±m	V, %	M±m	V, %
2012 рік				
<i>G. orientalis</i>	18,50±0,27	4,59	47,80±0,79	2,56
<i>G. officinalis</i>	32,20±0,33	3,21	56,20±0,33	1,84
2013 рік				
<i>G. orientalis</i>	23,30±0,40	5,37	49,83±0,85	5,08
<i>G. officinalis</i>	34,90±0,31	2,85	59,41±0,31	1,63
2014 рік				
<i>G. orientalis</i>	21,20±0,36	5,36	42,81±0,51	3,78
<i>G. officinalis</i>	30,80±0,25	2,56	57,53±0,72	4,02
<b>Середнє за три роки</b>				
<i>G. orientalis</i>	21,00±0,34	5,10	46,81±0,71	3,80
<i>G. officinalis</i>	32,63±0,29	2,87	57,71±0,45	2,49

За деякими даними, передпосівна обробка насіння *G. orientalis* азотфіксуючими мікробними штамами дає можливість розробити екологічно безпечні технології вирощування цієї багаторічної бобової культури [122].

Досліджуючи особливості росту та розвитку видів роду *Galega* у перший рік життя, нами реєструвалися морфометричні показники сім'ядолей та першого справжнього листка. За довжиною, шириною сім'ядольного листка, довжиною та шириною справжнього листка вирізнялися рослини *G. officinalis*.

Дослідження сім'ядольних листків показало, що їх довжина та ширина у *G. orientalis* – 1,61–1,68 та 0,47–0,60 см і для *G. officinalis* – 1,70–1,85 та 0,56–0,79 см (табл. 7). Перші справжні листки *G. orientalis* становили завдовжки 1,55–1,69 см та завширшки – 1,51–1,61 см. Листки *G. officinalis* завдовжки становили 2,32–2,49 та завширшки – 1,76–1,87 см. Найкращі показники отримані у 2005 році.

Таблиця 7

Біометричні показники сім'ядолей та першого справжнього листка рослин видів роду *Galega* L., 2004–2006 рр.

Вид <i>Galega</i>	Довжина сім'ядольного листка	Ширина сім'ядольного листка	Довжина справжнього листка	Ширина справжнього листка
2004				
<i>G. orientalis</i>	1,65±0,03	0,47±0,02	1,55±0,02	1,51±0,01
<i>G. officinalis</i>	1,70±0,03	0,56±0,02	2,32±0,02	1,76±0,02
2005				
<i>G. orientalis</i>	1,79±0,03	0,60±0,03	1,69±0,02	1,61±0,01
<i>G. officinalis</i>	1,85±0,02	0,79±0,03	2,49±0,02	1,87±0,03
2006				



## Продовження таблиці 7

<i>G. orientalis</i>	1,61±0,02	0,51±0,03	1,59±0,01	1,57±0,03
<i>G. officinalis</i>	1,71±0,03	0,59±0,03	2,40±0,02	1,79±0,02
<b>Середнє за три роки</b>				
<i>G. orientalis</i>	1,68±0,07	0,52±0,04	1,61±0,05	1,56±0,05
<i>G. officinalis</i>	1,75±0,03	0,64±0,03	2,40±0,02	1,81±0,07

Види роду *Galega* – це багаторічні трав'яні рослини, які мають полікарпічний цикл розвитку. Насіння перед посівом обов'язково потребує скарифікації для рівномірних і дружніх сходів. Через 7–12 днів на поверхні ґрунту з'являються сім'ядолі. До виходу на поверхню ґрунту сім'ядолі світло-зелені, а після їх появи стають овальними, м'ясистими і набувають темно-зеленого кольору. Вони відіграють роль першого асимілюючого органу протягом наступних 12–17 днів. Гіпокотиль в цей період тонкий, зеленкуватий, сягає довжини близько 1 см. Триває подальший розвиток кореневої системи, галуження головного кореня, поява бульбочкових бактерій. Гіпокотиль втягується в ґрунт, з верхівкової бруньки розвивається перший та другий нетиповий простий листок. Перший справжній листок округлий цілюнокрайній, другий двійчасто-трійчастоскладний овальний, листки майже рівні між собою. Третій і четвертий листки за формою не відрізняються за попередні, але вони більші за розмірами. У цей період відмирають сім'ядольні листки, а на їхньому місці формуються бруньки поновлення.

Формування п'ятого листка характеризується інтенсивним наростанням бокових пагонів першого і другого порядків та відмиранням першого справжнього листка. Рослини *G. orientalis* в цій фазі становлять заввишки 26,3 см, а *G. officinalis* – 28,6 см. Завдовжки листки *G. orientalis* становили 3,73 см, завширшки – 1,79 см, довжина кореня – 24,2 см. У рослин *G. officinalis* довжина листка становила 2,4 см, ширина – 1,5 см, кореня – 16,6 см. (рис. 10)

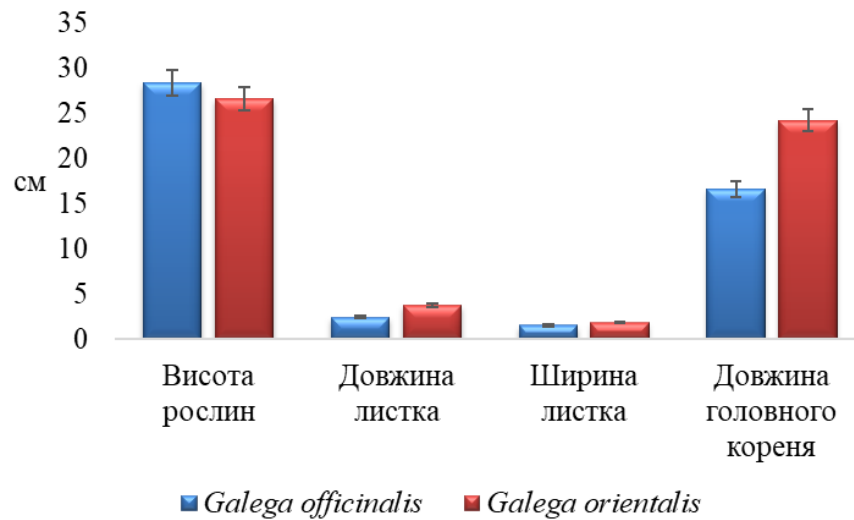


Рис. 10. Морфометричні показники рослин першого року життя, 2004–2006 рр. (період 5-ти справжніх листків)

Наступні листки *G. officinalis* є непарноперистоскладними і складаються із семи листочків. Після появи 7–8 листків рослина вступає в період інтенсивного росту. Для рослин обох видів розпочинається галуження і активний ріст бічних пагонів із пазух п'ятого-сьомого листків, відбувається наростання бічних коренів, збільшується кількість бульбочок, але рослини *G. officinalis* на відміну від *G. orientalis* формують на 3–4 листка менше та вирізняються за кількістю листочків. У рослин *G. officinalis* листки упродовж першого року життя утворюються у кількості 7–11 шт., а у *G. orientalis* – 3–5 шт. [142; 182; 189].

У фазу бутонізації першого року життя рослини *G. officinalis* досягали у висоту 51,1 см, розміри листків збільшувались порівняно з попередньою фазою і становили завдовжки 11,6 см, а завширшки – 6,53 см (рис. 11).

Довжина суцвіття становила 11,4 см, ширина – 1,78 см, а довжина головного кореня – 30,3 см. Тривалість цієї фази 6–12 днів, з нижньої частини суцвіття починають розкриватись перші квітки. Фаза квітування характеризується збільшенням надземної маси та ефективним використанням вологи у цей період для отримання повноцінного насіння.

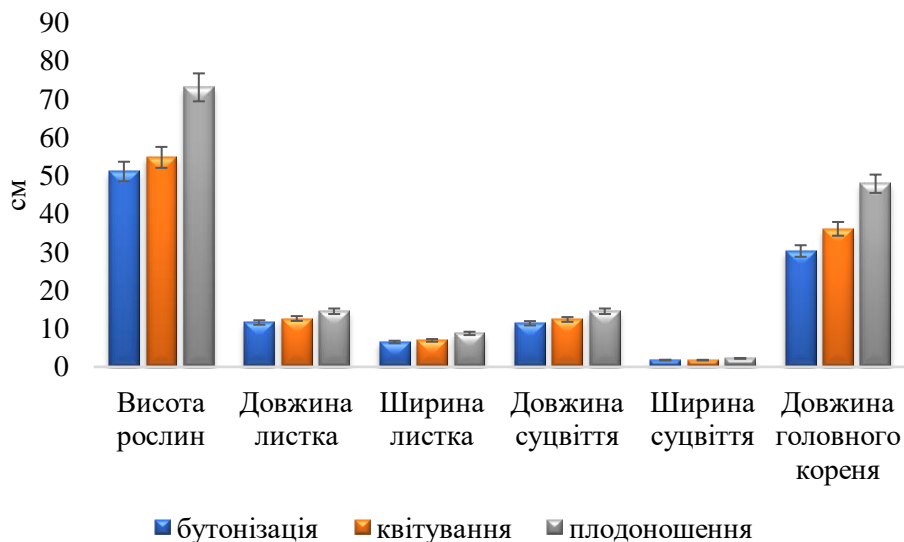


Рис. 11. Біометричні показники рослин виду роду *Galega officinalis* L. в перший рік життя залежно від фази розвитку, 2004–2006 рр.

У період плодоношення висота рослин *G. officinalis* становить 73,11 см, довжина листка – 14,54 см, ширина листка – 8,75 см, довжина суцвіття – 14,54 см, ширина суцвіття – 2,21 см. Протягом фаз бутонізації-плодоношення довжина головного кореня збільшувалась від 30,3 до 47,9 см.

В період плодоношення першого року життя найбільш варіабельними ознаками для *G. officinalis* були кількість бобів на одному суцвітті, кількість насінин в одному бобі, довжина міжвузля та основного суцвіття (табл. 8). Кількість міжвузлів у даних рослин варіювала найменше.

Таблиця 8

Морфометричні показники рослин видів *Galega officinalis* L. у фазу плодоношення першого року вегетації, 2011–2013 рр.

Показник	M±m	V, %
Кількість міжвузлів, шт.	9,70±0,15	4,98
Довжина міжвузля, см	4,20±0,35	26,44
Довжина листка, см	14,94±0,50	10,62
Ширина листка, см	8,75±0,14	5,09
Довжина боба, см	5,36±0,10	6,11
Ширина боба, шт.	0,26±0,02	19,86
Товщина боба, см	0,41±0,03	21,36
Довжина основного суцвіття, см	16,93±1,40	26,15
Кількість бобів на основному суцвітті, шт.	21,10±4,20	62,97
Кількість насінин в одному бобі, шт.	4,50±0,43	30,09

Отже, в перший рік життя рослини *G. officinalis* формують генеративні пагони та стрижневу кореневу систему. Характеризуючи кореневу систему рослин даного виду, слід зазначити, що довжина бічних коренів у середньому становила 17,9 см, а їх кількість – 28,6 шт. (Додаток В).

Як видно з рис. 12, рослини *G. orientalis* в кінці першого року життя були заввишки 58,4 см, довжина та ширина листка становила 6,8 см та 3,3 см відповідно, довжина головного кореня складала 57,3 см завдовжки (рис. 12).

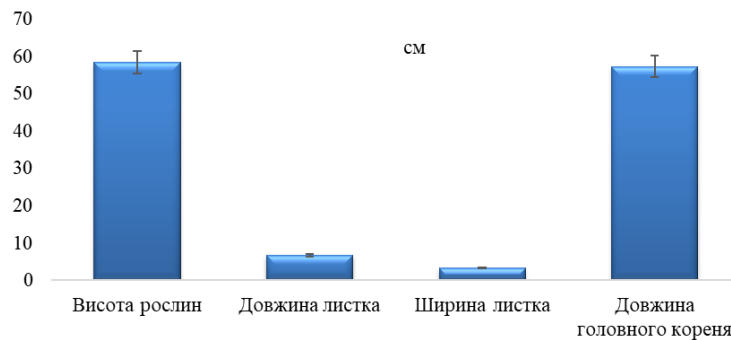


Рис. 12. Особливості формування рослин виду *Galega orientalis* Lam. першого року життя в кінці вегетації, 2004–2006 рр.

В цілому, в перший рік життя рослини двох видів роду *Galega* відрізнялись за особливостями росту та розвитку. Рослини обох видів упродовж першого року життя є стрижневокореневими. Рослини *G. officinalis* в перший рік життя формують надземну частину, що після проростання насіння проходять фази відростання, стеблуння, бутонізації, квітнування та плодоношення і утворюють повноцінне насіння. А рослини *G. orientalis* перший рік вегетації завершують у стані віргінільних рослин. У кінці вегетації на базальній частині кореня закладаються бруньки поновлення, які почнуть свій розвиток наступного вегетаційного періоду. За настання приморозків рослини здатні заглиблюватися в ґрунт, тобто спостерігається явище геофілії, що забезпечує перезимівлю рослин з бруньками поновлення.

### 3.4. Особливості росту та розвитку рослин роду *Galega* L. другого року життя

Для успішної перезимівлі рослинам потрібно сформувати бруньки поновлення. У перший рік життя рослини *G. orientalis* ростуть повільно, але в

той же час розвивається потужна і щільна коренева система. Вегетаційний період росту і розвитку рослин видів роду *Galega* на другому та наступних роках життя складається із наступних фаз: відростання, стеблуння, бутонізація, квітування, дозрівання насіння та формування “осінніх” пагонів – листкових розеток. Це характерно для рослин *G. officinalis*, а у рослин *G. orientalis*, починаючи з другого року життя після відчуження надземної частини, спостерігається розвиток бруньок, що закладалися теж восени. Другий рік життя характеризується значними змінами рослин, розмірами генеративних, вегетативних та підземних органів порівняно з попереднім роком. Рослини *G. orientalis* формують вегетативно-генеративні пагони, частина яких проходить фази від відростання до плодоношення.

На початку розвитку рослини мають невелику стрижневу кореневу систему, але пізніше з’являються бічні корені, що відходять від головного, ці корені знаходяться у верхньому шарі ґрунту. Головний корінь у верхній частині (орний шар ґрунту) інтенсивно галузиться і утворює численні ниткоподібні бічні утворення – кореневища. У рослин *G. orientalis* навесні з бруньок, що перезимували, на базальній частині головного пагона та молодих кореневищ з’являються надземні пагони. Поряд з розвитком надземних пагонів відбувається ріст гіпогеогенних кореневищ. Упродовж другого та наступних років життя на кореневищах утворюються численні додаткові корінці. Таким чином, на другому році життя рослини *G. orientalis* є кореневищно-стрижневокореневими. У рослин *G. officinalis*, окрім росту головного кореня, упродовж другого року життя спостерігався розвиток системи бічних коренів.

Фаза відростання розпочинається в першій декаді квітня, коли сума ефективних температур більше  $10^{\circ}\text{C}$  ( $\text{CET} > 10^{\circ}\text{C}$ ) становила 8,4, а  $\text{CET} > 5^{\circ}\text{C}$  – 158,4 (2005 рік), спочатку відростають рослини *G. officinalis* інтенсивним формуванням багатолистої розетки листків (Додаток Е). У рослин *G. orientalis* на поверхні ґрунту з’являються листки і через 8–10 діб рослини переходять у фазу стеблуння та в цілому мають більш прискорений темп розвитку, ніж

інший вид. За всіма морфометричними показниками у період відростання другого року життя вирізнялись рослини *G. officinalis* (рис. 13). Висота рослин у рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* становила 21,7 та 13,3 см, довжина листка – 11,4 та 9,7 см, ширина листка – 5,1 та 4,8 см, довжина головного кореня – 19,3 та 12,6 см відповідно.

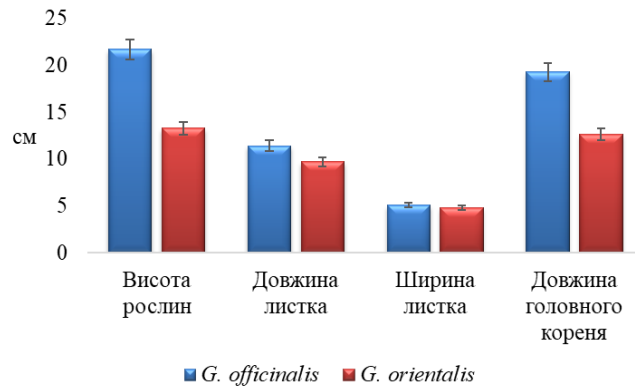


Рис. 13. Особливості формування рослин видів роду *Galega* L. другого року життя у фазу відростання залежно від видових особливостей, 2005–2007 рр.

У період стеблуння висота рослин *G. officinalis* складає в середньому 73,8 см, довжина листка – 15,6 см, ширина листка – 6,4 см, довжина кореня – 31,5 см (рис. 14). У рослин *G. orientalis* висота рослин становила 81,4 см. Листки *G. orientalis* були завдовжки 18,1 см, завширшки – 6,8 см, довжина головного кореня становила 18,6 см. У цей період СЕТ $>10$  °С становила 197,4 (2005 рік) та 136,4 – у 2006 році, що позитивно впливало на ріст та розвиток рослин.

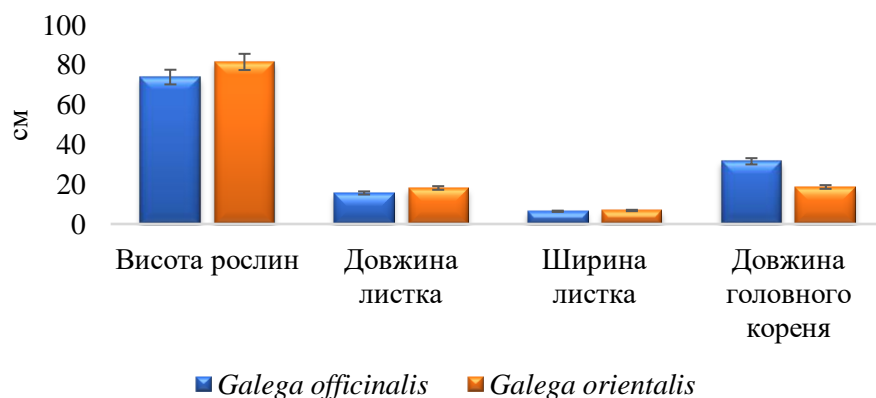


Рис. 14. Особливості формування рослин видів роду *Galega* L. другого року життя у фазу стеблуння залежно від видових особливостей, 2005–2007 рр.

Фаза бутонізації триває 8–15 діб і включає появу квіткових бруньок, формування бутонів і повну бутонізацію. Розвиваються бічні корені, які розташовуються в найродючішому шарі ґрунту. Цим покращується поглинання рослинами мінеральних та органічних сполук, необхідних для забезпечення активних ростових процесів на другому та наступних роках життя. Рослини *G. orientalis* вступають у цю фазу раніше і це припадає на другу декаду травня, а у *G. officinalis* дещо пізніше – у другу декаду червня (СЕТ > 10 °С становила 218,8–250,6). Рослини *G. officinalis* у період бутонізації збільшувались у розмірах та їх висота складала 96,2 см, довжина листка – 22,8 см, ширина – 7,6 см, довжина кореня – 45,8 см. У рослин *G. orientalis* висота становила 102,4 см, довжина листка – 22,3 см, ширина – 10,6 см, довжина кореня – 25,6 см (рис. 15).

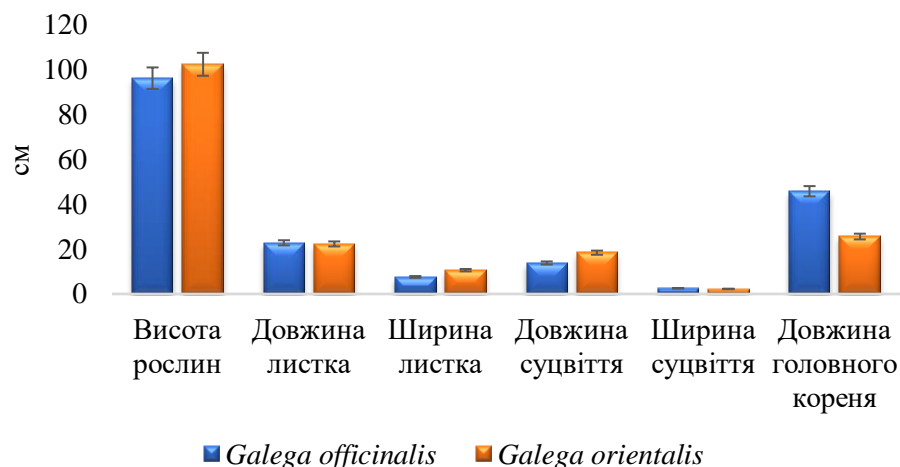


Рис. 15. Особливості формування рослин видів роду *Galega* L. другого року життя у фазу бутонізації залежно від видових особливостей, 2005–2007 рр.

Упродовж фази квітування першими починають квітнути суцвіття нижнього ярусу, що є характерною ознакою для бобових рослин. Ця фаза у рослин *G. orientalis* припадає на третю декаду травня, а у рослин виду *G. officinalis* – на третю декаду червня. Квітування у представників роду *Galega* ясне і тривале, понад місяць, завдяки тому, що у рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* формуються бічні генеративні пагони, починаючи з 5-го чи 6–7-го міжвузля відповідно. Квітування однієї квітки триває 5–6 діб. Міжфазний період між початком і закінченням квітування в середньому триває 28–32 діб.

Квітування супроводжується активним відвідуванням квітів бджолами, джмелями та іншими комахами-запилювачами. Рослини *G. officinalis* за висотою сягають 123,8 см, листок завдовжки 24,5 см, завширшки – 9,8 см, головний корінь завдовжки – 55,1 см (рис. 16). Висота рослин *G. orientalis* становила 130,3 см, довжина листка – 26,3 см, ширина листка – 13,1 см, довжиною головного кореня – 38,4 см.

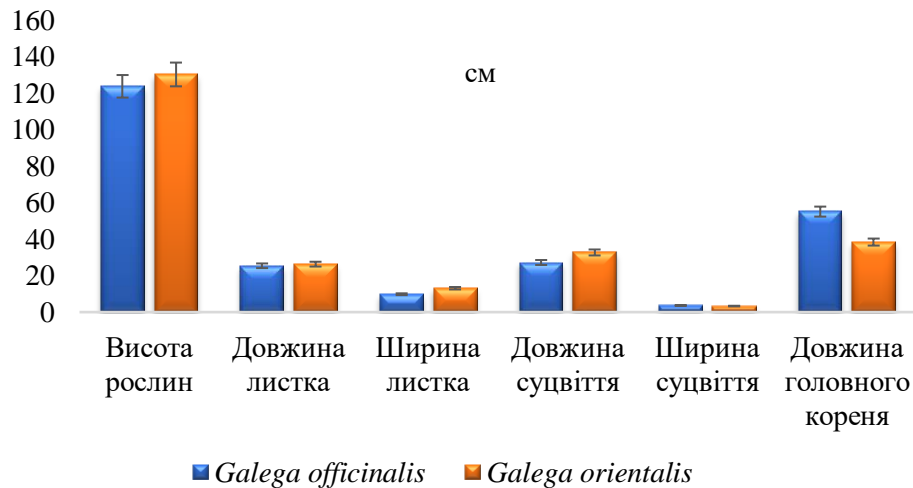


Рис. 16. Особливості формування рослин видів роду *Galega* L. другого року життя у фазу квітування залежно від видових особливостей, 2005–2007 рр.

Фаза плодоношення у рослин *G. officinalis* охоплює початок утворення перших плодів (опадання оцвітини), початок і масове дозрівання плодів, висипання насіння і повне всихання китиці. Даний період настає у третій декаді серпня, боби мають світло-коричневе забарвлення, а у *G. orientalis* – у другій декаді липня, забарвлення бобів темно-коричневе. По закінченню фази дозрівання плоди утримуються на китиці. У деяких випадках, рослини *G. officinalis* за метеорологічних умов (сильний вітер, опади) “вилягають” і насіння в бобах (частково розкритих), потрапляючи на поверхню ґрунту, проростає. У цій фазі рослини *G. officinalis* були заввишки 135,3 см, листок завдовжки становив 30,1 см, завширшки – 11,3 см, довжина суцвіття – 31,2 см, ширина суцвіття – 3,85 см, довжина головного кореня – 63,4 см (рис. 17). У рослин *G. orientalis* висота становила 151,4 см, довжина листка – 29,1 см, ширина листка – 15 см, довжина суцвіття – 37,4 см, ширина суцвіття – 4,4 см, довжина головного кореня – 58,2 см.



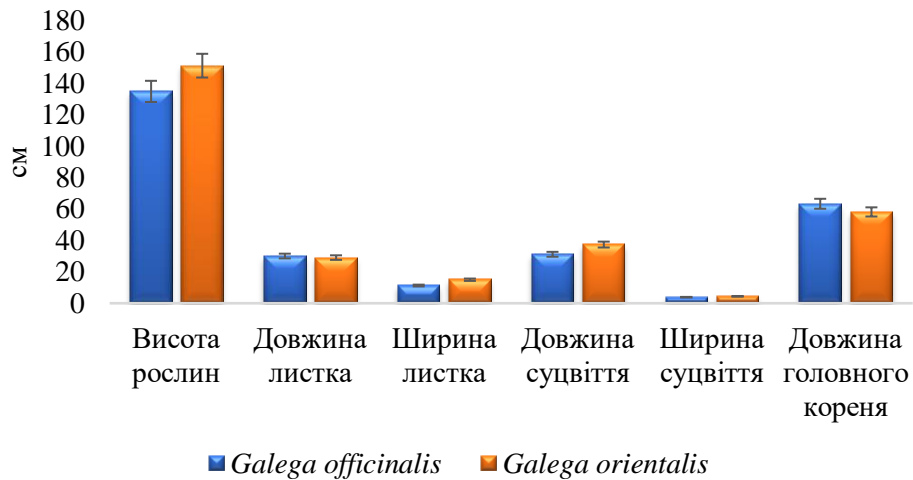


Рис. 17. Особливості формування рослин видів роду *Galega* L. другого року життя у фазу плодоношення залежно від видових особливостей, 2005–2007 рр.

Після відмирання вегетативно-генеративних пагонів, у даних рослин спостерігається розвиток, “осінніх” пагонів, у яких фаза квітування припадала на першу декаду жовтня у всі досліджувані роки. У цей період  $\text{СЕТ} > 5^{\circ}\text{C}$  становила 124,4–146,4.

Отже, на другому році життя рослини *G. officinalis* є стрижневокореневими, а *G. orientalis* є кореневищно-стрижневокореневими рослинами, що проходять наступні фази розвитку: відростання, стеблуння, бутонізація, квітування, плодоношення. Після відчуження вегетативно-генеративних пагонів, рослини *G. officinalis* вступають в фазу осінньої вегетації, а у рослин *G. orientalis* спостерігалось повторне квітування.

### 3.5. Особливості росту, розвитку багаторічних рослин роду *Galega* L. та їх морфологічні відмінності

Морфологічні ознаки рослин відображають адаптивні особливості організму до умов довкілля, які формуються у процесі онтоморфогенезу. В залежності від впливу низки факторів довкілля таких, як температурний режим, кількість опадів, інтенсивність освітлення тощо, у рослин виробляються нові адаптивні реакції, що відображуються на рівні фенотипу [11; 62; 63; 127; 154].

Дослідження біології рослин історично призвело до створення, в тому числі, класифікації життєвих форм за С. Raunkier (1934) [268], заснованій на морфології та положенні меристем в кінці вегетації, І. С. Серебрякова [154], Т. І. Серебрякової [155], L. R. Kirkendall and N. C. Stenseth (1985) [233], J. Silverstovn (1989) [276], але в значній мірі вибір класифікації для дослідника, як зазначив Friedman (2020), залежить від поставленої мети [225]. Класифікація життєвих форм за Раункієром широко розповсюджена в екологічній та фітоценологічній літературі, включає п'ять основних життєвих форм [120]. За цією класифікацією рослини видів *G. officinalis* та *G. orientalis* відносяться до гемікриптофітів, тобто бруньки знаходяться близько до поверхні ґрунту.

Згідно з класифікацією І. С. Серебрякова (1964), рослини роду *Galega* відносяться до полікарпічних рослин, однак між видами існує різниця у формуванні підземної частини рослин, що відображає стратегію їх розвитку. Так, багаторічними спостереженнями встановлено, що рослини *G. orientalis* відносяться до трав'яних кореневищно-стрижневокореневих [152], що чітко відмічено у даних рослин.

Анатомічні дослідження кореневої системи видів роду *Galega* дозволили виділити дві основні структури: систему головного та бічних коренів та кореневі пагони з міжвузлями, які представляють собою кореневища. Ці пагони в молодому стані “переносять” бруньки відновлення у нові місця (процес галуження), забезпечуючи таким чином розростання рослини. Для багаторічних рослин *G. orientalis* є особливим формування системи головного та бічних пагонів (з часом головний корінь не чітко виражений) та кореневищ (рис. 18). Бічні пагони та кореневища (Додаток 3) даних рослин мають характерну для цих структур анатомічну будову з характерологічним розміщенням провідних тканин – ксилеми та флоєми. Дані рослини не формують кореневі паростки, як зазначено в деяких роботах [4; 5]. Кореневі паростки – це пагони, які розвиваються з додаткових бруньок на головному, бічному чи додаткових коренях [67; 68].

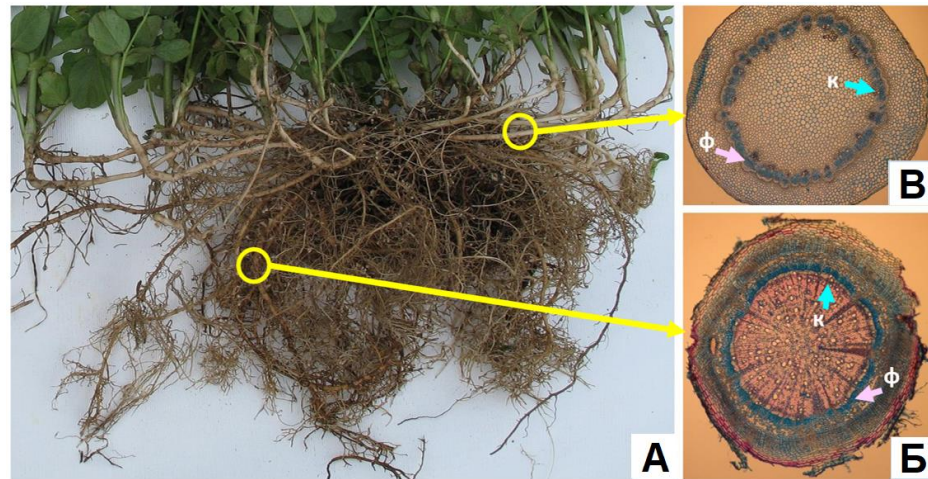


Рис. 18. Загальний вигляд (А), анатомічна будова головного, бічних коренів (Б) та кореневища (В) рослин *Galega orientalis* Lam.: к – ксилема, ф – флоема

З іншого боку, коренева система рослин *G. officinalis* стрижневого типу з чітко виділеним головним та бічними коренями (рис. 19). Стратегія розвитку підземних органів даного виду заключається в тому, що кожного року навколо кореневої шийки утворюються бруньки з пагонами поновлення, що може призводити до формування каудекса (2–4 см).

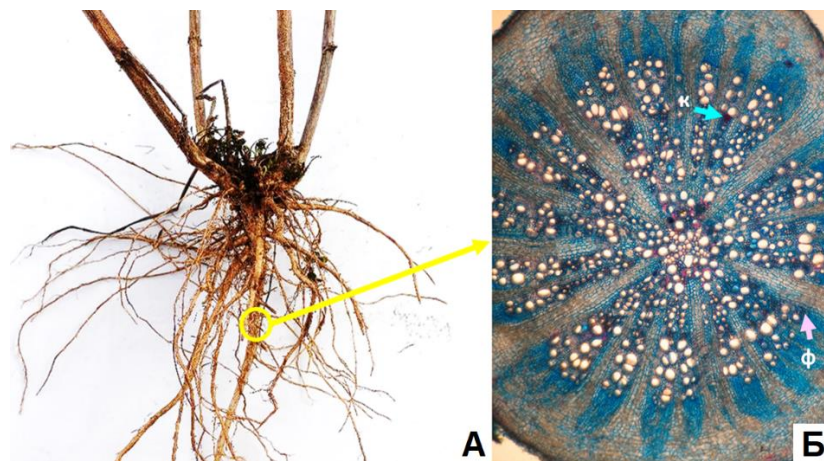


Рис. 19. Загальний вигляд (А) та анатомічна будова головного та бічних коренів (Б) рослин *Galega officinalis* L.: к – ксилема, ф – флоема

В процесі дослідження рослин видів роду *Galega*, а також їх генотипів в НБС імені М.М. Гришка проведено аналіз морфо-біологічних особливостей рослин з метою виділення найбільш перспективних зразків.

Багаторічні рослини даного роду представляють собою систему пагонів у надземній частині, які під час весняного відростання за оптимальних температур та після відмирання генеративних пагонів у кінці вегетації формують розетку листків (*G. officinalis*) або продовжують розвиток нових вегетативно-генеративних пагонів (*G. orientalis*). В цілому, це полікарпічні рослини, які відносяться до гемікриптофітів, з бруньок поновлення яких утворюються вегетативні та генеративні пагони.

Перш ніж настають сприятливі умови для весняного відростання, рослини проходять зимовий період спокою, коли надземна частина повністю відсутня (бо відмирає восени) та, закладені восени бруньки поновлення, які розвинуться у майбутні пагони наступного сезону, протягом зими знаходяться в спокої. Рослини *G. orientalis* незалежно від року життя перезимовують 100% (рис. 20). Рослини *G. officinalis* мали кращі показники перезимівлі на другий рік життя (92 %). На четвертому році життя ці показники зменшувалися втричі.

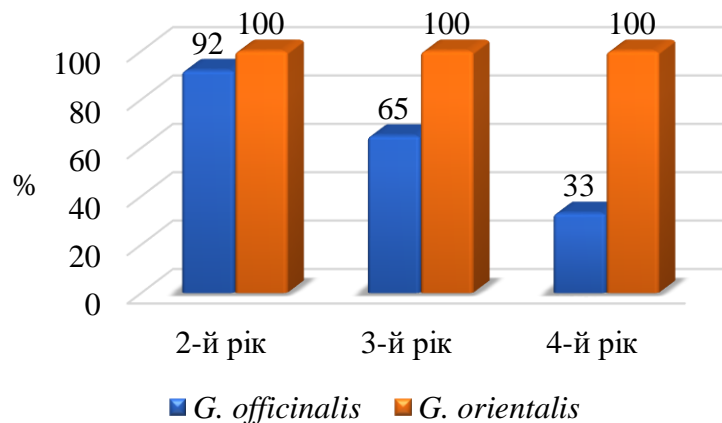


Рис. 20. Зимостійкість рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. залежно від року життя, 2005-2008 рр.

**Фаза відростання.** Ріст та розвиток багаторічних рослин досліджуваних видів роду *Galega* на початку вегетації починається з розвитку вегетативно-генеративних пагонів з бруньок відновлення (Додаток Д). В середньому, початок відростання припадає на кінець березня (рис. 21).



Рис. 21. Рослини *Galega officinalis* L. (А) та *G. orientalis* Lam. (Б) в період відростання

У період відростання багаторічних рослин даного роду за усіма показниками, крім висоти рослин вирізнялись рослини *G. officinalis* (табл. 9).

Таблиця 9

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. У період весняного відростання

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин, см	22,61±1,85	33,07±1,62
Кількість листків у листковій розетці, шт.	76,28±2,03	3,12±0,88
Діаметр листкової розетки, см	23,35±2,02	12,91±0,67
Довжина листка, см	15,06±0,68	13,10±0,94
Ширина листка, см	5,66±0,57	4,82±0,47
Діаметр прикореневої шийки, мм	2,65±0,50	0,81±0,10

Найбільш варіабельною ознакою у рослин *G. orientalis* була кількість листків для рослин, а найменш варіабельною – висота рослин (табл. 10). Для рослин *G. officinalis* діаметр кореневої шийки був найбільш варіабельною ознакою у період весняного відростання.

Таблиця 10

Коефіцієнти варації морфометричних показників рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. у період весняного відростання, %

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин	8,17	4,88
Кількість листків у листковій розетці	2,66	28,25
Діаметр листкової розетки	8,65	5,19
Довжина листка	4,50	7,20
Ширина листка	10,10	13,94
Діаметр прикореневої шийки	18,68	12,09

Багаторічні рослини утворюють систему клонів, але це впливає на розселення та продуктивність лише рослин виду *G. orientalis*, за рахунок формування численних підземних пагонів, тоді як рослини іншого виду практично “не рухливі” (рис. 22). Система головного кореня розвивається упродовж усього життєвого циклу *G. officinalis*.



Рис. 22. Надземна та підземна частина рослин *Galega officinalis* L. (1) другого року життя та *G. orientalis* Lam. (2) третього року життя у період відростання-стеблування

Утворення клонів багаторічними рослинами характерно і для інших бобових рослин [24; 25].

**Фаза стеблування.** В цей період відбувається ріст і розвиток стебла, що в майбутньому утворює вегетативно-генеративні пагони. Ця фаза характеризується ростом та розвитком цих пагонів (рис. 23). Порівняно з фазою відростання спостерігалось збільшення розмірів листків та рослини в цілому.



Рис. 23. Рослини *Galega officinalis* L. (1) та *G. orientalis* Lam. (2) в період стеблування

У період стеблуння за висотою рослин, кількістю листків та довжиною головного кореня вирізнялись рослини *G. orientalis*, а за кількістю стебел, листків на стеблі, довжиною та шириною листка, довжиною черешка, довжиною та шириною листочка, діаметром стебла – *G. officinalis* (табл. 11).

Таблиця 11

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. У період стеблуння

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин, см	79,34±3,10	94,30±2,53
Кількість листків на стеблі, шт	7,12±0,88	7,76±0,88
Кількість стебел, шт.	20,80±0,96	7,84±0,94
Кількість листочків на стеблі, шт.	92,36±4,65	75,12±3,76
Довжина листка, см	30,69±1,63	18,62±0,85
Ширина листка, см	12,73±0,46	10,45±0,43
Довжина черешка, см	2,99±0,30	2,46±0,36
Довжина листочка, см	5,84±0,36	4,06±0,25
Ширина листочка, см	2,45±0,19	1,75±0,12
Діаметр стебла, мм	7,62±0,61	6,06±0,25
Довжина підземної частини/кореня, см	30,31±2,77	42,99±2,33

Коефіцієнт варіації понад 10 % спостерігався за таких показників рослин *G. officinalis* як довжина кореня та кількість листків (табл. 12). Для рослин *G. orientalis* найбільш варіабельними були довжина черешка, кількість стебел та кількість листків.

Таблиця 12

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. у період стеблуння, 2004–2006 рр.

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин, см	3,91	2,68
Кількість листків на стеблі, шт	12,38	11,33
Кількість стебел, шт.	4,60	12,03
Кількість листочків на стеблі, шт.	5,04	5,00
Довжина листка, см	5,32	4,55
Ширина листка, см	3,64	4,12
Довжина черешка, см	9,98	14,74
Довжина, листочка, см	6,18	6,19
Ширина листочка, см	7,56	6,62
Діаметр стебла, мм	8,06	6,19
Довжина кореневої системи, см	19,03	6,62

**Фаза бутонізації.** Період бутонізації (рис. 24) характеризувався наростанням надземних пагонів рослин обох видів, відмінним, порівняно з попередньою фазою, була наявність бутонів у суцвіттях.



Рис. 24. Рослини *Galega officinalis* L. (2) та *G. orientalis* Lam. (1) в період бутонізації-початку квітування

У період бутонізації за кількістю стебел, кількістю листків на стеблі, довжиною черешка, кількістю суцвіть, кількістю бутонів у суцвітті переважали рослини виду *G. officinalis*, а за висотою рослин, довжиною та шириною листка, довжиною та шириною листочка та діаметром стебла – рослини *G. orientalis* (табл. 13).

Таблиця 13

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. у період бутонізації, 2004–2006 рр.

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин, см	78,12±4,87	85,90±5,28
Кількість стебел, шт.	27,44±1,35	14,04±2,26
Кількість листочків на пагоні, шт.	124,80±3,30	81,40±4,62
Довжина листка, см	22,52±0,96	19,28±1,62
Ширина листка, см	7,52±0,75	10,36±1,22
Довжина черешка, см	4,62±0,37	3,88±0,16
Довжина листочка, см	5,49±0,27	4,89±0,28
Ширина листочка, см	3,51±0,14	2,18±0,15
Кількість суцвіть з бутонами, шт.	28,24±1,97	5,12±0,30



## Продовження таблиці 13

Кількість бутонів у суцвітті, шт.	235,72±4,69	137,28±6,66
Діаметр стебла, мм	7,92±0,53	6,90±0,74

Слід зазначати, що найбільш варіабельними у період бутонізації були такі ознаки як кількість стебел ( $V = 26,80\%$ ) та діаметр стебла ( $V = 22,04\%$ ) для *G. officinalis* та кількість суцвіть ( $V = 25,42\%$ ) для *G. orientalis* (Додаток Ж).

Морфометричні показники рослин генотипів *G. officinalis* наведено у таблиці (табл. 14). Рослини генотипу Фламінго переважали за усіма досліджуваними показниками.

Таблиця 14

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. в період бутонізації залежно від генотипу, 2015–2016 рр.

Генотип	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм	Кількість міжвузлів, шт.	Довжина листка, см	Ширина листка, см
Гарант	85,52±5,45	6,18±0,87	7,34±0,46	18,41±0,19	8,10±0,14
Фламінго	97,26±4,11	9,56±0,27	8,74±0,24	22,41±0,22	10,55±0,31

Також досліджувались морфометричні показники рослин сортів *G. orientalis* (табл. 15). Висота рослин у досліджуваних генотипів становила 90,60–118,70 см, діаметр стебла – 5,42–9,35 мм, кількість міжвузлів – 8,40–8,90 шт., довжина листка – 19,80–23,05 см, ширина листка – 5,34–6,40 см.

Таблиця 15

Морфометричні показники рослин *Galega orientalis* Lam. в період бутонізації залежно від генотипу, 2006–2008 рр.

Генотип	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм	Кількість міжвузлів, шт.	Довжина листка, см	Ширина листка, см
Кавказький бранець	90,60±2,21	5,42±0,18	8,50±0,17	19,80±1,10	5,34±0,24
Салют	115,70±2,64	7,94±0,31	8,40±0,22	23,05±0,85	6,40±0,25
НБС-75	118,70±3,52	8,02±0,33	8,60±0,22	22,50±0,80	5,93±0,37
Рябчик	105,10±2,57	9,35±0,31	8,90±0,10	21,10±0,48	6,38±0,17

**Фаза квітування.** У даний період досліджувані рослини характеризуються наявністю суцвіть з повністю сформованими квітками, які

мають різне забарвлення залежно від виду та генотипу (рис. 25). Типові рослини видів *G. officinalis* та *G. orientalis* мають біло-рожевий та бузковий колір квіток.



Рис. 25. Забарвлення суцвіть рослин генотипів *Galega orientalis* Lam. (1–4) та *G. officinalis* L. (5–6) та: 1 – Рябчик; 2 – Салют; 3 – НБС-75; 4 – Кавказький бранець; 5 – Гарант; 6 – Фламінго

Суцвіття у даних рослин ботричне (китиця), тобто моноподіальне, що має верхівковий ріст головної осі (рис. 26). В цілому, форма суцвіття пірамідальна, квітування відбувається у висхідному напрямку [82].



Рис. 26. Загальний вигляд рослин *Galega officinalis* L. (2) та *G. orientalis* Lam. (1) у період квітування

Особливістю формування суцвіть у рослин *G. orientalis* є невелика кількість китиць на верхівці генеративного пагону на відміну від іншого виду, яка складає 3,1 шт. в середньому з високою варіабельністю ( $V = 34,02\%$ ).

Суцвіття даного виду рослин *G. orientalis* вирізнялись за забарвленням (рис. 27).



Рис. 27. Загальний вигляд суцвіть *G. orientalis* Lam.: 1 – 'Салют', 2 – 'Рябчик', 3 – 'Кавказський бранець', 4 – 'НБС-75', 5 – форма

Також за забарвленням вирізнялись суцвіття рослин виду *G. officinalis* (рис. 28).



Рис. 28. Загальний вигляд суцвіть *Galega officinalis* L. в період квітування: 1 – форма 1, 2 – 'Фламініго', 3 – 'Гарант'

Крім основної вісі суцвіття утворюються додаткові, які разом складають 25,04 шт. у *G. officinalis* та 7,72 шт. – у *G. orientalis* (рис. 29). Варіабельність даної ознаки становила  $V = 7,72\%$  та  $V = 25,04\%$ .

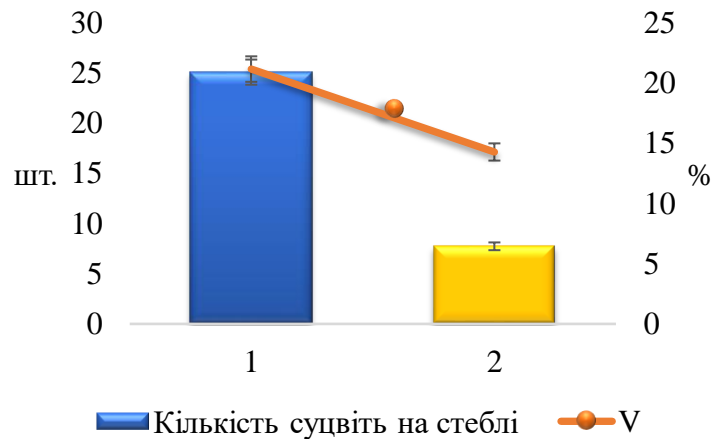


Рис. 29. Кількість суцвіть на стеблі рослин *Galega officinalis* L. (1) та *G. orientalis* Lam. (2): V – коефіцієнт варіації.

Квітки у досліджуваних рослин типові для Fabaceae правильні двостатеві, повні, ксеногамні, зигоморфні, з подвійною оцвітиною, на коротких квітконіжках. Віночок складається з п'яти пелюсток, вітрило, два вільних вісла (або крила), що зростаються лише при основі квітки, дві інших – повністю зрослих, формують човник (або кіль). Андроцей – двобратній, з 10 тичинок (9 зрослі та одна вільна). Після квітнування квітки оцвітину опадає. Чашечка з п'ятьма шилоподібними, тонкими, короткими зубцями (*G. orientalis*) або довгими (*G. officinalis*), округлої форми та в середньому завдовжки  $4,02 \pm 0,02$  мм, завширшки –  $2,23 \pm 0,05$  мм для *G. orientalis* та завдовжки  $4,52 \pm 0,03$  мм та завширшки –  $3,05 \pm 0,05$  мм для *G. officinalis*. Чашечка характеризується густим опушенням (*G. orientalis*) або розсіяним (*G. officinalis*). Виїмки між зубцями чашечки для рослин обох видів гострі. Квітконіжки чашечки були завдовжки  $4,5 \pm 0,11$  мм (*G. orientalis*) та  $3,7 \pm 0,14$  мм (*G. officinalis*).

У суцвітті *G. officinalis* утворюється 99,36 квіток, а у *G. orientalis* – 105,64 (рис. 30). Варіабельність даної ознаки становила 4,36 та 4,71 (V, %).

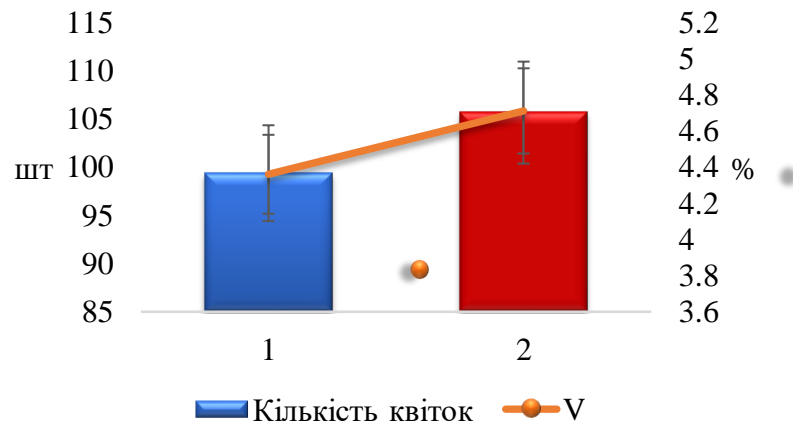


Рис. 30. Кількість квіток у китиці рослин *Galega officinalis* L. (1) та *G. orientalis* Lam. (2): V – коефіцієнт варіації.

Встановлено, що за біометричними показниками елементів квітки, а саме за шириною чашечки, довжиною та шириною прапора, довжиною човника переважали рослини *G. officinalis*, а за довжиною чашечки, довжиною та шириною крила, шириною човника – *G. orientalis* (табл. 16).

Таблиця 16

Біометричні показники елементів квітки рослин видів роду *Galega* L., 2013–2015 рр.

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Довжина чашечки, см	0,47±0,01	0,75±0,02
Ширина чашечки, см	0,32±0,03	0,30±0,02
Довжина прапора, см	1,28±0,02	1,27±0,04
Ширина прапора, см	1,16±0,02	0,95±0,02
Довжина крила, см	0,88±0,02	1,15±0,01
Ширина крила, см	0,35±0,01	0,43±0,02
Довжина човника, см	1,15±0,02	0,85±0,02
Ширина човника, см	0,36±0,01	0,37±0,01

Як зазначено в роботі Єлтишевої (2011), розміри квітки козлятника східного перевищували розміри квіток видів *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Melilotus officinalis*, *Vicia cracca*. Неглибоке положення нектарників і відносно великі розміри *G. orientalis* полегшують доступ для запилювачів, що сприяє кращому запиленню та зав'язуванню насіння [65].

В окремі роки у рослин *G. orientalis* відмічено явище зростання суцвіть одне з одним на верхівці пагона або фасціація. Це явище спостерігали у 2015

та 2020 році на рослинах, які були висаджені вегетативним шляхом на дослідній ділянці 3x4 м (12 м<sup>2</sup>). На одній ділянці було виявлено 7–9 пагонів з такими суцвіттями, що становить 0,2 %. Довжина квітконоса становила 43–52 см, діаметр верхньої частини суцвіття без квіток становив 0,8–1,3 см, тоді як в типових суцвіттях він становив 1–2 мм. Це явище спостерігали рідко, як правило, в спекотні роки. У нижній частині квітки опадають зразу і плоди не зав'язуються, суцвіття витягується, основна кількість квіток припадає на верх суцвіття, ширина в цьому місці з квітами 2,5–3,2 см (Додаток К).

Дослідження морфометричних показників рослин сортів *G. orientalis* у період квітання показало, що за кількістю листків на одному пагоні відрізнялись рослини 'Кавказький бранець' [159], кількістю листочків в листку, шириною прилищика – 'Салют', за висотою рослин, кількістю міжвузлів, шириною листка, шириною листочка, довжиною прилищика – 'НБС-75', за діаметром стебла, довжиною листка, довжиною листочка, кількістю суцвіть на генеративному пагоні, довжиною та шириною суцвіття – 'Рябчик' (табл. 17).

Таблиця 17

Морфометричні показники рослин *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипу у фазі квітання, 2012–2014 рр.

Показник	Кавказький бранець	Салют	НБС-75	Рябчик
Висота рослин, см	140,40±1,29	130,30±1,27	151,40±1,15	142,30±1,09
Діаметр стебла, мм	9,14±0,70	8,15±0,27	10,10±0,36	11,20±0,42
Кількість міжвузлів на одному пагоні, шт.	7,70±0,30	8,00±0,33	8,50±0,43	7,90±0,18
Кількість листків на одному пагоні, шт.	8,60±0,48	8,10±0,28	8,10±0,23	8,20±0,29
Довжина листка, см	23,59±0,40	23,32±0,59	25,23±0,69	25,48±0,72
Ширина листка, см	12,28±0,27	13,78±0,26	14,35±0,49	14,27±0,4
Кількість листочків на одному листку, шт.	11,38±0,20	13,80±0,47	11,40±0,27	11,40±0,27
Довжина листочка, см	6,02±0,20	6,73±0,20	7,05±0,27	7,14±0,18
Ширина листочка, см	3,29±0,14	3,61±0,18	4,17±0,14	3,55±0,12
Довжина прилищика, см	1,65±0,07	1,64±0,04	1,88±0,09	1,50±0,07
Ширина прилищика, см	1,37±0,08	1,60±0,07	1,53±0,09	1,25±0,03
Кількість суцвіть на генеративному пагоні, шт.	6,50±0,78	7,60±0,82	7,60±1,30	8,00±0,42
Довжина суцвіття, см	22,48±1,52	26,81±1,55	33,40±2,47	34,20±2,31
Ширина суцвіття, см	2,28±0,27	2,02±0,13	3,31±0,21	5,07±0,09

Дослідженнями виявлено, що за всіма морфометричними показниками у період квітування рослини генотипу Фламінго (*G. officinalis*) переважали рослини генотипу Гарант (табл. 18).

Таблиця 18

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. у фазу квітування залежно від генотипових особливостей, 2013–2015 рр.

Показник	Генотип	
	Гарант	Фламінго
Висота рослин, см	119,21±1,12	123,41±2,54
Кількість міжвузлів шт.	8,12±0,59	9,31±0,47
Довжина листка, см	22,71±0,23	26,55±0,39
Ширина листка, см	8,79±0,14	12,17±0,18
Кількість генеративних пагонів I порядку, шт.	7,15±0,26	9,81±0,43
Кількість генеративних пагонів II порядку, шт.	14,23±1,16	17,39±1,13
Довжина суцвіття, см	23,37±1,24	27,19±1,15
Ширина суцвіття, см	2,34±0,11	3,24±0,18
Кількість суцвіть на одному пагоні, шт.	13,31±0,27	23,14±0,23

Крім того, нами виявлено морфологічну різноманітність листків рослин різних генотипів двох досліджуваних видів (рис. 31).



Рис. 31. Листки різних генотипів рослин роду *Galega* L. в умовах Лісостепу України: 1 – Гарант; 2 – Фламінго; 3 – *G. officinalis*, форма 1; 4 – *G. orientalis*, форма 1; 5 – *G. orientalis*, форма 2; 6 – Рябчик; 7 – Салют; 8 – Кавказький бранець; 9 – НБС-75

Крім вимірювання діаметру стебла упродовж вегетації, нами виявлено, що багаторічні рослини обох видів мають порожнини в стеблах, але в цілому форма округла (рис. 32).



Рис. 32. Форма стебла рослин *Galega officinalis* L. (А) та *G. orientalis* Lam. (Б)

Найбільш варіабельною ознакою була кількість суцвіть на генеративному пагоні у рослин 'НБС-75' ( $V = 54,14\%$ ) (рис. 33). Висота рослин варіювала найменше серед усіх генотипів ( $V = 2,4\text{--}3,07\%$ ). У рослин 'Кавказський бранець' серед досліджуваних ознак варіювали також діаметр стебла та ширина суцвіття.

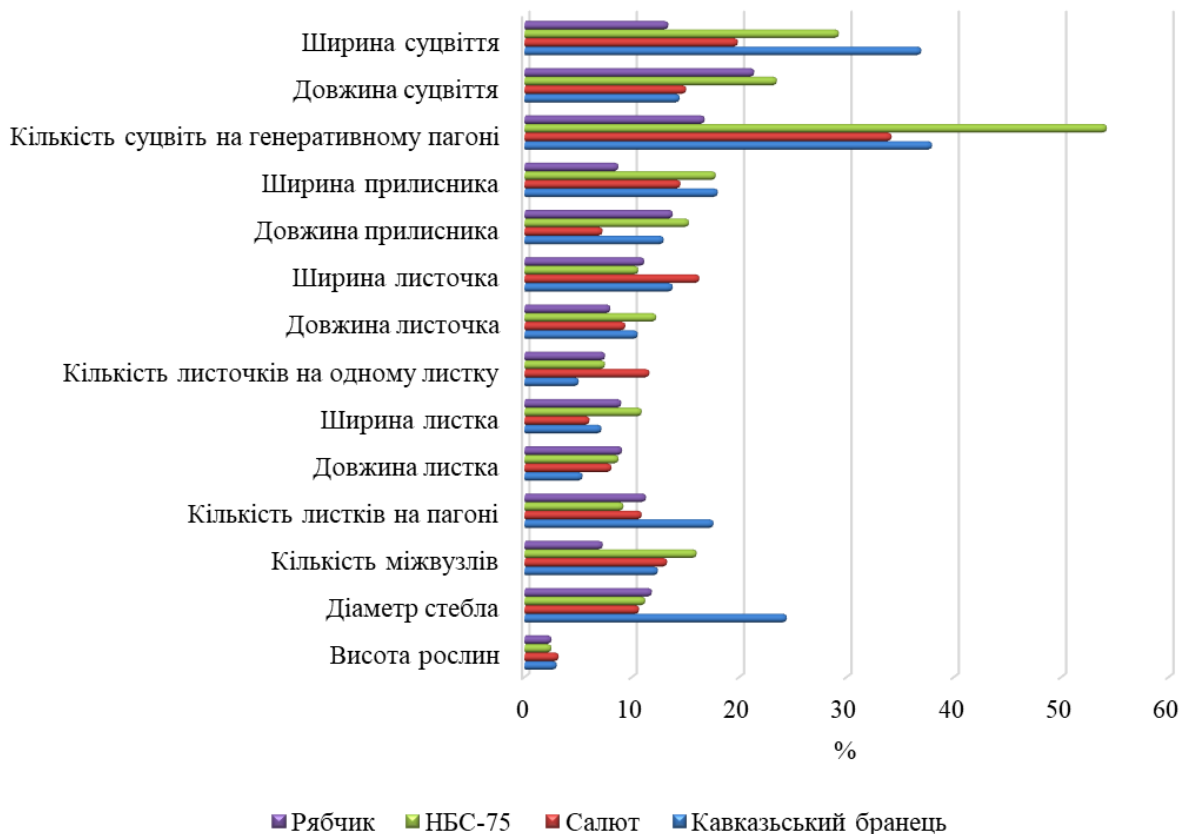


Рис. 33. Коефіцієнти варіації морфометричних показників рослин генотипів *Galega orientalis* Lam.

Китиці рослин генотипів *G. orientalis* становили завдовжки 22,48–37,20 см, а завширшки – 2,02–5,07 см (табл. 19).



Таблиця 19

Довжина та ширина суцвіть рослин видів роду *Galega* L. залежно від генотипу, 2004–2006 рр.

<i>G. orientalis</i>				<i>G. officinalis</i>	
Кавказький бранець	Салют	НБС-75	Рябчик	Гарант	Фламінго
Довжина, см					
22,48±1,52	26,81±1,55	33,40±2,47	37,20±2,31	27,80±1,04	32,10±1,24
Ширина, см					
2,28±0,27	2,02±0,13	3,31±0,21	5,07±0,09	3,63±0,18	4,86±0,16

Пилок у рослин видів роду *Galega* відрізняється за морфологічними ознаками. У *G. officinalis* пилок однотипний, тільки трьохборозенчастий поверхня неоднорідна в області апокальпіуму, вона не сітчаста, а звичайна дрібноямчаста. *G. orientalis* поверхня суцільно дрібносітчаста. У *G. officinalis* ендокзина тонка (0,01 мкм), в області апертур ендокзина дрібногранульована і псевдоламелльована, хоча псевдоламелли у деяких пилинок виражені слабо. *G. orientalis* ендокзина відносно товста (0,1–0,3 мкм), товщина її дуже варіює в межах однієї пилінки, в області апертур ендокзина дрібногранульована, дірчаста (Додаток Л) [42].

**Фаза плодоношення.** Період плодоношення характеризується формуванням та дозріванням у рослин плодів та насіння (рис. 34).



Рис. 34. Загальний вигляд рослин *Galega officinalis* L. (1) та *G. orientalis* Lam. (2) в період плодоношення

У даний період зафіксовано максимальну кількість пагонів збагачення (I та II порядку) – пролептичних та силептичних, що розвиваються одночасно з головним та упродовж вегетації відповідно. Ці пагони розвиваються на вегетативно-генеративних пагонах (ВГП) рослин. Рослини *G. orientalis* за висотою та морфометричними показниками листків переважали рослини *G. officinalis*. Кількість ВГП у рослин *G. officinalis* на другому році життя збільшувалася порівняно з першим роком у 1,1 разів, але зменшувалася на третьому році життя у 7,55 разів. *G. orientalis* – навпаки в перший рік характеризувалася малою кількістю пагонів, але з кожним наступним роком збільшувалася у 10,9 разів. Найбільша кількість листків, суцвіть та довжина кореня у даних рослин спостерігалась на другому році життя (табл. 20). Кількість ВГП залежить від року життя рослин – у рослин *G. officinalis* їх кількість зменшувалася на третьому році життя.

Таблиця 20

Біометричні показники рослин роду *Galega* L. першого, другого, третього років життя у період квітування, 2004–2006 рр.

Вид рослин	Рік вегетації	Висота рослин, см	Кількість пагонів на рослині, шт.	Кількість листків на рослині, шт.	Кількість суцвіть на рослині, шт.	Довжина кореневої системи, см
<i>Galega officinalis</i>	I	73,11±2,52	28,63±1,28	257,63±1,24	114,35±1,16	30,61±2,35
	II	123,41±1,95	31,72±1,34	285,48±1,42	168,54±1,25	43,21±1,89
	III	117,25±1,85	4,2±0,26	37,80±0,28	34,32±1,21	39,37±2,25
<i>Galega orientalis</i>	I	58,46±1,75	2,96±0,24	17,25±1,36	-	18,93±2,14
	II	130,34±1,36	18,28±0,98	164,52±1,23	62,14±1,52	38,72±1,32
	III	141,43±1,51	32,54±0,75	292,86±1,47	87,56±1,14	41,46±1,47

У цей період висота рослин двох досліджуваних видів *G. officinalis* та *G. orientalis* становила 128, 26 та 142,56 см, відповідно (рис. 35).

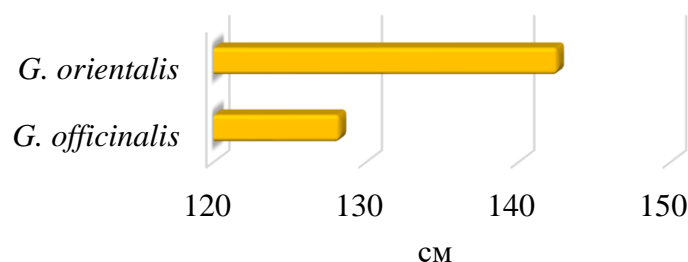


Рис. 35. Висота рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період плодоношення (2004–2006 рр.), см

Відмічено, що за морфометричними показниками рослин двох генотипів виду *G. officinalis* відрізнялись рослини Фламінго (табл. 21).

Таблиця 21

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. у фазу плодоношення залежно від генотипових особливостей (2013–2015 рр.)

Показник	Генотип	
	Гарант	Фламінго
Висота рослин, см	131,60±2,52	144,00±3,86
Кількість міжвузлів шт.	8,40±0,22	10,00±0,21
Довжина листка, см	25,30±0,60	30,10±0,31
Ширина листка, см	9,60±0,22	13,30±0,42
Кількість генеративних пагонів I порядку, шт.	11,90±0,43	12,00±0,58
Кількість генеративних пагонів II порядку, шт.	18,70±1,66	20,30±1,75
Кількість бобів на генеративному пагоні, шт.	523,30±18,24	655,20±42,56
Кількість бобів на основному суцвітті, шт.	32,90±1,64	33,40±3,13
Довжина боба, см	3,06±0,07	3,18±0,12
Ширина боба, шт.	0,14±0,02	0,21±0,02
Кількість насінин в одному бобі, шт.	6,90±0,35	7,40±0,31
Довжина суцвіття, см	27,80±1,04	32,10±1,24
Ширина суцвіття, см	3,63±0,18	3,86±0,16
Маса насіння з одного стебла, г	12,39±0,55	17,82±0,79
Кількість суцвіть на одному пагоні, шт.	16,50±0,78	27,60±0,82

Аналізуючи отримані дані щодо морфометричних показників виявлено, що значним варіюванням вирізнялись такі ознаки як кількість генеративних пагонів другого порядку, ширина боба, кількість насінин в одному бобі, кількість суцвіть на одному пагоні у рослин обох генотипів. Варіабельність таких ознак як кількість бобів на основному суцвітті, на генеративному пагоні для рослин 'Фламінго' була характерною в більшій мірі (табл. 22).

За усіма дослідженими морфометричними показниками, крім маси насіння з одного стебла, рослини 'НБС-75' переважали серед інших (табл. 23). За масою насіння в одному плоді переважали рослини 'Рябчик'.

Таблиця 22

Коефіцієнти варіації (V, %) морфометричних показників рослин генотипів  
*Galega officinalis* L. у фазу плодоношення (2013–2015 рр.)

Показник	Генотип	
	Гарант	Фламінго
Висота рослин	6,05	8,47
Кількість міжвузлів	8,32	6,67
Довжина листка	7,46	3,30
Ширина листка	7,28	10,06
Кількість генеративних пагонів I порядку	11,52	15,21
Кількість генеративних пагонів II порядку	28,08	27,28
Кількість бобів на генеративному пагоні	11,01	20,53
Кількість бобів на основному суцвітті	15,79	29,58
Довжина боба	6,92	11,65
Ширина боба	36,89	27,03
Кількість насінин в одному бобі	28,22	21,96
Довжина суцвіття	11,85	12,24
Ширина суцвіття	15,59	12,76
Маса насіння з одного стебла	13,93	14,04
Кількість суцвіть на одному пагоні	37,86	34,09

Висота у рослин генотипів виду *G. orientalis* становила 132,07–155,87 см, кількість міжвузлів – 7,11–11,55 шт., довжина листка була в межах 23,51–25,23 см, ширина листка – 12,2–17,31 см, кількість генеративних пагонів I порядку – 2,24–3,54 шт., другого порядку – 4,23–6,12 шт., кількість бобів на генеративному пагоні – 185,65–376,65 шт., кількість бобів на основному суцвітті – 37,21–47,76 шт., довжина боба – 3,55–4,77 см, ширина боба – 0,22–0,58 см, кількість насінин в бобі – 4,65–7,23 шт., довжина суцвіття – 22,43–35,23 см, ширина – 2,28–7,14 см, маса насіння з одного стебла – 30,09–50,43 шт., кількість суцвіть на одному пагоні – 6,12–9,81 шт.

Таблиця 23

Морфометричні показники рослин *Galega orientalis* Lam. у фазу  
плодоношення залежно від генотипових особливостей (2013–2015 рр.)

Показник	Кавказький бранець	Салют	НБС-75	Рябчик
Висота рослин, см	142,23±2,35	132,07±5,11	155,87±7,98	142,91±7,18
Кількість міжвузлів шт.	7,11±0,45	8,45±0,67	11,55±0,32	10,67±0,21
Довжина листка, см	23,51±2,03	23,78±0,65	27,87±0,21	25,23±0,66

## Продовження таблиці 23

Ширина листка, см	12,2±0,45	15,76±0,34	17,31±3,54	15,88±4,86
Кількість генеративних пагонів I порядку, шт.	2,24±0,12	3,25±0,18	3,54±0,38	3,12±0,87
Кількість генеративних пагонів II порядку, шт.	4,87±0,02	4,23±0,32	6,12±0,38	5,45±0,43
Кількість бобів на генеративному пагоні, шт.	185,65±10,56	234,18±16,34	376,65±23,11	301,76±18,95
Кількість бобів на основному суцвітті, шт.	37,21±2,43	39,11±3,19	47,76±2,12	43,65±4,03
Довжина боба, см	3,78±0,68	3,55±0,43	4,77±0,12	3,00±0,15
Ширина боба, шт.	0,32±0,02	0,25±0,03	0,58±0,05	0,22±0,01
Кількість насінин в одному бобі, шт.	4,65±0,01	5,34±0,03	7,23±0,15	4,67±0,11
Довжина суцвіття, см	22,43±1,16	28,69±0,23	35,23±3,21	33,12±2,56
Ширина суцвіття, см	2,28±0,07	2,90±0,21	7,14±0,34	5,55±0,11
Маса насіння з одного стебла, г	30,09±2,12	41,13±0,54	45,67±2,32	50,43±4,12
Кількість суцвіть на одному пагоні, шт.	6,12±0,43	7,32±0,54	9,81±0,58	8,41±0,21

За коефіцієнтами варіації щодо морфометричних показників рослини сортів *G. orientalis* вирізнялись від генотипів іншого виду і становили в межах  $V = 1,89-18,43\%$  (табл. 24). Найбільшою варіабельністю відрізнялися рослини 'Кавказький бранець' за шириною боба, а найменшою – рослини 'Салют' за довжиною боба.

Таблиця 24

Коефіцієнти варіації ( $V$ , %) морфометричних показників рослин генотипів *Galega orientalis* Lam. у фазу плодоношення (2013–2015 рр.)

Показник	Кавказький бранець	Салют	НБС-75	Рябчик
Висота рослин, см	4,03	5,43	3,21	4,12
Кількість міжвузлів шт.	7,12	5,34	6,23	5,20
Довжина листка, см	2,41	4,56	3,02	5,55
Ширина листка, см	5,21	3,65	4,78	5,65
Кількість генеративних пагонів I порядку, шт.	10,64	7,54	6,23	4,12
Кількість генеративних пагонів II порядку, шт.	12,56	9,43	7,54	9,75
Кількість бобів на генеративному пагоні, шт.	7,41	5,55	4,21	3,87
Кількість бобів на основному суцвітті, шт.	10,43	9,32	6,79	5,43
Довжина боба, см	2,45	1,89	2,56	3,87
Ширина боба, шт.	18,43	15,65	14,81	12,33
Кількість насінин в одному бобі, шт.	11,34	10,54	9,74	7,12
Довжина суцвіття, см	5,32	4,76	4,12	3,98
Ширина суцвіття, см	6,89	4,67	5,18	6,53

## Продовження таблиці 24

Маса насіння з одного стебла, г	5,78	4,59	6,13	4,44
Кількість суцвіть на одному пагоні, шт.	15,43	11,13	9,88	10,32

Характеризуючи плід рослин роду *Galega* слід зазначити, що він є типовим для усіх Fabaceae, тобто біб. За типом гiнецею, з якого біб розвивається, він буває полімерним (більш рідке явище) та мономерним, якщо гiнецей представлений однією маточкою (характерно для Caesalpinaceae, Fabaceae та ін.). В залежності від способу прикріплення до плодоложа і положення в просторі, біб буває в тому числі ланцетоподібний стиснутий з боків, що характерно для *G. orientalis* [8] та конусоподібний округлої форми – для *G. officinalis*.

Характеризуючи поверхню плодів, слід зазначити, що для *G. orientalis* характерною є гладка поверхня боба коричневого забарвлення з сіруватим відтінком, а для *G. officinalis* – горбкувата поверхня [8], та є випуклості в місці знаходження насінин. Біб *G. officinalis* жовто-коричневого забарвлення. За формою біб *G. orientalis* ланцетоподібний, а *G. officinalis* – циліндричний з загостреним носиком на відміну від іншого виду. Плоди сортів виду *G. officinalis* відрізняються меншими розмірами та помітними перетяжками навколо насіння (рис. 36).



Рис. 36. Плоди генотипів *Galega orientalis* Lam. (1–4) та *G. officinalis* L. (5, 6): 1 – Кавказький бранець, 2 – Салют, 3 – НБС-75, 4 – Рябчик, 5 – Гарант, 6 – Фламінго

Дозрівання плодів з насінням досліджуваних видів, а також їх генотипів спостерігалось у другій декаді липня (*G. orientalis*) та у другій декаді серпня (*G. officinalis*).

За біометричними показниками плодів (середнього ярусу) рослини виду *G. officinalis* переважали за інший вид. Так, довжина, ширина та діаметр плоду для *G. officinalis* становили 33,5, 3,81 та 7,88 мм відповідно. Довжина, ширина та діаметр плоду *G. orientalis* становили 27,7, 3,34 та 5,62 мм відповідно (табл. 25).

Таблиця 25

Біометричні показники плодів рослин видів роду *Galega* L., 2004–2006 рр.

Показник плоду	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Довжина плоду, мм	33,5±0,11	27,7±1,35
Ширина плоду, мм	3,81±0,31	3,34±0,26
Діаметр плоду, мм	7,87±0,22	5,62±0,45

Разом з цим, нами проводилась оцінка морфометричних показників плодів двох генотипів рослин *G. officinalis*.

Вимірювання нижнього, середнього та верхнього ярусів китиці показало, що біометричні показники плодів нижнього ярусу для рослин обох генотипів були вищими (табл. 26). Відмічено, що за деякими показниками плоди рослин генотипу Фламінго відрізнялись від генотипу Гарант: за довжиною, шириною плоду у нижньому ярусі, довжиною – у середньому та верхньому ярусах. Крім того, за довжиною плоду генотипові зразки відрізнялись від виду: довжина плодів середнього ярусу рослин виду *G. officinalis* була меншою.

Таблиця 26

Біометричні показники плодів рослин видів роду *Galega officinalis* L. залежно від ярусу формування та генотипу, 2004–2006 рр.

Ярус	Показник	Гарант	Фламінго
Нижній	Довжина плоду, мм	47,0±0,80	57,5±0,91
	Ширина плоду, мм	3,62±0,02	3,73±0,02
Середній	Довжина плоду, мм	39,1±0,15	46,8±0,93
	Ширина плоду, мм	3,11±0,02	2,75±0,02
Верхній	Довжина плоду, мм	25,8±0,10	37,0±0,96
	Ширина плоду, мм	2,24±0,17	2,21±0,05

Дослідженнями плодів генотипів виду *G. orientalis* відмічено, що за довжиною та шириною на усіх ярусах відрізнялись плоди 'НБС-75', тоді як найменші значення, крім довжини плоду на верхньому ярусі, відрізнялись плоди рослин 'Салют' (табл. 27). Вимірювання нижнього, середнього та верхнього ярусів китиці показало, що розміри плодів, що утворювались на верхньому ярусі були найвищими.

Таблиця 27

Біометричні показники плодів рослин видів роду *Galega orientalis* Lam. залежно від ярусу формування та генотипу, 2004–2006 рр.

Ярус	Показник	Кавказький бранець	Салют	НБС-75	Рябчик
Нижній	Довжина плоду, мм	40,0±0,91	36,54±0,62	54,22±0,13	48,12±0,73
	Ширина плоду, мм	3,41±0,23	3,25±0,16	4,94±0,23	3,41±0,22
Середній	Довжина плоду, мм	30,23±0,88	29,04±0,77	43,84±0,83	32,03±0,87
	Ширина плоду, мм	2,6±0,02	1,72±0,02	2,71±0,02	2,63±0,02
Верхній	Довжина плоду, мм	22,03±0,62	25,71±0,11	33,06±0,69	28,85±0,73
	Ширина плоду, мм	1,52±0,02	1,44±0,02	2,42±0,02	1,53±0,26

Насінина у двох досліджуваних видів ниркоподібної форми пісчано-жовтого забарвлення, інколи з зеленкуватим відтінком (*G. officinalis*) та жовтувато-зелене, оливкового, світло-коричневого або жовто-коричневого (*G. orientalis*) [181; 184]. За довжиною та шириною насінин *G. officinalis* переважає насінини іншого виду (рис. 37).

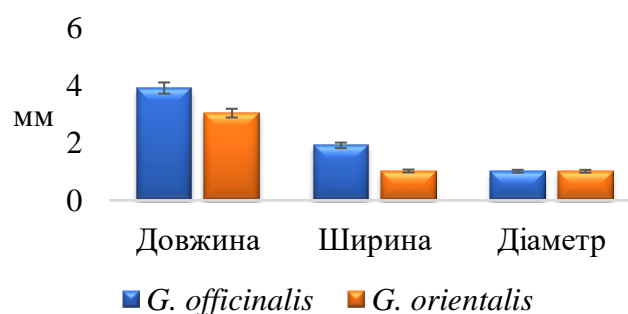


Рис. 37. Довжина, ширина та діаметр насіння рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період плодоношення (2004–2006 рр.), мм



Дослідження насіння *G. officinalis* у Ботанічному саду Харківського національного університету ім. Каразіна показало, що довжина насіння становила 0,16–0,18 см, ширина – 0,40–0,42 см. Насіння вигнуте, сплющене, з виступаючим зародком, голе, гладке, ясно-коричневе; насінневий рубчик маленький, округлий, насіння без ендосперму. Зародок дуже великий вузький, вигнутий [92].

Вимірювання маси 1000 насінин різних генотипів показало, що цей параметр у сортів *G. orientalis* становив 5,53–7,40 г, а для виду *G. officinalis* – 6,99 та 7,47 г (рис. 38). Найбільшою масою (1000 насінин) з-поміж генотипів *G. orientalis* характеризувалось насіння Рябчик, у *G. officinalis* – Гарант, найменшою – у *G. orientalis* – НБС-75, для *G. officinalis* – Фламініго.

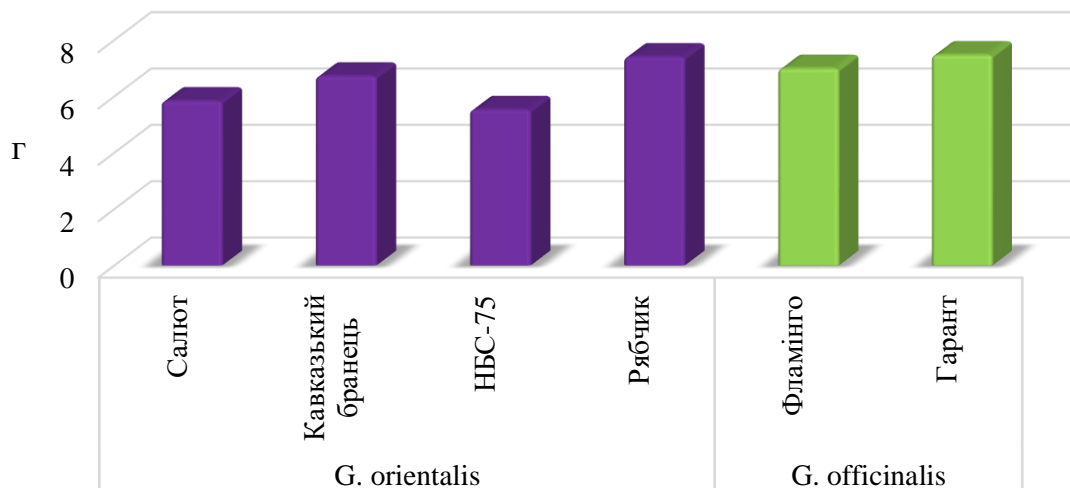


Рис. 38. Маса 1000 насінин рослин різних генотипів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період плодоношення (2004–2006 рр.).

Слід зазначити, що маса 1000 насінин багаторічних рослин *G. orientalis* в умовах Східного Сибіру становила 7,0–7,4 г, тоді як рослини *G. officinalis* відмирили вже на 4 році життя [151]. Іншими дослідженнями виявлено, що в умовах Степу, Лісостепу та Полісся України маса 1000 насінин рослин *G. officinalis* (Чародій) першого року життя становила 5,61, 6,09 та 6,02 г відповідно, а в кінці другого року вегетації – 5,01, 5,16 та 5,12 г відповідно [102]. Генотипи *G. officinalis*, що досліджувались в даній роботі, характеризувались більшою масою 1000 насінин.

### Висновки до 3 розділу:

У результаті біолого-морфологічних досліджень з'ясовано, що рослини видів роду *Galega* є трав'яними полікарпіками з непарноперистоскладними листками, гемікриптофітами зі стрижневою кореневою системою у перший рік життя. Життєвий цикл у рослин даного роду може бути короткотривалий (3-4 роки) як у *G. officinalis* та довготривалий (15 років) як у *G. orientalis*. Порівняльний аналіз підземних органів дозволив виділити групи рослин: кореневищні (вегетативно рухливі рослини з плагіотропним пагоноутворенням) – *G. orientalis*, бруньки поновлення розташовані на плагіотропних пагонах, що дозволяє утворювати кореневище з великою кількістю клонів; стрижневокореневі (вегетативно нерухливі рослини) – *G. officinalis*, бруньки відновлення яких розташовані навколо кореневої шийки головного кореня.

Уточнено, що квітка в рослин видів роду *Galega*, як і для більшості типових представників родини *Fabaceae*, має традиційну метеликоподібну зигоморфну будову. Андроцей – двобратній, з 10 тичинок (9 зрослі, одна вільна). Оцвітина після відцвітання квітки в більшості представників опадає. Забарвлення віночка залежить від виду та сорту і буває від блідо-рожевого до бузкового.

Перший рік життя у двох досліджуваних видів рослин вирізнявся: рослини *G. officinalis* упродовж першого року життя формують вегетативно-генеративні пагони, а рослини *G. orientalis* – лише вегетативні. Особливістю розвитку рослин *G. orientalis* упродовж першого року життя є формування потужної кореневої системи. Для обох видів характерним є формування в кінці вегетації генеративних бруньок поновлення.

На другому році життя рослини *G. officinalis* є стрижневокореневими, а *G. orientalis* є кореневищно-стрижневокореневими рослинами, що проходять наступні фази розвитку: відростання, стеблуння, бутонізація, квітування, плодоношення. Після відчуження вегетативно-генеративних пагонів, рослини

*G. officinalis* вступають в фазу осінньої вегетації (осіння розетка листків), а у рослин *G. orientalis* спостерігалось повторне квітування.

У результаті аналізу морфометричних показників (висота рослин, довжина та ширина листка, кількість стебел, суцвіть, діаметр стебла) виявлено, що найбільша варіабельність серед досліджених ознак спостерігалась у період бутонізації. У разі цього, рослини *G. officinalis* відрізнялись за кількістю стебел ( $V = 26,80\%$ ), а рослини *G. orientalis* – за кількістю суцвіть ( $V = 25,42\%$ ). Найбільш варіабельною ознакою була кількість суцвіть на генеративному пагоні у рослин 'НБС-75' ( $V = 54,14\%$ ). У рослин *G. orientalis* у посушливі роки (2015, 2020) спостерігалось явище фасціації, що становило 0,2 %. Багаторічні рослини формують систему вегетативно-генеративних пагонів, які розвивають пагони збагачення – пролептичні та силептичні, що позитивно впливає на загальну продуктивність рослин.

**При написанні даного розділу використано наступні посилання:**

1. Шиманська О.В Особливості росту і розвитку рослин видів роду *Galega*- *G.orientalis*. та *G.officinalis* L., інтродукованих в Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23, №6. С. 291–295.
2. Шиманська О.В., Рахметов Д.Б. Интродукция видов рода *Galega* L. в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко. Мат. I (IX) Межд. конф. Мол. ботаников в Санкт–Петербурге. 2006. С. 270.
3. Стаднічук Н.О., Шиманська О.В. Интродукция *Galega officinalis* L. в ботаничному саду ім. М.М. Гришка на рівні сорту. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень” присвяченої 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УААН: матеріали Міжнар. Наук. конф. Березоточа, 2006. С.170–171.*
4. Шиманська О.В. Интродукция видів роду *Galega officinalis* L. Відновлення порушених природних екосистем: IV Міжн. Наук. конф. Донецьк. 2011. С. 409-410.

5. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості видів роду *Galega* першого року вегетації в Лісостепу України. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*: XI наук. конф. Мол. учених. Львів, 2012. С.111-112.
6. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості насіння роду *Galega* L. *Молодь і поступ біології*: IX Міжн. Наук. конф. студентів та аспірантів. Львів, 2013. С.147-148.
7. Рахметов Д.Б., **Шиманська О.В.** Інтродукція рослин видів роду *Galega*. *Збагачення генетичного різноманіття рослин*. Міжн. наук. Нарада. Харків, 2014. С. 25–26.
8. **Шиманська О.В.** Збереження та збагачення рослин видів роду *Galega* L. в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка. *Селекційно-генетична наука і освіта*. Мат. міжн. наук. конф. Умань, 2016. С. 354–356.
9. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega officinalis* L. в перший рік життя в правобережному лісостепу України. *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничих наук та методик їх викладання*. Мат. І всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Суми, 2016. С. 46–51.
10. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega orientalis* Lam. першого року життя в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах*. Мат. міжн. конф. Херсон, 2016. С. 64–65.
11. **Шиманська О.В.** Онтоморфогенез рослин *Galega officinalis* L. за інтродукції в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Перспективні напрямки наукових досліджень та ефіроолійних культур*. Мат. III Всеукр. наук. – практик. конф. молодих вчених. Березоточа, 2017. С. 28 – 30.
12. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Гончар О.О. Сезонний ритм росту і розвитку рослин видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково–дослідних установах та навчальних закладах України*. Мат. Всеукр. наук.–практик. конф. Хорол, 2018. С. 115–117.

## РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *GALEGA* L.

Одним з найважливіших етапів дослідження рослин в умовах інтродукції є комплексне біохімічне дослідження сировини. Особливості накопичення поживних та біологічно активних сполук в надземній та підземній частині рослин у різних фазах розвитку дозволяють оцінити та відібрати найбільш адаптовані та продуктивні генотипи. Накопичення тих чи інших речовин в різних органах рослин є лабільним показником, оскільки це залежить від різних чинників, проте в деяких випадках морфологічні ознаки генетично пов'язані з фітохімічними профілями різних груп біохімічних сполук [130].

### 4.1. Біохімічна характеристика насіння рослин видів *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.

Насіння бобових культур характеризується цінним біохімічним складом та використовується в профілактичних цілях при лікуванні таких поширених хвороб як ожиріння та цукровий діабет [229]. Вміст протеїну в насінні у деяких представників може бути в 4-5 разів більше, ніж в надземній масі [285].

Дослідження біохімічного складу насіння двох видів роду *Galega* показало, що за вмістом сухої речовини, протеїну, азоту відрізнялось насіння рослин виду *G. officinalis* та за вмістом ліпідів, клітковини, золи, кальцію – насіння *G. orientalis* (рис. 39, 40). Крім того, вміст протеїну, аскорбінової кислоти для *G. officinalis* та *G. orientalis* становив 48,7 та 41,61 %, 16,75 та 10,81 мг%, цукрів – 1,28 та 0,75 %, кальцію – 0,10 та 0,14 % відповідно.

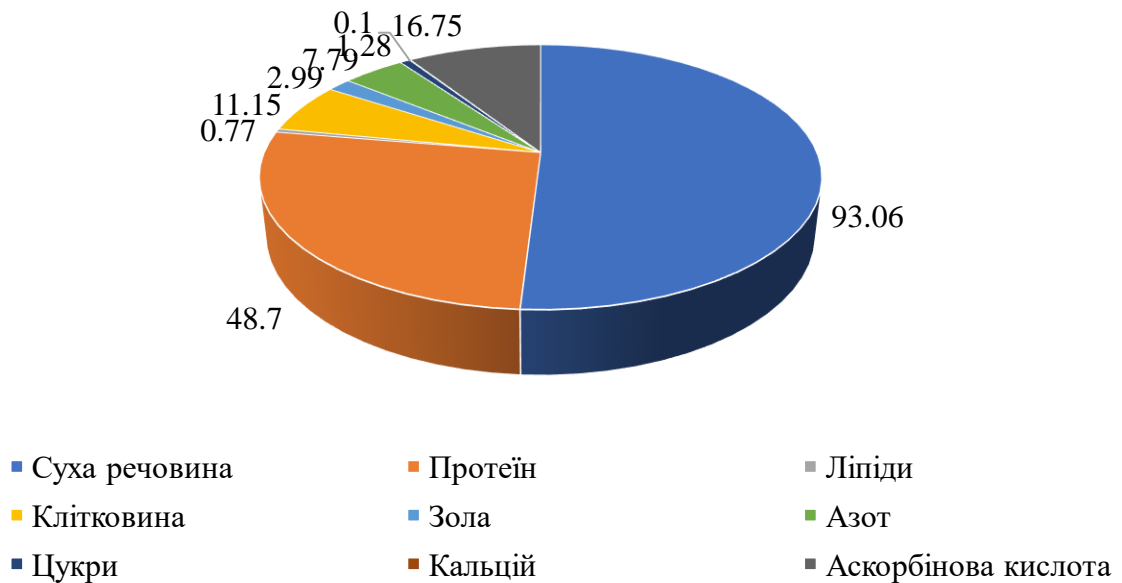


Рис. 39. Біохімічна характеристика насіння *Galega officinalis* L., % (2005–2007 рр.)

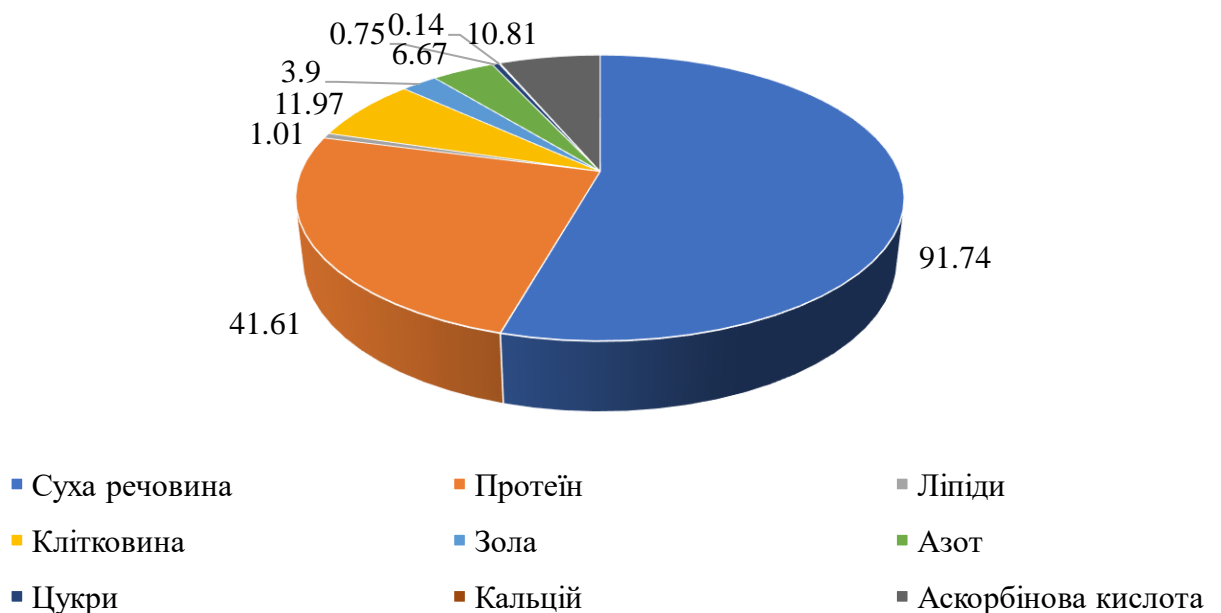


Рис. 40. Біохімічна характеристика насіння *Galega orientalis* Lam., % (2005–2007 рр.)

Визначення біохімічного складу насіння таких бобових рослин як *Medicago* spp. показало, що вміст протеїну може коливатись від 30,50 до 47,17 % залежно від виду [234]. Загальний вміст ліпідів у насінні таких рослин як *Phaseolus coccineus*, *Ph. lanatus*, *Ph. vulgaris*, *Vigna angularis* та *Glycine soja* становив 1,24, 1,27, 1,89, 2,01 та 16,91 % відповідно [217]. В іншому

дослідженні масова частка сирого білку, ліпідів, золи у насінні рослин *Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica* становила 29, 10, 4 % відповідно [285].

У даному дослідженні вміст ліпідів у насінні *Galega officinalis* та *G. orientalis* становив 0,77 та 1,01 % відповідно. Згідно з дослідженнями Pinzon-Torres et al. (2009), високий вміст ліпідів (76,6 %) у насінні іншого виду з родини бобових *Centrolobium robustum* концентрується у насінній оболонці [262]. Суха речовина насінної оболонки *Trifolium subterraneum* через два роки після збирання становила 403 мг/г (40,3 %).

У результаті аналізу даних було знайдено дуже сильну кореляцію між накопиченням золи та морфометричними показниками насіння. Дуже сильна позитивна кореляція визначена між накопиченням сухої речовини та вмістом протеїну ( $r = 0,993$ ), золи ( $r = 0,864$ ), цукрами ( $r = 1,000$ ), масою 1000 насінин ( $r = 0,911$ ) та довжиною насіння ( $r = 0,920$ ). Дуже сильний зв'язок відмічено між вмістом протеїну та такими показниками як вміст золи ( $r = 0,864$ ), цукри ( $r = 0,996$ ), маса 1000 насінин ( $r = 0,857$ ), довжина насіння ( $r = 0,868$ ); між вмістом ліпідів та клітковини ( $r = 0,964$ ), азоту. Дуже сильна кореляція спостерігалась також між вмістом аскорбінової кислоти та цукрами ( $r = 0,993$ ), масою 1000 насінин ( $r = 0,945$ ) та довжиною насіння ( $r = 0,951$ ). Сильний взаємозв'язок також відмічено між накопиченням у насінні досліджуваних видів рослин кальцію з ліпідами ( $r = 0,933$ ), клітковиною ( $r = 0,995$ ), азотом ( $r = 0,995$ ).

#### **4.2. Біохімічна характеристика надземної частини рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.**

Дослідження біохімічного складу надземної маси досліджуваних видів *G. officinalis* та *G. orientalis* показало, що вміст сухої речовини в період стеблуння становив 14,43 та 19,51 %, клітковини – 11,2 та 23,1 %, золи – 9,78 та 9,03 %, загальний вміст цукрів – 6,45 та 3,19 %, ліпідів – 3,85 та 5,09 %, кальцію – 0,42 та 0,12 % відповідно (рис. 41).

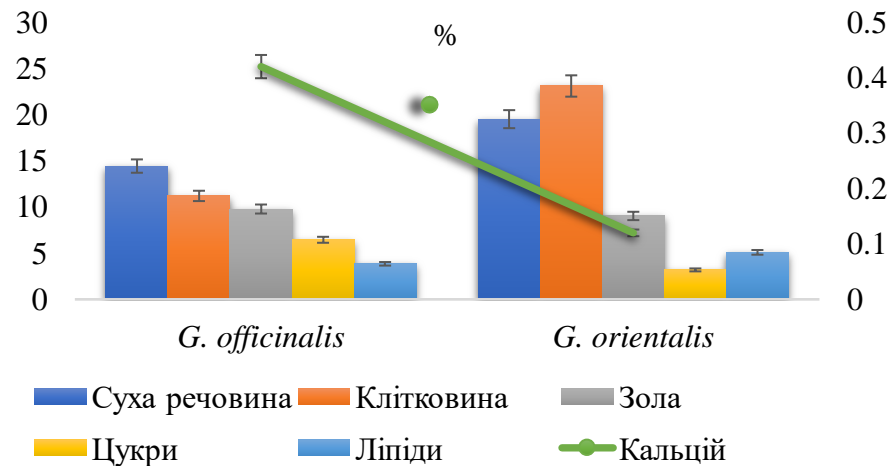


Рис. 41. Біохімічна характеристика надземної маси рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період стеблування (2004–2006 рр.)

У період стеблування також визначали вміст аскорбінової кислоти та каротину (рис. 42). Вміст аскорбінової кислоти в сировині *G. officinalis* та *G. orientalis* становив 584,85 та 434,34 мг% та каротину – 2,07 та 1,49 мг% відповідно.

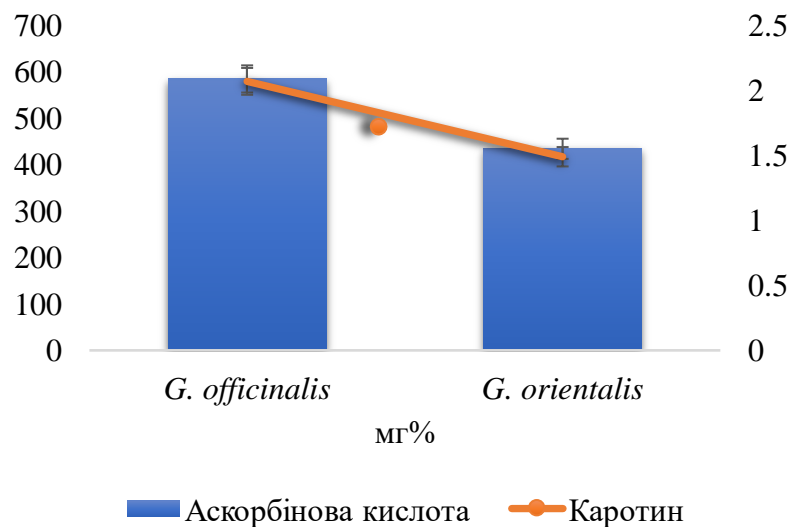


Рис. 42. Вміст вітамінів в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період стеблування (2004-2006 рр.)

У період бутонізації вміст сухої речовини в сировині *G. officinalis* та *G. orientalis* становив 21,69 та 21,51 % відповідно (рис. 43). Цей показник збільшувався в обох видів порівняно з періодом стеблування. Вміст протеїну у надземній масі *G. officinalis* та *G. orientalis* становив 18,41 та 14,84 %, клітковини – 29,07 та 30,88 %, БЕР – 39,62 та 43,05 %, цукрів – 4,38 та 4,22 %, аскорбінової кислоти – 584,85 та 434,34 мг%, каротину – 2,07 та 1,49 мг%.



дубильних речовин – 1,7 та 1,48 %, ліпідів – 1,14 та 3,48 %, а титрована кислотність становила 4,29 та 5,58 % відповідно.

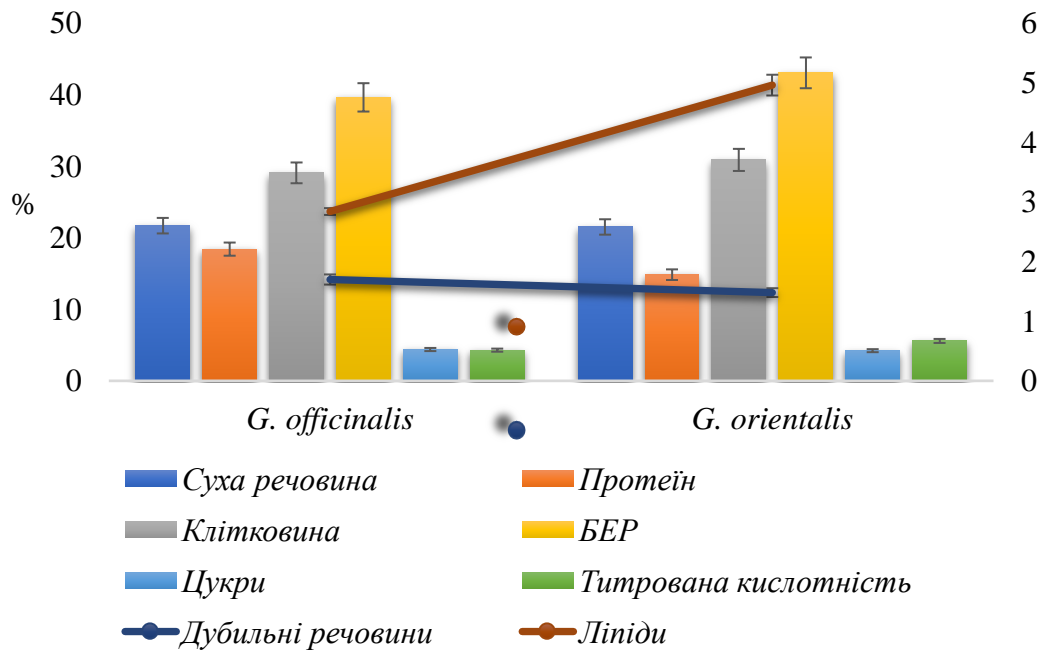


Рис. 43. Біохімічна характеристика надземної маси рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період бутонізації (2004–2006 рр.)

Вміст аскорбінової кислоти в сировині *G. officinalis* в період бутонізації зменшувався на 172,42 мг% порівняно з періодом стеблуння і становив 412,4 мг% (рис. 44). Цей показник у надземній масі *G. orientalis* збільшувався на 202,66 мг% і становив 637,0 мг%. Вміст каротину у *G. officinalis* в період бутонізації зменшувався на 0,79 мг% порівняно з фазою стеблуння.

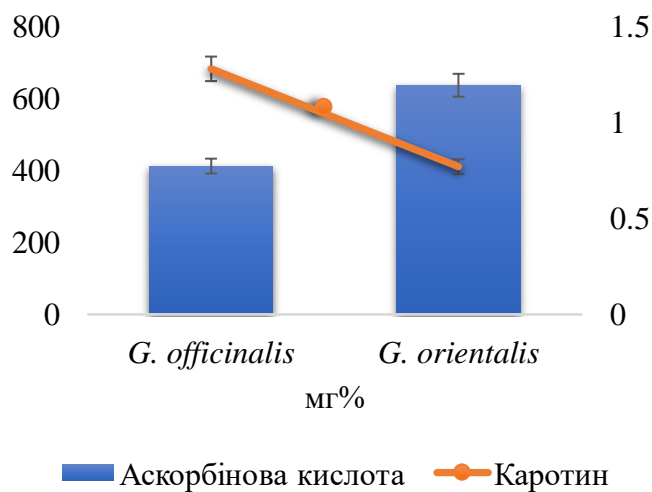


Рис. 44. Вміст вітамінів в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період бутонізації (2004–2006 рр.)

За вмістом золи в період бутонізації відрізнялись рослини виду *G. officinalis*, вміст якої у надземній частині становив 11,76 %, що було на 4 % більше, ніж у іншого виду (рис. 45). Досліджуючи вміст золи, нами визначено рівень накопичення таких сполук як азот, фосфор та кальцій. Так, за рівнем азоту та фосфору переважала сировина рослин *G. officinalis* і їх вміст становив 2,95 та 0,59 % відповідно. У рослин *G. orientalis* азоту та фосфору накопичувалось 2,37 та 0,33 % відповідно. Максимальне накопичення кальцію в період бутонізації спостерігалось у рослин *G. orientalis* і становило 1,46 %, тоді як у рослин *G. officinalis* цей показник становив 0,92 %.

Попереднє дослідження інших видів родини Fabaceae таких як *Astragalus* spp. показало, що в період бутонізації вміст сухої речовини в надземній масі становив 17,35–20,05 %, загальний вміст цукрів – 6,34–13,09 %, каротину – 1,33–4,06 мг %, аскорбінової кислоти – 285,26–904,04 мг% [23].

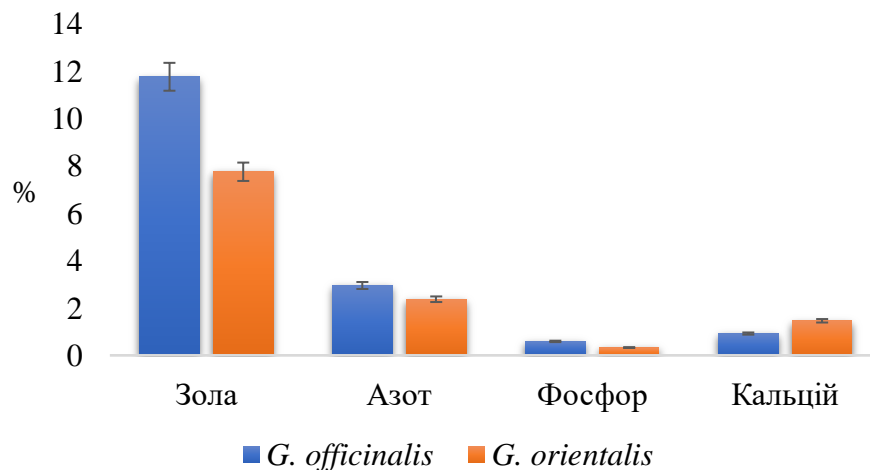


Рис. 45. Вміст золи в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період бутонізації (2004–2006 рр.)

Порівнюючи отримані результати з іншими, слід зазначити, що в умовах Білорусі рослини *G. orientalis* в період бутонізації накопичували протеїну 10–18 %, ліпідів – 0,71–3,34 %, золи – 3,80–7,90 %, клітковини – 22,25–31,40 %, БЕР – 32,72–48,39 %, кальцію – 0,379–0,778 %, фосфору – 0,56–0,90 %, цукрів – 2,27–4,76 % [7].

У період квітування в надземній масі досліджуваних рослин спостерігали збільшення або зменшення поживних речовин порівняно з

періодом бутонізації (рис. 46). У рослин виду *G. officinalis* вміст сухої речовини в період квітання порівняно з фазою бутонізації збільшувався на 2,57 %, ліпідів – на 2,34 %, цукрів – на 3,41 %, титрованої кислотності – на 0,64 %, дубильних речовин – на 0,11 %. Відповідно вміст протеїну в цей період зменшувався на 6,14 %, клітковини – на 18,02 %, БЕР – на 7,09 %.

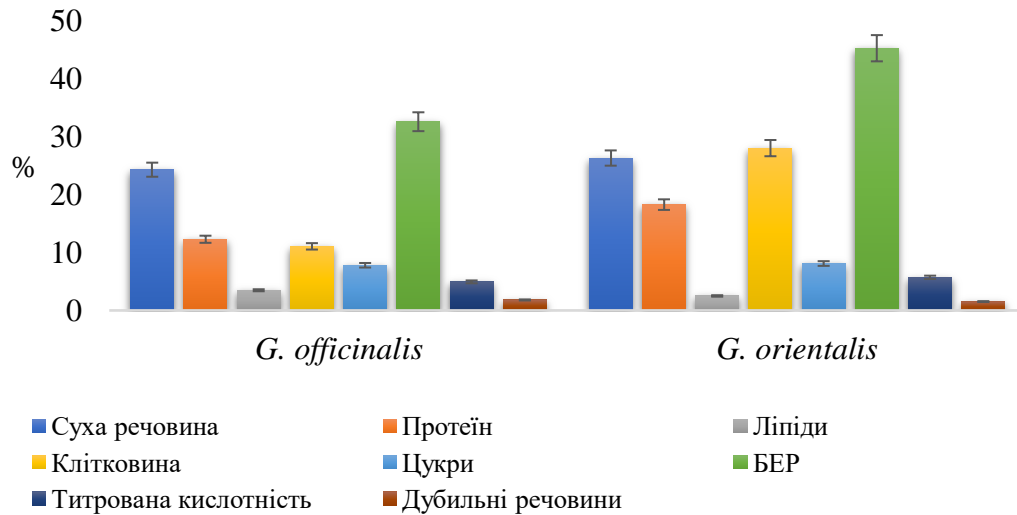


Рис. 46. Біохімічна характеристика надземної маси рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період квітання (2004–2006 рр.)

Вміст аскорбінової кислоти та каротину в період квітання в надземній масі *G. officinalis* і *G. orientalis* становив 288,83 та 106,62 мг%, і 1,50 та 0,63 мг% відповідно (рис. 47).

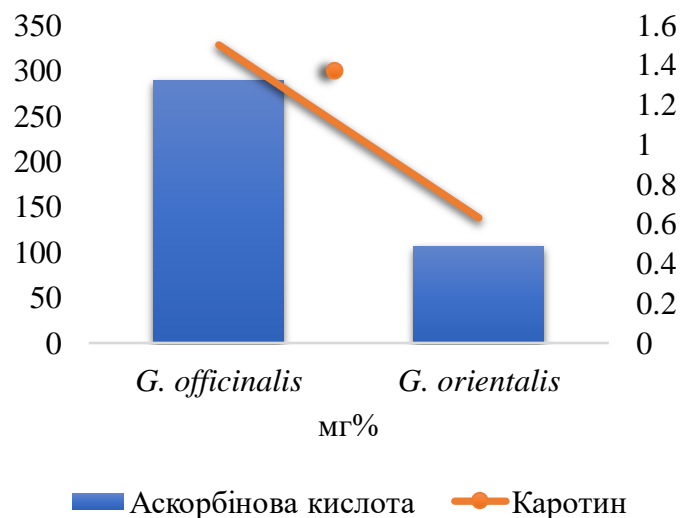


Рис. 47. Вміст вітамінів в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період квітання (2004-2006 рр.)

У цей період рослини *G. officinalis* та *G. orientalis* накопичували в надземній масі золи 6,21 та 6,08 %, азоту – 3,11 та 2,71 %, кальцію – 1,08 та 1,68 %, фосфору – 0,81 та 0,42 % відповідно (рис. 48).

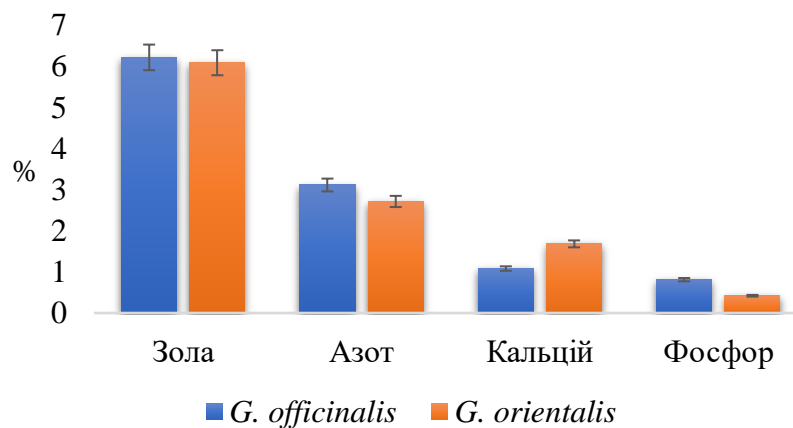


Рис. 48. Вміст золи в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період квітання (2004-2006 рр.)

Дослідження інших видів родини Fabaceae показало, що в період квітання вміст сухої речовини в надземній масі *Astragalus* spp. становив 20,96–22,96 %, загальний вміст цукрів – 3,27–20,00 %, каротину – 0,072–2,48 мг %, аскорбінової кислоти – 133,43–398,45 мг% [23].

Baležtenė and Spruogis (2011) дослідили, що вміст сирого протеїну на суху речовину у *G. orientalis* під час квітання становив 223,2 г/кг, сирі клітковини – 256,8 г/кг, золи – 95 г/кг, ліпідів – 26,8 г/кг, фосфору – 4,81 г/кг, кальцію – 12,41 г/кг [204]. Біохімічні дослідження надземної маси *G. orientalis* в умовах Передкарпаття України показали вміст золи 6,1–8,5 %, протеїну – 21,5–22,1 %, білка – 15,5–16,1 %, ліпідів – 1,5 %, клітковини – 22,5–24,5 %, БЕР – 44,0–47,8 % [93].

У період плодоношення в надземній масі *G. officinalis* накопичувалось більше протеїну, ліпідів, цукрів та титрована кислотність була вищою, ніж у іншого виду (рис. 49). Рослини *G. orientalis* накопичували в період плодоношення більше сухої речовини, клітковини, БЕР, дубильних речовин.

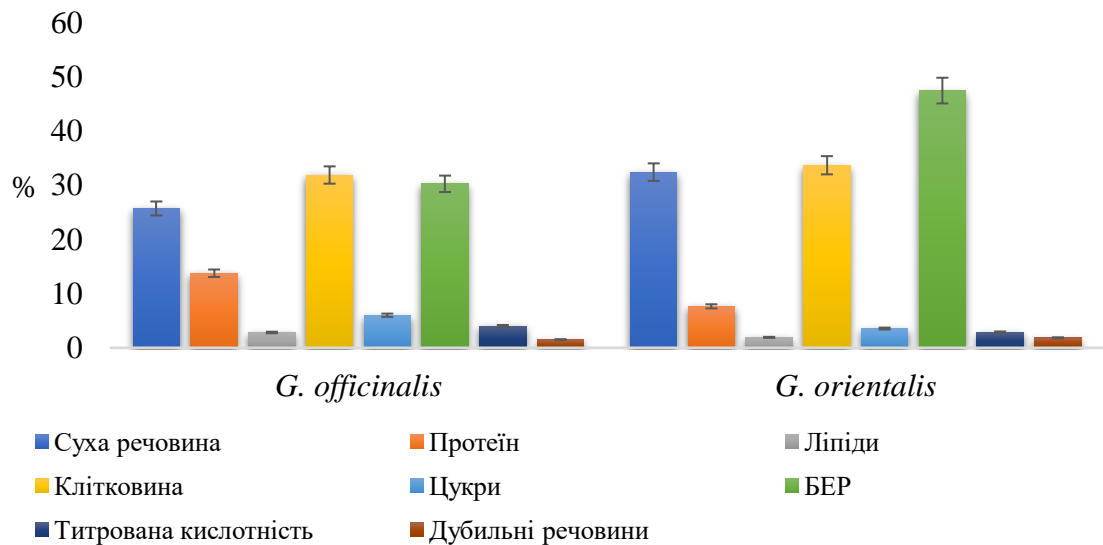


Рис. 49. Біохімічна характеристика надземної маси рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період плодоношення (2004–2006 рр.)

Вміст аскорбінової кислоти в надземній масі *G. officinalis* та *G. orientalis* в період плодоношення становив 273,13 та 175,01 мг% відповідно, а каротину – 1,63 та 0,89 мг% відповідно (Рис. 50). Слід зазначити, що накопичення вітаміну С для обох видів було нерівномірним. Так, в надземній масі *G. officinalis* його акумулювалось найбільше в період стеблування, а у *G. orientalis* – у період бутонізації. Для рослин *G. officinalis* характерним було зменшення даного вітаміну протягом вегетації від стеблування до плодоношення в 2 рази. В іншого виду в період стеблування-бутонізації спостерігалось збільшення вітаміну С, у період бутонізації-квітуванні – зменшення, квітування-плодоношення – збільшення. У *G. officinalis* каротин зменшувався до періоду квітування, а потім збільшувався. Вміст його у *G. orientalis* зменшувався поступово до періоду плодоношення, а під час плодоношення – збільшувався [36].

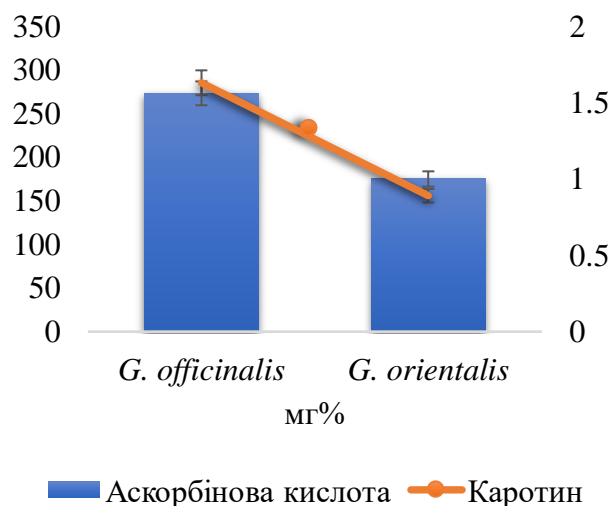


Рис. 50. Вміст вітамінів в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період плодоношення (2004–2006 рр.)

За вмістом золи та фосфору відрізнялись рослини виду *G. orientalis*, за вмістом азоту та кальцію – *G. officinalis* (рис. 51). У період плодоношення в різних видів *Astragalus* вміст сухої речовини становив 24,37–35,79 %, цукрів – 4,37–7,34 %, каротину – 0,175–0,188 мг%, аскорбінової кислоти – 86,17–352,0 мг% [148].

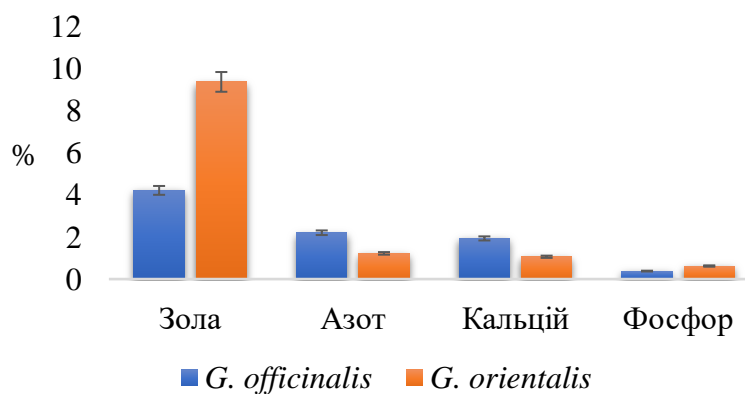


Рис. 51. Вміст золи в надземній масі рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. у період плодоношення (2004–2006 рр.)

Вміст фотосинтетичних пігментів – важливий показник росту рослин, що є індикатором фотосинтетичної активності [238]. Дослідження фотосинтетичних показників, таких як концентрація фотосинтетичних пігментів у листках у співвідношенні з екологічними факторами, показниками росту рослин, а також їх продуктивності залишається актуальним напрямом

біологічної науки [123; 237; 295]. Фотосинтетичний апарат вищих рослин представлений хлорофілами та каротиноїдами. Хлорофіл *a* та *b* виконують функцію збирання енергії світла з подальшою трансформацією її в хімічну енергію. Каротиноїди відіграють важливу захисну функцію фотосинтетичного апарата [64]. Оскільки вміст пігментів та їх стан у листках пов'язані як з продуктивністю, так і зі стійкістю до стресових умов, результати дослідження пігментного комплексу можуть бути використані в селекційній роботі [166].

Упродовж вегетації досліджено вміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин двох досліджуваних видів та виявлено, що співвідношення хлорофілів у листках *G. officinalis* становило 3,97–5,00 та у *G. orientalis* – 3,13–8,21 (табл. 28).

Таблиця 28

Вміст фотосинтетичних пігментів в листках рослин видів роду *Galega* L. залежно від фази розвитку (мг/г сирової речовини), 2004–2006 рр.

Фаза розвитку	Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Стеблування	Хлорофіл <i>a</i>	2,04±0,07	1,56±0,01
	Хлорофіл <i>b</i>	0,50±0,02	0,19±0,01
	Каротиноїди	0,88±0,02	0,31±0,03
	a/b	4,08±0,02	8,21±0,07
	(a+b)/car	2,88±0,08	5,64±0,02
Бутонізація	Хлорофіл <i>a</i>	2,09±0,06	1,61±0,06
	Хлорофіл <i>b</i>	0,50±0,09	0,31±0,29
	Каротиноїди	0,85±0,02	0,76±0,07
	a/b	4,18±0,01	5,19±0,05
	(a+b)/car	3,04±0,04	2,52±0,03
Квітування	Хлорофіл <i>a</i>	1,51±0,04	2,00±0,19
	Хлорофіл <i>b</i>	0,38±0,09	0,55±0,01
	Каротиноїди	0,51±0,01	0,88±0,06
	a/b	3,97±0,02	3,63±0,04
	(a+b)/car	3,71±0,03	2,89±0,01
Плодоношення	Хлорофіл <i>a</i>	1,20±0,02	1,25±0,03
	Хлорофіл <i>b</i>	0,24±0,04	0,40±0,03
	Каротиноїди	0,57±0,04	0,60±0,03
	a/b	5,00±0,11	3,13±0,07
	(a+b)/car	2,53±0,06	2,75±0,03

Вміст хлорофілу *a* в кінці вегетації зменшувався у листках двох досліджуваних видів. Концентрація хлорофілу *b* у листках *G. officinalis* зменшувалась, починаючи з фази стеблуння до періоду плодоношення, а у іншого виду спостерігалось збільшення даного пігменту від фази стеблуння до квітуння, після чого відмічалось його зменшення [273].

Дослідження вмісту суми хлорофілів до каротиноїдів у рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* становило 2,53–3,97 та 2,52–5,64 відповідно. Результати досліджень показали, що вміст фотосинтетичних пігментів та їх співвідношення в листках дослідних видів змінюється упродовж вегетації.

Фотосинтетичні пігменти беруть участь в поглинанні і перетворенні світлової енергії в енергію органічних зв'язків, впливають на процеси росту та розвитку. Пігменти, в свою чергу, тісно пов'язані з білками та ліпідами, що визначає стійкість рослин до несприятливих умов середовища [53]. Система жовтих пігментів, яка включає каротиноїди, відображає рівень стійкості пластидного апарату до екстремальних умов [95; 106].

Хлорофіл *b* прийнято вважати тіньовим. Якщо його доля від сумарного вмісту хлорофілів становить понад 30 %, це свідчить про те, що рослини знаходяться в умовах недостатнього освітлення. Частка хлорофілу *b* у рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* від сумарного вмісту хлорофілів становила 16,6–20,1 та 10,86–24,24 відповідно, що свідчить про оптимальні умови освітлення для даних рослин упродовж вегетації. Співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* є важливим показником, що характеризує зв'язок між рослиною та навколишнім середовищем. Хлорофіл *b* є динамічно стабільнішим, ніж хлорофіл *a*, тому зміна відношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* в основному відбувається за рахунок лабільності хлорофілу *a*. Збільшення цих співвідношень може трактуватись як збільшення функціональної активності світлозбираючих комплексів [166].

Співвідношення хлорофілів до каротиноїдів не менш важливий показник і, очевидно, відображає захисну реакцію пігментного апарату, оскільки каротиноїди відіграють важливу роль в процесі фотосинтезу,



виконуючи функцію світлозбирачів та фотопротекторів [160]. Підвищення співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів відображає уразливість рослин до стрес-факторів та загальне погіршення їх стану [195]. Так, у рослин *G. officinalis* цей показник був найвищим у період квітання (3,71) та у рослин *G. orientalis* – у період стеблуння (5,64). Зростання вмісту каротиноїдів можна вважати реакцією організму на вплив факторів зовнішнього середовища, що призводить до адаптації до умов зростання (підвищується стійкість).

Загальне зниження вмісту хлорофілів, ймовірно, пояснюється тим, що молоді листки розвиваються в умовах інтенсивного освітлення і не потребують великої кількості фотосинтетичних пігментів.

Аналізуючи отримані дані щодо накопичення поживних речовин у надземній масі, нами було проведено кореляційний аналіз, в результаті чого отримано коефіцієнти кореляції Пірсона. Дуже сильна кореляція знайдена між накопиченням БЕР та наступними показниками рослин *G. officinalis* як зола ( $r = 1,00$ ), хлорофіл *a* ( $r = 0,976$ ), хлорофіл *b* ( $r = 0,938$ ), каротиноїди ( $r = 0,887$ ), протеїн ( $r = 0,834$ ); між сухою речовиною та кальцієм ( $r = 0,869$ ); між золою та хлорофілом *a* ( $r = 0,980$ ), хлорофілом *b* ( $r = 0,946$ ), каротиноїдами ( $r = 0,885$ ), протеїном ( $r = 0,833$ ); між цукрами та ліпідами ( $r = 0,862$ ); між кальцієм та співвідношенням хлорофілів ( $r = 0,858$ ); між аскорбіновою кислотою та протеїном ( $r = 0,914$ ), азотом ( $r = 0,911$ ), каротиноїдами ( $r = 0,878$ ), хлорофілом *a* ( $r = 0,824$ ), хлорофілом *b* ( $r = 0,802$ ); титрованою кислотністю та фосфором ( $r = 0,955$ ), співвідношенням хлорофілів до каротиноїдів ( $r = 0,954$ ); між хлорофілом *a* та хлорофілом *b* ( $r = 0,983$ ), каротиноїдами ( $r = 0,903$ ), протеїном ( $r = 0,870$ ); між співвідношенням фотосинтетичних пігментів та фосфором ( $r = 0,997$ ); між каротиноїдами та протеїном ( $r = 0,993$ ); між хлорофілом *b* та каротиноїдами ( $r = 0,818$ ).

Визначено сильну кореляцію між накопиченням наступних речовин для рослин *G. officinalis* (в порядку зменшення): ліпіди та  $\beta$ -каротин ( $r = 0,797$ ) > хлорофіл *b* та азот ( $r = 0,787$ ) > хлорофіл *b* та протеїн ( $r = 0,785$ ) > суха

речовина та дульні речовини ( $r = 0,773$ ) > клітковина та співвідношення хлорофілів ( $r = 0,764$ ) > хлорофіл *a* та азот ( $r = 0,731$ ) > зола та аскорбінова кислота ( $r = 0,715$ ) > БЕР та аскорбінова кислота ( $r = 0,706$ ) > протеїн та азот ( $r = 0,682$ ) > клітковина та кальцій ( $r = 0,681$ ) > дубильні речовини та кальцій ( $r = 0,658$ ) >  $\beta$ -каротин та азот ( $r = 0,652$ ) > аскорбінова кислота та  $\beta$ -каротин ( $r = 0,634$ ).

Дуже сильна кореляція знайдена між накопиченням БЕР та наступними показниками рослин *G. orientalis* як суха речовина ( $r = 0,908$ ), клітковина ( $r = 0,882$ ), дубильні речовини ( $r = 0,839$ ); між сухою речовиною та дубильними речовинами ( $r = 0,962$ ); клітковиною та кальцієм ( $r = 0,833$ ), дубильними речовинами ( $r = 0,815$ ); між цукрами та хлорофілом *a* ( $r = 0,869$ ), хлорофілом *b* ( $r = 0,854$ ); між ліпідами та  $\beta$ -каротин ( $r = 0,866$ ), співвідношенням хлорофілів ( $r = 0,995$ ), співвідношенням пігментів ( $r = 0,847$ ); між  $\beta$ -каротином та співвідношенням хлорофілів ( $r = 0,866$ ), співвідношенням пігментів ( $r = 0,942$ ); між титрованою кислотністю та хлорофілом *a* ( $r = 0,846$ ), протеїном ( $r = 0,828$ ), азотом ( $r = 0,975$ ); між хлорофілом *a* та азотом ( $r = 0,888$ ); між хлорофілом *a* та каротиноїдами ( $r = 0,838$ ), фосфором ( $r = 0,828$ ).

Сильний зв'язок знайдено між цукрами та каротиноїдами ( $r = 0,778$ ), сухою речовиною та клітковиною ( $r = 0,760$ ), хлорофілом *a* та фосфором ( $r = 0,755$ ), ліпідами та протеїном ( $r = 0,734$ ), хлорофілом *a* та протеїном ( $r = 0,717$ ), співвідношенням хлорофілів та протеїну ( $r = 0,684$ ), БЕР та каротиноїдами ( $r = 0,676$ ), золю та  $\beta$ -каротином ( $r = 0,671$ ), сухою речовиною та хлорофілом *b* ( $r = 0,631$ ), ліпідами та аскорбіновою кислотою ( $r = 0,626$ ), співвідношенням пігментів та протеїном ( $r = 0,612$ ).

Також досліджено особливості накопичення поживних речовин у надземній масі сортів *G. orientalis* (рис. 52). Визначення сухої речовини, цукрів, ліпідів, протеїну показало спільні особливості для всіх досліджуваних сортів: сухої речовини та протеїну накопичувалось найбільше з усіх параметрів, що тестувались. Порівнюючи рослинну сировину типового виду *G. orientalis* та його сортів, треба зазначити, що усі сорти значно переважали

типові рослини за вмістом протеїну в період плодоношення. Також більшим був загальний вміст цукрів та ліпідів. За сухою речовиною переважали рослину типового виду.

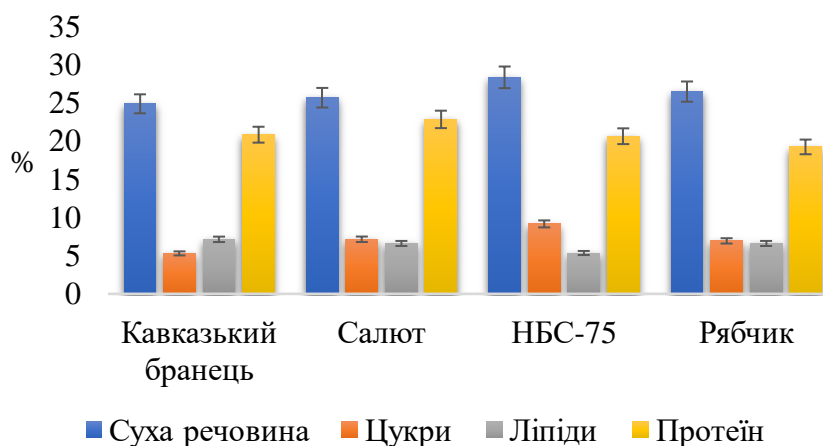


Рис. 52. Вміст поживних речовин в надземній масі рослин генотипів *Galega orientalis* Lam. в період квітування-плодоношення (2004–2006 рр.)

За вмістом аскорбінової кислоти та каротину в період плодоношення переважала сировина усіх чотирьох досліджуваних генотипів порівняно з типовим видом (рис. 53). Найбільше аскорбінової кислоти та каротину накопичувалось у зразках генотипу НБС-75.

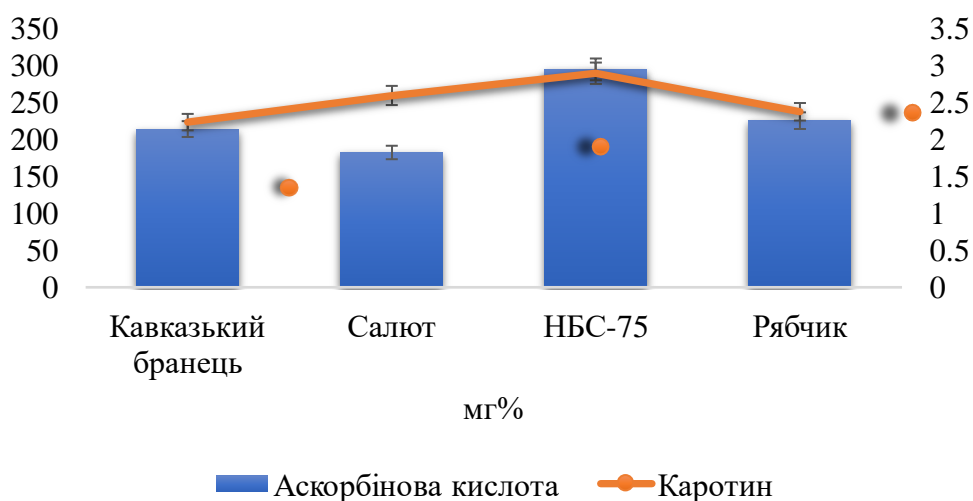


Рис. 53. Вміст вітамінів в надземній масі рослин генотипів *Galega orientalis* Lam. в період квітування-плодоношення (2004–2006 рр.)

У цілому, в результаті проведених досліджень встановлено, що сировина надземної частини рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* є джерелом поживних

речовин залежно від фази розвитку. Вміст досліджуваних сполук в надземній частині рослин був нерівномірним протягом вегетації, що ймовірно пов'язано з особливостями розвитку даних рослин. У період квітування, як правило, відбувається розвиток пагонів збагачення, що впливає на перерозподіл речовин в тканинах.

### 4.3. Біохімічна характеристика підземної частини рослин видів *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.

Поряд з надземною частиною досліджуваних рослин визначали вміст основних поживних речовин у підземній частині протягом вегетації. Так, у період бутонізації за вмістом сухої речовини, клітковини, дубильних речовин переважали рослини *G. orientalis*, а за вмістом протеїну, БЕР, цукрів, ліпідів та титрованою кислотністю – рослини *G. officinalis* (рис. 54).

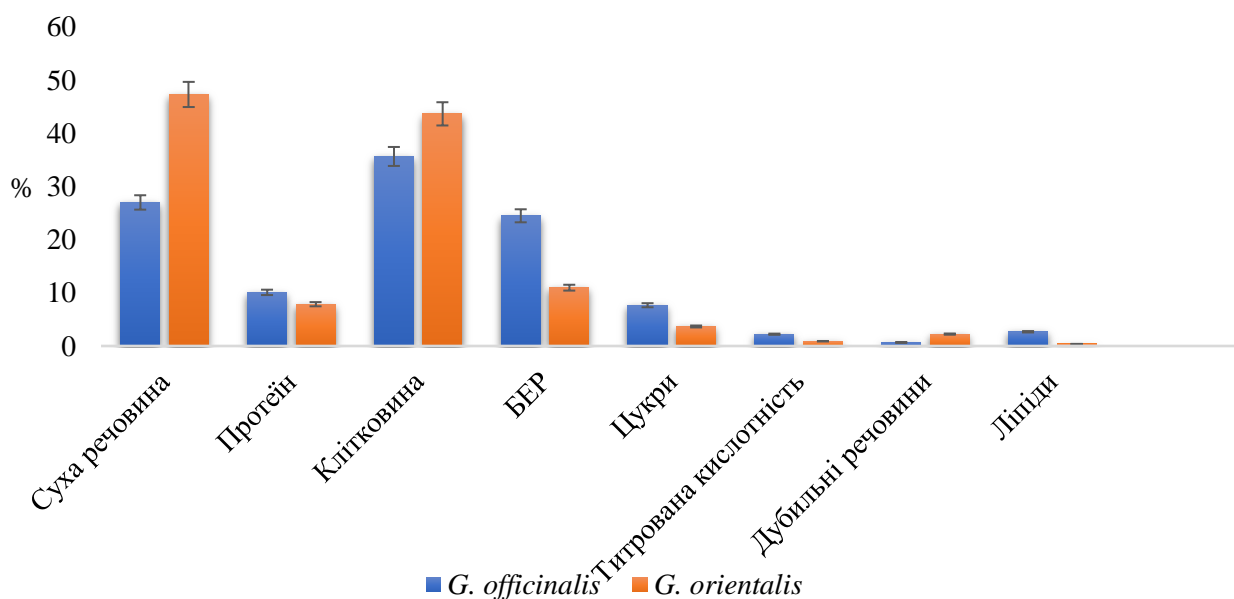


Рис. 54. Біохімічна характеристика підземної частини рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період бутонізації (2004–2006 рр.)

За вмістом золи у підземній частині рослин у період бутонізації переважали рослини *G. orientalis*, а за вмістом азоту, фосфору та кальцію у цей період – рослини *G. officinalis* (рис. 55).

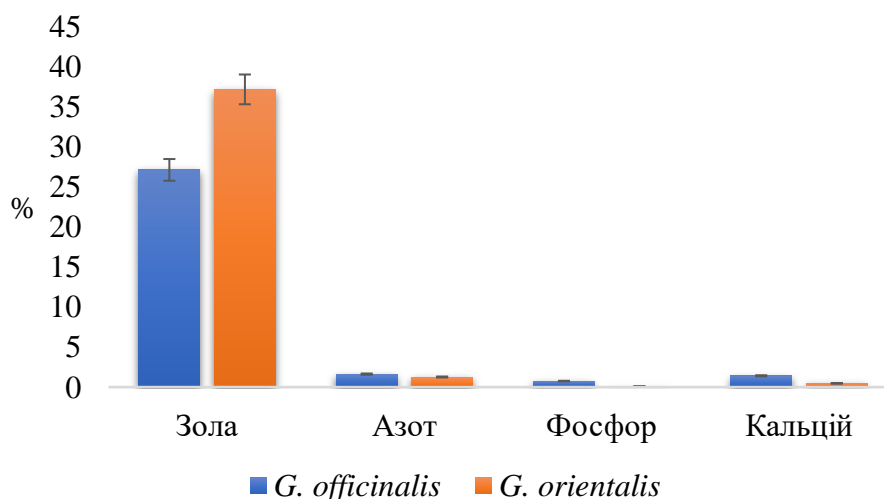


Рис. 55. Вміст золи в підземній частині рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період бутонізації (2004–2006 рр.)

При дослідженні підземної частини, нами визначено, що в період квітування рослин *G. orientalis* переважали за вмістом сухої речовини, протеїну, дубильних речовин, золи та титрованою кислотністю, а за вмістом азоту, фосфору та кальцію у цей період – рослини *G. officinalis* (рис. 56, 57).

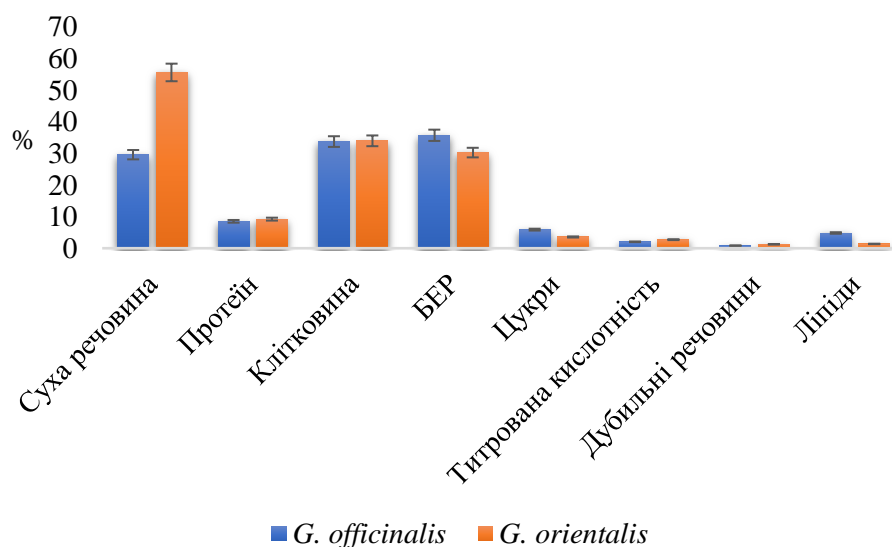


Рис. 56. Біохімічна характеристика підземної частини рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період квітування (2004–2006 рр.)

Слід зазначити, що вміст кальцію у підземній частині *G. officinalis* був у 3 рази, а вміст фосфору – у 4 рази вищий, ніж у *G. orientalis*. Між вмістом золи та азоту у досліджуваних рослин різниця становила в межах 1,2–1,4 рази.

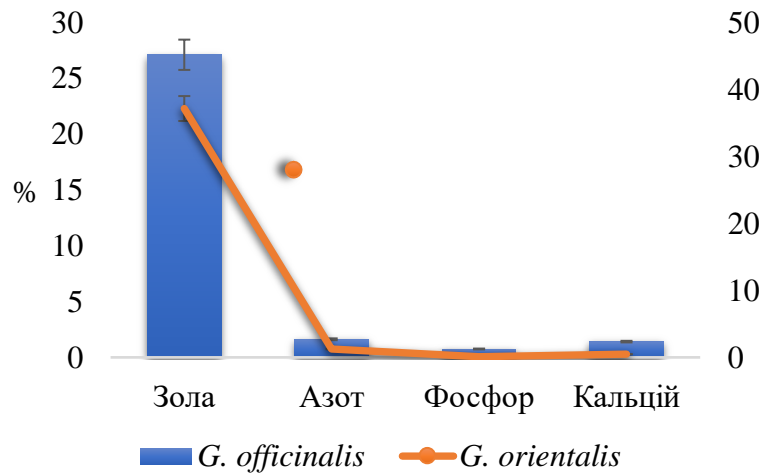


Рис. 57. Вміст золи в підземній частині рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. в період квітання (2004–2006 рр.)

Слід зазначити, що в цілому для даних видів знайдено сильний взаємозв'язок між накопиченням протеїну та азотом ( $r = 1,000$ ) і кальцієм ( $r = 0,840$ ); між загальним вмістом цукрів та фосфором ( $r = 0,905$ ) і кальцієм ( $r = 0,953$ ); між вмістом ліпідів та кальцію ( $r = 0,802$ ); між вмістом азоту та фосфору ( $r = 0,851$ ). Сильну кореляцію відмічено між вмістом сухої речовини та дубильних речовин ( $r = 0,652$ ); між вмістом протеїну та цукрів ( $r = 0,670$ ), титрованою кислотністю ( $r = 0,733$ ), кальцієм ( $r = 0,677$ ).

#### 4.4. Антиоксидантний потенціал рослин *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.

Одним з пріоритетних напрямів сучасної біологічної науки є дослідження рослинних ресурсів на наявність сполук антиоксидантної дії. Останнім часом насіння рослин Fabaceae все частіше називають цінним джерелом антиоксидантів [229]. У разі цього, у різних рослинних екстрактах насіння двох досліджуваних видів рослин вимірювали антирадикальну активність найбільш поширеним методом (ДФПГ) для оцінки антиоксидантного потенціалу даної сировини. Дослідження показали, що найбільшою антиоксидантною активністю відрізнялись метанольні, а найменшою – етанольні екстракти насіння двох видів роду *Galega* (рис. 58).

Порівняння з екстрактами інших лікарських та кормових культур показало, що метанольні екстракти досліджуваних видів мали схожу активність з екстрактами *Bunias erucago* L. та *Bunias orientalis* L. (Brassicaceae) [290]. В цілому, антирадикальна активність метанольних екстрактів насіння *G. officinalis* та *G. orientalis* становила 80,57 та 79,05 %, етанольних – 54,64 та 64,21 %, водних – 76,7 та 67,43 % відповідно.



Рис. 58. Антирадикальна активність екстрактів насіння *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam., %

Дослідження антирадикальної активності різних екстрактів *G. officinalis* показало, що найбільшою активністю характеризувались метанольні екстракти протягом вегетації, окрім стеблових (табл. 29). Листки та генеративні органи в метанольних екстрактах проявляють найвищу антирадикальну активність у межах 70,43–88,25 % та 85,50–95,18 % відповідно. В цілому, антирадикальна активність у метанольних, етанольних та водних екстрактах *G. officinalis* становила 19,39–95 %, 11,24–92,87 % та 28,61–74,63 % відповідно.

Таблиця 29

Антирадикальна активність екстрактів *Galega officinalis* L. залежно від фази розвитку

Фаза розвитку	Рослинна сировина	Метанольні екстракти	Етанольні екстракти	Водні екстракти
Відростання	Вся рослина	52,04±2,19	23,62±1,44	38,57±1,65

## Продовження таблиці 29

Бутонізація	Бутони	85,50±0,52	40,05±1,18	71,06±3,46
	Листки	70,43±3,36	42,55±0,98	66,79±0,72
	Стебла	19,39±1,13	11,24±0,80	29,31±2,94
Квітування	Квітки	92,26±0,68	92,87±1,03	74,63±0,83
	Листки	88,25±2,83	77,29±1,36	55,33±3,48
	Стебла	19,54±1,12	20,83±0,50	30,76±0,73
Плодоношення	Плоди	95,18±1,54	53,08±2,82	43,80±2,26
	Листки	79,72±3,59	62,03±3,01	54,63±0,67
	Стебла	26,03±1,05	18,80±1,33	28,61±1,30

Високу антирадикальну активність метанольних екстрактів визначили у *G. orientalis*, окрім стеблових екстрактів (табл. 30). У цілому, антирадикальна активність у метанольних, етанольних та водних екстрактах *G. orientalis* становила 20,20–91,72 %, 11,74–84,78 % та 22,90–77,72 % відповідно [274].

Таблиця 30

Антирадикальна активність екстрактів рослин *Galega orientalis* Lam.

залежно від фази розвитку

Фаза розвитку	Рослинна сировина	Метанольні екстракти	Етанольні екстракти	Водні екстракти
Відростання	Вся рослина	53,96±1,66	19,07±2,14	22,90±2,44
Бутонізація	Бутони	91,72±0,21	58,44±7,26	50,38±1,37
	Листки	85,41±2,06	43,33±1,55	50,22±2,87
	Стебла	23,69±1,92	12,59±1,25	31,00±1,52
Квітування	Квітки	90,88±0,56	84,78±2,66	77,72±4,58
	Листки	87,72±2,08	37,74±3,15	48,33±3,06
	Стебла	23,77±1,81	15,59±0,82	28,40±1,81
Плодоношення	Плоди	90,60±2,63	20,66±1,43	59,72±2,43
	Листки	41,78±2,95	22,93±2,42	44,65±0,86
	Стебла	20,20±0,90	11,74±0,62	24,33±1,56



Найнижча антирадикальна активність характерна для стеблових екстрактів обох видів незалежно від розчинника. Дослідженнями Bednarska et al. (2020) також підтверджено сильну антирадикальну активність екстрактів *G. officinalis* [207].

На сьогоднішній день існує низка методів, які використовуються для визначення антиоксидантної активності рослин [175]. Серед численних методів визначення цього показника виділяють один з найменш рутинних та економічних – ДФПГ-метод. У разі цього використовується радикал 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил, який реагуючи з рослинним екстрактом, що має високу антиоксидантну активність, змінює забарвлення з фіолетового на жовтий чи зелений, залежно від екстракту [241]. Дослідження антиоксидантних властивостей рослин роду *Galega* показали, що рослинна сировина цих культур є джерелом антиоксидантів різної природи [242; 274; 275]. Сучасні біохімічні дослідження в цій області свідчать про зв'язок між вмістом поліфенольних сполук та антиоксидантною активністю [261]. Фенольні сполуки – відомі вторинні метаболіти в рослинних екстрактах, що проявляють різноманітну біологічну активність: антиоксидантну, антиканцерогенну, антимікробну, антиалергічну, антимуутагенну, протизапальну [249; 282].

Дослідження загального вмісту поліфенольних сполук в різних органах *G. officinalis* показало, що генеративні органи та листки характеризувались найвищою їх концентрацією (рис. 59). Вміст поліфенольних сполук у листках та генеративних органах був найбільшим в період квітування, в стеблах – в період бутонізації.

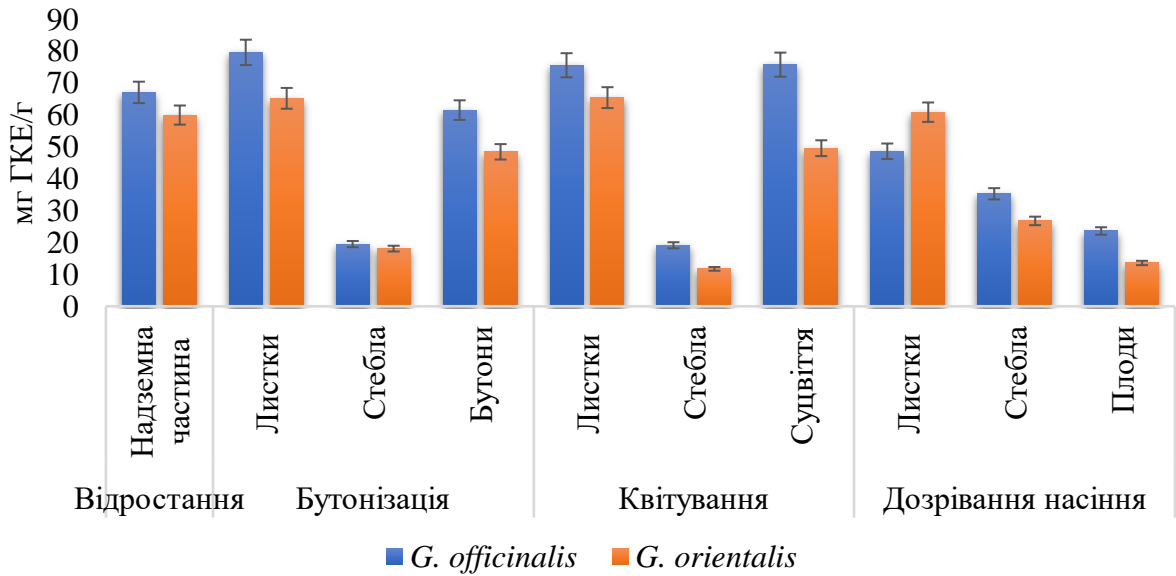


Рис. 59. Вміст поліфенольних сполук в різних органах рослин *Galega officinalis* L. протягом вегетації (ГКЕ – галової кислоти еквівалент)

Вміст поліфенольних сполук в період відростання у рослин *G. orientalis* був нижчим за інший вид. Накопичення поліфенольних сполук у двох досліджуваних видів відбувалось нерівномірно залежно від фази розвитку та тканин [272; 293]. У стеблах *G. orientalis* найменший вміст їх був у період квітування та найбільший – у період дозрівання насіння. У цілому, вміст поліфенольних сполук у рослин *G. officinalis* становив 19,5–79,61 мг ГКЕ/г та у рослин *G. orientalis* – від 11,73 до 65,43 мг ГКЕ/г. Tusevski et al. (2014) визначили загальний вміст поліфенолів в екстрактах *G. officinalis* 32,53 мг ГКЕ/г [287]. В роботі Pehlivan Karakas et al. (2016) представлено, що в метанольних екстрактах листків *G. officinalis* ідентифіковано двадцять фенольних сполук [258].

Фенольні кислоти – група фенольних сполук, що проявляють сильну антиоксидантну дію. Серед найбільш поширених фенольних кислот виділяють кофейну, ферулову, п-кумарову, розмаринову, ванільну та ін. Ця група речовин проявляє різноманітну фармакологічну дію при нервових захворюваннях та захворюваннях серця. Окрім антиоксидантної, відома їх протизапальна, антиканцерогенна, антимікробна дія [232].

Під час фази відростання вміст фенольних кислот був вищим в екстрактах рослин *G. orientalis* (рис. 60). Протягом вегетації вміст фенольних кислот у листках *G. officinalis* був меншим, ніж у листках *G. orientalis*, тоді як у стеблах та генеративних органах спостерігалась зворотна тенденція. В цілому, залежно від досліджуваного органу та періоду розвитку цей показник становив для *G. officinalis* 3,65–15,17 мг ККЕ/г і для *G. orientalis* – 3,52–18,52 мг ККЕ/г [292].

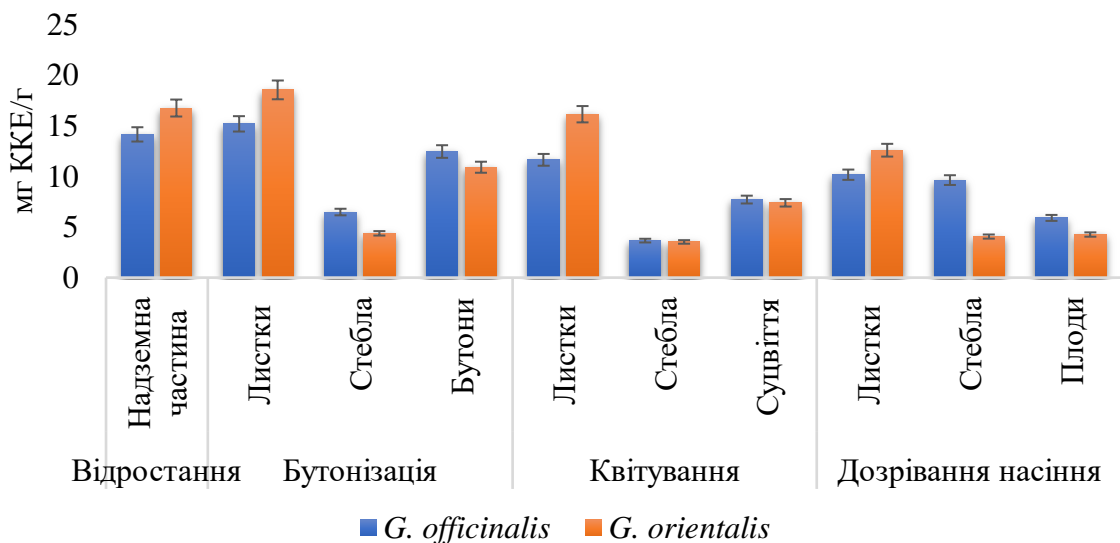


Рис. 60. Вміст фенольних кислот в різних органах рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. протягом вегетації (ККЕ – кофейної кислоти еквівалент)

Флавоноїди відносяться до низькомолекулярних вторинних метаболітів поліфенольної природи, широко представлених в рослинному світі. Захист рослин від абіотичного та біотичного стресів є однією з найбільш важливих функцій флавоноїдів. Вони акумулюються, в основному, в апікальній меристемі, пилку, стеблах та листках [231]. Збільшення синтезу флавоноїдів спостерігається під час стресових умов (мікробні інфекції, механічні пошкодження, дефіцит поживних речовин, зміна температурного режиму) [236].

Вміст флавоноїдів в надземній частині рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* в фазу відростання становив 44,27 та 38,79 мг КЕ/г відповідно (рис. 61). За виключенням листків в період плодоношення, вміст флавоноїдів в

екстрактах різних органів *G. officinalis* був вищим за *G. orientalis*. У цілому, протягом вегетації рослини *G. orientalis* накопичували флавоноїдів від 10,08 до 67,75 мг КЕ/г, рослини *G. officinalis* – від 6,09 до 46,72 мг КЕ/г.

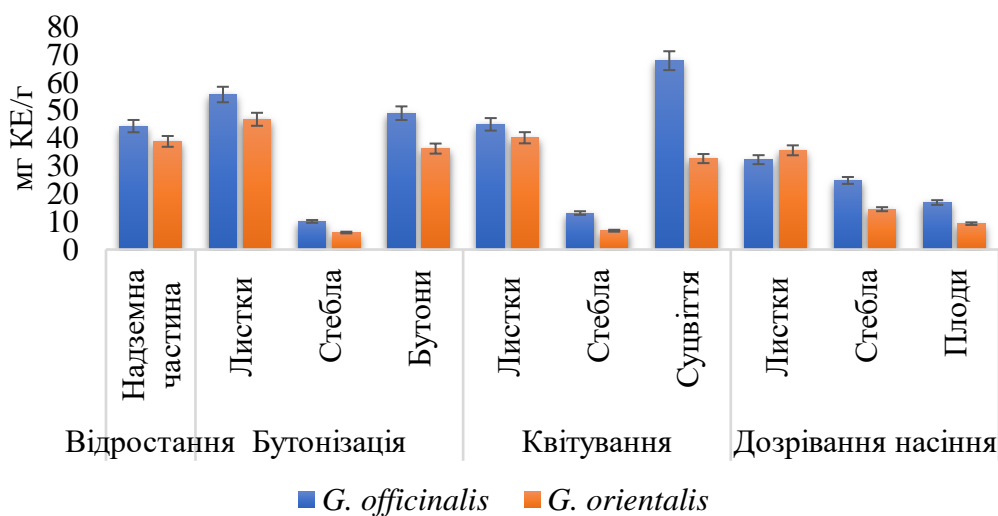


Рис. 61. Вміст флавоноїдів в різних органах рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. протягом вегетації (КЕ – кверцетин еквівалент)

Дослідження антиоксидантної активності (АА) спиртових рослинних екстрактів проводили двома методами, використовуючи Тролокс як стандарт. Для екстрактів *G. officinalis* АА методом ДФПГ становила від 6,02 до 8,45 мг ТЕ/г залежно від фази розвитку та органу (рис. 62). Рослини *G. orientalis* мали АА екстрактів від 6,8 до 8,48 мг ТЕ/г залежно від фази розвитку та органу.

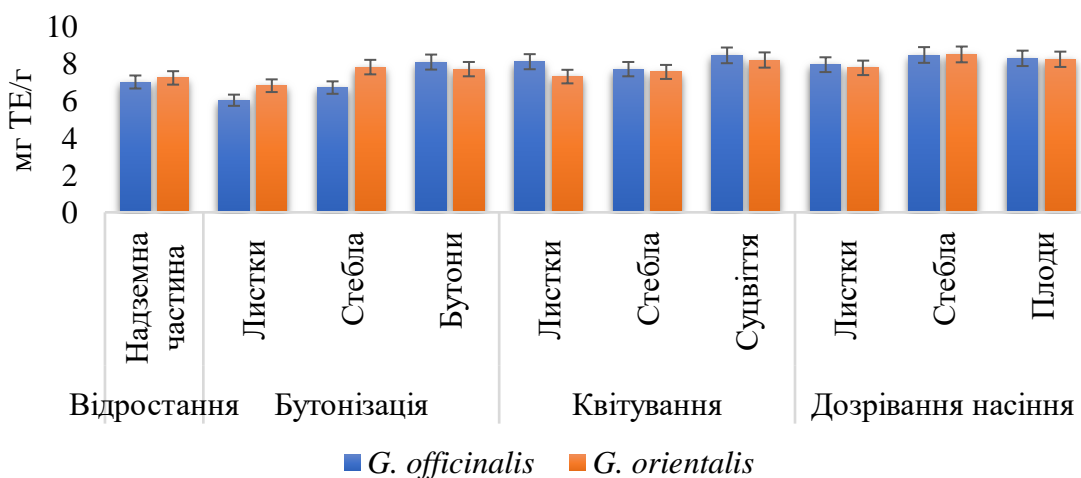


Рис. 62. Антиоксидантна активність методом ДФПГ сировини рослин *Galega officinalis* L. Та *G. orientalis* Lam. протягом вегетації (ТЕ – тролокс-еквівалент)

У результаті дослідження антиоксидантної активності екстрактів фосфомолібденовим методом було відзначено, що цей показник для екстрактів *G. officinalis* становив від 86,56 до 288,15 мг ТЕ/г залежно від фази розвитку та органу (рис. 63). Найвищі значення зафіксовано в бутонах. Екстракти *G. orientalis*, у разі цього, мали значення від 52,52 до 188,51 мг ТЕ/г залежно від фази розвитку та органу. Найвищі значення зафіксовано в суцвіттях.

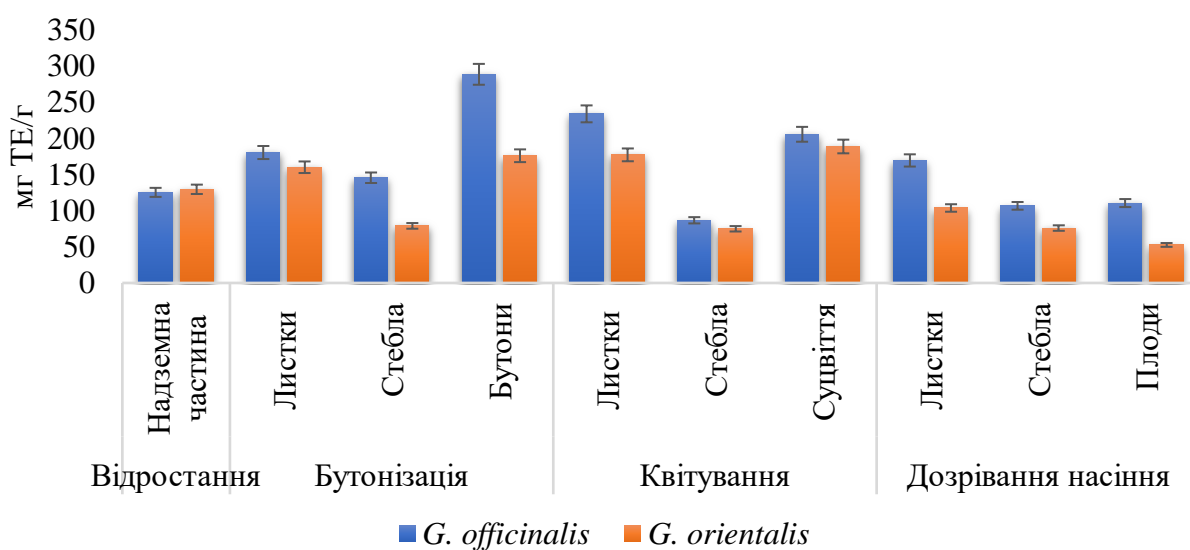


Рис. 63. Антиоксидантна активність сировини рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. фосфомолібденовим методом протягом вегетації (ТЕ – тролокс-еквівалент)

#### 4.5. Антимікробна активність рослин *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam.

Рослинна сировина – це джерело біологічно-активних речовин, які проявляють та зумовлюють її біологічну активність, а саме антиоксидантну, протизапальну, антибактеріальну тощо. Дослідження антимікробної активності рослин залишаються одним із найбільш актуальних напрямів сучасної фармакологічної науки, оскільки патогенні мікроорганізми, що є супутниками людства протягом усієї історії його існування, спричиняють інфекційні захворювання. Пошук рослинних препаратів з протимікробною

дією є більш пріоритетним поряд з виробленням синтетичних засобів, через погіршення стану імунітету людини та резистентності мікроорганізмів до синтетичних засобів. До природних біологічно активних речовин з протимікробною дією відносяться фітонциди, ефірні олії, бальзами, смоли, дубильні речовини, алкалоїди, глікозиди, які визначено у різних частинах рослин [158; 252; 283].

Численні дослідження відображають високий антимікробний потенціал рослин родини Fabaceae проти *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* [213; 245; 250; 254].

Сировина рослин роду *Galega* характеризується проявом різної біологічної активності, в тому числі антимікробної [214; 271].

Дослідження етанольних екстрактів надземної частини *G. officinalis* та *G. orientalis* протягом вегетації показало, що екстракти рослин *G. orientalis* пригнічували лише штами *Salmonella enterica* subsp. *enterica* та *Candida glabrata* (рис. 64). Екстракти *G. officinalis* проявляли активність проти штамів *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae*, *Candida glabrata* протягом відростання, бутонізації та квітування, *Staphylococcus aureus* – протягом бутонізації та квітування та *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* – протягом квітування. Зона пригнічення стосовно штаму *Salmonella enterica* екстрактами *G. officinalis* протягом вегетації становила 1,29–3,29 мм, *Klebsiella pneumoniae* – 1,29–4,71 мм, *Candida glabrata* – 1,00–2,43 мм, *Bacillus cereus* – 1,57 мм, *Clostridium perfringens* – 1,14 мм та *Staphylococcus aureus* – 9,27–13,37 мм. Зона пригнічення штамів *Salmonella enterica* екстрактами *G. orientalis* становила 1,86–3,43 мм, а *Candida glabrata* – 1,86–4,71 мм.

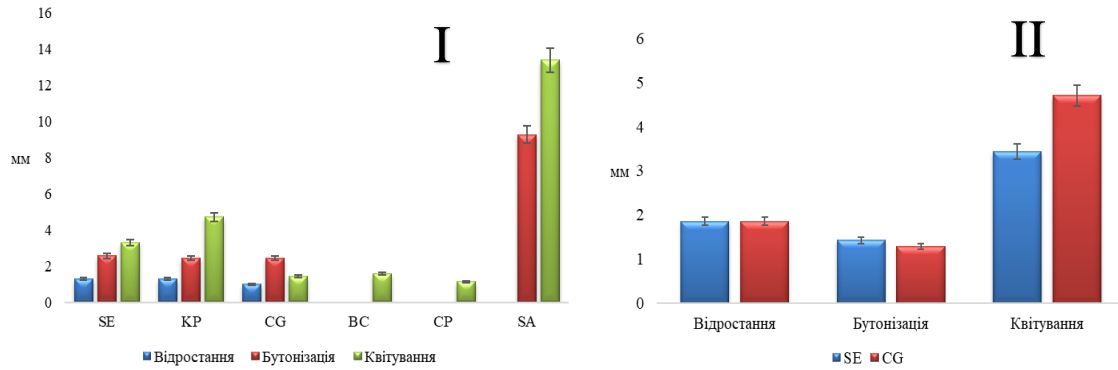


Рис. 64. Антимікробна активність (зона пригнічення) етанольних екстрактів надземної частини *Galega officinalis* L. (I) та *G. orientalis* Lam. (II) залежно від фази розвитку, мм (SE – *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, KP – *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae*, CG – *Candida glabrata*, BC – *Bacillus cereus*, CP – *Clostridium perfringens*, SA – *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus*).

Дослідження екстрактів підземної частини *G. officinalis* та *G. orientalis* виявили, що екстракти обох видів проявляли активність проти усіх 9 штамів, що використовувались у дослідженні (рис. 65). Слід зазначити, що у період квітування підземна частина *G. officinalis* проявляла найбільшу активність порівняно з іншими фазами, тоді як протимікробна активність екстрактів іншого виду у цей період була найнижчою. Найвище значення зони пригнічення у рослин *G. officinalis* зафіксовано проти штаму *Candida albicans* (10,86 мм), у рослин *G. orientalis* – проти штаму *Candida glabrata* (3,89 мм). Найменша активність екстрактів *G. officinalis* та *G. orientalis* спостерігалась проти штаму *Candida tropicalis* – 1,14 мм (відростання) та 0,79 мм (квітування) відповідно. Зона пригнічення екстрактами *G. officinalis* та *G. orientalis* штамів *Staphylococcus aureus* становила 2,29–8,29 та 1,29–2,05 мм відповідно, *Candida albicans* – 2,71–10,86 та 1,54–2,55 мм відповідно, *Salmonella enterica* – 5,14–10,29 та 1,94–3,39 мм відповідно, *Haemophilus influenzae* – 3,57–7,43 та 1,44–2,39 мм відповідно, *Klebsiella pneumoniae* – 1,57–4,29 та 1,30–1,92 мм відповідно, *Candida glabrata* – 1,86–6,29 мм та 2,19–3,89 мм відповідно, *Bacillus cereus* – 1,86–6,29 та 1,29–2,05 мм, *Clostridium perfringens* – 2,29–8,29 та 0,98–1,27 мм відповідно, *Candida tropicalis* – 1,14–3,43 та 0,79–1,10 мм відповідно.

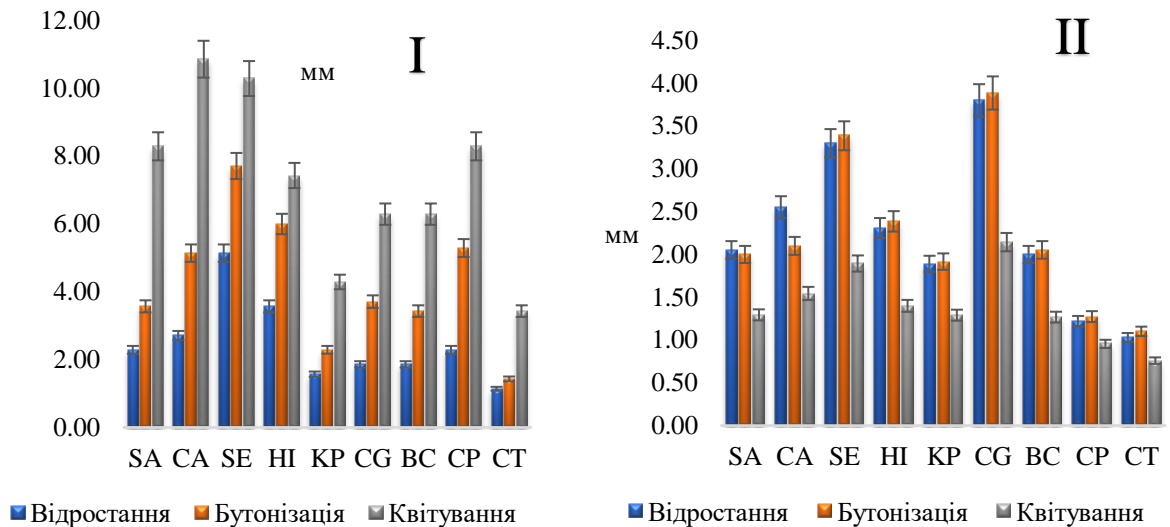


Рис. 65. Антимікробна активність (зона пригнічення) етанольних екстрактів кореневищ *Galega officinalis* L. (I) та *G. orientalis* Lam. (II) залежно від фази розвитку, мм (SA – *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus*, CA – *Candida albicans*, SE – *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, HI – *Haemophilus influenzae*, KP – *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae*, CG – *Candida glabrata*, BC – *Bacillus cereus*, CP – *Clostridium perfringens*, CT – *Candida tropicalis*).

У цілому, активність екстрактів *G. officinalis* проти усіх мікробних штамів становила 1,14–10,86 мм, екстрактів *G. orientalis* – 0,79–3,89 мм.

Дослідження Pundarikakshudu (2001) показали, що більшу активність проявляли 60 % етанольні екстракти *G. officinalis* порівняно з 95 %. Зона пригнічення проти *Staphylococcus aureus* становила 21,9 мм [265]. Ertürk (2010) визначив, що зона пригнічення етанольними екстрактами *G. officinalis* штамів *Escherichia coli* становила 1 мм, *Pseudomonas aeruginosa* – 17 мм, *Bacillus subtilis* – 12,33 мм, *Staphylococcus aureus* – 5,33 мм, *Candida albicans* – 5,67 мм, *Aspergillus niger* – 1 мм [221]. Слід зазначити, що водні екстракти *G. officinalis* проявляли вищу антимікробну активність, ніж етанольні. Зона пригнічення етанольними екстрактами становила для *Staphylococcus aureus* – 7,7 мм, *Staphylococcus epidermidis* – 7,7 мм, *Staphylococcus typhimurium* – 9,0 мм, *Escherichia coli* – 9,0 мм [230]. Mohamed and El-Desoukey (2015) дослідили антимікробну активність різних екстрактів іншої бобової культури *Medicago*



*sativa* та виявили, що зона пригнічення *Enterococcus* етанольними екстрактами становила 17 мм, *Bacillus* – 20 мм, *Staphylococcus aureus* – 0 мм, *Klebsiella pneumoniae* – 25 мм, *Candida albicans* – 30 мм [246].

#### Висновки до 4 розділу:

У цілому, вміст поживних речовин у надземній та підземній частині досліджуваних рослин вирізнявся та накопичення було нерівномірним протягом вегетації для обох досліджуваних видів.

У надземній масі рослин максимальний вміст аскорбінової кислоти для *G. officinalis* становив у період стеблуння, а для *G. orientalis* – в період бутонізації. Максимальний вміст β-каротину для обох видів спостерігався у період стеблуння. У даний період рослини обох видів накопичували більше ліпідів та цукрів, ніж у інші періоди.

#### При написанні даного розділу використано наступні посилання:

1. Vergun O., Shymanska O., Rakhmetov D., Grygorieva O., Ivanišová E., Brindza J. Parameters of antioxidant activity of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. (*Fabaceae* Lindl.) plant raw material. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2020. Vol. 14. P. 125–134. <https://doi.org/10.5219/1271>
2. Вергун О.М., Шиманська О.В., Рахметов Д.Б. Біохімічна характеристика рослин роду *Galega* L. в Правобережному Лісостепу України. *Вісник ОНУ*. 2012. Том 17, вип. 3 (28). С. 43–50.
3. Shymanska O.V., Vergun O.M., Rakhmetov D.B., Brindza J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Plant Introduction*. 2018. № 2 (78). P. 12–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2229075>
4. Vergun O.M., Rakhmetov D.B., Shymanska O.V., Rakhmetova S.O., Fishchenko V.V. Antioxidant activity of seed extracts of selected forage plants. *Plant Introduction*. 2019. № 2 (82). P. 71–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3241204>

5. **Shymanska O.**, Vergun O., Rakhmetov J., Fishchenko V. The content of photosynthetic pigments in the leaves of the *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2017. Vol. 1. P. 398–403.

<https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.398-403>

6. **Shymanska Oksana**, Vergun Olena, Rakhmetov Dzhamal, Brindza Jan, Ivanišova Eva. Total content of phenolic compounds in the ethanol extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2018. Vol. 2. P. 140–145.

<https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.140-145>

7. Vergun O., **Shymanska O.**, Rakhmetov D., Grygorieva O., Brindza J., Fishchenko V., Ivanišova E. Evaluation of Plant Raw Material of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. «*Development and Tehnology*». 2<sup>nd</sup> International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture Kaunas, 2018. P. 106–107.

8. **Shymanska O.**, Vergun O., Kačaniová M., Brindza J., Rakhmetov D., Ivanišová E. 2019. Biochemical activity of ethanol extracts of *Galega officinalis* L. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Agrobiodiversity for improve the nutrition, Health and Quality of Human and Bee’s Life”. P. 135.

<https://doi.org/10.15414/2019.9788055220703>.

## **РОЗДІЛ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РОДУ *GALEGA L.* ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА ГЕНОТИПОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ**

У зв'язку зі стрімким зростанням потреб людства в різних видах енергії, а саме у видобувних ресурсах, увага вчених світу спрямована на пошуки альтернативних джерел енергії (біоетанолу, біодизелю, твердого біопалива та біогазу) [20; 143; 146]. Виробництво біогазу займає третє місце серед інших біопалив. Використання біогазу дає змогу запобігти викидам у повітря метану, який підсилює парниковий ефект у 21 раз більше, ніж CO<sub>2</sub> і знаходиться у повітрі до 12 років [43; 100].

Для отримання біогазу велике значення має використання нетрадиційних енергетичних джерел, а саме виробництво біомаси рослин. Для того, щоб біомаса інтенсивно використовувалася на енергетичні цілі, потрібно забезпечити її щорічне стабільне відтворення для встановлення балансу між дефіцитом енергетичних ресурсів і можливостями сільськогосподарського виробництва [13; 204; 205; 222]. Серед нових енергетичних культур козлятники є цінними рослинами для отримання високої біомаси [183; 185; 188; 204; 205]. Оцінка потенціалу створених у НБС імені М.М. Гришка сортів козлятника має важливе наукове та практичне значення.

Широке впровадження козлятника у виробництво в якості енергетичної культури, окрім отримання дешевої біомаси, сприятиме зменшенню енерговитрат, збагаченню та поліпшенню структури ґрунту, захисту від повітряної та водної ерозій. Важливою особливістю цієї культури є тривалий період господарського використання (понад 10 років), стабільна висока продуктивність [198; 2019]. Багатофункціональність козлятника дозволяє його використання у сировинному конвеєрі в якості нової сидеральної, медодайної, лікарської, кормової культури, а також в якості енергетичної рослини для виробництва біопалива. Досить важливою особливістю козлятника є екологічна пластичність щодо пристосування до різних зовнішніх факторів: холодо-, зимо-, морозо- і посухостійкість [5;186].

Види роду *Galega* L. – багаторічні рослини родини бобових (*Fabaceae*). У природних умовах козлятники зустрічаються на Північному Кавказі, в Азербайджані, Грузії, Ірані, Вірменії, декілька видів на Американському континенті та в Україні. Найбільше господарське значення серед відомих видів мають козлятники лікарський та східний [187]

Козлятники мають галузисте, пряме, порожнисте, матове-зелене з антоціановим забарвленням, опушене стебло заввишки 155–217 см. Листки непарноперисті, завдовжки 19–36 см, складаються з 9–17 яйцеподібних, загострених листочків на коротких черешках. За типом кореневої системи козлятник належить до стрижнево-корневих плагіотропних рослин. Корінь має численні бічні відгалуження, які закінчуються ниткоподібними корінцями з бульбочками. Квітки зібрані в багатоквіткові китиці, які знаходяться на подовженому квітконосі в пазухах листків. На одному стеблі формується від трьох до тридцяти двох китиць. Суцвіття, квітконіжка, чашечка і боби вкриті короткими, залозистими волосками; гострі приквітки вкриті довгими білими волосками. Плід – лінійний, двостулковий, одногніздний, багатонасінний біб з поперечними перегородками. Насінина ниркоподібна, свіжозібране насіння має жовтувато-зелене або оливкове забарвлення, яке у процесі зберігання набуває темно-коричневого кольору. Маса 1000 насінин досліджуваних видів у середньому становить 5,84–6,8 г, схожість скарифікованого насіння сягає 95,6 %, нескаріфікованого – 47,4 %. Насіння кулясто-сплюснене, вигнуте, з виступаючим зародком, гладеньке, 3,2–4,4 мм завдовжки, 1,7–2,6 мм завширшки та товщиною 1,3–1,8 мм. Дозріле насіння має добре розвинений зародок, який складається з двох сім'ядолей, бруньочки, гіпокотилу і корінчика.

Науковці НБС імені М.М. Гришка досягли значних успіхів у напрямі інтродукції та селекції козлятників. Створено багато високопродуктивних форм рослин роду *Galega*, найцінніші з яких визначені як високо адаптивні генотипи і рекомендовані для вирощування у різних зонах України в якості перспективних сировинних рослин. Важливе значення має встановлення

біологічних особливостей рослин, урожайного потенціалу, загальної продуктивності та теплоємності сировини різних генотипів, з'ясування можливості їх використання у якості енергетичних культур залежно від умов вирощування. Порівняльні дослідження рослин за енергетичного використання сировини дозволили виявити суттєві відмінності між генотипами за всіма біометричними, якісними та кількісними показниками.

Важливими параметрами рослин, від яких залежить їх продуктивність, є морфометричні показники [128]. Оптимальним періодом використання рослин є фаза квітання, оскільки у цей час рослини за усіма показниками досягають максимальних розмірів (табл. 31).

Таблиця 31

Морфометричні показники рослин видів роду *Galega* L. залежно від видових особливостей у фазу квітання, середнє за 2011-2013 рр.

Вид <i>Galega</i>	Висота рослин, см	Листок, см		Листочок, см		Прилистки, см		Кількість міжвузлів. шт.	Діаметр стебла, мм
		довжина	ширина	довжина	ширина	довжина	ширина		
<i>G. officinalis</i>	137,80±3,01	27,73±0,96	11,42±0,18	6,21±0,16	2,47±1,18	1,53±0,19	0,62±0,23	9,22±0,17	8,38±0,32
<i>G. orientalis</i>	107,54±2,73	21,61±0,81	14,24±0,25	7,17±0,21	3,54±0,13	1,47±0,14	1,24±0,11	8,64±0,13	7,67±0,28

Результати досліджень свідчать, що за основними морфометричними показниками між рослинами досліджуваних видів *Galega* є суттєва різниця. Встановлено, що за однакових умов рослини *G. officinalis* значно переважають *G. orientalis* за висотою (на 28,2 %), за довжиною листків (на 28,2 %) та прилистників (на 10,4 %), кількістю міжвузлів (на 10,6 %) та діаметром стебла (на 10,9 %). У рослин *G. orientalis* більшими виявилися ширина листка (на 24,5 %), довжина листочка (на 11,5 %), ширина листочка (на 43,3 %) та ширина прилистка (на 20 %).

З'ясовано, що між видами *Galega* є певні відмінності за стратегією формування у рослин бічних пагонів за роками вегетації (рис. 6б).

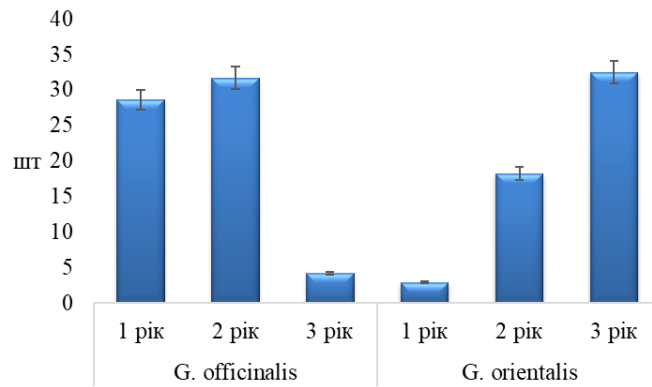


Рис. 66. Кількість бічних пагонів у рослин видів роду *Galega* L. у фазу квітування залежно від року життя

На відміну від *G. orientalis*, стрімке збільшення кількості бічних пагонів відбувається у *G. officinalis* у перший та другий роки вегетації (відповідно у 6,2 та у 4,1 рази більше). На третій рік вегетації спостерігається зворотна закономірність – більш інтенсивне формування бічних пагонів відбувається у *G. orientalis* (у 7,4 разів), ніж у рослин *G. officinalis*.

Результати досліджень свідчать, що у рослин досліджуваних видів роду *Galega* на першому та наступних роках життя є суттєва різниця за динамікою росту і розвитку підземних органів (рис. 67).

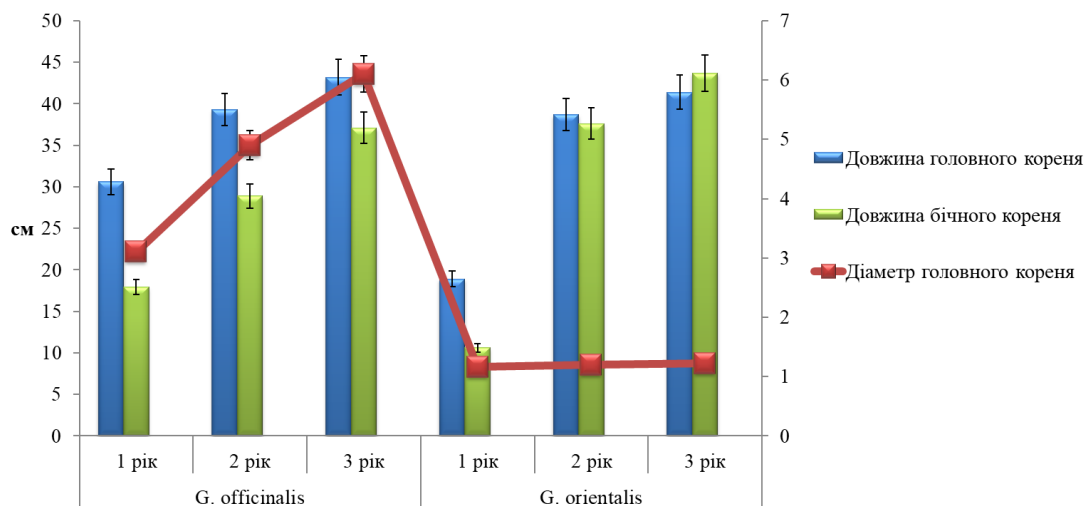


Рис. 67. Динаміка росту і розвитку підземних органів рослин видів роду *Galega* L. залежно від року життя

Довжина головного кореня рослин *G. officinalis* із першого до третього року збільшується із 30,6 до 43,2 см, а *G. orientalis* із 18,9 до 41,4 см. Діаметр головного кореня рослин *G. officinalis* збільшується від 3,1 до 6,1 см, а кореня рослин *G. orientalis* з 1,16 до 1,22 см. Довжина бічних коренів *G. officinalis* збільшується з 17,9 до 37,11 см, а у *G. orientalis* із 10,6 до 43,7 см. Рослини *G. officinalis* у перший рік вегетації суттєво перевищують рослини *G. orientalis* за довжиною (у 1,6 рази) і діаметром (у 2,6 рази) головного кореня та довжиною бічних коренів (у 1,6 рази). На другий і третій роки життя співвідношення між видами вирівнюється і мають досить незначні відмінності. Так на другий рік життя рослини *G. officinalis* мали перевагу за довжиною (у 1,01 рази) і діаметром головного кореня (у 4,1 рази), а рослини *G. orientalis* мали перевагу за довжиною бічних коренів (у 1,3 рази). На третій рік життя незначну перевагу мали рослини *G. officinalis* за довжиною головного кореня (у 1,04 рази) та діаметром головного кореня (у 5,1 рази), а рослини *G. orientalis* переважали за довжиною бічних коренів (у 1,2 рази). Таким чином, у рослин досліджуваних видів було встановлено певну закономірність розвитку за роками життя.

Насінну продуктивність визначали за методикою І. В. Вайнагія [34] на основі таких морфометричних показників, як кількість квіток та бобів у розрахунку на одне суцвіття. Вплив несприятливих умов середовища на процеси росту, розвитку, квітування, формування і дозрівання плодів рослин призводить до того, що тільки з частини квіток на китиці формується повноцінне насіння. Тому, досліджуючи насінну продуктивність рослин роду *Galega*, ми виокремили потенційну насінну продуктивність від реальної, визначили коефіцієнт насінної продуктивності, оцінили кількість квіток у суцвітті та кількість сформованих бобів. Стратегії формування генеративних органів у двох досліджених видів відрізняються тим, що рослини *G. officinalis* вже у перший рік життя квітують і формують повноцінне насіння. Встановлено, що в перший рік вегетації рослини мають невисоку насінну продуктивність. Потенційна насінна продуктивність в середньому на одне

суцвіття становила 77,1 шт., а реальна значно менша і дорівнювала 29,4 шт. бобів, відповідно коефіцієнт насінної продуктивності становив 0,38.

Встановлено особливості рослин досліджуваних видів щодо насінної продуктивності. З роками життя у генеративній сфері рослин відбуваються кількісні зміни, а саме щорічне збільшення кількості квіток та зав'язування бобів. На другому році життя потенційна насінна продуктивність рослин *G. orientalis* становила 99,11 шт., *G. officinalis* – 97,6 шт. бобів, проте реальна насінна продуктивність рослин *G. officinalis* в 1,6 рази перевищувала продуктивність рослин *G. orientalis*. Така динаміка зберігалася протягом усіх років досліджень (рис. 68–70).

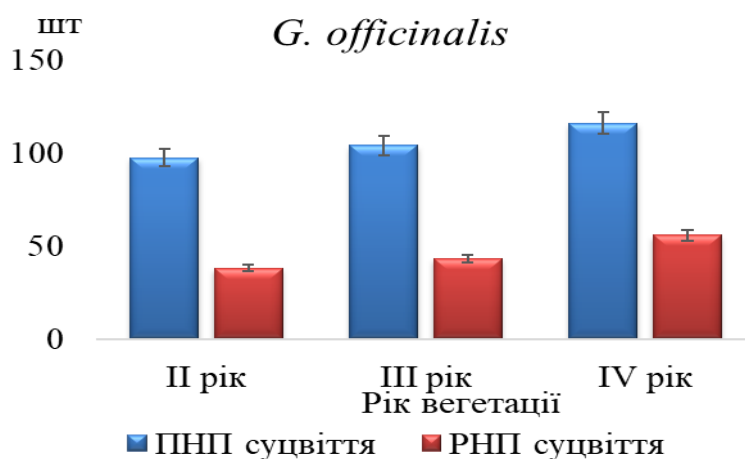


Рис. 68. Насінна продуктивність рослин *Galega officinalis* L. (шт./суцвіття) залежно від року вегетації: ПНП – потенційна насінна продуктивність; РНП – реальна насінна продуктивність

З кожним наступним роком вегетації кількісні показники рослин змінюються, проте ці зміни у досліджуваних видів носять ідентичний характер.



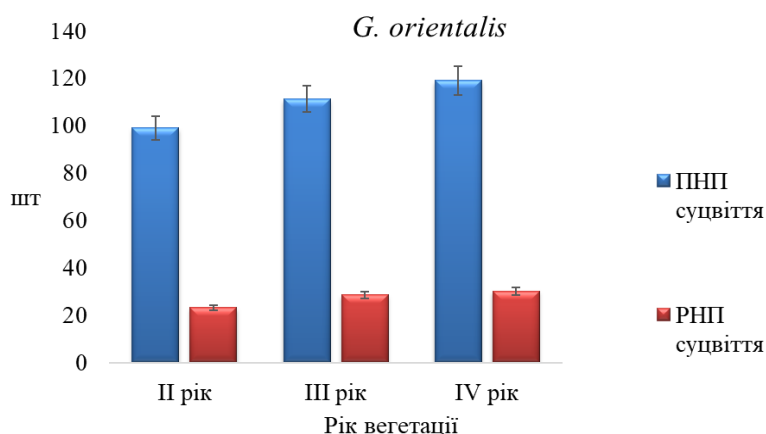


Рис. 69. Насінна продуктивність рослин *Galega orientalis* Lam. (шт./суцвіття) залежно від року вегетації: ПНП – потенційна насінна продуктивність; РНП – реальна насінна продуктивність

Так, на третій і четвертий роки життя потенційна насінна продуктивність у досліджуваних видів зростає, проте невелику перевагу мають рослини *G. orientalis* – на третій рік 111,3 шт. бобів на суцвіття, на четвертий 119,1 шт., проти рослин *G. officinalis* – на третій рік 104,1 шт. бобів та 116,2 шт. на четвертий рік. Реальна насінна продуктивність була дещо вища у рослин *G. officinalis*. Така закономірність із формуванням потужнішого суцвіття у рослин *G. officinalis* зберігалася з року в рік і становила в середньому від 43,3 до 55,8 шт. бобів на суцвіття, а у рослин *G. orientalis* – від 28,7 до 30,2 шт. бобів [184].

Встановлено, що насінна продуктивність залежно від року вегетації у рослин *G. officinalis* перевищувала рослини *G. orientalis* у 1,7 разів.

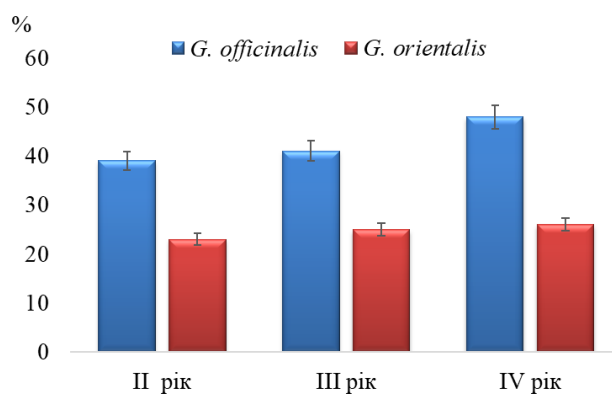


Рис. 70. Насінна продуктивність рослин видів роду *Galega* L. залежно від року вегетації

Симбіотичні відносини з мікроорганізмами відіграють важливу роль у житті рослин. Вони забезпечують краще мінеральне живлення, підвищують захист рослин від патогенів, полегшують адаптацію до стресів та деякою мірою покращують регуляцію розвитку рослин [121]. Такі функції виконують різні внутрішньоклітинні симбіонти (бульбочкові бактерії, ендомікоризні гриби), ендofіти, які заселяють тканини надземних і підземних органів (азотфіксатори *Acetobacter* і *Azoarcus* або ріжкові гриби), а також ектосимбіонти, які заселяють поверхню рослин. Симбіотичні відносини з мікроорганізмами для рослини не є обов'язковими. Проте у реальних екологічних умовах за дефіциту основних елементів живлення і постійних стресів, виживання рослин значною мірою залежить від утворення симбіозів з мікроорганізмами [108]. Це унікальний біологічний процес, що ні тваринам, ні рослинам не притаманний. Всі бульбочкові бактерії, що вступають в симбіоз з бобовими культурами відносяться до роду *Rhizobium*. За класифікацією Л. М. Доросинського, цей рід включає 11 видів, кожен з яких здатен інфікувати одну чи декілька бобових культур. Поділ бульбочкових бактерій на групи має практичне значення, в першу чергу для штучного розмноження бактерій. На активність бобово-ризобіального симбіозу негативний вплив має кисла реакція ґрунту, а також недостатня його зволоженість [30].

На початку 90-х років було встановлено, що при утворенні бобово-ризобіального симбіозу у рослин індукується низка процесів, які нагадують захисні реакції при інфікуванні патогенними мікроорганізмами [44]. Це – синтез флавоноїдів, фенолів, хітиназ, калози і пероксидаз. Однак, в бульбочках ці реакції виражені не настільки сильно, як при інфікуванні патогенами, і їх результатом є не інактивація мікроорганізму, а регуляція його розмноження і метаболічної активності. Така тонка регуляція захисних систем рослини мікросимбіонтом можлива завдяки наявності відповідних генів у ризобію. Мутації в цих генах блокують розвиток симбіозу і замість нормальних бульбочок утворюються псевдобульбочки, які не містять інфекційних ниток з бактеріальними клітинами і заповнені недиференційованою тканиною.

Функцією вказаних генів є синтез різних компонентів клітинної поверхні бактерій: кислих екзополісахаридів (ехо-гени), нейтральних екзополісахаридів (ехр-гени), ліпополісахаридів (lps-гени) і циклічних глюканів (ndv-гени).

Рослини роду *Galega* утворюють на кореневій системі бульбочки (рис. 71), з яких виділено бактерії виду *Rhizobium galegae*, що вперше були досліджені Т. Науке-Расевичова (1952) [239]. У результаті симбіозу відбувається акумуляція повітряного азоту в ґрунті. Кожен штам є видоспецифічним та відповідає конкретному виду. За інфікування штаму, що відповідає *G. officinalis* іншого виду, азотфіксація не відбувається [85; 87; 239]. Рослини *G. orientalis* виділяють лектин, що сприяє покращанню процесу симбіозу [178].

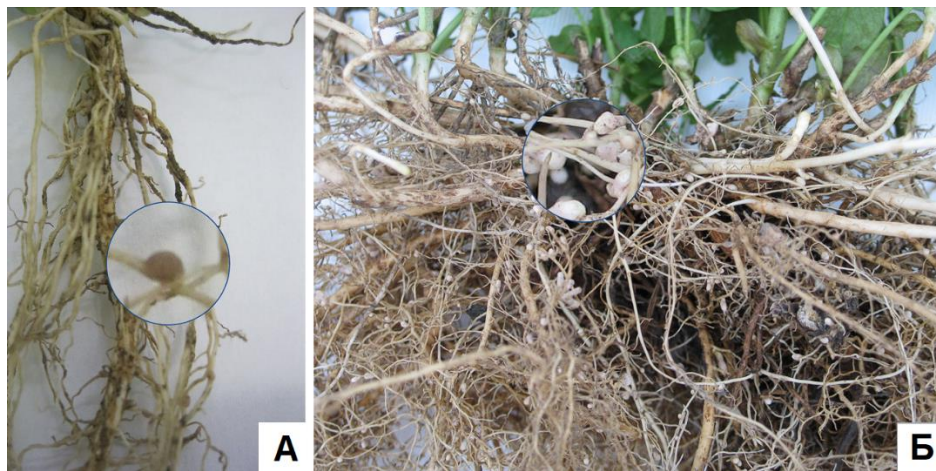


Рис. 71. Загальний вигляд кореневої системи з бульбочками на коренях рослин *Galega officinalis* L. (А) та *G. orientalis* Lam. (Б)

Важливими показниками успішного симбіозу і ризобію *Galega* є кількість і маса рожевих бульбочок на коренях. Бульбочки на рослинах *Galega* починають формуватися на 15–17 добу після появи сходів. За сприятливих погодних умов кількість їх динамічно збільшується до початку формування бобів (рис. 72).

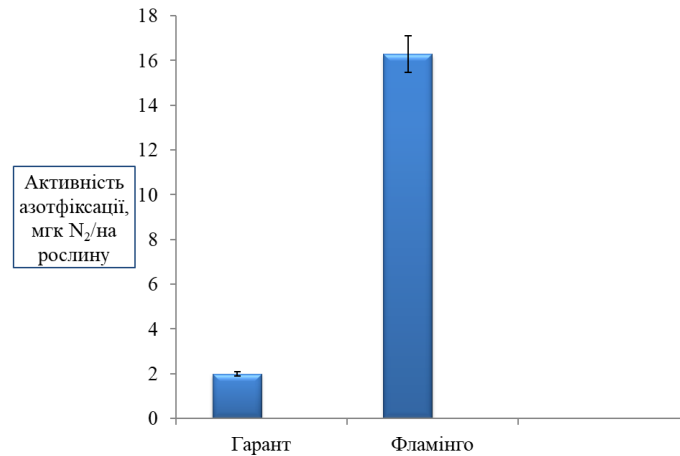


Рис. 72. Азотфіксуюча активність рослин *Galega officinalis* L. залежно від генотипових особливостей у фазу квітування

Для підвищення продуктивності симбіотичної азотфіксації в агроценозах необхідно враховувати конкретні ґрунтово-кліматичні та агротехнічні умови, проводити селекцію сортів бобових культур і штамів бульбочкових бактерій, а також створювати сприятливі умови для ефективного функціонування бобово-ризобіального симбіозу [57].

За результатами досліджень встановлено, що найбільша азотфіксуюча активність відбувається у фазу квітування і залежить від генотипових особливостей, адже у цей період найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Ґрунтова мікрофлора достатньо активна і тому азотфіксуючі бактерії інтенсивно працюють. У посушливий період на кореневій системі рослин формується значно менша кількість активних бульбочок. Встановлено, що між азотфіксуючою здатністю видів і генотипів є суттєві відмінності. Найбільшу активність виявлено у рослин *G. officinalis* генотипу Фламінго, яка становила 16,28 мгк N<sub>2</sub>/рослину за годину. У рослин *G. orientalis* найвищими показниками характеризувався генотип НБС-75 – 11,91 мгк N<sub>2</sub>/рослину за годину (рис. 73). Найменшими показниками серед усіх генотипів характеризувався Кавказький бранець – 1,86 мгк N<sub>2</sub>/рослину за годину [180].

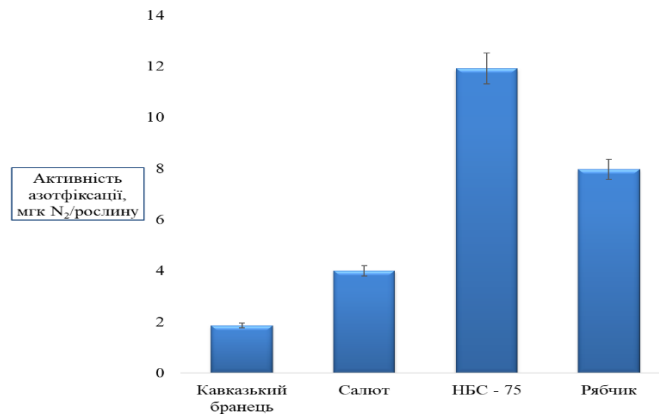


Рис. 73. Азотфіксуюча активність рослин *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей

За насінного розмноження морфометричні показники рослин *G. officinalis* у фазу квітнування залежали від схеми посіву та площі живлення рослин (табл. 32).

Таблиця 32

Морфометричні показники рослин *Galega officinalis* L. залежно від схеми розміщення та площі живлення рослин

Схема розміщення	Площа живлення	Висота рослин, см	Листок, см		Кількість квіток у суцвітті, шт.	Довжина суцвіття, см
			довжина	ширина		
15×10 см	150 см <sup>2</sup>	53,3±0,47	8,4±0,02	6,5±0,01	19,7±0,17	8,5±0,44
15×15 см	225 см <sup>2</sup>	54,4±0,27	8,9±0,01	6,8±0,02	25,4±0,31	8,7±0,31
15×20 см	300 см <sup>2</sup>	58,1±0,23	9,7±0,01	8,1±0,27	29,1±0,32	9,1±0,29
45×10 см	450 см <sup>2</sup>	62,3±0,61	13,9±0,02	8,9±0,03	57,2±0,71	12,9±0,11
45×15 см	675 см <sup>2</sup>	63,7±0,25	17,9±0,02	9,4±0,01	61,9±0,43	13,2±0,18
45×20 см	900 см <sup>2</sup>	69,4±0,41	15,2±0,02	10,7±0,02	66,3±0,31	14,2±0,41
60×10 см	600 см <sup>2</sup>	65,7±0,39	14,2±0,02	9,8±0,02	62,8±0,44	13,7±0,33
60×15 см	900 см <sup>2</sup>	68,1±0,21	14,7±0,01	10,3±0,01	63,3±0,38	13,3±0,29
60×20 см	1200 см <sup>2</sup>	70,4±0,31	14,1±0,03	10,9±0,02	70,3±0,44	15,5±0,47
70×10 см	700 см <sup>2</sup>	73,6±0,45	15,7±0,03	7,3±0,03	78,7±0,53	14,7±0,35
70×15 см	1050 см <sup>2</sup>	75,1±0,54	16,1±0,03	7,9±0,03	80,2±0,61	15,0±0,17
70×20 см	1400 см <sup>2</sup>	77,3±0,63	16,5±0,04	8,58±0,05	85,1±0,67	15,3±0,22

У варіанті із площею живлення 1400 см<sup>2</sup> та схемою розміщення 70×20 см рослини мали суттєву перевагу за висотою (на 45 %), довжиною листка (на

96,4 %), кількістю квіток у суцвітті (на 31,9 %) та довжиною суцвіття (на 80 %) порівняно з варіантом із площею живлення 150 см<sup>2</sup> та схемою розміщення 15×10 см. За шириною листка (10,9 см) найкращим виявився варіант з площею живлення рослин 1200 см<sup>2</sup> та схемою розміщення 60×20 см.

Встановлено, що схема розміщення та площа живлення рослин суттєво впливає на морфометричні показники, продуктивність інтродуцентів та кількість утворених на рослині суцвіть (рис. 74).

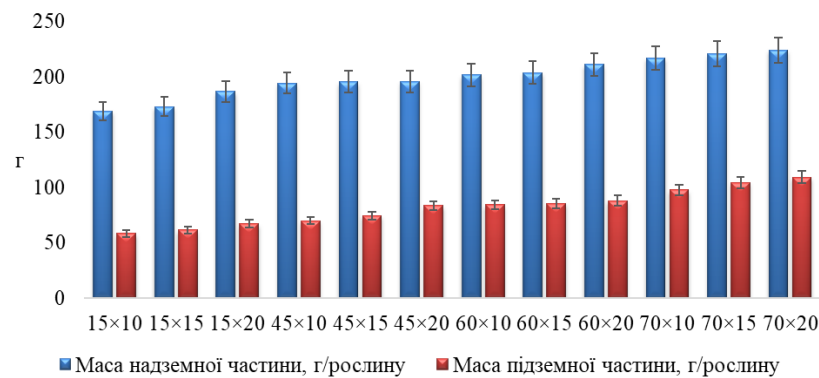


Рис. 74. Продуктивність надземної та підземної частини рослин *Galega officinalis* L. залежно від схеми розміщення та площі живлення при насінному розмноженні у фазу квітування

Встановлено, що морфометричні показники надземної та підземної маси рослин *G. officinalis* при насінному розмноженні у фазу квітування залежать від схеми розміщення. У формуванні надземної маси та маси кореневої системи особливу роль відіграє площа живлення рослин (рис. 75).

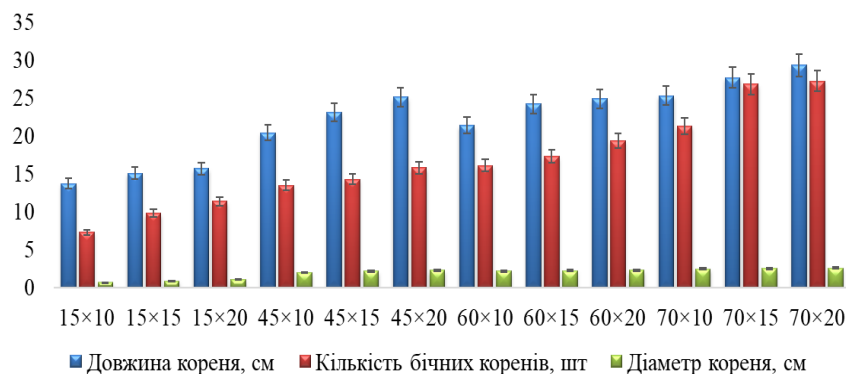


Рис. 75. Морфометричні показники підземних органів рослин *Galega officinalis* L. залежно від схеми розміщення та площі живлення рослин

При площі живлення 1400 см<sup>2</sup> та схемі розміщення 70×20 см маса надземної частини рослин *G. officinalis* (на 32,5 %) та маса кореневої системи

(на 87,1 %) перевищувала варіант із площею живлення 150 см<sup>2</sup> та схемою розміщення 15×10 см.

Рослини у варіанті з площею живлення 1400 см<sup>2</sup> та схемою розміщення 70×20 см відрізнялися вищими показниками за довжиною кореня (на 13,8 %), кількістю бічних коренів (на 72,6 %) та діаметром стебла (на 62,5 %) порівняно з варіантом із площею живлення 150 см<sup>2</sup> та розміщення посіву 15×10 см (рис. 76).



А

Б

Рис. 76. Стратегія розвитку рослин досліджуваних видів роду *Galega* L.

першого року життя при однакових площах живлення за насінного розмноження: А – *Galega officinalis* L. та Б – *Galega orientalis* Lam.

Таким чином, збільшення площі живлення сприяє покращенню морфометричних показників рослин. Встановлено, що морфометричні показники підземних органів рослин *G. officinalis* при насінному розмноженні у фазу квітування залежали від схеми розміщення та площі живлення рослин.

Вегетативне розмноження рослин – один із способів безстатевого розмноження багатоклітинних організмів, який полягає в утворенні нової рослини із частини батьківської. Вегетативне розмноження характерне для всіх систематичних груп рослин завдяки здатності рослинного організму до регенерації. У вищих рослин нові особини розвиваються з окремих вегетативних органів, їх частин або видозмінених органів. Сукупність генетично однорідних організмів, які утворюються з однієї особини, називають клоном. Розрізняють природне вегетативне розмноження рослин,

яке відбувається без втручання людини, і штучне, яке здійснюється під впливом спрямованої людської діяльності [70].

Вперше було проведено дослідження з вивчення особливостей вегетативного розмноження рослин досліджуваних видів залежно від схеми розміщення, площі живлення та року життя (табл. 33).

Таблиця 33

Висота рослин видів роду *Galega* L. за вегетативного розмноження залежно від схеми розміщення та площі живлення рослин

Схема посадки	Площа живлення	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
фаза стеблування			
45×45 см	2025 см <sup>2</sup>	22,5±1,12	10,05±0,37
70×70 см	4900 см <sup>2</sup>	23,9±2,33	14,3±0,11
фаза бутонізація			
45×45 см	2025 см <sup>2</sup>	65,2±1,18	29,8±1,48
70×70 см	4900 см <sup>2</sup>	74,6±3,14	27,3±0,90
фаза квітування			
45×45 см	2025 см <sup>2</sup>	73,5±0,85	50,3±0,65
70×70 см	4900 см <sup>2</sup>	84,1±0,74	54,0±0,67
фаза плодоношення			
45×45 см	2025 см <sup>2</sup>	81,4±1,24	77,2±1,10
70×70 см	4900 см <sup>2</sup>	94,6±0,96	68,5±1,30

Встановлено, що за схеми посадки 70×70 см, висота рослин *G. officinalis* була вище у фазі відростання (у 1,06 рази), бутонізації (у 1,1 рази), квітування (у 1,14 рази) та плодоношення (у 1,16 рази), ніж за схеми 45×45 см. Спостереження за рослинами *G. orientalis* показали, що на відміну від попереднього виду, за площі живлення 45×45 см у фазу стеблування висота рослин була більше, ніж при площі живлення 70×70 см у 1,4 рази, у фазу бутонізації – у 1,09 рази, у фазу плодоношення – у 1,1 рази. У фазу квітування



кращим був варіант з площею живлення  $70 \times 70$  см – у 1,07 рази вище, ніж у варіанті  $45 \times 45$  см.

Отже, встановлено, що для рослин видів роду *Galega* площа живлення має важливе значення. Найбільшою висотою характеризувалися рослини *G. officinalis* при площі живлення  $4900 \text{ см}^2$  за схеми розміщення  $70 \times 70$  см, а рослини виду *G. orientalis* – при площі живлення  $2025 \text{ см}^2$  за схеми розміщення  $45 \times 45$  см.

Встановлено, що за стратегією формування кількості пагонів на рослинах за вегетативного розмноження досліджувані види роду *Galega* мають певні видоспецифічні відмінності, які залежать від схеми розміщення, площі живлення та року вегетації. Так, у рослин *G. orientalis* у перший та наступні роки життя, на відміну від рослин *G. officinalis*, відбувається стрімке збільшення кількості пагонів на рослину при схемі розміщення  $45 \times 45$  см та площі живлення  $2025 \text{ см}^2$  у той час, як у рослин *G. officinalis* із третього року життя спостерігається зменшення пагонів на рослину як при схемі розміщення  $45 \times 45$  см і площі живлення  $2025 \text{ см}^2$ , так і при схемі розміщення  $70 \times 70$  см і площі живлення  $4900 \text{ см}^2$  (рис. 77).

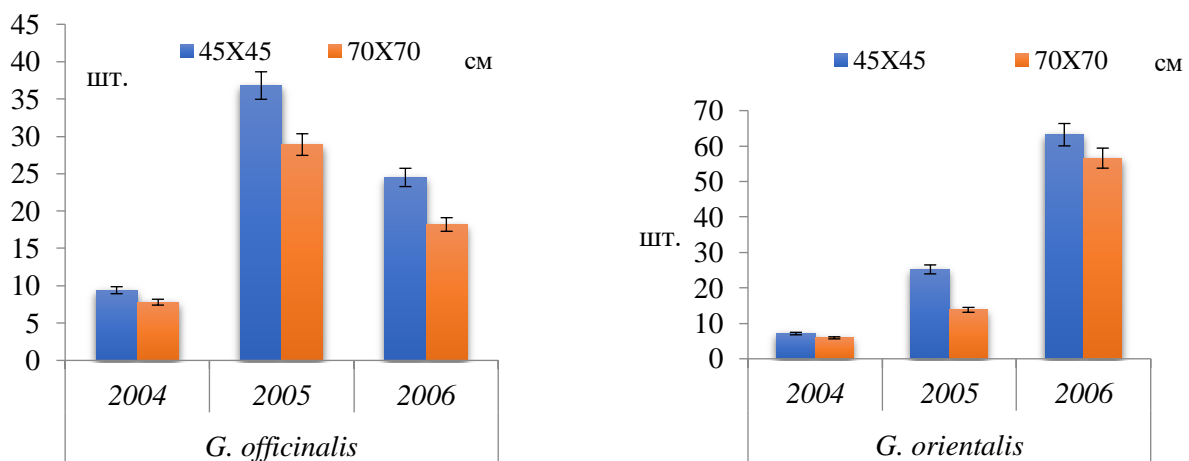


Рис. 77. Кількість пагонів на рослинах *Galega officinalis* L. та *Galega orientalis* Lam. залежно від схеми розміщення, площі живлення та року вегетації за вегетативного розмноження, шт.

Встановлено, що маса насіння з одиниці площі ( $\text{м}^2$ ) залежала як від схеми посадки так і від площі живлення рослин та року вегетації (рис. 78).

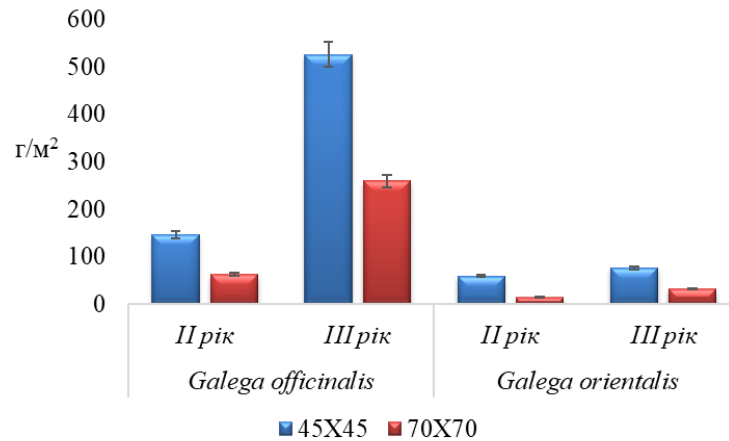


Рис. 78. Насінна продуктивність рослин видів роду *Galega* L. залежно від схеми розміщення, площі живлення та року вегетації за вегетативного розмноження

Рослини *G. officinalis* за масою насіння на другий рік життя за схеми посадки 45×45 см та площі живлення 2025 см<sup>2</sup> перевищували масу насіння у *G. orientalis* у 2,3–2,7 разів. На третій рік у рослин *G. officinalis* спостерігається збільшення маси насіння від 1,7 до 2,6 разів. У рослин *G. officinalis* маса насіння на другий рік життя за схеми посадки 70×70 см та площі живлення рослин 4900 см<sup>2</sup> перевищувала показники рослин *G. orientalis* у 3,5–5,2 рази, а на третій рік життя у 2,2–3,3 рази. Встановлено, що найкращим за урожайністю насіння рослин *G. officinalis* виявився варіант із схемою посадки 45×45 та площею живлення 2025 см<sup>2</sup>. За роками вегетації спостерігається суттєве збільшення як маси насіння, так і габітусу рослин (рис. 79).



А



Б

Рис. 79. Вегетативно розмножені рослини видів роду *Galega* L. залежно від року життя у фазу квітування (1-й рік А) і плодоношення (4 рік Б)

Продуктивність рослин є одним із важливих показників у кормовиробництві та біоенергетиці. Результати досліджень свідчать про високий продуктивний потенціал досліджуваних рослин роду *Galega* залежно від їх генотипових особливостей (рис. 80).

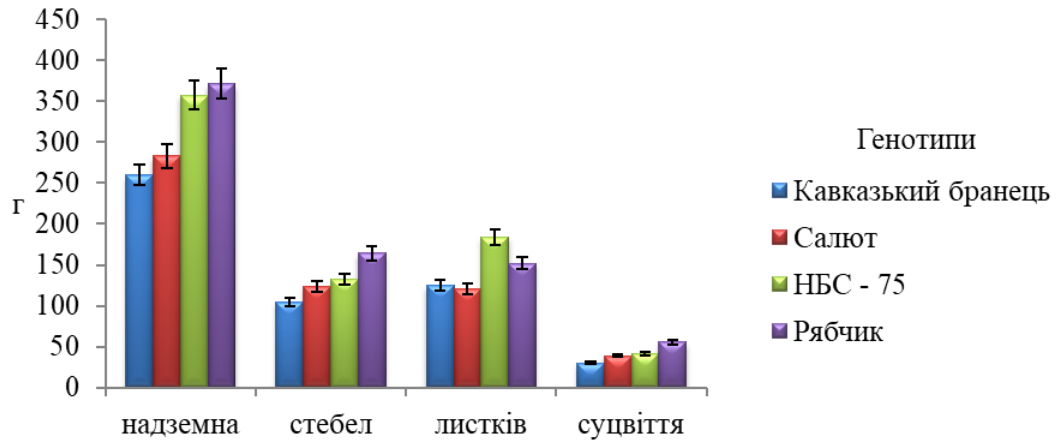


Рис. 80. Маса продуктивних пагонів рослин

*Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей

Досліджувані види козлятників здатні формувати за вегетаційний сезон від 28,6 до 62,4 т/га надземної маси, за виходом сухої речовини від 7,12 до 16,5 т/га (рис. 81). За продуктивністю пагонів встановлено значну перевагу генотипів Рябчик та НБС–75, які створе но для використання, насамперед, у якості енергетичних культур.

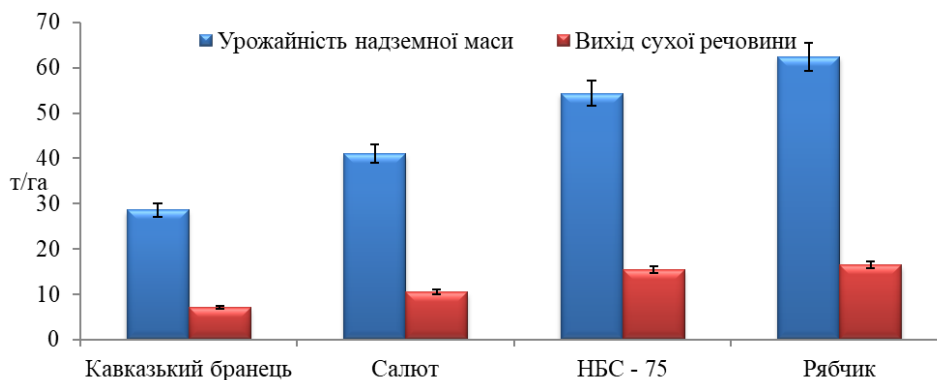


Рис. 81. Урожайність рослин *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей у період квітування-плодоношення

Якість зеленої маси певною мірою залежить від частки у ній листків, стебел та суцвіть, тобто структури врожаю (рис. 82).

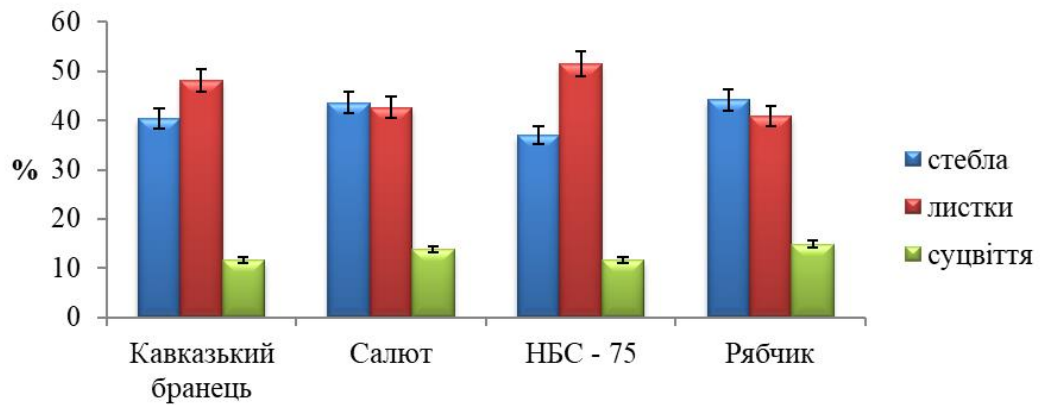


Рис. 82. Структура надземної маси пагонів рослин видів роду *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей

У структурі надземної маси генотипів на долю стебел припадало 37,0–44,2 %, листків – 40,9–51,4 %, суцвіть – 11,6–14,9 %. Найбільшу дольову участь стебел та суцвіть виявлено у генотипу Рябчик, а листків – у НБС-75. Це дозволяє розглядати генотипи *G. orientalis* як перспективні культури для кормовиробництва, а також для виробництва біогазу і твердого палива.

Теплоємність біомаси та її енергопродуктивність є видоспецифічними показниками для досліджуваних видів козлятників та їх генотипів (рис. 83, 84).

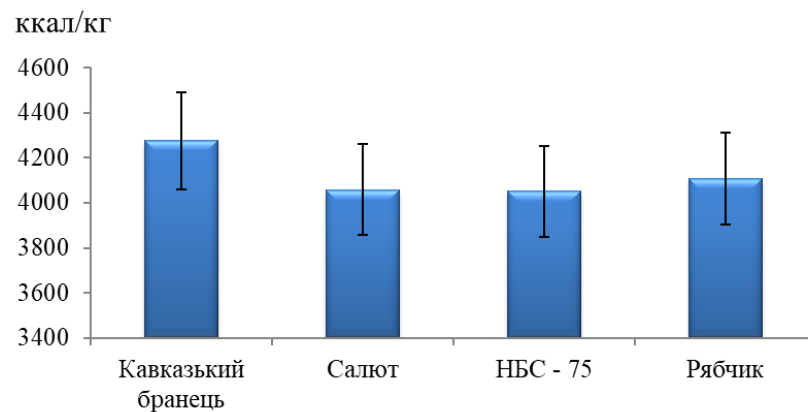


Рис. 83. Теплоємність рослин *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей у період квітання-плодоношення

За шкалою енергетичної оцінки рослин [146] за умов інтродукції в Лісостепі України найбільш енергопродуктивними генотипами за виходом сухої речовини виявилися генотипи козлятників Рябчик та НБС-75, за теплоємністю – Кавказький бранець, за урожайністю надземної маси – Рябчик.

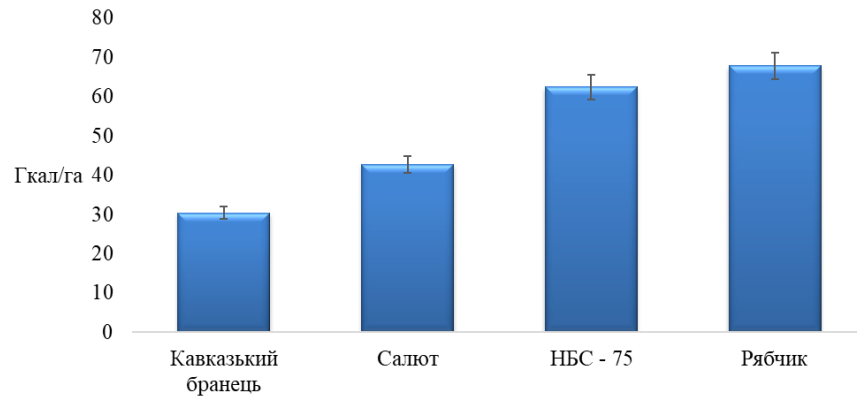


Рис. 84. Вихід енергії з одиниці площі агроценозу *Galega orientalis* Lam. залежно від генотипових особливостей рослин у період квітання-плодоношення

Енергопродуктивність культур значною мірою залежить від загальної продуктивності генотипів. Теплоємність сировини рослин *G. orientalis* становить 4051–4275 ккал/га. Загальний вихід енергії сягав 30,44–67,85 Гкал/га. Серед досліджуваних генотипів *G. orientalis* за всіма продуктивними показниками відзначилися генотип Рябчик та НБС-75.

Таким чином, у результаті проведених багаторічних досліджень, зібрано цінний генофонд рослин козлятника східного. Визначено особливості росту та розвитку рослин, показано успішність їх інтродукції в умовах України. Створено високопродуктивні генотипи, які добре адаптовані до умов різних кліматичних зон України. Оцінено їх онтоморфогенетичні особливості, морфометричні показники, продуктивний потенціал, теплоємність та енергетична енергопродуктивність. Доведено, що серед досліджуваних генотипів найвищими продуктивними показниками характеризуються Рябчик та НБС-75, що дозволяє рекомендувати їх у якості енергетичних рослин, перспективних для України.

Батьківщиною змішаних посівів вважають Індію та Китай, землероби яких широко використовували цей спосіб вирощування для різних культур, що дозволяло їм більш інтенсивно використовувати землю. Пізніше змішані посіви використовували землероби античного Риму, Візантії, середньовічної Європи та старослов'янських городищ [90; 137]. Ідею сумісного вирощування рослин було запозичено у природи, де трав'яна і дерев'яниста рослинність

найчастіше росте поруч у вигляді фітоценозів, які краще пристосовані до місцевих умов. На відміну від багаторічних природних рослинних угруповань, створені людиною називають агроценозами [10]. Потрібен особливо ретельний підхід до підбору компонентів сумішок, що вимагає знання біології та екології рослин. Зазвичай за вдалого добору рослин, достатньому зволоженні і забезпеченні поживними речовинами рівень продуктивності сумішок перевищує одновидові ценози [45; 70; 77].

Дослідження з підбору компонентів різних сільськогосподарських культур для складання сумішок виконувались різними вченими [21; 56; 77; 78; 97; 99; 124; 144; 149; 156; 164; 165; 167].

Підбір компонентів для сумісних з *G. orientalis* посівів має важливе наукове та практичне значення. Козлятник східний за своїми біологічними особливостями в перший рік життя розвивається повільно і має слабкий ріст надземної маси, а всю свою енергію витрачає на зміцнення і нарощування кореневої системи. Дослідження особливостей росту і розвитку рослин та їх продуктивності не лише в одновидових, а й в сумісних посівах, має теоретичне значення та є актуальним питанням сьогодення. Тому, для більш раціонального використання посівних площ важливо вивчити й підібрати культури з високим потенціалом формування надземної маси і здатних позитивно впливати на ріст і розвиток козлятника східного в перший і наступні роки життя в двохкомпонентних посівах. Дослідження динаміки наростання надземної маси та збільшення густоти стояння рослин на одиниці площі (м<sup>2</sup>) проводили протягом шести років. Було встановлено основні відмінності морфометричних показників як на видовому рівні, так і залежно від року життя та строку сівби. Був закладений дослід за наступною схемою:

I варіант – *Galega orientalis* Lam.+ *Festuca pratensis* Huds.

II варіант – *Galega orientalis* Lam.+ *Dactylis glomerata* L.

III варіант – *Galega orientalis* Lam.+ *Lolium multiflorum* Lam.

IV варіант – *Galega orientalis* Lam.+ *Trifolium pratense* L.

V варіант – *Galega orientalis* Lam.+ *Medicago sativa* L.

Сівбу проводили широкорядним способом з міжряддями 45 см. Дослідження проводили у трьохразовому повторенні у три строки: навесні, влітку та восени. Перед сівбою насіння скарифікували і обробляли бульбочковими бактеріями із багаторічної плантації козлятника східного. Першими з'явилися сходи злакових рослин, а саме *Festuca pratensis*, за ними *Lolium multiflorum* та *Dactylis glomerata*, а із бобового компоненту – *Trifolium pratense* та *Medicago*. Сходи козлятника почали з'являтися на 12 добу після сівби. Характеризуючи розвиток рослин у перший рік життя протягом весняного, літнього та осіннього періодів, найкращим виявився варіант із рослинами *Festuca pratensis*. Висота рослин у цьому варіанті становила від 4,88 до 24,4 см, а з бобовим компонентом *Trifolium pratense* відповідно від 3,12 до 16,8 см (рис. 85).

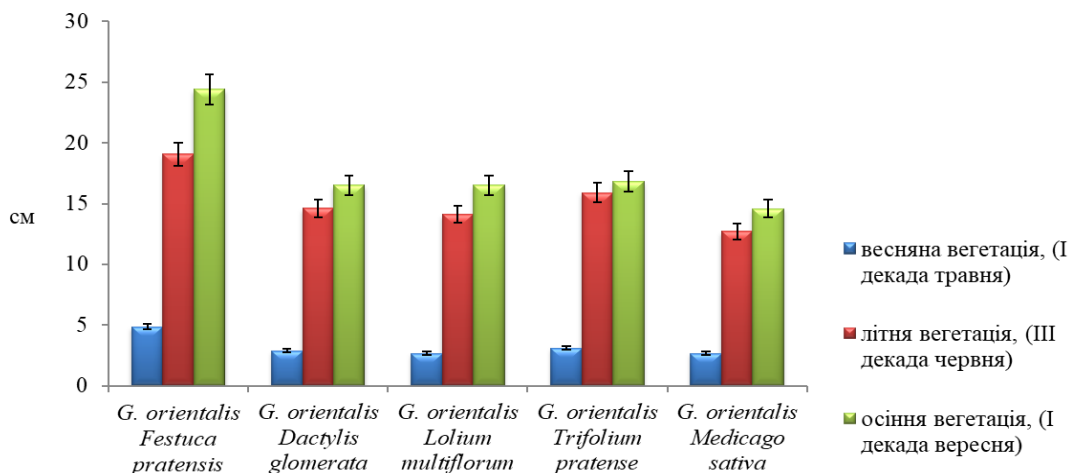


Рис. 85. Висота рослин *Galega orientalis* Lam. у перший рік життя, залежно від компонентів у сумісних посівах

Багаторічні бобові рослини під покривом позитивно впливають на вміст гумусу, а також на формування та збереження структури ґрунту. Застосування біологічного землеробства дозволяє агроєкосистемі працювати на екологічну рівновагу землі, що сприяє збагаченню ґрунту біологічним азотом – найціннішим і найенергонасиченішим елементом, який підвищує урожайність культур у рази. У свою чергу врожайність ценозу залежить від густоти стояння в ньому рослин (рис. 86).

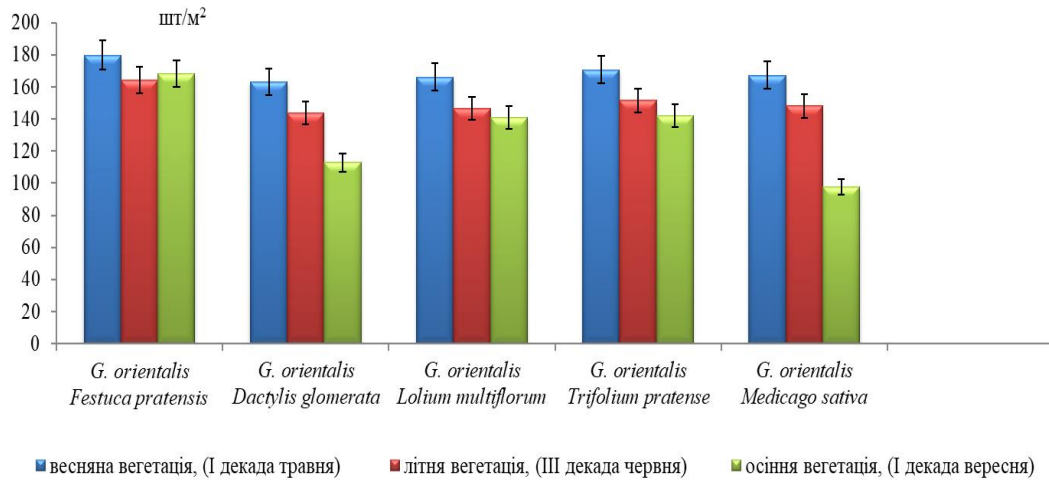


Рис. 86. Густота стояння рослин *Galega orientalis* Lam. у перший рік життя, залежно від компонентів сумісних посівів

Залежно від компонентів сумісних посівів було встановлено суттєву різницю як за висотою рослин, так і за густотою їх стояння. Найкращим варіантом серед злакових рослин є *Festuca pratensis*, де у весняний період густота стояння рослин становила 179,9 шт./м<sup>2</sup>, у літній період – 164,2 та восени – 168,3 шт./м<sup>2</sup>. На найкращому варіанті із бобовим компонентом *Trifolium pratense* від весни до осені спостерігалась висока густота стояння рослин: у весняний період 170,6 шт./м<sup>2</sup>, у літній період – 151,5 та восени – 142,2 шт./м<sup>2</sup>.

Термін використання сумісних посівів має певні обмеження за роками внаслідок випадання із ценозів окремих культур (рис. 87).

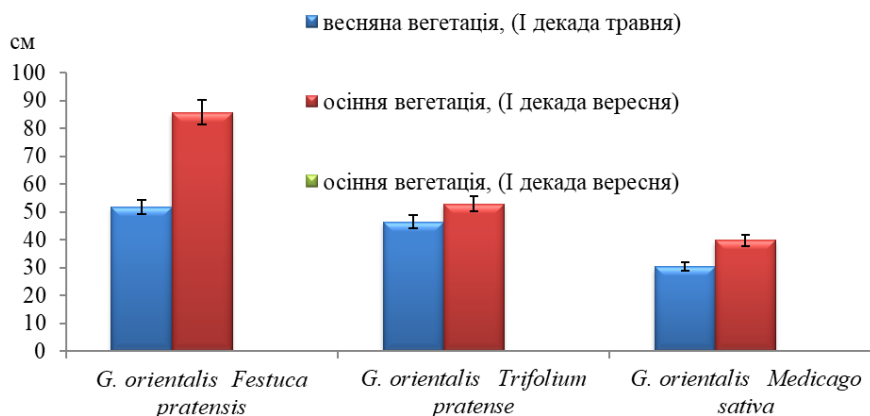


Рис. 87. Висота рослин *Galega orientalis* Lam. у п'ятий рік життя, залежно від компонентів у сумісних посівах



Протягом багаторічних спостережень за рослинами *Galega* в сумісних посівах виявлено, що на п'ятий рік життя у варіанті із *Festuca pratensis* висота рослин восени була в 1,6 рази вища, ніж весною, а у варіанті із *Trifolium pratense* в 1,1 рази. Варіант *Galega orientalis* + *Dactylis glomerata* та *Galega orientalis* + *Lolium multiflorum* мали значно нижчі показники.

Найкращим варіантом за густиною стояння рослин у п'ятий рік життя виявився варіант *Galega orientalis* + *Festuca pratensis* – в осінню вегетацію густина стояння рослин у 1,1 рази була вища, ніж весною (рис.88).

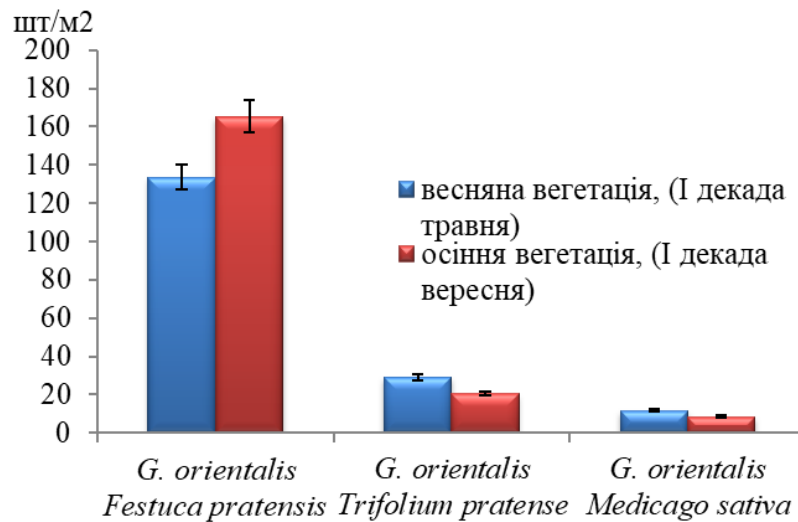


Рис. 88. Густина стояння рослин *Galega orientalis* Lam. у п'ятий рік життя, залежно від компонентів у сумісних посівах

Варіант із *Trifolium pratense* показав, що кращим періодом для збільшення травостою була весняна вегетація, під час якої густина стояння рослин у 1,4 рази перевищувала осінню вегетацію.

На шостий рік життя рослини *G. orientalis* у сумісних посівах із *Festuca pratensis* збільшувалися у висоті весною до 82,8 см, а восени до 88,2 см. У цей час у варіанті з *Trifolium pratense* висота рослин була значно вищою, ніж у п'ятий рік вегетації: у весняний період – 57,6 см, в осінній – 61,6 см (рис. 89).

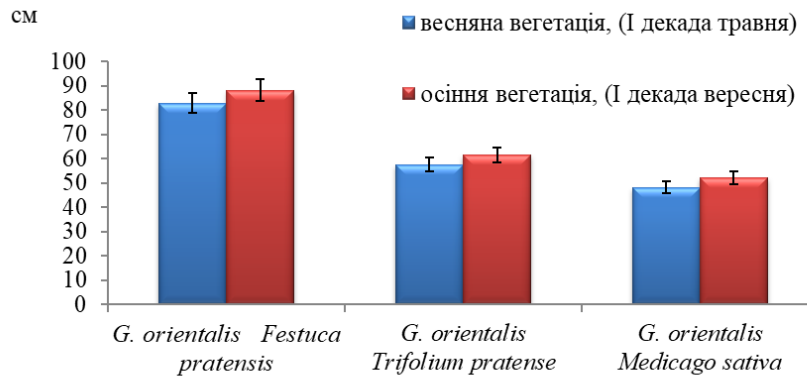


Рис. 89. Висота рослин *Galega orientalis* Lam. у шостий рік життя, залежно від компонентів у сумісних посівах

За густотою стояння рослин у шостий рік життя, найкращим виявився варіант із *Festuca pratensis*: восени густота стояння рослин хоч і незначною мірою, але перевищувала весняну вегетацію (у 1,03 рази). Спостереження показали, що кращим періодом для збільшення травостою у варіанті з *Trifolium pratense* була весняна вегетація, під час якої густота стояння рослин виявилася у 1,2 рази вище, ніж восени (рис. 90).

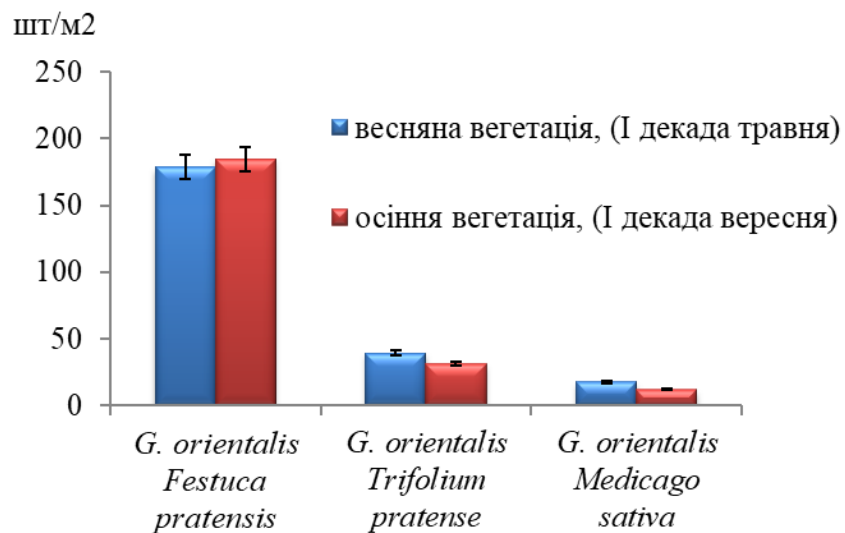


Рис. 90. Густота стояння рослин *Galega orientalis* Lam. на шостий рік життя залежно від компонентів у сумісних посівах

Отже, вперше в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка проведено добір рослин *G. orientalis* для використання у сумісних посівах.

Встановлено, що найкращими показниками із п'яти варіантів компонентів зарекомендував себе варіант *Galega orientalis* + *Festuca pratensis*.

Дана композиція позитивно впливала на темпи росту і розвитку рослин козлятника східного, на висоту (від 4,88 до 24,4 см у перший рік та від 51,8 до 85,8 см на п'ятий рік життя) та густоту стояння рослин (від 168,3 до 179,9 шт./м<sup>2</sup> у перший рік та від 133,7 шт./м<sup>2</sup> до 165,4 шт./м<sup>2</sup> на п'ятий рік життя). Таким чином дану композицію трав можна вважати ефективною і пропонувати її до впровадження.

### Висновки до 5 розділу:

Встановлено, що рослини досліджуваних видів *G. officinalis* та *G. orientalis* мають високу екологічну пластичність, добре адаптуються до нових умов вирощування, проте за біометричними показниками, продуктивним потенціалом, енергопродуктивністю та теплоємністю між генотипами виявлено суттєві відмінності.

Так у результаті проведених багаторічних досліджень визначено особливості росту та розвитку рослин під впливом біотичних та абіотичних факторів. Встановлено, що для успішного тривалого використання насаджень рослин роду *Galega* важливе значення має площа живлення та схема розміщення, вік рослин та компонентний склад сумісних посівів. Найвищою висотою характеризувалися рослини *G. officinalis* при площі живлення 4900 см<sup>2</sup> за схеми розміщення 70×70 см, а рослини виду *G. orientalis* – при площі живлення 2025 см<sup>2</sup> за схеми розміщення 45×45 см.

Встановлено, що урожайність і продуктивність виду *G. orientalis* послідовно зростала до шостого року життя, до 10 року була стабільною, а далі починала зменшуватись. Порівняно із рослинами виду *G. orientalis*, протягом усіх років спостережень найкращим за урожайністю насіння виявився варіант *G. officinalis* із схемою посадки 45×45 та площею живлення 2025 см<sup>2</sup>, проте, термін використання його насаджень 2–3 роки.

Кращими компонентами для сумісних посівів з козлятниками виявилися *Festuca pratensis* (весняна вегетація) та *Trifolium pratense* (осіння вегетація). Композиція сумішки *Galega orientalis* + *Festuca pratensis* протягом 5 років

позитивно впливала на темпи росту і розвитку рослин козлятника східного, на його висоту (до 85,8 см на п'ятий рік життя) та густоту стояння рослин (до 165, 4 шт./м<sup>2</sup>) і рекомендована нами до впровадження.

Доведено, що серед досліджуваних генотипів найвищими продуктивними показниками характеризуються Рябчик та НБС-75, що дозволяє рекомендувати їх у якості енергетичних рослин, перспективних для України.

**При написанні даного розділу використано наступні посилання:**

1. А. с. № 150624 на сорт рослин *Galega orientalis* Lam. Козлятник східний Рябчик / Д.Б. Рахметов, Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13168001; заяв. 01.10.2013; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 2. част. 2.

2. А. с. № 170903 на сорт рослин *Galega officinalis* L. Козлятник лікарський Фламінго / Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13495001; заяв. 20.11.2013; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 3.

3. **Шиманська О.В.** Біологічна фіксація азоту у видів роду *Galega* L. *Актуальні проблеми фізіології, генетики та біотехнології рослин і ґрунтових мікроорганізмів: IX Конф. Мол. дослідн., присвяченої 100-річчю від дня народження академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюка.* Київ. 2005. С. 43.

4. **Шиманська О.В.** Интродукция и семенная продуктивность *Galega orientalis* Lam. в Лесостепи Украины. *Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження.* Історія та сучасні проблеми, присвячена 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду: Міжнар. Наук. конф. Тернопіль, 2007. С. 107–108.

5. **Шиманська О.В.,** Стаднічук Н.О., Фіщенко В.В., Татаренко Г.Я., Рахметов Д.Б. Козлятник східний (*Galega orientalis* Lam.) – нова енергетична рослина. *Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив.* Мат. наук. конф. Київ, 2014. С. 109–114.

6. **Шиманська О.В.** Покращення ґрунтів за рахунок багаторічних бобових трав *Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін*. Міжн. наук.–практ. інтернет конф. Тернопіль, 2014. С. 75–76.

7. **Шиманська О.В.** Історія інтродукції рослин видів роду *Galega* L. та створення господарсько–цінних сортів у НБС імені М.М. Гришка НАН України. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях Євроінтеграції*. Мат. міжн. наук.–практ. конф. Київ, 2018. С. 152–154.

## РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *GALEGA* L. ЗА УМОВ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Інтродукція рослин – цілеспрямована діяльність людини з введення рослин у культуру в новому природно-історичному районі, де раніше вони ніколи не зростали, а також перенесення їх у культуру з місцевої флори. Це дає змогу збільшити видовий асортимент та зберегти рослини в культурі. Інтродукція рослин користується методами систематики, екології, географії, палеоботаніки, хорології, агрономії, кліматології, вивчає закономірності переселення рослин з одних природно-історичних районів у інші. За допомоги інтродукції вирішуються питання, пов'язані зі збагаченням рослинних ресурсів, збереженням генетичного фонду рослин, охороною ботанічних об'єктів, створенням штучних фітоценозів, поліпшенням навколишнього середовища. Екологічний підхід в інтродукційних дослідженнях вимагає вивчення сукупності впливу різних умов вирощування та чинників, які діють на організм рослин у нових природних умовах чи культурі [146]. Інтродукційна діяльність передбачає пошук перспективних для нового регіону цінних видів рослин, які відзначаються високими продуктивними показниками, стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища та слугують джерелом корисних речовин. Успішність інтродукції визначається адаптаційними можливостями рослин, повним проходженням усіх етапів індивідуального та сезонного розвитку рослин, їх стійкістю, невибагливістю та здатністю до розмноження у нових умовах вирощування. Оцінка успішності інтродукції є важливим критерієм для введення рослин в культуру та широке виробництво у різних галузях використання [74; 89].

**Насінне і вегетативне розмноження.** Важливим показником адаптації інтродуцентів до нових умов зростання є їх здатність до репродуктивного та вегетативного розмноження. Здатність виду продукувати повноцінні діаспори генеративного походження є одним з найважливіших показників, що характеризують можливості його самозбереження та розвитку. Показник

насінневої продуктивності рослин є одним з найважливіших показників життєвості виду в конкретних умовах. Здатність до насінного розмноження оцінювали за 9-ти бальною шкалою, враховуючи:

- 1 бал – рослини не квітуть і не плодоносять;
- 3 бали – рослини квітуть, насіння не зав'язують, або воно не визріває;
- 5 балів – рослини з обмеженим плодоношенням (плодоношення незначне), або формується насіння з низькою схожістю (10–20 %);
- 7 балів – рослини з високою продуктивністю й схожістю насіння (60–80 %);
- 9 балів – рослини з дуже високою продуктивністю й схожістю насіння (80–100 %) [110; 138; 177]. На підвищення якісних показників схожості насіння в наших дослідженнях суттєво впливала скарифікація. Встановлено, що при сівбі насіння у відкритий ґрунт за умови скарифікації сходи з'являлися на 8 добу, а без скарифікації на 12 добу. Рослини активно росли та розвивалися протягом вегетаційного періоду до настання перших осінніх заморозків. Відзначено, що за умов інтродукції *G. officinalis* формує повноцінне насіння вже у перший рік життя, а *G. orientalis* лише з другого року життя.

**Вегетативне розмноження.** Рослини за здатністю до вегетативного розмноження оцінювали за наступними критеріями:

- 1 бал – вегетативне розмноження рослин неефективне або неможливе;
- 3 бали – вегетативне розмноження задовільне (приживається 20–30 % рослин), але рослини не плодоносять після посадки;
- 5 балів – вегетативне розмноження задовільне (приживається 40–50 % рослин), рослини не завжди плодоносять;
- 7 балів – вегетативне розмноження добре (приживається 60–80 % рослин), рослини плодоносять;
- 9 балів – вегетативне розмноження добре (приживається 90–100 % рослин), рослини плодоносять [110].

Встановлено, що рослини видів роду *Galega* за вегетативного розмноження добре приживаються (90–100 %), плодоносять і мають найкращу

здатність до вегетативного розмноження, що оцінено в 9 балів. Виявлено, що за поділу багаторічних рослин *G. orientalis* та при пересадці окремих рослин *G. officinalis* у весняний, літній і осінній періоди інтродуценти приживалися добре (92-100 %), але в перші роки життя формували незначну кількість пагонів, суцвіть та насіння. На третьому році життя у рослини *G. officinalis* починалося зниження продуктивних та морфометричних показників зеленої маси та насіння. У рослин *G. orientalis*, навпаки, відбувається інтенсивний ріст кореневої системи та вегетативних і генеративних органів.

Загальний стан рослин оцінювали візуально у фази сходів, відростання, бутонізації, квітування, плодоношення та перед припиненням вегетації. У першу чергу звертали увагу на дружність сходів, квітування, зав'язування насіння, стійкість до вилягання рослин і до несприятливих кліматичних умов. Тривалість вегетаційного періоду визначали від сходів до припинення вегетації. Загальний вигляд рослин *Galega* на дослідних ділянках оцінювали за 9-ти бальною шкалою:

1 – дуже поганий стан рослин або повна їхня загибель;

3 – незадовільний стан;

5 – середній стан;

7 – добрий стан рослин;

9 – рослини у відмінному стані [110; 115]. Результати дослідження показали, що рослини видів роду *Galega* добре зростали та розвивалися, формували повноцінні добре розгалужені та облиствені кущі з великою кількістю китиць.

Таким чином, дослідження рослин роду *Galega* в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка показали, що в умовах інтродукції за різних методів розмноження рослини мали добрий загальний стан, мали високу продуктивну здатність, схожість насіння, формували плоди і давали життєздатне насіння, тому отримали оцінку в 7 балів [187].

**Холодостійкість, зимостійкість й посухостійкість** рослин видів роду *Galega* визначали за Методикою проведення експертизи сортів...(2015).



Одним з основних параметрів комплексної оцінки стану інтродуцентів є їх стійкість до дії несприятливих факторів середовища, зокрема, зимо-, холодо- та посухостійкість. У їх основі лежать загальні неспецифічні адаптаційні реакції рослинного організму, які обмежуються спадковою генною природою. У стійких інтродуцентів адаптаційна норма близька за значенням до такої у порівнянні з місцевими видами. Холодостійкість – це стійкість рослин до низьких позитивних температур, зимостійкість – здатність рослин витримувати температури нижче 0 °С. Зимостійкість – стійкість рослин не лише до низьких температур, але й до інших несприятливих факторів: мороз, ожеледь, глибокий сніг, застій води на поверхні ґрунту [94]. Холодо- та зимостійкість оцінювали за 9-ти бальною шкалою:

1 – 3 бали – за зниження температури до 0 –2 °С сходи гинуть повністю, випадання дорослих рослин;

5 балів – за зниження температури до –5 °С сходи гинуть повністю та випадають дорослі рослини;

7 балів – за зниженням температури до –10 °С спостерігається повна загибель надземної частини рослин;

9 балів – дорослі рослини не гинуть за температури, яка перевищує – 12 °С. Зимостійкість рослин видів роду *Galega* оцінювали за 9-ти бальною шкалою:

1 – до весни збереглося близько 30 % рослин;

3 – збереглося до 50 % рослин;

5 – збереглося в задовільному стані до 70 % рослин;

7 – збереглося в доброму стані до 80 % рослин;

9 – рослини збереглися повністю у відмінному стані [110]. Встановлено, що рослини досліджуваних видів роду *Galega* мали високу холодо- і зимостійкість (9 балів), дружно відростали весною та добре росли й розвивалися протягом вегетації. Сходи виявилися стійкими до дії низьких температур (від –5 до –10 °С) як під час весняних заморозків, так і у вересні – жовтні. Крім того, рослини без ушкоджень витримували вплив морозів (до – 27 °С) взимку.

**Посухостійкість інтродуцентів.** Стійкість рослин до посухи є одним із важливих критеріїв успішної інтродукції видів в умовах недостатнього зволоження. Впродовж багатьох років досліджень ми спостерігали постійне зростання спекотних періодів літом на фоні невеликої кількості опадів. Посухостійкість – це здатність рослин витримувати посуху без різкого зниження урожайності зеленої маси та насіння [46; 94]. Посухостійкість досліджуваних інтродуцентів оцінювали за 9-ти бальною шкалою:

1 бал – дуже слабка посухостійкість (сходи й дорослі рослини гинуть за недостатнього зволоження);

3 бали – посухостійкість низька (сходи зріджені, у дорослих рослин спостерігають втрату тургору, обпадання листків у нижньому і середньому ярусах);

5 балів – середня посухостійкість (за недостатнього водозабезпечення відбувається затримка появи сходів на 7–14 діб, обпадання листків у нижньому ярусі, ріст рослин сповільнений, суттєва знижка врожайності);

7 балів – рослини посухостійкі (затримка появи сходів до 7 діб, урожайність знижується несуттєво);

9 балів – посухостійкість рослин висока (сходи з'являються із запізненням на 3–4 доби, втрат урожаю не спостерігають).

Спостереження показали, що у рослин видів роду *Galega* спостерігалася затримка сходів до 8 діб, але в подальшому на ріст і розвиток рослин це не впливало. Такий стан посухостійкості відповідає 7 балам. Отже, за відсутності опадів упродовж тривалого періоду для підвищення продуктивності досліджуваних видів доцільно здійснювати їх полив. Слід відзначити, що у дорослому стані рослини виявились більш стійкими до недостатнього водозабезпечення.

Таким чином, в умовах інтродукції у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка рослини видів роду *Galega* виявились досить холодостійкими, зимостійкими та посухостійкими.

Важливими критеріями для оцінки успішності інтродукції рослин є визначення тривалості життєвого циклу, дозрівання насіння, відношення рослин до світла, тепла, водозабезпечення, до рН ґрунтів та їх засоленості, здатність рослин адаптуватися до різних факторів довкілля в умовах культури (табл. 34).

Таблиця 34

Характеристика рослин-інтродуцентів роду *Galega* L. (за класифікацією інтродуцентів, розробленою Д.Б. Рахметовим)

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Тривалість життєвого циклу	багаторічники	
Дозрівання насіння	середньостиглий	ранньостиглий
За відношенням до світла	світлолюбиві	
За теплостійкістю	термофільні	
За характером водного режиму	мезофіти	
За відношенням до рН ґрунту	нейтрофіли	
За відношенням до засоленості ґрунтів	глікофіти	
За народногосподарським значенням	кормові, енергетичні, медоносні, сидеральні, лікарські, декоративні	

Важливим фактором успішності інтродукції рослин є здатність до самовідтворення рослин, тобто утворення життєздатного насіння (табл. 35).

Таблиця 35

Характеристика квітування, досягання плодів та утворення самосіву рослин видів роду *Galega* L.

Показник	Вид рослин	Критерій оцінки
Квітування	<i>G. orientalis</i>	помірне
	<i>G. officinalis</i>	рясне
Самосів	<i>G. orientalis</i>	помірний
	<i>G. officinalis</i>	рясний
Плодоношення	<i>G. orientalis</i>	раннє
	<i>G. officinalis</i>	середнє

Встановлено, що за умов інтродукції у Лісостепі України досліджувані інтродуценти мають високу здатність до квітування, плодоношення та утворення самосіву.

Оцінка перспективності інтродукції рослин видів роду *Galega* за 3-х бальною шкалою розраховувалася за методикою В.М. Билова та Р.А. Карпісонової (табл. 36).

Таблиця 36

Шкала оцінювання успішності інтродукції рослин видів роду *Galega* L.

Показник	Бали		
	1	2	3
Габітус рослин	Пригнічений	середній	міцний
Квітування	періодичне, слабе	періодичне, добре	щорічне, рясне
Плодоношення	Відсутнє	періодичне, мало численне	щорічне
Якість насіння	не здатне до проростання	з низькою схожістю	повноцінне, добре схоже
Пагоноутворююча здатність	Низька	середня	висока
Зимостійкість	щорічна загибель рослин	періодичні випадки	не пошкоджуються
Посухостійкість	слабо посухостійкі	середньо-посухостійкі	посухостійкі
Стійкість до хвороб та шкідників	пошкодження щорічне, масове	пошкодження періодичне, поодинокі	не пошкоджуються

При оцінюванні успішності інтродукції рослин видів роду *Galega* були враховані такі показники: загальний стан посівів, способи розмноження рослин, холодо-, зимо- і посухостійкість, стійкість до уражень шкідниками і хворобами.

Таким чином, підсумовуючи результати спостережень, за оцінкою успішності інтродукції досліджуваних рослин у Лісостепі України вид *Galega*

*officinalis* було визнано перспективним, а *Galega orientalis* – особливо перспективним (табл. 37). Дані рослини є перспективними для вирощування в Лісостепі України як лікарські та кормові культури [22].

Таблиця 37

Оцінка успішності інтродукції рослин видів роду *Galega* L.

Вид рослин	Оцінка в балах					Сумарна оцінка життєвості	Успішність інтродукції
	розмноження		загальний стан	стійкість до шкідників та хвороб	стан після перезимівлі		
	насіinne	вегета-тивне					
<i>G. officinalis</i>	2	2	2	2	2	10	П*
<i>G. orientalis</i>	3	3	3	2	3	14	ОП**

Примітка: П\* – перспективний вид, ОП\*\* – особливо перспективний вид.

### Основні шкідники рослин видів роду *Galega* та боротьба з ними.

Однією з основних причин, які впливають на ріст і розвиток рослин, їх продуктивність, втрату зеленої маси та насіння є шкідники (Додаток Н) і хвороби. Основними кліматичними факторами, що обумовлюють динаміку збільшення шкідників і хвороб рослин є температура і вологість. Обраховуючи оцінку успішності інтродукції козлятників, ми визначали інтродукційну стійкість рослин та перспективу їх зростання і використання в нових умовах. З огляду на значне потепління в Україні за умов глобальних кліматичних змін, з'явилася досить велика кількість нових комах-шкідників. На формування ентомофауни на дослідних ділянках видів роду *Galega* впливає, в основному, наявність поруч видів рослин з родини *Fabaceae* (бобові), шкідники яких є спільними для обох видів. Шкідники починають мігрувати з рослини на рослину з першого року посіву культури, незважаючи на те, що раніше її ніколи не вирощували на цьому місці [12; 48; 54; 55]. Багато шкідників скупчуються на посівах перед заморозками і зимують у рослинних рештках або ґрунті. Рослини видів роду *Galega* пошкоджуються багатоїдними і

спеціалізованими комахами. Багатоїдні шкідники – дротянки, довгоносики, їх гусениці ушкоджують в основному вегетативні органи рослин. До спеціалізованих належать шкідники, які ушкоджують генеративні органи рослин (бутони, квітки, боби, насіння).

**Довгоносик бульбочковий смугастий** (*Sitona lineatus* Germ.) – найнебезпечніший шкідник, що ушкоджує листки. Жук розміром 3–5 мм; загальний колір землісто-сірий; передньоспинка коричнева, посередині широка; на крилах білі й темні смужки; головотрубка товста, коротка. Яйця розміром 0,2–0,3 мм, округлі, гладенькі, спочатку жовтувато-білі, а через 2–3 доби стають чорнуватими. Личинка до 5 мм завдовжки, дещо зігнута, білувата зі світло-коричневою головою; лялечка 4,5–6,0 мм, блідо-жовта. Зимують жуки у верхньому шарі ґрунту та під рештками рослин на полях з багаторічними бобовими травами. На початку квітня за температури вище від  $-5^{\circ}\text{C}$  виходять з місць зимівлі і живляться багаторічними бобовими травами. За температури  $7-8^{\circ}\text{C}$  тепла починають відкладання яєць на ґрунт і нижні листки рослин, з яких можуть деякі падати на землю. Максимальна плодючість комах – 2800 яєць. Їх ембріональний розвиток триває 7–8 діб. Після відродження личинки опускаються до коріння і пошкоджують бульбочки. Період розвитку личинок триває від 29 до 40 діб. За цей період одна личинка знищує від 3 до 8 бульбочок. Закінчивши живлення, личинки заляльковуються в ґрунті в земляних колисочках на глибині від 5 до 30 см. Розвиток лялечок триває 8–13 діб. Вихід жуків триває понад два місяці. У липні – серпні жуки активно живляться, потім мігрують на зимівлю. За рік розвивається одне покоління комах [131].

Заходи боротьби. Важливе значення у зменшенні пошкоджень рослин має просторова ізоляція посівів, яка знижує чисельність бульбочкових довгоносиків у три рази і більше. Насіння козлятнику слід обробляти молібденом в дозі 200 г на 100 кг насіння. Ефективне також передпосівне внесення в ґрунт одного з гранульованих інсектицидів, крім того ці препарати можна застосовувати у фазу відростання.

**Люцернові листкові слоники фітономуси** (*Phytonomus transsylvanicus* Petri.). Фітономус – сірувато-бурий жук з родини довгоносиків, завдовжки 4,5–6,5 мм, головатрубка зігнута. Яйця жовті, личинка, яка щойно вийшла з яйця теж жовтувата, пізніше зеленіє. З боків на тілі личинки яскраві смуги, безнога, завдовжки 5–9 мм, лялечка зеленкувата, розвивається у верхніх ярусах суцвіть або серед листків рослин. Зимують жуки під рослинними залишками та у поверхневому шарі ґрунту, живляться листками та стеблами. Шкоди завдають личинки, які знищують листкові бруньки і нерозкриті квіти. З'являються шкідники у вечірні години за температури +15–20°C. Поширюються вони на посівах нерівномірно, найбільша кількість їх з країв ділянки. Відродження личинок фітономуса з яєць припадає на початок червня, що збігається із квітанням рослин. Особливо сильно вони пошкоджують рослини при недостатній вологості ґрунту – листки всихають, бутони опадають. Личинки об'їдають м'якуш листків, залишаючи тільки жилки. За наявності трьох, шести жуків фітономусів бутони у рослин не утворюються, за масового розмноження комахи ушкоджують рослини, знижують насінну продуктивність.

Заходи боротьби. Оскільки жуки зимують на глибині 10-20 см, найефективнішим методом є глибока оранка, за якої жуки гинуть.

**Люцерновий сліпняк, люцерновий клоп** (*Adelphocoris lineolatus* Goeze). Яйця люцернового клопа зимують у тканинах опалих стебел і листків різних рослин. Зустрічаються клопи на посівах протягом усього вегетаційного періоду. Особливістю клопів є їх висока міграційна здатність, яка тісно пов'язана з коливаннями температури повітря. Шкодять як личинки, так і дорослі клопи, висмоктуючи сік з молодих верхівок стебел, бруньок, бутонів і бобів. Личинки та імаго клопів живляться переважно у ранкові години, розселяються нерівномірно, найбільше зустрічаються по краях ділянки. Значна кількість опадів за спекотної погоди сприяє плодючості клопів, а дощова і холодна зменшує їхню кількість.

Заходи боротьби. Оброблення великих масивів проти клопів необхідно починати з краю посівів в період бутонізації – квітання рослин за температури повітря не нижче 16 і не вище 22 °С, коли відроджується основна маса личинок і клопів.

### **Хвороби рослин видів роду *Galega* та боротьба з ними.**

Хвороба рослин – це порушення нормальної життєдіяльності рослинного організму, яке проявляється в розладі його фізіологічних функцій і структури. Хвороби рослин призводять до зниження врожайності надземної маси та насіння, до ураження окремих органів або загибелі всієї рослини. Хвороби викликають як віруси, бактерії та інші організми, так і несприятливі умови середовища. Оцінка рослин за стійкістю до збудників хвороб є невід’ємною частиною у наукових дослідженнях. Найпоширенішими хворобами, які зустрічаються у рослин видів роду *Galega*, є наступні:

**Борошниста роса.** Збудником хвороби є гриб *Erysiphe trifolii* Grev. (син. *E. communis* Grev. pisi Dietrich; *E. martiihev*), який належить до царства *Fungi*, штаму *Ascomycota*, порядку *Erysiphales*. Зовнішні ознаки хвороби проявляються на листках, стеблах, рідше на квітках і бобах, які покриваються рідким білим борошnistим нальотом з грибниці й конідіального спорношення гриба. Пізніше, в результаті утворення великої кількості чорних крапок (клейстотеціїв гриба), наліт набуває брудно-сірого забарвлення. Сумкоспори еліпсоподібні, нерівнобокі, розміром 16–24 x 9–12 мкм. Під час вегетації гриб поширюється конідіями. Первинне зараження рослин викликають сумкоспори гриба. Основне джерело інфекції – уражені рештки, на яких зберігаються клейстотеції гриба.

Заходи боротьби. Обприскування посівів рослин *Galega* бордоською рідиною 12–15 кг/га.

**Несправжня борошниста роса або пероноспороз.** Збудником хвороби є гриб *Peronospora pisi* Syb., який належить до царства *Chromista*, класу *Oomycota*, порядку *Peronosporales*. Хвороба проявляється у вигляді місцевого і дифузного ураження рослин. У першому випадку на листках з абаксіальної



сторони пластинки з'являються жовті або хлорозні плями, які у вологу погоду вкриваються сіро-фіолетовим повстистим нальотом, а на стеблах і бобах плями блідо-зелені, розпливчасті. Під час досягання внутрішні стулки бобів і зовнішні оболонки насіння набувають кремового або фіолетового відтінку. Стулки бобів деформуються і передчасно засихають. Насіння вкривається коричневими плямами, які за інтенсивного ураження зливаються у суцільний шар сірувато-фіолетової грибниці, від чого поверхня втрачає блиск і стає зморшкуватою. У разі дифузного ураження хлоротичні плями охоплюють усі листки, окремі гілки або всю рослину. Уражена рослина має карликовий вигляд, верхівки стебел та листки щільно прилягають один до одного. У вологу погоду вся поверхня її вкривається сіро-фіолетовим нальотом, який являє собою конідіальне спороношення гриба. На системно уражених рослинах зерно не утворюється. Конідієносці 4–9-кратно дихотомічно розгалужені (250–450 × 6–9 мкм) з кінцевими гілками, які відходять під прямим кутом. Конідії безбарвні або жовтуваті, яйцеподібні чи округло-еліпсоподібні. Спори з сітчасто-зморшкуватою оболонкою, округлі, жовтуваті. Поширюється гриб конідіями під час вегетації *Galega*. Основне джерело інфекції – уражені рештки, на яких зберігаються спори гриба, і уражене насіння, в оболонці якого знаходяться спори і грибниця. Спори проростають тільки після перезимівлі. Невелика частина спор проростає на другий чи третій рік.

Заходи боротьби. Обприскування посівів рослин *Galega* бордоською рідиною 12 – 15 кг/га.

**Аскохітоз.** Збудником хвороби є мітоспоровий гриб *Ascochyta phaseolorum* (Sacc) Suddon & Waterston (син. *A. sojaecola* Abramov). Хвороба проявляється на рослинах від появи сходів до досягання насіння. На сім'ядолях утворюються темно-коричневі плями, які пізніше перетворюються у виразки. На листках плями округлі, сірі, з чіткою бурою облямівкою. Іноді плями зливаються, утворюючи значні площі ураження листкової пластинки. На стеблах формуються видовжені темні плями, уражена тканина часто розтріскується на повздовжні смуги. Уражені боби трухляві, сіруваті, в центрі

плям формуються чорні, добре помітні крапки – пікніди гриба. Пікніди кулясті, темно-коричневі, пікноспори циліндричні, безбарвні, з однією перегородкою. Під час вегетації гриб поширюється пікноспорами. Основне джерело інфекції – уражене насіння, в якому зберігається грибниця, і уражені рештки, де знаходяться пікніди гриба.

Заходи боротьби. Протруювання, очистка та сортування насіння і знищення поживних решток.

**Церкоспороз.** Збудником хвороби є мітоспоровий гриб *Cercospora sojina* Нага (син. *C. daizu* Miura.). Зовнішні ознаки хвороби проявляються на всіх органах рослин. На сім'ядолях з'являються коричневі плями з брудно-сірим нальотом. На листках хвороба проявляється у вигляді округлих поодиноких, спочатку темно-коричневих, пізніше – світло-сірих в центрі плям з темно-коричневою облямівкою. З абаксіального боку листка в місцях ураження з'являється темно-сірий наліт. На стеблах формуються видовжені фіолетово-червонуваті плями з коричневою облямівкою. На стулках бобів утворюються вдавлені, округлі плями бурого кольору з коричневою облямівкою без нальоту. На насінні з'являються різної конфігурації розпливчасті сірувато-коричневі або округлі сірі плями з коричневою облямівкою. Прості конідієносці бурувато-оливкового забарвлення, зібрані в пучки. Конідії обернено-булавоподібні або циліндричні, на кінцях звужені, з однією-двома перегородками. Під час вегетації гриб поширюється конідіями. Основне джерело інфекції – уражені післязбиральні рештки і насіння, в яких патоген зберігається у формі грибниці. Навесні на грибниці утворюються нові конідії.

Заходи боротьби. Обов'язковим методом є передпосівне протруювання та очистка насіння, що дозволяє скоротити поширення хвороб в рази.

**Рамуляріоз.** Збудниками хвороби є представники виду *Ramulariagallegae* із відділу *Ascomycota*, класу *Deuteromycetes*, порядку *Hyphomycetales*, родини *Mycosphaerellaceae*, роду *Ramularia*. Захворювання проявляється з обох боків листків у вигляді бурих дрібних плям, які у вологу погоду

вкриваються рідким білим нальотом із конідіального спороношення збудника хвороби. Уражені рослини слабшають, погано витримують несприятливі умови і стають уразливими для збудників інших хвороб. У період вегетації збудник хвороби поширюється конідіями. Джерелом інфекції є уражені рештки, де патоген зберігається у вигляді грибниці, яка часто видозмінюється, утворюючи дрібні склероції.

Заходи боротьби. Обприскування насаджень рослин перед квітуванням бордоською рідиною 12–15 кг/га.

### **Висновки до 6 розділу:**

Вперше було здійснено оцінку успішності інтродукції рослин видів роду *Galega* в Лісостепі України. Встановлено, що за насінного розмноження рослини мали високу продуктивність та здатність до утворення насіння і були оцінені в 7 балів. За вегетативного розмноження рослини дуже добре приживалися (на 90–100 %) і отримали оцінку у 9 балів. За холодостійкістю, зимостійкістю та посухостійкістю рослини мали відмінний загальний стан. Ступінь ураження рослин видів роду *Galega* шкідниками в окремі роки спостереження був незначним – від 4 до 6, що не справляло негативного впливу на процеси росту й розвитку рослин.

Таким чином, за 3-х бальною оцінкою успішності інтродукції вид *G. officinalis* виявився перспективним, а вид *G. orientalis* – особливо перспективним. В умовах інтродукції у Лісостепі України види проявляють високу екологічну пластичність, добре ростуть і розвиваються, зберігаючи притаманну їм життєву форму, утворюють повноцінне насіння, майже не зазнають ушкоджень від морозів, посухи та патогенних організмів.

За стійкістю до біотичних та абіотичних чинників до перспективних належить *G. officinalis*, до особливо перспективних – *G. orientalis*. Комплекс цінних особливостей визначає перспективність введення в широку культуру інтродуцентів роду *Galega* на рівні створених високопродуктивних генотипів,

як культуру поліфункціонального значення, як лікарську, сидеральну, кормову, енергетичну рослину.

**При написанні даного розділу використано наступні посилання:**

1. Каталог рослин відділу нових культур / Д.Б. Рахметов та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
2. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України / Д.Б. Рахметов, С.М. Ковтун-Водяницька, О.А. Корабльова та ін. Київ: ФОП Паливода., 2020. 208 с.
3. **Шиманська О.В.** Перспективи інтродукції видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: IV Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Тростянець. 2004. С. 206–207.*
4. Бондарчук О.П., Рись М.В., **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Інтродукція та перспективи використання представників родів *Astragalus* L., *Galega* L., *Elsholzia* Willd як цінних фітозасобів. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій.* Мат. Четвертої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 2015. С. 84–87.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено комплексний аналіз та вирішення теоретичних і практичних аспектів інтродукції рослин видів роду *Galega* в умовах культури в Лісостепі України. Встановлено біолого-морфологічні та онтогенетичні особливості, ритми сезонного розвитку рослин, оцінено їх адаптивний, продуктивний потенціал, біохімічний склад, стійкість до екологічних факторів, визначено реакцію інтродуцентів до умов вегетації (строків, способів сівби, площі живлення, періодів збирання сировини), до впливу інших компонентів за сумісного зростання на видовому та генотиповому рівнях. За результатами багаторічних досліджень оцінено успішність та перспективність інтродукції, розроблено наукові основи введення в культуру та окреслено перспективні напрями використання видів роду *Galega* в Лісостепі України.

За наслідками інтродукційних та селекційних досліджень були відібрані перспективні генотипи, на основі яких створено два сорти Фламінго та Рябчик, які включені до Державного реєстру сортів рослин України.

1. З'ясовано, що у світовій флорі рід *Galega* представлено 5 видами, з яких два інтродуковано в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України. Природний ареал *G. officinalis* – давньосередземноморський (субсередземноморський), *G. orientalis* – Кавказький вид; культивний ареал представлено в ботанічних садах, дендропарках, рідко у виробничих умовах тощо. Наслідком багаторічної роботи у НБС є зібраний цінний генофонд (32 зразки), серед яких 6 оригінальних сортів власної селекції, які включені до Державного реєстру. Генофонд рослин *Galega* у складі колекційного фонду енергетичних рослин НБС віднесені до наукового об'єкту, що становить національне надбання.

2. Виявлено особливості онтоморфогенезу рослин роду *Galega*. З'ясовано, що онтогенез досліджуваних рослин складається із чотирьох періодів (латентний, прегенеративний, генеративний, сенільний) та десяти вікових станів: *se* – насінина, *p* – проросток, *j* – ювенільна рослина, *im* – іматурна рослина, *v* – віргінільна рослина, *g<sub>1</sub>* – молода генеративна рослина, *g<sub>2</sub>* – середньовікова генеративна рослина, *g<sub>3</sub>* – стара генеративна рослина, *ss* – субсенільна рослина та *s* – сенільна).

3. Встановлено особливості сезонного ритму росту рослин роду *Galega*. Виявлено, що рослини *G. officinalis* в перший рік вегетації проходять повний цикл розвитку, вступають у генеративний період та формують повноцінне насіння. Масові сходи рослин з'являються через 8 діб, бутонізація настає через 57 діб, квітання – через 10 діб (після бутонізації), плодоношення – через 54 діб. Тривалість вегетаційного періоду рослин становить 129 діб. *G. orientalis* у перший рік вегетації формує лише вегетативні пагони.

4. Встановлено, що рослини видів роду *Galega* належать до трав'яних стрижневокореневих (*G. officinalis*) та кореневищно-стрижневокореневих (*G. orientalis*) полікарпиків з коротким (3–4 роки – *G. officinalis*) та довгим (понад 15 років – *G. orientalis*) циклом розвитку. Упродовж першого року життя рослини обох видів є стрижневокореневими, що розвивають вегетативні пагони (*G. orientalis*) та вегетативно-генеративні (*G. officinalis*) пагони. З початком другого року життя рослини обох видів роду *Galega* утворюють систему вегетативно-генеративних пагонів. Коренева система рослин *G. officinalis* – стрижневокоренева, але через утворення системи бічних коренів стає менш вираженою та утворює коротку (2–3 см) зону каудексу. Рослини *G. orientalis*, крім бічних коренів, утворюють кореневища. Тривалість вегетаційного періоду в наступні роки від відростання до кінця плодоношення у рослин *G. orientalis* становить

123,6 діб, що на 39,6 діб коротший термін, ніж у *G. officinalis* (163,2 доби).

5. Встановлено, що квітування у досліджуваних видів рослин *Galega* тривале (30–35 діб) та залежить від розвитку пагонів збагачення (пролептичних та силептичних). Процес квітування у межах окремої рослини був нерівномірним: першими зацвітали нижні суцвіття. Довжина квітки становила  $1,28 \pm 0,02$  см, а ширина –  $1,16 \pm 0,02$  см. Квітка як на видовому, так і на генотиповому рівні вирізнялась за забарвленням – від білого до темно-фіолетового. У рослин *G. orientalis* за вегетативного розмноження у посушливі роки (у 2015, 2020 рр.) спостерігалось явище фасціації (0,2 %).

6. Встановлено, що найбільшими морфометричними показниками характеризувалися рослини *G. officinalis* за площі живлення  $4900 \text{ см}^2$  (за схеми розміщення  $70 \times 70$  см), а також рослини *G. orientalis* – за площі живлення  $2025 \text{ см}^2$  (за схеми розміщення  $45 \times 45$  см). За насінного розмноження у варіанті із площею живлення  $1400 \text{ см}^2$  (схема розміщення  $70 \times 20$  см) рослини мали суттєву перевагу за висотою (на 45 %), довжиною листка (на 96,4 %), кількістю квіток у суцвітті (на 31,9 %) та довжиною суцвіття (на 80 %) порівняно з варіантом з площею живлення  $150 \text{ см}^2$  (схема розміщення  $15 \times 10$  см).

7. У результаті аналізу морфометричних показників рослин (висота, довжина та ширина листка, кількість стебел, суцвіть, діаметр стебла) виявлено, що найбільша варіабельність досліджених ознак спостерігається у період бутонізації. У разі цього, рослини *G. officinalis* відрізнялись за кількістю стебел ( $V = 26,80$  %), а рослини *G. orientalis* – за кількістю суцвіть ( $V = 25,42$  %).

8. З'ясовано, що за сумісного зростання з рослинами *G. orientalis* з п'яти компонентів (*Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* L.) за біометричними та продуктивними показниками рослин кращими виявилися із родини Poaceae – *Festuca pratensis* (весняна вегетація) та

із родини Fabaceae – *Trifolium pratense* (осіння вегетація). За цих умов досягнуто найбільшу висоту рослин (85,8 см), щільність травостою (79,9 шт./м<sup>2</sup>) та продуктивність фітомаси (4,7кг/м<sup>2</sup>).

9. Визначено, що найвищим вмістом протеїну (18,41 %), каротину (2,07 мг%) характеризуються рослини *G. officinalis*, сухої речовини (32,38 %), клітковини (33,65 %), ліпідів (5,09 %), золи (9,36 %), кальцію (1,68 %), фосфору (1,46 %), аскорбінової кислоти (637,02 мг%) та загальним вмістом цукрів (8,09%) – рослини *G. orientalis*. Вміст протеїну в насінні рослин *G. officinalis* на 48,7 % переважав *G. orientalis*. Упродовж вегетації біохімічний склад в рослинах обох видів відрізнявся, бо накопичення тих чи інших речовин було нерівномірним, що, ймовірно, пов'язано з формуванням нових бічних пагонів.

10. Виявлено, що найбільший вміст поліфенольних сполук знаходиться в етанольних екстрактах рослин *G. officinalis* та *G. orientalis* в листках (48,61–79,61 мг ГКЕ/г), бутонах (48,43–61,51 мг ГКЕ/г) та суцвіттях (49,58–75,76 мг ГКЕ/г), найменший – у стеблах (11,73–35,28 мг ГКЕ/г). Антиоксидантна активність рослинних екстрактів методом ДФПГ становила 6,02–8,45 мг ТЕ/г у рослин *G. officinalis* та 6,81–8,48 мг ТЕ/г – у рослин *G. orientalis*. Цей показник фосфомолібденовим методом – виявився на рівні 86,56–288,15 у рослин *G. officinalis* та 52,52–188,51 мг ТЕ/г – у рослин *G. orientalis*. Екстракти підземних частин обох видів краще пригнічували мікробні штами, ніж екстракти надземної частини. Сильнішою дією екстрактів на патогенні мікроорганізми характеризуються рослини *G. orientalis*.

11. Доведено, що серед досліджуваних рослин *G. orientalis* найвищими показниками продуктивності (за урожайністю надземної маси, виходом сухої речовини та енергії) характеризуються сорти Рябчик та НБС-75, що дозволяє відзначити високу енергетичну цінність сировини та рекомендувати їх у якості нових перспективних енергетичних рослин в Україні.

12. Оцінка успішності, перспективності інтродукції та стійкості рослин роду *Galega* свідчить про високий ступінь їх акліматизації (14 балів – у



*G. orientalis* і 10 – балів у *G. officinalis*). За стійкістю до біотичних та абіотичних чинників до перспективних належить *G. officinalis*, до особливо перспективних – *G. orientalis*. Комплекс цінних особливостей визначає перспективність введення в широку культуру інтродуцентів роду *Galega* на рівні створених високопродуктивних генотипів, як культуру поліфункціонального значення, як лікарську, сидеральну, кормову, енергетичну рослину.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. А. с. № 150624 на сорт рослин *Galega orientalis* Lam. Козлятник східний Рябчик / Д. Б. Рахметов, Н. О. Стаднічук, О. В. Шиманська. № 13168001; заяв. 01.10.2013; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 2. част. 2.
2. А. с. № 170903 на сорт рослин *Galega officinalis* L. Козлятник лікарський Фламінго / Н. О. Стаднічук, О. В. Шиманська. № 13495001; заяв. 20.11.2013; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 3.
3. Абасов Ш. М. Козлятник восточный – перспективная культура в горной и предгорной зоне ЧИАССР : I Всесоюз. науч. – произв. семинар. Челябинск. 1991. С. 39 – 40.
4. Абрамов О. О. Козлятник – від інтродукції до використання. Київ: Наукова думка, 1996. – С. 140 с.
5. Абрамов О. О., Стаднічук Н. О. Багаторічні енерго–ресурсо–заощаджуючі кормові культури козлятник східний і сільфій пронизанолистий в Лісостепі України. *Аграрний вісник Причорномор'я*: Збірник наукових праць. Одеса, 2002. С 64–68 .
6. Абрамов О. О., Стаднічук Н. О. Біохімічна характеристика надземної маси *Galega orientalis* Lam. Лісостепу України. *Вісник ДААУ*. 2000. № 2. С. 79–84.
7. Авраменко М. Н., Бушуева В. И. Комплексная оценка образцов галеги восточной в конкурсном испытании. *Генетичні ресурси рослин*. 2013. № 13. С. 40–49.
8. Артюшенко З. Т., Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений: Плод. Ленинград : Наука, 1986. 187 с.
9. Артюшенко З. Т., Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений: Семя. Ленинград : Наука, 1990. 204 с.
10. Асланов И. Е., Бондарев В. А., Киреев В. Н. и др. Полевое кормопроизводство. Москва: Колос. 1984. 271 с.
11. Базилевская Н. А. Об основах теории адаптации растений при интродукции. Москва : МГУ, 1964. 132 с.

12. Базылев Э. Я., Деордиев И. Т. Основные виды фитофагов на козлятнике восточном. Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-производственного прогресса в кормопроизводстве: Тез. докл. Всесоюз. науч. – произв. конф. Киев. 1989. С. 26–27.
13. Бакланов Ю. Биогаз – это выгодно. *Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал*. 2010. № 12. С. 51–52.
14. Барна М. М. Ботаніка. Терміни, поняття, персоналії. Київ : Видав. Центр Академія, 1997. 271 с.
15. Барчук О. З., Грошовий Е. А., Заліська О. М., Шалата В. Я. Вивчення впливу допоміжних речовин на фармако-технологічні властивості таблеток екстракту чорниці листя, екстракту козлятника трави та таурину, отриманих методом прямого пресування. *Pharmaceutical Review*. 2018. № 1. С. 47–54. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2018.1.8609>
16. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 155 с.
17. Биологически активные вещества растительного происхождения / Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимова И. А. и др. М.: Наука, 2002. 216 с.
18. Биологически активные вещества растительного происхождения. Т. 1 / Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимова И. А. и др. М.: Наука, 2001. 350 с.
19. Биологически активные вещества растительного происхождения. Т. 2 / Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимова И. А. и др. М.: Наука, 2001. 764 с.
20. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Блюм Я. Б., Гелету́ха Г.Г., Григорюк І.П. та ін. Київ: “Аграр Медіа Груп”, 2010. 408 с.
21. Бондаренко Л. Н. Рост и некоторые физиологические показатели растений кукурузы в совместных посевах с бобовыми : автореф. дис... канд. биолог. Наук : Киевск. ин–т физиол. раст. К., 1971. 26 с.

22. Бондарчук О. П., Рись М. В., Шиманська О. В., Рахметов Д. Б. Інтродукція та перспективи використання представників родів *Astragalus* L., *Galega* L., *Elsholzia* Willd як цінних фітозасобів. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*. Мат. Четвертої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 2015. С. 84–87.
23. Бондарчук О. П. Види роду *Astragalus* L. У Правобережному Лісостепу України: інтродукція, біолого-морфологічні особливості : автореф. дисс. канд. биол. наук : 03.00.05. Київ, 2019. 27 с.
24. Бондарчук О. П., Рахметов Д. Б. Морфологобіологічні особливості насіння рослин видів роду *Astragalus* L. (*Fabaceae*) інтродукованих в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України. *Молодий вчений*. 2017. № 3, т. 43. С. 10–13.
25. Бондарчук О. П., Рахметов Д. Б. Продуктивність рослин видів роду *Astragalus* L. в умовах інтродукції у Правобережному Лісостепі України. *Інтродукція рослин*. 2017. №4. С. 11–19.
26. Булах П. Е. Фенологические критерии устойчивости в интродукции растений. *Інтродукція рослин*. 2005. Т. 28, № 4. С. 9–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2584211>
27. Булах П. Е. Физиолого-биохимические и генетические предпосылки интродукции растений. *Інтродукція рослин*. 2000. Т. 7, № 3–4. С. 44–48. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3364650>
28. Булах П. Е. Экологические аспекты интродукции растений с позиций системного анализа. *Інтродукція рослин*. 2010. Т. 47, № 3. С. 61–68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2550412>
29. Буркин А. А., Кононенко Г. П. Вторичные метаболиты микромицетов в растениях семейства Fabaceae. *Известия РАН. Серия Биологическая*. 2018. № 3. С. 267–274. <https://doi.org/10.7868/S0002332918030037>
30. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. М.: Россельхозиздат, 1983. 256 с.

31. Вавилов П. П., Райг Х. А. Возделывание и использование козлятника восточного. Л.: Колос, 1982. 72 с.
32. Вайнагий И. В. Биология генеративного размножения травянистых растений Украинских Карпат. автореф. дис. на соискание канд. биол. наук : 03.00.05. Львов, 1962. 22 с.
33. Вайнагий И. В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности растений на примере *Potentilla aurea* L. *Растительные ресурсы*. 1973. № 2, т. 9. С. 287–296.
34. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений. *Ботанический журнал*. 1974. № 6, т. 59. С. 826–831.
35. Васильева О. Ю., Зуева Г. А., Буглова Л. В., Сарлаева И. Я., Ак-Лама Т. А., Лезин М. С., Цыганкова А. С. Роль биоморфологических исследований при интродукции хозяйственно полезных растений в условиях континентального климата. *Бюллетень ботанического сада-института ДВО РАН*. 2017. Вып. 18. С. 73–79.
36. Вергун О. М., Шиманська О. В., Рахметов Д. Б. Біохімічна характеристика рослин роду *Galega* L. в Правобережному Лісостепу України. *Вісник ОНУ*. 2012. Том 17, вип. 3 (28). С. 43–50.
37. Верхогляд І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М., Якубенко Б. Є. Морфологія рослин. Навчальний посібник для університетів. Київ : Фітосоціоцентр, 2010. 231 с.
38. Волкогон В. В. Методичні рекомендації по визначенню азот-фіксації в ґрунті та кореневій системі зоні рослин ацетиленовим методом. Чернігів, 1997. 14 с.
39. Волошин О. І., Глубоченко О. В., Паньків І. В., Глубоченко В. Г., Малкович Н. М. Особливості фітотерапії цукрового діабету крізь призму коморбідності і профілактики ускладнень (огляд літератури). *International Journal of Endocrinology*. 2019. Vol. 15, № 3. P. 258–267. <https://doi.org/10.22141/2224-0721.15.3.2019.172113>

40. Воробей Ю. О., Воробей В. С., Пиріг О. В. Особенности взаимодействия *Rhizobium galegae* с козлятником сѣвным. *Сѣльськогосподарська мѣкробіологія*. 2016. Вып. 24. С. 9–17.
41. Галушко Р. В. К методике определения адаптивной стратегии интродуцированных растений. *Интродукция растений*. 1999. Вып. 1. С. 36–39.
42. Гапочка Г. П., Чамара Л. П. О строении оболочки пыльцевых зерен козлятника восточного и лекарственного. *Науч. докл. высш. шк. Биол. Науки*. 1980. № 9. С. 73–79.
43. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Биоэнергетика в Австрии. *Зелена енергетика*. 2003. №2. С. 18–19.
44. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / Под ред. Тихоновича И. А., Проворова Н. А. Санкт-Петербург : Наука, 1998. 194 с.
45. Гіренко А. П., Бабич А. О. Особенности выращивания сумѣсных посѣвѣв кукурудзы с соєю в Степу України. *Вісник сѣльсько–господарської науки*. 1964. № 3. С. 15–17.
46. Гладышева О. В. Эколого-биологические особенности пряноароматических растений при интродукции в условиях ЦЧР: дис. ... канд. сѣльскохоз. наук: 03.02.14. Воронеж, 2016. 266 с.
47. Головацкая И. Ф. Морфогенез растений и его регуляция. Часть 1. Фоторегуляция морфогенеза растений. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. 172 с.
48. Горленко С. В., Блинов А. И., Линник Л. И. Болезни и вредители новых видов кормовых культур. Минск: Наука и техника, 1990. 12 с.
49. ГОСТ 28636–90 Семена малораспространѣнных кормовых культур. Сортѣвые и посевные качества. Технические условия. [Утвержден и введен в действие от 02.08.90. № 2345]. Москва : Межгосударственный стандарт. Стандартиформ, 2009. 13 с.
50. Гродзинский А. М. Актуальные вопросы интродукции растений на современном этапе. *Новые пищевые и кормовые растения в народном*

- хозяйстве* : тезы докладов науч. конф. Киев : Наук. Думка, 1981. Ч. 1. С. 3–6.
51. Гродзинский А. М. Проблемы интродукции растений в период научно-технической революции. *Новые культуры в народном хозяйстве и медицине* : матер. науч. конф. Киев : Наук. Думка, 1976. Ч. 1. С. 3–6.
52. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. Т. 5. Rosaceae–Leguminosae. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1952. 234 с.
53. Гюббенет Е. Р. Растение и хлорофилл. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 246 с.
54. Деордиев И. Т., Базылев Э. Я. Вредные энтомофауна козлятника восточного. *Защита растений*. 1988. № 12. С. 30–31.
55. Деордиев И. Т. Основные виды фитофагов на козлятнике восточном. Кормовые растительные ресурсы – фактор научно- производственного прогресса в кормопроизводстве: Тез. докл. Всесоюз. науч. – произв. конф. Киев. 1989. С. 26–27.
56. Дизик Г. Е. К вопросу о нормах высева и способах посева кукурузы с бобовыми на зеленый корм. *Доклады Украинской академии с.-х. наук*. 1958. Вып. 2. С. 37–40.
57. Дідович С. В., Толкачова М. З., Бутвіна О. Ю. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. *Сільськогосподарська мікробіологія. Міжвідомчий тематичний наук. зб. ІСГМ УААН*. 2008. Вип. 8. С. 117–125.
58. Докукин Ю. В. Посещаемость пчелами козлятника восточного. *Пчеловодство*. 2009. № 1. С. 18–19.
59. Домаш В. И., Прохоров В. Н., Канделинская О. Л., Шарпио Т. П., Забрейко С. А., Грищенко Е. Р. Биохимическая характеристика генотипов галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.), произрастающей в условиях Беларуси. *Сельскохозяйственная биология*. 2013. № 6. С. 105–111.
60. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е, перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1986. 351 с.

61. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості / М. О. Кіндрок, В. М. Маласай, М. М. Гаврилюк та ін. всього 35 осіб. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.
62. Дудик Н. М. Визначник інтродукованих бобоцвітих України за плодами та насінням. Київ : Наук. думка, 1973. 156 с.
63. Дудик Н. М. Морфология плодов бобоцветных в связи с эволюцией. Київ : Наук. думка, 1979. 209 с.
64. Дымова О.В., Головки Т.К. Фотосинтетические пигменты в растениях природной флоры таежной зоны европейского Северо-Востока России. *Физиология растений*. 2019. т. 66, № 3. С. 198–206. <https://doi.org/10.1134/S0015330319030035>
65. Елтышева И. В. Репродуктивная биология козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) на примере сорта Гале : автореф. дисс. канд. биол. наук : 03.02.01. Пермь, 2011. 24 с.
66. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград : Колос, 1985. 455 с.
67. Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпухина Е. А., Баландина С. А. Биоморфология растений. М.: Изд-во Московского гос. ун-та, 2005. 255 с.
68. Жмылев П. Ю., Лазарева Г. А., Морозова О. В., Татаренко И. В. Корнеотпрысковые растения: обзор возможной повестки. *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биологии*. 2019. Т. 124, вып. 5. С. 40–54.
69. Журавлева О. С. Особенности развития козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) и его кормовая продуктивность при возделывании в условиях Новгородской области : дис.... канд. с.-г. наук : 06.01.12. Великий Новгород, 2003. 196 с.
70. Задорожна І. С. Наукові здобутки з польового кормовиробництва в Україні. [Електронний ресурс] [http://inb.dnsgb.com.ua/2008-4/08\\_zispku.pdf](http://inb.dnsgb.com.ua/2008-4/08_zispku.pdf)
71. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Москва : Наука, 1973. 256 с.



- 72.Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений. Москва : МГУ, 1983. 273 с.
- 73.Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников. Москва : Наука, 1978. 148 с.
- 74.Зволинский В. П., Тютюма Н. В., Рыбашлыкова Л. П. Интродукция лекарственных растений как способ сохранения биоразнообразия Астраханской области. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2013. Вып. № 1 (29). С. 7–11.
- 75.Зевахина Ю. А., Офицеров Е. Н. Сравнительное содержание пектиновых веществ в листьях и стеблях *Galega orientalis*. *Химия растительного сырья*. 2003. № 2. С. 33–38.
- 76.Зінченко Б. С., Ключ В. С., Мацьків Й. І. Люцерна і конюшина. К.: Урожай, 1989. 232 с.
- 77.Зінченко О. І, Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ: Агрона освіта, 2001. 591 с.
- 78.Зінченко О. І., Січкара А. О. Продуктивність сумісних посівів кукурудзи на силос з високобілковими культурами. Матер. міжнар. конф. “Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах”. Вінниця, 1995. С. 93.
- 79.Игнатьева В. П. О геофилии у стержнекорневых и кистекоорневых поликарпиков. *Бот. журн.* 1967. №7. С. 944–952.
- 80.Игнатьева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. 2-е изд. Москва : ТСХА, 1989. 61 с.
- 81.Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник / Зиман С. М. та ін. Вид. друге, випр. й доп. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 176 с.
- 82.Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин: Навчально-метод. посібник / С. М. Зиман та ін. Ужгород : Медіум, 2004. 156 с.

83. Каталог рослин відділу нових культур / Рахметов Д. Б. та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
84. Кириленко Л. В. Функціонування симбіотичної системи *Rhizobium galegae* – козлятник за дії фітопатогенних мікроорганізмів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.07 Умань, 2017. 20 с.
85. Кириленко Л. В., Патица В. П. Урожайність козлятника східного залежно від сортових особливостей та інокуляція насіння. *Вісник Дніпропетровського Державного аграрно-економічного університету*. 2014. № 2. С. 107–109.
86. Кириленко Л. В., Патица В. П. Фітопатогенні бактерії козлятника східного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 18–21.
87. Кириленко Л. В., Шкатула Ю. М., Коць С. Я. Формування високоефективної симбіотичної системи *Rhizobium galegae* – козлятник. *Вісник аграрної науки*. 2014. №1. С. 22–25.
88. Клевета Г. Я., Котик А. М., Скибіцька М. І., Хохла М. Р., Чайка Я. П., Сибірна Н. О. Цукрознижувальний ефект екстрактів галеги лікарської (*Galega officinalis* L.) за умов експериментального цукрового діабету. *Біологічні студії*. 2009. Т. 3, № 2. С. 59–64.
89. Клименко О. Л. Інтродукційні дослідження видів роду *Grindelia* Willd. в умовах Лісостепу України. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2012. Т. 14. С. 147–151.
90. Клинген И. Н. Среди патриархов земледелия – народов ближнего и дальнего Востока. Москва. Госизд. с.-х. лит, 1960. С. 8–11.
91. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені Гришка НАН України. Київ : ПАЛІВОДА А.В., 2020. 208 с.
92. Комір З. В., Трофименко О. А., Альохін О. О. Біологічні особливості насіння таксонів родини Fabaceae Lindl. ex situ. *Таврійський Науковий Вісник*. 2012. № 80, ч. 2. С. 8–13.

93. Коник Г. С., Глодан Л. З., Вілчінекас Е., Кемешіте В. Біологічні особливості розвитку багаторічних бобових трав та їх продуктивність в умовах Передкарпаття. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 255–265.
94. Котюк Л. А. Біолого-екологічні основи інтродукції ароматичних рослин родини *Lamiaceae* Lindl. В Центральному Поліссі України : дис. доктр. біол. наук: 03.00.05 ботаніка. Київ, 2019. 465.
95. Коф Э. М. Листовой аппарат, пигментный комплекс и продуктивность дикого и афильного генотипов гороха. *Физиология растений*. 2004. Т. 51, № 4. С. 500–506.
96. Кохно Н. А., Курдюк А. М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. Киев : Наукова думка, 1994. 185 с.
97. Кравец Т. А. Особенности взаимоотношений в смешанных посевах злаковых культур с бобовыми и мальвой при выращивании на силос в условиях правобережной части Лесостепи УССР : автореф. дис... канд. биолог. наук. Киевск. ин-т физиол. раст. Киев, 1971. 27 с.
98. Крищенко В. П. Методы оценки качества растительной продукции. Москва : Колос, 1983. 192 с.
99. Кропивко В. Ф. Рост и фитоклимат совместных посевов кукурузы с соей в связи с приемами выращивания в условиях Правобережной Лесостепи УССР : автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09. К.-Подольский СХИ. К. Подольск, 1984. С. 12–14.
100. Кузнецова А. Чи прибуткове виробництво біогазу. Агробізнес сьогодні. 2010. № 1-2, С.76–177. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua>
101. Курило Х. І., Кліщ І. М. Порівняльний вплив фармацевтичних засобів на основі козлятника лікарського на біохімічні показники у крові тварин з експериментальним цукровим діабетом 2 типу. *Медична та клінічна хімія*. 2017. Т. 19, № 3. С. 35–41. <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2017.v0.i3.8200>

102. Куценко О. О., Глущенко Л. А., Куценко Н. І. Встановлення оптимальних зон насінництва перспективного сорту козлятника лікарського Чародій та уточнення методичних питань щодо визначення посівних якостей його насіння. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 110–118. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208820>
103. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Высш. школа, 1980. 291 с.
104. Левина Р. Е. Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблем). М.: Наука, 1981. 96 с.
105. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / А. М. Гродзінский. К.: Голов. Ред. УРЕ, 1989. 544 с.
106. Лукьянова Л. М. Эколого-физиологические аспекты изучения пигментной системы растений. II. Влияние эколого-географических условий и систематической принадлежности растений. *Ботанический журнал*. 1982. Т. 67, № 4. С. 409–418.
107. Лупак М. І., Хохла М. Р., Гачкова Г. Я., Канюка О. П., Климишин Н. І., Чайка Я. П., Скибіцька М. І., Сибірна Н. О. Безалкалоїдна фракція екстракту козлятника лікарського (*Galega officinalis* L.) попереджає оксидативний центр в умовах експериментального цукрового діабету. *Ukrainian Biochemistry Journal*. 2015. Vol. 87, № 4. Р. 78–86. <https://dx.doi.org/10.15407/ubj87.04.078>
108. Лутова Л. А., Проворов Н. А., Тиходеев О. Н. и др. Генетика развития растений. Санкт-Петербург : Наука, 2000. 539 с.
109. Мазуренко М. Т., Хохрякова А. П. Биоморфологическая изменчивость и ее связь с таксонообразованием у растений. *Жизненные формы : структура, спектры и эволюция*. Москва, 1981. С. 12–30.
110. Майсурадзе Н. И., Киселев В. П., Черкасов О. А., Нухимовский Е. Л., Тихонова В. Л., Макарова Н. В., Угнивенко В. В. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. Лекарственное растениеводство (обзорная информация ЦБНТИ Минмедпром). М., 1984. Вып. 3. 33 с.

111. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР. Ленинград, 1981. 336 с
112. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
113. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Москва : ВНИИ корм. им. В. Р. Вильямса, 1971. Ч. 1. 230 с.
114. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Москва : ВНИИ корм. им. В. Р. Вильямса, 1971. Ч. 2. 176 с.
115. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні (ПСП) / За ред. Ткачик С. О.; 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 130 с.
116. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. *Бюл. Глав. Ботан. Сад.* Москва : Наука, 1979. Вып. 113. С. 3–8.
117. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва : ВНИИ корм. им. В. Р. Вильямса, 1983. 183 с.
118. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. ВНИИ корм. им. В. Р. Вильямса. 2-е изд. Москва : ВИК, 1987. 197 с.
119. Методические указания по семеноведению интродуцентов. Москва : Наука, 1980. 64с.
120. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука а растительности. Москва : Логос, 2001. 264 с.
121. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процес. Москва : Наука, 1973. 288 с.
122. Мойсієнко В. В. Значення та переваги козлятника східного як перспективної кормової культури. *Сталій розвиток сільськогосподарських територій* : Мат. науково-практ. конф. Житомир. 2019. С. 43–45.

123. Мокроносов А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.
124. Мусатов Г. И. Научные основы возделывания уплотненных посевов 187 кормовых культур в условиях Лесостепи УССР : автореф. дис... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 – растениеводство. УСХА. К. 1964. 34 с.
125. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
126. Надёжкин С. Н., Казанцева Н. В. Продуктивность козлятника восточного в смесях. *Земледелие*. 2008. № 6. С. 42.
127. Некрасов В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. Москва : Наука, 1980. 102 с.
128. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. *Современные проблемы фотосинтеза* : М-лы сессии (17–18 ноября 1971 г., Москва). Москва : изд-во МГУ, 1973. С. 17–44.
129. Нові кормові, пряносмакові та овочеві інтродуценти в Лісостепі і Поліссі України / Д. Б. Рахметов та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. 163 с.
130. Олексійченко Н. О., Ліханов А. Ф. Варіабельність морфологічних і біохімічних ознак листків рослин роду *Tilia* L. в урбосередовищі. Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. 2016. Вип. 14. С. 23–30. <https://doi.org/10.54421/411602>
131. Определитель болезней растений / Сост. М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов. СПб: Лань, 2003. 592 с.
132. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н. и др. Київ : Наук. думка, 1987. 548 с.
133. Османова Н. А., Пряхина Н. И. Некоторые фармакологические свойства надземной части *Galega officinalis* L. и *G. orientalis* Lam. *Растительные ресурсы*. 2003. Т. 39, Вып. 4. С. 119–129.
134. Палий П. Е., Логвиненко И. Е., Логвиненко Л. А., Гребенникова О. А., Виноградов Б. А. Биологически активные вещества галеги лекарственной

- (*Galega officinalis* L.). *Труды Никитского ботанического сада*. 2011. Т. 133. С. 152–159.
135. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. Москва : Колос, 1985. 256 с.
136. Пovyдаш М. Н., Лужанин В. Г., Ивкин Д. Ю., Белоусов М. В., Яковлев Г. П. Перспективы использования фитотерапевтических средств при нарушениях жирового и углеводного обменов. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2018. № 3(24). С. 130–135.
137. Позднухова Н. И. Совместные и промежуточные кормовые культуры в зарубежных странах. Москва: ВНИИ информации и технико–экономических исследований по сельскому хозяйству, 1976. 67 с.
138. Порада О. А., Шевченко Т. Л., Сивоглаз Л. М., Калініна М. А. Еколого-біологічна оцінка інтродуцентів декоративно-лікарського призначення в Лісостепі України. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2012. Т. 14. С. 207–210.
139. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наук. думка, 1976. 336 с.
140. Работнов Т. А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах. Полевая геоботаника. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. 449 с.
141. Работнов Т. А. Методы определения возраста и длительности жизни травянистых растений. Полевая геоботаника. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 249–278.
142. Рахметов Д. Б., Шиманська О. В. Інтродукція рослин видів роду *Galega*. *Збагачення генетичного різноманіття рослин*. Міжн. наук. Нарада. Харків, 2014. С. 25–26.
143. Рахметов Д. Б. Науково-інноваційний потенціал мобілізації та використання нових рослинних ресурсів (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України). *Вісник Національної академії наук України*. 2017. № 1. С. 73–81.

144. Рахметов Д. Б. Кормовые мальвы в агроценозах Лесостепи Украины: интродукция, біологія, сорта, возделывание. Киев : Фитоцентр, 2000. 287 с.
145. Рахметов Д. Б. Нетрадиционные виды растений для биоэнергетики. Нитра: Словацкий аграрный университет в Нитре, 2018. <https://doi.org/10.15414/2018.fe-9788055218557>
146. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
147. Рахметов Д. Б., Заіменко Н. В., Гапоненко М. Б., Черевченко Т. М. та ін.; Адаптація інтродукованих рослин в Україні / Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 515 с.
148. Рахметов Д., Бондарчук О., Вергун О., Фіщенко В. Біохімічна характеристика надземної фітомаси рослин роду *Astragalus* L. В Правобережному Лісостепу України. *Science Rise: Biological Sciences*. 2018. 3(12), 48–52. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2018.135852>
149. Резніченко В. П. Формування продуктивності козлятника східного залежно від технологічних прийомів вирощування в північному Степу України : дис. ...канд. с-г. наук : 06.01.09 / Кіровогр. нац. техн. ун-т. Кіровоград, 2009. 186 с.
150. Савенко В. С. Козлятник східний. Тернопіль : Економ. думка, 2000. 292 с.
151. Сагирова Р. А. Особенности роста и развития галеги (*Galega orientalis* Lam. и *G. officinalis* L.) в условиях Предбайкалья. *Сельскохозяйственная биология*. № 2. С. 91–94.
152. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. *Полевая геоботаника*. Ленинград : Наука. 1964. Т. 3. С. 146–205.
153. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. Москва : Сов. школа, 1952. 391 с.
154. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Москва : Высш. шк., 1962. 378 с.



155. Серебрякова Т. И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе. Ботаника. Итоги науки и техники. Сер. Ботаника. Т.1. М.: АН СССР, 1972.
156. Січкара А. О. Ріст і продуктивність змішаних посівів кукурудзи на силос залежно від підбору високобілкових компонентів і заходів вирощування в південному Лісостепу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Білоцерківський ДАУ. К., 2001. 22 с.
157. Собко В. Г., Гапоненко М. Б. Интродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України. Київ : Наукова думка, 1996. 284 с.
158. Стадницька Н. Є., Комаровська-Порохнявець О. З., Кіщак Х. Я. Рослини з протимікробними властивостями. *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. Вісник нац. ун-ту «Львів. політехніка» 2011. Р. 111–116.
159. Стаднічук Н. О., Шиманська О. В. Интродукція *Galega officinalis* L. в ботанічному саду ім. М.М. Гришка на рівні сорту. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*” присвяченої 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УААН: матеріали Міжнар. Наук. конф. Березоточа, 2006. С.170–171.
160. Стржалка К., Костецка-Гугала А., Латовски Д. Каротиноиды растений и стрессовое воздействие окружающей среды: роль модуляции физических свойств мембран каротиноидами. *Физиология растений*. 2003. Т. 50, № 2. С. 188–193.
161. Талиев В. И. Определитель высших растений Европейской части СССР. Москва, Ленинград: Государственное изд-во. 1930. 636 с.
162. Тахтаджан А. Л. Система и филогения цветковых растений. М.; Л. : Наука, 1966. 611с.
163. Телеуцэ А. С., Цыцей В. Г. Химический состав и питательность зеленой массы малораспространенных кормовых культур семейства бобовых. *Проблеми експериментальної ботаніки та біотехнології*. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 240 с.

164. Ткачук О. П. Формування кормової продуктивності козлятника східного та його сумішки із стоколосом безостим при безпокривній і підпокривній сівбі в умовах Лісостепу Правобережного : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.12. Вінниця, 2011. 20 с.
165. Ткачук О. П., Ткачук А. П. Ріст і розвиток бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов вегетації. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2016. Т. 22, № 12. С. 88–91.
166. Тютяев Е. В., Шутова В. В., Максимов Г. В., Раденович Ч. Н., Гродзинский Д. М. Состояние фотосинтетических пигментов в листьях инбредных линий и гибридов кукурузы. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 2. С. 147–159.
167. Утеуш Ю. А. Новые перспективные кормовые культуры. Киев : Наук. думка, 1991. 192 с.
168. Утеуш Ю. А., Лобас М. Г. Кормові ресурси флори України. Київ : Наук. думка, 1996. 222 с.
169. Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Ленинград : Наука, 1975. 347 с.
170. Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень. Ленинград : Наука, 1979. 352 с.
171. Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Ленинград : Наука, 1979. 295 с.
172. Федоров А. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. 303 с.
173. Флора европейской части СССР / З. В. Акулова, Е. Г. Бобров, Л. И. Васильева. Т. 5. Л. : Наука, 1987. 254 с.
174. Флора СССР. Fabaceae. Т. 11. 432 с.
175. Хасанов В. В., Рыжова Г. Л., Мальцева Е. В. Методы исследования антиоксидантов. *Химия растительного сырья*. 2004. № 3, с. 63–75.

176. Хохла М. Р., Клевета Г. Я., Чайка Я. П., Скибіцька М. І., Сибірна Н. О. Цитологічна та біохімічна характеристика периферичної крові щурів за умов експериментального цукрового діабету 1-го типу та дії галеги лікарської. *Біологічні студії*. 2012. Т. 6, № 1. С. 37–46.
177. Черных И. В. Интродукция пряноароматических и эфиромасличных растений в условиях лесостепной зоны Южного Приуралья и их использование в экопротективной помощи населению: дис. ... канд. биол. наук.: 03.00.05. Уфа, 2004. 174 с.
178. Чубукова О.В., Баймиев Ан.Х., Вершинина З.Р., Князев А.В., Баймиев Ал.Х. Лектин козлятника восточного как инструмент для создания ассоциаций между культурными растениями и полезными бактериями. *Биомика*. 2018. Т. 10, № 4. С. 400–409. <https://doi.org/10.31301/2221-6197.bmcs.2018-51>
179. Шиманська О. В. *Galega orientalis* – ценный эндемик Кавказа. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва*: V Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Київ, 2005. С.112–113.
180. Шиманська О. В. Біологічна фіксація азоту у видів роду *Galega* L. *Актуальні проблеми фізіології, генетики та біотехнології рослин і ґрунтових мікроорганізмів*: IX Конф. Мол. дослідн., присвяченої 100–річчю від дня народження академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюка. Київ, 2005. С. 43.
181. Шиманська О. В. Біологічні особливості видів роду *Galega* першого року вегетації в Лісостепу України. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*: XI наук. конф. Мол. учених. Львів, 2012. С.111–112.
182. Шиманська О. В. Біологічні особливості насіння роду *Galega* L. *Молодь і поступ біології*: IX Міжн. Наук. конф. студентів та аспірантів. Львів, 2013. С.147–148.
183. Шиманська О. В. Види роду *Galega* L. у флорі України і перспективи інтродукції в Лісостепу України. *Екологічні проблеми с.-г. виробництва*: V Всеукр. наук. – практ. конф. Яремче, 2011. С.199–200.

184. Шиманська О. В. Интродукция и семенная продуктивность *Galega orientalis* Lam. в Лесостепи Украины. *Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження*. Історія та сучасні проблеми, присвячена 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду: Міжнар. Наук. конф. Тернопіль, 2007. С. 107–108.
185. Шиманська О. В. Интродукція видів роду *Galega officinalis* L. *Відновлення порушених природних екосистем*: IV Міжн. Наук. конф. Донецьк, 2011. С. 409–410.
186. Шиманська О. В. Історія інтродукції рослин видів роду *Galega* L. та створення господарсько-цінних сортів у НБС імені М.М. Гришка НАН України. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях Євроінтеграції*. Мат. міжн. наук.–практ. конф. Київ, 2018. С. 152–154.
187. Шиманська О. В. Перспективи інтродукції видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва*: IV Міжнар. Наук. конф. мол. дослідн. Тростянець. 2004. С. 206–207.
188. Шиманська О. В. Покращення ґрунтів за рахунок багаторічних бобових трав *Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін*. Міжн. наук.–практ. інтернет конф. Тернопіль, 2014. С. 75–76.
189. Шиманська О. В., Рахметов Д. Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega officinalis* L. в перший рік життя в правобережному Лісостепу України. *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничих наук та методик їх викладання*. Мат. I всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Суми, 2016. С. 46–51.
190. Шиманська О. В., Рахметов Д. Б., Вергун О. М., Гончар О. О. Сезонний ритм росту і розвитку рослин видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково-дослідних установах та навчальних закладах України*. Мат. Всеукр. наук.–практ. конф. Хорол, 2018. С. 115–117.

191. Шиманська О. В., Стаднічук Н. О., Фіщенко В. В., Татаренко Г. Я., Рахметов Д. Б. Козлятник східний (*Galega orientalis* Lam.) – нова енергетична рослина. *Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив*. Мат. наук. конф. Київ, 2014. С. 109–114.
192. Шиманська О.В. Онтоморфогенез рослин *Galega officinalis* L. за інтродукції в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Перспективні напрямки наукових досліджень та ефіроолійних культур*. Мат. III Всеукр. наук. – практ. конф. молодих вчених. Березоточа, 2017. С. 28–30.
193. Шиманська О.В. Особливості росту і розвитку рослин видів роду *Galega* – *G. orientalis* та *G. officinalis* L., інтродукованих в Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23, № 6. С. 291–295.
194. Шиманська О. В., Рахметов Д. Б. Интродукция видов рода *Galega* L. в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко. Мат. I (IX) Межд. конф. Мол. ботаников в Санкт–Петербурге. 2006. С. 270.
195. Шуканов В. П., Машкин И. А., Корытько Л. А. Применение экологически безопасных препаратов для повышения качества семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). *Природные ресурсы*. 2020. Вып. 1. С. 99–107.
196. Abtahi-Evari S. H., Moghimian, M., Soltani M., Shoorei H., Ashari R., Hajizadeh H., Shookoohi M., Alami S., Ghaderi F. K. 2018. The effect of *Galega officinalis* on hormonal and metabolic profile in a rat model of polycystic ovary syndrome. *International Journal of Woman's Health and Reproduction Sciences*. Vol. 6, № 3, 276–282. <https://doi.org/10.15296/ijwhr.2018.46>
197. Abtahi-Evari S. H., Shookoohi M., Abbasi A., Rajabzade A., Shoorei H., Kalarestaghi H. 2017. Protective effect of *Galega officinalis* extracts on streptozotocin-induced kidney damage and biochemical factor in diabetic rats. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*. Vol. 4, № 3. P. 108–114.

198. Adamovics A., Dubrovskis V., Plume I., Adamovica O. Biogas production from *Galega orientalis* Lam. and galega-grass biomass. *Grassland Science in Europe*. 2011. Vol. 16. P. 416–418.
199. Aniszewski T., Drozdov S. N., Kholoptseva E. S., Kurets V. K., Obshatko L. A., Popov E. G., Talanov A. V. Effects of light and temperature on net primary productivity of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*. 1998. Vol. 48, № 1. P. 34–40.  
<https://doi.org/10.1080/09064719809362476>
200. Arapetyan E., Martyniak L., Gorb L., Cherevko M. 1998. *Galega orientalis* Lam. as fodder. *Proceedings Plant Biotechnology as a Tool for the Exploitation of Mountain lands. Acta Horticulture, ISHS*. P. 21–27.
201. Atanasov A. T., Spasov V. Inhibiting and disaggregating effect of gel-filtered *Galega officinalis* L. herbal extract on platelet aggregation. *Journal of Ethnopharmacology*. 2000. Vol. 69. P. 235–240.
202. Atanasov A. T., Tchorbanov B. Anti-platelet fraction from *Galega officinalis* L. inhibits platelet aggregation. *Journal of Medicinal Food*. Vol. 5, № 4. P. 229–234.
203. Azimi M., Golsefidi M. A., Moradi A. V., Ebadii M., Mehrabian R. Z. A novel method for extraction of galegine by molecularly imprinted polymer (MIP) technique reinforced with graphene oxide and its evaluation using polarography. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2020. Vol. 2020. ID 3646712.  
<https://10.1155/2020/3646712>
204. Baležentienė L., Kusta A. Biochemical impact of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) on agro-ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management*. 2011. Vol. 58, № 4. P. 18–26.  
<https://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.58.4.678>
205. Baležentienė L., Spruogis V. Experience of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and traditional fodder grasses use for forage production in organic farm. *Veterenaria ir Zootechnika*. 2011. T. 58. C. 19–26.

206. Barchuk O. Z., Lysiuk R. M., Denys A. I., Zaliska O. M., Smalyuh O. G., Nester M. I. Experimental study of goat's rue (*Galega officinalis* L.) herb and its liquid extracts. *The Pharma Innovation*. 2017. Vol. 6, № 11. P. 393–397.
207. Bednarska K., Kus P., Fecka I. Investigation of the phytochemical composition, antioxidant activity, and methylglyoxal trapping effect of *Galega officinalis* L. herb *in vitro*. *Molecules*. 2020. Vol. 25, 5810. <https://doi.org/10.3390/molecules25245810>
208. Benigni R., Carpa C., Cattorini P.E. *Galega officinalis* L. *Plante Medicinali, Chimica Farmacologia e Terapia*. Milano: Inverni Della Betta, 1972. P. 124.
209. Benn M. H., Shustov G., Sjustova L., Majak W., Bai Y., Fairy N. A. Isolation and characterization of two guadinidines from *Galega orientalis* cv. Gale (fodder galega). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996. Vol. 44. P. 2779–2781.
210. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaften und Technologie*. 1995. Vol. 28. P. 25–30.
211. Bruneau A., Doyle J.J., Herendeen P. et al. Legume phylogeny and classification in the 21<sup>st</sup> century: progress, prospects and lessons for other species – rich clades. *Taxon*. 2013. Vol. 62, № 2. P. 217–248. <https://doi.org/10.5167/uzh-78167>
212. Champavier Y., Comte G., Vercauteren J., Allais D. P., Chulia A. J. Nortriterpenoid and sesquiterpenoid glucosides from *Juniperus phoenicea* and *Galega officinalis*. *Phytochemistry*. 1999. Vol. 50. P. 1219–1223.
213. Chegini H., Oshaghi M., Boshagh M. A., Foroutan P., Jahangiri A. H. Antibacterial effect of *Medicago sativa* extract on the common bacteria in sinusitis infection. *International Journal of BioMedicine and Public Health*. 2018. Vol. 1(1). P. 1–5. <https://doi.org/10.22631/ijbmph.2018.55334>
214. Darmohray L. M., Gutyj B. V., Darmohray O. O. Antimicrobial activity concept of water extract of plants *Galega orientalis* Lam. Науковий вісник

- ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. 2018. Т. 20, № 87. С. 122–125.  
<https://doi.org/10.15421/nvlvet8724>
215. Darmohray L., Lis M. W., Tsap S., Lushyn I., Orishchuk O. Solubility studies of protein feed of different origin and content of biologically active substances *in vitro*. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролюресурсів АПК*. 2016. Т. 4, № 1. С. 15–18.
216. Davoodi P., Ghoreishi S. M., Hedayati A. Optimization of supercritical extraction of galegine from *Galega officinalis* L.: neural network modeling and experimental optimization via response surface methodology. *Korean Journal of Chemical Engineering*. 2017. Vol. 34, № 3. P. 854–865.
217. Doan P. L., Nguen T. T., Pham M. Q., Tran Q. T., Pham Q. L., Tran D. Q., Than V. T., Bach L. G. Extraction process, identification of fatty acids, tocopherols, sterols and phenolic constituents, and antioxidant evaluation of seed oils from five Fabaceae species. *Processes*. 2019. Vol. 7. 456.  
<https://doi.org/10.3390/pr7070456>
218. Dubis B., Jankowski K.J., Sokólski M.M., Zaluski D., Borowski P., Szempliński W. Biomass yield and energy balance of fodder galega in different production technologies: An 11-year field experiment in a large-area farm in Poland. *Renewable Energy*. 2020. Vol. 154. P. 813–825.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.059>
219. Dubrovskis V., Plume I., Adamovics A., Auzins V., Straume I. *Galega* biomass for biogas production. *Engineering for Rural Development Proceedings*. 2008. P. 61–65.
220. El-Gengaihi S., Ibrahim A.Y., Hendawy S., El-hamid S.R.A. 2011. The response of *Galega officinalis* plant to different nitrogen sources and their effect on active ingredients and biological activity. *Journal of American Science*. 2011. Vol. 7, № 3. P. 388–398.
221. Ertürk O. Antibacterial and antifungal activity effects of alcoholic extracts of 41 medicinal plants growing in Turkey. *Czech. Journal of Food Science*. 2010. Vol. 28, № 1. P. 53–60.



222. Fairey, N. A., Lefkovitch, L. P., Coulman, B. E., Fairey, D. T., Kunelius, T., McKenzie, D. B., Michaud, R. and Thomas, W. G. 2000. Cross-Canada comparison of the productivity of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) with traditional herbage legumes. *Canadian Journal of Plant Science*. 2002. Vol. 80. P. 793–800.
223. Farmakopea Polska. 1999. *The Polish Pharmaceutical Society*. Available at: <http://www.ptfarm.pl/?pid=1&language=en>
224. Flora of Tropical East Africa, Leguminosae. Part 4. London: Crown Agent for Overseas Governments and Administrations. 1051 p.
225. Friedman J. The evolution of annual and perennial plant life histories: ecological correlates and genetic mechanisms. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2020. Vol. 51. P. 461–481. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-024638>
226. Fukunaga T., Nishiya K., Takeya K., Itikawa H. Studies on the constituents of goat's rue (*Galega officinalis* L.). *Chem. Pharm. Bull.* 1987. Vol. 35, № 4. P. 1610–1614.
227. Gillett J.B. *Galega* L. (Leguminosae) in tropical Africa. *Kew Bulletin*. 1963. Vol. 17, № 1. P. 81–85.
228. Gonzáles-Andrés F., Redondo P.A., Pescador R., Urbano B. Management of *Galega officinalis* L. and preliminary results on its potential for milk production improvement in sheep. *New Zealand Journal*. Vol. 45. P. 233–245. <https://doi.org/10.1080/00288233.2004.9513591>
229. Grela E.R., Kiczorowska, B., Samolinska, W., Matras, J., Kiczorowski, P., Rybinski, W., Hanczakowska, E.I. Chemical composition of leguminous seeds: part I – content of basic nutrients, amino acids, phytochemical compounds, and antioxidant activity. *Eur. Food. Res. Technol.* 2017. Vol. 243. P. 1385–1395. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2849-7>
230. Karakas Pehlivan F., Yildirim A., Türker A. Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activity. *Turkish Journal of Biology*. 2012. Vol. 641–652. <https://doi.org/10.3906/biy-1203-16>

231. Khalid M., Saeed-ur-Rahman, Bilal M., Huang, D.-F. Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens – a review. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019. Vol. 18, № 1. P. 211–230. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62555-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62555-4)
232. Kiokias S., Proestos Ch., Oreopoulou V. Phenolic acids of plant origin – a review on their antioxidant activity in vitro (O/W emulsion systems) along with their *in vivo* health biochemical properties. *Foods*. 2020. Vol. 9. Article 534. <https://doi.org/10.3390/foods9040534>
233. Kirkendall L.R., Stenseth N.C. On defining “breeding once”. *The American Naturalist*. 1985. Vol. 125, № 2. P. 189–204.
234. Kokten, K., Bacoglu, A., Kocak, A., Bagci, E., Akcura, M., Kaplat, M. 2011. Chemical composition of the seeds of some *Medicago* species. *Chemistry of Natural Compounds*. 2011. Vol. 47, № 4. P. 619–621. <https://doi.org/10.1007/s10600-011-0010-6>
235. Kukk L., Astover A., Muistre P., Noorments M., Roostalu H., Sepp K., Suuster E. Assessment of abandoned agricultural land recourse for bioenergy production in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*. 2008. Vol. 60, № 2. P. 166–173. <https://doi.org/10.1080/09064710902798311>
236. Kulbat, K. The role of phenolic compounds in the plant resistance. *Biothechnology and Food Sciences*. 2016. vol. 80 (2), p. 97–108. <http://www.bfs.p.lodz.pl>
237. Li, T., Jiang, J., Liu, J. Spectroscopic determination of leaf chlorophyll content and color for genetic selection on *Sassafras tzumu*. *Plant Methods*. 2019. Vol. 15. P. 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0458-0>
238. Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods in Enzymology*. 1987. Vol. 148. P. 350–382. [http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)

239. Lindström K. *Rhizobium galegae*, a new species of Legume root nodule bacteria. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 1989. Vol. 39, № 3. P. 365–367.
240. Luka C. D., Adoga G. I., Istifanus G. Phytochemical studies of different fractions of *Galega officinalis* extract and their effects on some biochemical parameters in alloxan-induced diabetic rats. *European Journal of Medicinal Plants*. 2017. Vol. 19, № 1. P. 1–10. <https://doi.org/10.9734/EJMP/2017/32145>
241. Marinova G., Batchvarov V. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2011. Vol. 17. № 1. P. 11–24.
242. Maslennikov P. V., Chupakhina G. N., Skrypnik L. N. The content of phenolic compounds in medicinal plants of a Botanical Garden (Kaliningrad Oblast). *Biology Bulletin*. 2014. Vol. 41, № 2. P. 133–138. <https://doi.org/10.1134/S1062359013050105>
243. Meier, U. Faba Bean. *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants*, 2nd edn. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry Braunschweig. Germany, 2001. P. 34–36.
244. Meripõld H., Tamm U., Tamm S., Võsa T., Edesi L. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grass potential as a forage and bioenergy crop. *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15, № 4. P. 1693–1699. <https://doi.org/10.1515/AR.17.021>
245. Mladenović K. G., Muruzović M. Ž., Stefanovic O. D., Vasić S. M., Comic R. Antimicrobial antioxidant and antibiofilm activity of extracts of *Melilotus officinalis* (L.) Pall. *The Journal of Animal and Plant Science*. 2016. P. 1436–1444.
246. Mohamed R., El-Desoukey A. Phytochemical and antimicrobial activity of *Medicago sativa* (Alfalfa) as source of animal food against some animal pathogenes. *Global Veterinaria*. 2015. Vol. 14(1). P. 136–141. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2015.14.01.9209>

247. Moller E., Hostrup B., Boelt B. Yield and quality of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) at different harvest managements compared with lucerne (*Medicago sativa* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*. 1997. Vol. 47, № 2. P. 89–97. <https://doi.org/10.1080/09064719709362445>
248. Nagalievskaja M., Sabadashka M., Hachkova H., Sybirna M. *Galega officinalis* extract regulate the diabetes mellitus related violations of proliferation, functions and apoptosis of leukocytes. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2018. Vol. 18, № 4. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-2079-3>
249. Najafabad Morabbi A., Jamei R. Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of methanolic and ethanolic extracts of plum (*Prunus domestica* L.) in both fresh and dried samples. *Avicenna Journal Phytomedicine*. 2014. Vol. 4, № 5. P. 343–353.
250. Naz R., Ayub H., Nawaz S., Islam Z. U., Yasmin T., Bano A., Wakeel A., Zia S., Roberts T. H. Antimicrobial activity, toxicity and anti-inflammatory potential of methanolic extracts of four ethnomedicinal plants species from Punjab, Pakistan. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2017. Vol. 17. 302. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1815-z>
251. Oldham M., Ransom C.V., Ralphs M.H., Gardner D.R. Galegine content in goatsrue (*Galega officinalis*) varies by plant part and phenological growth stage. *Weed Science*. 2011. Vol. 59. P. 349–352. <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00169.1>
252. Omar S. A., Mohammed H. Sh., Abd-Elaziz M., Mohamed M. O. A. Antimicrobial and antidiabetic effect of triterpene barringtonenol C glycosides isolated from aerial part of *Medicago sativa* L. (alfalfa) (family Fabaceae) cultivated in Egypt. *Az. Journal of Science*. 2018. Vol. 57. P. 70–88.
253. Oubre A.Y., Carlson T.J., King S.R., Reaven G.M. From plant to patient: an ethnomedical approach to the identification of new drugs for the treatment of NIDDM. *Diabetologia*. 1997. Vol. 40. P. 614–617.

254. Özbucak T.B., Ertürk Ö., Akçin O.E. An ecological, anatomical and microbiological investigation on the species *Galega officinalis* L. (Leguminosae) in some localities of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2005. Vol. 8. P. 1215–1220.
255. Palit P., Furman B.L., Gray A.I. Novel weight-reducing activity of *Galega officinalis* in mice. *Journal of Pharmaceutical and Pharmacology*. 1999. Vol. 51. 1313–1319.
256. Pałka S., Kmiecik M., Migdał Ł., Siudak Z. The effect of a diet containing fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and goat's-rue (*Galega officinalis* Lam.) on litter size and milk yield in rabbits. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production*. 2019. Vol. 15, № 4. P. 73–78. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.6484>
257. Pehlivan Karakaş F., Sahin G., Türker A. Enhancement of direct shoot regeneration and determination of bioactive secondary metabolites in leaves of *Galega officinalis* L. *Turkish Journal of Biology*. 2016. Vol. 40. P. 1311–1319. <https://doi.org/10.3906/biy-1603-70>
258. Pehlivan Karakaş F., Turker A.U., Karakas A., Mshvidadze V. Cytotoxic, anti-inflammatory and antioxidant activities of four different extracts of *Galega officinalis* L. (goat's rue). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2016. Vol. 15, № 4. P. 751–757. <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v15i4.12>
259. Pehlivan Karakaş F., Yildirim A., Turker A. Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities. *Turkish Journal of Biology*. 2012. Vol. 36. P. 641–652.
260. Peiretti P.G., Gai F. Chemical composition, nutritive value, fatty acid and amino acid contents of *Galega officinalis* L. during its growth stage and in regrowth. *Animal and Feed Science Technology*. 2006. Vol. 130. P. 257–267.
261. Piluzza G., Bullitta S. Correlations between phenolic content and antioxidant properties in twenty-four plant species of traditional ethnoveterinary use in the Mediterranean area. *Pharmaceutical Biology*. 2011. Vol. 49, № 3. P. 240–247. <https://doi.org/10.3109/13880209.2010.501083>

262. Pinzón-Torres J.A., Santos V.R., Schiavinato M.A., Maldonato S. Biochemical, histochemical and ultrastructural characterization of *Centrolobium robustum* (Fabaceae) seeds. *Hoehnea*. 2009. Vol. 36, № 1. P. 149–160.
263. Povilaitis V., Šlepetienė A., Šlepetys J., Lazauskas S., Amalevičiūtė K., Feizienė D., Feiza V., Liaudanskienė I., Cesevičienė J., Kadžiuliene Ž., Kukujevas A. The productivity and energy potential of alfalfa, fodder galega and maize plants under the conditions of the nemoral zone. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*. 2016. Vol. 66, № 3. P. 259–266. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1093651>
264. Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, vol. 269, no. 2, p. 337–241. <http://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>
265. Pundarikakshudu K., Patel J. K., Bodar M. S., Deans S. G. Anti-bacterial activity of *Galega officinalis* L. (Goat's-rue). *Journal of Ethnopharmacology*. 2001. Vol. 77. P. 111–112. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00250-1](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00250-1)
266. Radeva G., Jurgens G., Niemi M., Nick G., Suominen L., Lindström K. Description of two biovars in the *Rhizobium galegae* species: biovar *orientalis* and biovar *officinalis*. *Syst. Appl. Microbiol.* 2001. Vol. 24. P. 192–205.
267. Rates S. M. K. Plants as source of drugs. *Toxicon*. 2001. Vol. 39. P. 603–613.
268. Raunkier C.C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, UK : Clarendon. 1934. P. 632.
269. Sánchez-Moreno, C., Larrauri, A., Saura-Calixto, F. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1998. Vol. 76, № 2, p. 270–276.
270. Shafii, Z. A., Basri, M., Malek, E. A., Ismail, M. Phytochemical and antioxidant properties of *Manilkara zapota* (L.) P roen fruit extracts and its formulations for cosmeceutical application. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, № 3. P. 29–41.

271. Shymanska O., Vergun O., Kačaniová M., Brindza J., Rakhmetov D., Ivanišová E. 2019. Biochemical activity of ethanol extracts of *Galega officinalis* L. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Agrobiodiversity for improve the nutrition, Health and Quality of Human and Bee’s Life”. P. 135. <https://doi.org/10.15414/2019.9788055220703>
272. Shymanska O., Vergun O., Rakhmetov D., Brindza J., Ivanišova E. Total content of phenolic compounds in the ethanol extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2018. Vol. 2. P. 140–145. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.140-145>
273. Shymanska O., Vergun O., Rakhmetov J., Fishchenko V. The content of photosynthetic pigments in the leaves of the *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2017. Vol. 1. P. 398–403. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.398-403>
274. Shymanska O. V., Vergun O. M., Rakhmetov D. B., Brindza J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Інтродукція рослин*. 2018. Т. 78, № 2. С. 12–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2229075>
275. Shymanska O. V., Vergun O. M., Rakhmetov D. B., Brindza J., Ivanišová E. Total content of phenolic compounds in the ethanol extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2018. Vol. 2. P. 140–145. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.140-145>
276. Silverstown J. A binary classification of plant life history and some possibilities for its evolutionary application. *Evol. Trends Plants*. 1989. Vol. 3, № 2. P. 87–90.
277. Singleton, V. L., Rossi, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1965. Vol. 16, № 3. P. 144–158.

278. Spasov V. Isolation of a *Galega officinalis* L. fraction and a tentative evaluation of the chemical structure of biologically active substances, inhibiting platelet aggregation. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 2003. Vol. 6, № 4. P. 203–208.
279. Starkovskiy B., Simonov G., Malinovskaya Yu., Simonov A. The influence of the vegetative stage of *Galega orientalis* on the quality of haylage prepared from it. DAIC. E 3 S Web of Conferences. 2020. Vol. 222. 02019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202019>
280. Susag L., Mathenge S., Benn M. The alkaloids of two species of *Afrogalega*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2003. Vol. 31. P. 645–647. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(02\)00224-7](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(02)00224-7)
281. Symanowicz B., Kalembsa S., Jaremko D., Niedbała M. Effect of nitrogen fertilization of *Galega orientalis* Lam. on the yield and content K, Na, Ca and Mg in the plant and soil. *Environmental Protection and Natural Resources*. 2015. Vol. 26, № 2. P. 15–20. <https://doi.org/10.1515/OSZN-2015-0004>
282. Tatiya U.A., Tapadiya G.G., Kotecha S., Surana J.S. Effect of solvents on total phenolics, antioxidant and antimicrobial properties of *Bridelia retusa* Spreng. stem bark. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2011. Vol. 2, № 4. P. 442–447.
283. Tedila H., Shanmugam V., Assefa A. A review on antimicrobial activity of medicinal plants against human pathogens. *Journal of Natural Sciences Research*. Vol. 8, № 19. P. 10–19.
284. Teleuță A., Tîtei V., Coșman S., Lupan A. Forage value of the species *Galega orientalis* Lam. under the conditions of the republic of Moldova. *Research Journal of Agricultural Science*. 2015. Vol. 47, № 2. P. 226–231.
285. Thangadurai D. Chemical composition and nutritional potential of *Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica* (Fabaceae). *Journal of Food Biochemistry*. 2005. Vol. 29. P. 88–98.
286. Tucak M., Horvat D., Cupic T., Krizmanic G., Tomas V., Ravlic M., Popovic S. Forage legumes as sources of bioactive phytoestrogens for use in



- pharmaceutics: a review. *Currant Pharmacy and Biotechnology*. 2018. Vol. 19, № 7. P. 537–544. <https://doi.org/10.2174/1389201019666180730165917>
287. Tusevski O., Kostovska A., Iloska A., Trajkovska L., Gadzovska Simic S. Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants. *Central European Journal of Biology*. 2014. Vol. 9 (9). P. 888–900. <https://doi.org/10.2478/s11535-014-0322-1>
288. Valgas C., de Sousa S., Smania E. A., Smania A. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2007. Vol. 38. P. 369–380.
289. Velásquez P., Rodríguez K., Retamal M., Giordano A., Valenzuela L.M., Montenegro G. Relation between composition, antioxidant and antibacterial activities and botanical origin of multi-floral bee pollen. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2017. Vol. 90. P. 306–314. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2017.090.038>
290. Vergun O. M., Rakhmetov D. B., Shymanska O. V., Rakhmetova S. O., Fishchenko V.V. 2019. Antioxidant activity of seed extracts of selected forage plants. *Plant Introduction*. Vol. 82, № 2. P. 71–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3241204>
291. Vergun O. M., Shymanska O. V., Rakhmetov D. B. Different aspects of study of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини*. Збірник праць міждисциплінарної наук. – практ. конф. Ужгород, 2018. С. 17–19.
292. Vergun O., Shymanska O., Rakhmetov D., Grygorieva O., Brindza J., Fishchenko V., Ivanišova E. Evaluation of Plant Raw Material of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. «*Development and Tehnology*». 2<sup>nd</sup> International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture Kaunas, 2018. P. 106–107.
293. Vergun O., Shymanska O., Rakhmetov D., Grygorieva O., Ivanišová E., Brindza J. Parameters of antioxidant activity of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. (*Fabaceae* Lindl.) plant raw material. *Potravinarstvo Slovak*

*Journal of Food Sciences*, 2020. Vol. 14. P. 125–134.

<https://doi.org/10.5219/1271>

294. Vuksan V., Sievenpiper J. L. Herbal remedies in the management of diabetes: lessons learned from the study of ginseng. *Nutritional and Metabolism of Cardiovascular Diseases*. 2005. Vol. 15. P. 149–160.
295. Zlatev, Z., Lidon, F.C. An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emirate Journal of Food and Agriculture*. 2012. Vol. 24, № 1. P. 5–72.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Каталог рослин відділу нових культур / Д.Б. Рахметов та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
2. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України / Д.Б. Рахметов, С.М. Ковтун-Водяницька, О.А. Корабльова та ін. Київ: ФОП Паливода., 2020. 208 с.

## Статті у наукових виданнях SCOPUS

3. Vergun O., **Shymanska O.**, Rakhmetov D., Grygorieva O., Ivanišová E., Brindza J. Parameters of antioxidant activity of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. (*Fabaceae* Lindl.) plant raw material. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2020. Vol. 14. P. 125–134. <https://doi.org/10.5219/1271>

## Статті у наукових фахових виданнях України:

4. Вергун О.М., **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Біохімічна характеристика рослин роду *Galega* L. в Правобережному Лісостепу України. *Вісник ОНУ*. 2012. Том 17, вип. 3 (28). С. 43–50.
5. **Шиманська О.В.** Особливості росту і розвитку рослин видів роду *Galega* *G.orientalis*. та *G.officinalis* L., інтродукованих в Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23, №6. С. 291–295.
6. **Shymanska O.V.**, Vergun O.M., Rakhmetov D.B., Brindza J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Plant Introduction*. 2018. № 2 (78). P. 12–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2229075>
7. Vergun O.M., Rakhmetov D.B., **Shymanska O.V.**, Rakhmetova S.O., Fishchenko V.V. Antioxidant activity of seed extracts of selected forage plants. *Plant Introduction*. 2019. № 2 (82). P. 71–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3241204>

Статті у наукових періодичних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних:

продовження додатку А

8. **Shymanska O.**, Vergun O., Rakhmetov J., Fishchenko V. The content of photosynthetic pigments in the leaves of the *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2017. Vol. 1. P. 398–403. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.398-403>

9. **Shymanska Oksana**, Vergun Olena, Rakhmetov Dzhamal, Brindza Jan, Ivanišova Eva. Total content of phenolic compounds in the ethanol extracts of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Agrobiodiversity for improving Nutrition, Health and Life quality*. 2018. Vol. 2. P. 140–145. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.140-145>

#### Свідоцтва про авторство на сорт рослин:

10. А. с. № 150624 на сорт рослин *Galega orientalis* Lam. Козлятник східний Рябчик / Д.Б. Рахметов, Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13168001; заяв. 01.10.2013; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 2. част. 2.

11. А. с. № 170903 на сорт рослин *Galega officinalis* L. Козлятник лікарський Фламінго / Н.О. Стаднічук, **О.В. Шиманська**. № 13495001; заяв. 20.11.2013; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 3.

#### Тези наукових доповідей та матеріали конференцій

12. **Шиманська О.В.** Перспективи інтродукції видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: IV Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Тростянець. 2004. С. 206–207.*

13. **Шиманська О.В.** Біологічна фіксація азоту у видів роду *Galega* L. *Актуальні проблеми фізіології, генетики та біотехнології рослин і ґрунтових мікроорганізмів: IX Конф. Мол. дослідн., присвяченої 100-річчю від дня народження академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюка. Київ. 2005. С. 43.*

14. **Шиманська О.В.** *Galega orientalis*—ценный эндемик Кавказа. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва.: V Міжнар. Наук. конф. Мол. дослідн. Київ. 2005. С.112–113.*

продовження додатку А

15. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Интродукция видов рода *Galega* L. в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко. Мат. I (IX) Межд. конф. Мол. ботаников в Санкт–Петербурге. 2006. С. 270.
16. Стаднічук Н.О., **Шиманська О.В.** Интродукція *Galega officinalis* L. в ботанічному саду ім. М.М. Гришка на рівні сорту. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень” присвяченої 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УААН: матеріали Міжнар. Наук. конф. Березоточа, 2006. С.170–171.*
17. **Шиманська О.В.** Интродукция и семенная продуктивность *Galega orientalis* Lam. в Лесостепи Украины. *Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та сучасні проблеми, присвячена 200-річчю заснування Кременецького ботанічного саду: Міжнар. Наук. конф. Тернопіль, 2007. С. 107–108.*
18. **Шиманська О.В.** Види роду *Galega* L. у флорі України і перспективи інтродукції в Лісостепу України. *Екологічні проблеми с/г. виробництва: V Всеукр. Наук. – практ. конф. Яремче, 2011. С.199-200.*
19. **Шиманська О.В.** Интродукція видів роду *Galega officinalis* L. *Відновлення порушених природних екосистем: IV Міжн. Наук. конф. Донецьк. 2011. С. 409-410.*
20. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості видів роду *Galega* першого року вегетації в Лісостепу України. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: XI наук. конф. Мол. учених. Львів, 2012. С.111-112.*
21. **Шиманська О.В.** Біологічні особливості насіння роду *Galega* L. *Молодь і поступ біології: IX Міжн. Наук. конф. студентів та аспірантів. Львів, 2013. С.147-148.*
22. Рахметов Д.Б., **Шиманська О.В.** Интродукція рослин видів роду *Galega*. *Збагачення генетичного різноманіття рослин. Міжн. наук. Народа. Харків, 2014. С. 25–26.*

продовження додатку А

23. **Шиманська О.В.**, Стаднічук Н.О., Фіщенко В.В., Татаренко Г.Я., Рахметов Д.Б. Козлятник східний (*Galega orientalis* Lam.) – нова енергетична рослина. *Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив*. Мат. наук. конф. Київ, 2014. С. 109–114.
24. **Шиманська О.В.** Покращення ґрунтів за рахунок багаторічних бобових трав *Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін*. Міжн. наук.–практ. інтернет конф. Тернопіль, 2014. С. 75–76.
25. Бондарчук О.П., Рись М.В., **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Інтродукція та перспективи використання представників родів *Astragalus* L., *Galega* L., *Elsholzia* Willd як цінних фітозасобів. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*. Мат. Четвертої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 2015. С. 84–87.
26. **Шиманська О.В.** Збереження та збагачення рослин видів роду *Galega* L. в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка. *Селекційно-генетична наука і освіта*. Мат. міжн. наук. конф. Умань, 2016. С. 354–356.
27. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega officinalis* L. в перший рік життя в Правобережному Лісостепу України. *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничих наук та методик їх викладання*. Мат. I всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Суми, 2016. С. 46– 51.
28. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б. Особливості онтогенезу рослин видів роду *Galega orientalis* Lam. першого року життя в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах*. Мат. міжн. конф. Херсон, 2016. С. 64–65.
29. **Шиманська О.В.** Онтоморфогенез рослин *Galega officinalis* L. за інтродукції в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Перспективні напрямки наукових досліджень та ефіроолійних*

культур. Мат. III Всеукр. наук. – практик. конф. молодих вчених. Березоточа, 2017. С. 28 – 30.

30. Vergun O., **Shymanska O.**, Rakhmetov D., Grygorieva O., Brindza J., Fishchenko V., Ivanišova E. Evaluation of Plant Raw Material of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. «*Development and Tehnology*». 2<sup>nd</sup> International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture Kaunas, 2018. P. 106–107.

31. Vergun O. M., **Shymanska O.V.**, Rakhmetov D. B. Different aspects of study of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини*. Збірник праць міждисциплінарної наук. – практик. конф. Ужгород, 2018. С. 17–19.

32. **Шиманська О.В.** Історія інтродукції рослин видів роду *Galega* L. та створення господарсько–цінних сортів у НБС імені М.М. Гришка НАН України. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях Євроінтеграції*. Мат. міжн. наук.–практик. конф. Київ, 2018. С. 152–154.

33. **Шиманська О.В.**, Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Гончар О.О. Сезонний ритм росту і розвитку рослин видів роду *Galega* L. *Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково–дослідних установах та навчальних закладах України*. Мат. Всеукр. наук.–практик. конф. Хорол, 2018. С. 115–117.

34. **Shymanska O.**, Vergun O., Kačaniová M., Brindza J., Rakhmetov D., Ivanišová E. 2019. Biochemical activity of ethanol extracts of *Galega officinalis* L. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Agrobiodiversity for improve the nutrition, Health and Quality of Human and Bee’s Life”. P. 135.  
<https://doi.org/10.15414/2019.9788055220703>



## Додаток Б

Вміст біологічно активних сполук рослин *Galega officinalis* L. та *G.orientalis* Lam. за [17–19]

Вид	Назва біохімічної сполуки (клас сполук)	Фармакологічна дія
<i>G. officinalis</i>	Анагірін (алкалоїд)	Антиаритмічне (за слабкої нерегулярної аритмічної міокардії, фібриляції передсердь), місцево-анестезуюче
	Вазіцінон (алкалоїд)	Бронхолітична, гіпотензивна
	Галегін (алкалоїд)	Гіпоглікемічне
	Кверцетин (флавоноїд)	Використовується за гіпо- та авітамінозів, спазмолітичне, протизапальне, антиоксидантне, диуретичне, протипухлинне
	Кемпферол (флавоноїд)	Тонізує, капіляррозміцнює, протизапальне, диуретичне, виводить солі натрію
	р-кумарова кислота (органічна кислота)	Антигепатотоксичне
	Гамма-лінолейнова кислота (жирні кислоти)	Протизапальне, негативно впливає на постсинаптичну мембрану
	Лютеолін (флавоноїд)	Протизапальне, смазмолітичне, відхаркувальне, діуретичне
	Пеганін (алкалоїд)	Відхаркувальне, абортивне, жовчогінне, бронхолітичне, при хворобах ЦНС
	Рутин (флавоноїд)	Капіляррозміцнює, гіпертензивне, радіапротекторне, проти набряків, протизапальне, судинозвужуюче, знижує рівень вільних жирних кислот
<i>G. orientalis</i>	Тіамін (вітамін гетероциклічного ряду)	При лікуванні хвороб нервової системи, виразкова хвороба шлунку, атонія кішківника, хвороби печінки
	Ніацин (вітамін В <sub>x</sub> )	Гіпотензивне, при гіпохолестеролемії, церебральному старінні
	Галегін	Див. вище
	Скополетин (кумарини)	Протипухлинне, спазмолітичне, гіпоглікемічне, при хворобах органів дихання
	Кверцетрин (флавоноїд)	Діуретичне, спазмолітичне, збільшує кров'яний тиск, протівірусне

## Додаток В

**Динаміка росту і розвитку підземних органів *Galega officinalis* L. на першому і наступних роках життя, 2004–2006 рр.**

Рік вегетації	Маса, г	Головний корінь		Бічні корені	
		довжина, см	діаметр, см	довжина, см	кількість, шт
1-й	39,9 ±1,74	30,6±1,58	3,10±0,23	17,9±0,53	28,6±0,45
2-й	95,4±2,01	39,3±1,56	4,9±0,28	28,9±0,28	31,7±0,7
3-й	148,7±1,34	43,2±1,61	6,10±0,29	37,11±0,43	43,2±0,42

**Динаміка росту і розвитку підземних органів *Galega orientalis* L. на першому і наступних роках життя, 2004–2006 рр.**

Рік вегетації	Маса, г	Головний корінь		Плагіотропні пагони	
		довжина, см	діаметр, см	довжина, см	кількість, шт
1-й	21,2±1,25	24,3±0,7	1,16±0,02	5,7±1,01	2,9±0,28
2-й	179,8±1,81	38,7±0,45	1,20±0,03	13,6±0,65	18,2±0,42
3-й	293,6±2,94	41,4±0,7	1,22±0,02	37,6±1,35	32,5±0,96

## Додаток Д

**Рис. Відростання рослин роду *Galega officinalis* L. навесні з бруньок  
відновлення**



## Додаток Е

**Сума ефективних температур за період вегетації рослин *Galega L.*,  
2004-2006 роки**

Місяць	СЕТ>10°C	СЕТ>5°C
<b>2004</b>		
Квітень	-25,1	122,3
Травень	99,4	254,4
Червень	231,9	381,9
Липень	325,4	480,4
Серпень	312	457
Вересень	125,6	275,6
Жовтень	-21	134
Листопад	-211,9	-61,9
<b>2005</b>		
Квітень	8,4	158,4
Травень	197,4	352,9
Червень	218,8	368,8
Липень	352,2	507,2
Серпень	310,7	4,65,7
Вересень	189,3	339,5
Жовтень	-30,6	124,4
Листопад	-233,9	-73,5
<b>2006</b>		
Квітень	-7,6	142,4
Травень	136,4	291,4
Червень	250,6	400,6
Липень	337,9	611,4
Серпень	305,8	461,2
Вересень	163,2	313,2
Жовтень	-8,6	146,4
Листопад	-117,6	-31,9

## Додаток Ж

**Коефіцієнти кореляції морфометричних показників рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. у період бутонізації**

Показник	<i>G. officinalis</i>	<i>G. orientalis</i>
Висота рослин	5,26	5,03
Кількість стебел	26,80	16,12
Кількість листків на стеблі	2,65	5,67
Довжина листка	4,93	7,99
Ширина листка	11,34	9,88
Довжина черешка	8,10	4,10
Довжина листочка	16,39	5,74
Ширина листочка	9,56	6,89
Кількість суцвіть	14,06	25,42
Кількість бутонів у суцвітті	1,99	19,42
Діаметр стебла	22,04	8,56

**Кореневище рослин *Galega orientalis* Lam.**

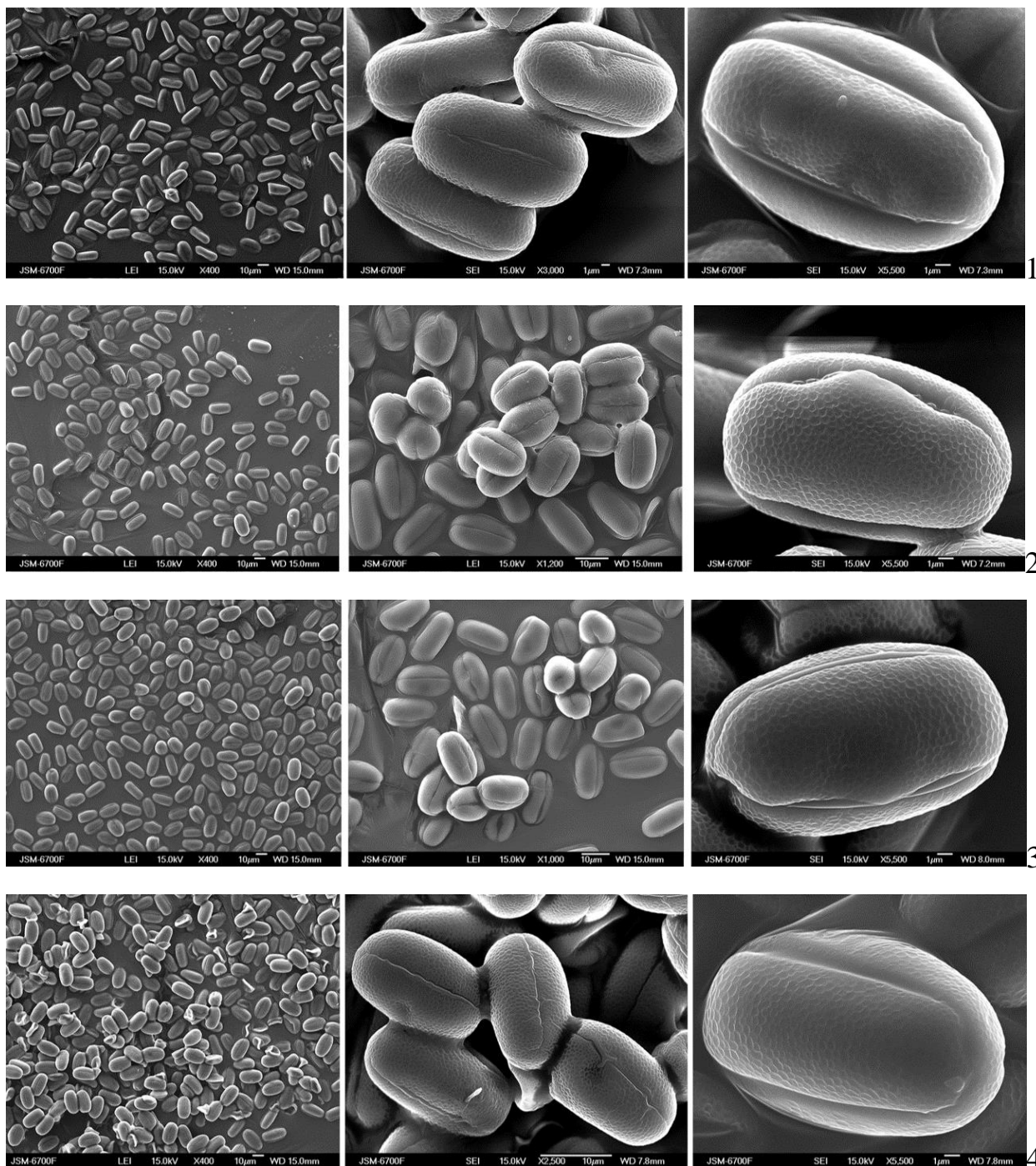
## Додаток К

Фасціація квіток рослин *Galega orientalis* Lam.



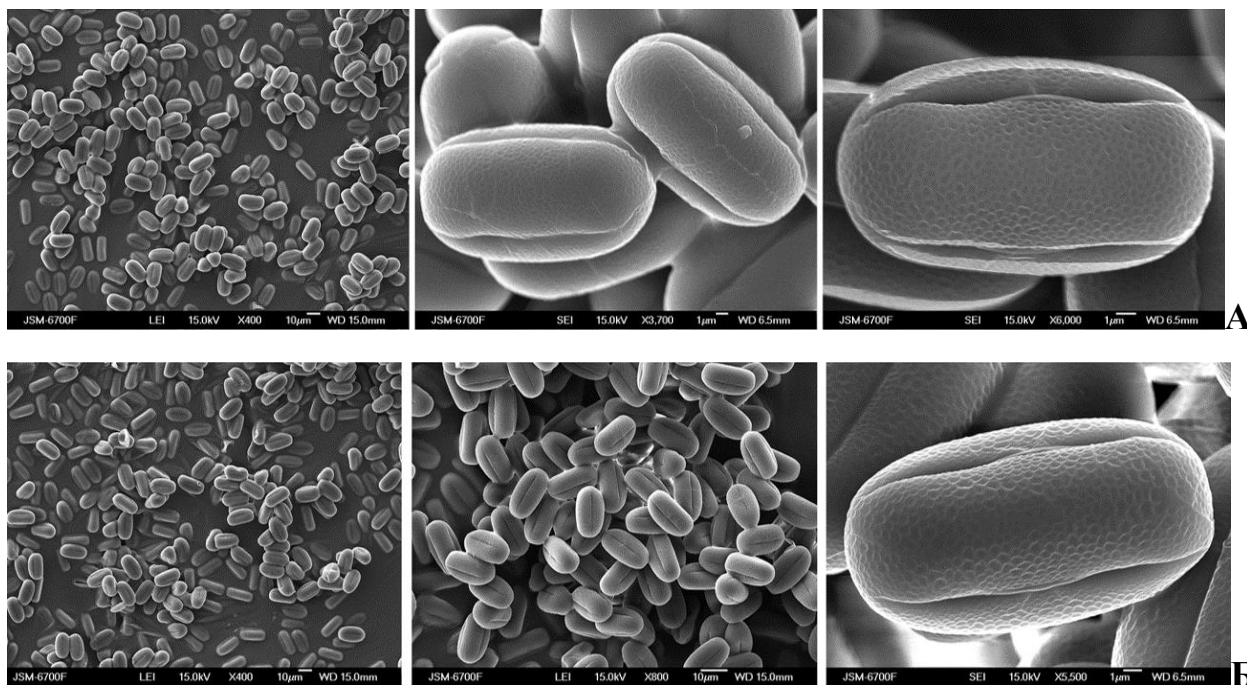
## Додаток Л

Морфологічні особливості пилоквих зерен генотипів рослин видів  
роду *Galega orientales* Lam.: 1 – Рябчик, 2 – Салют, 3 – Кавказький  
бранець, 4 – НБС-75



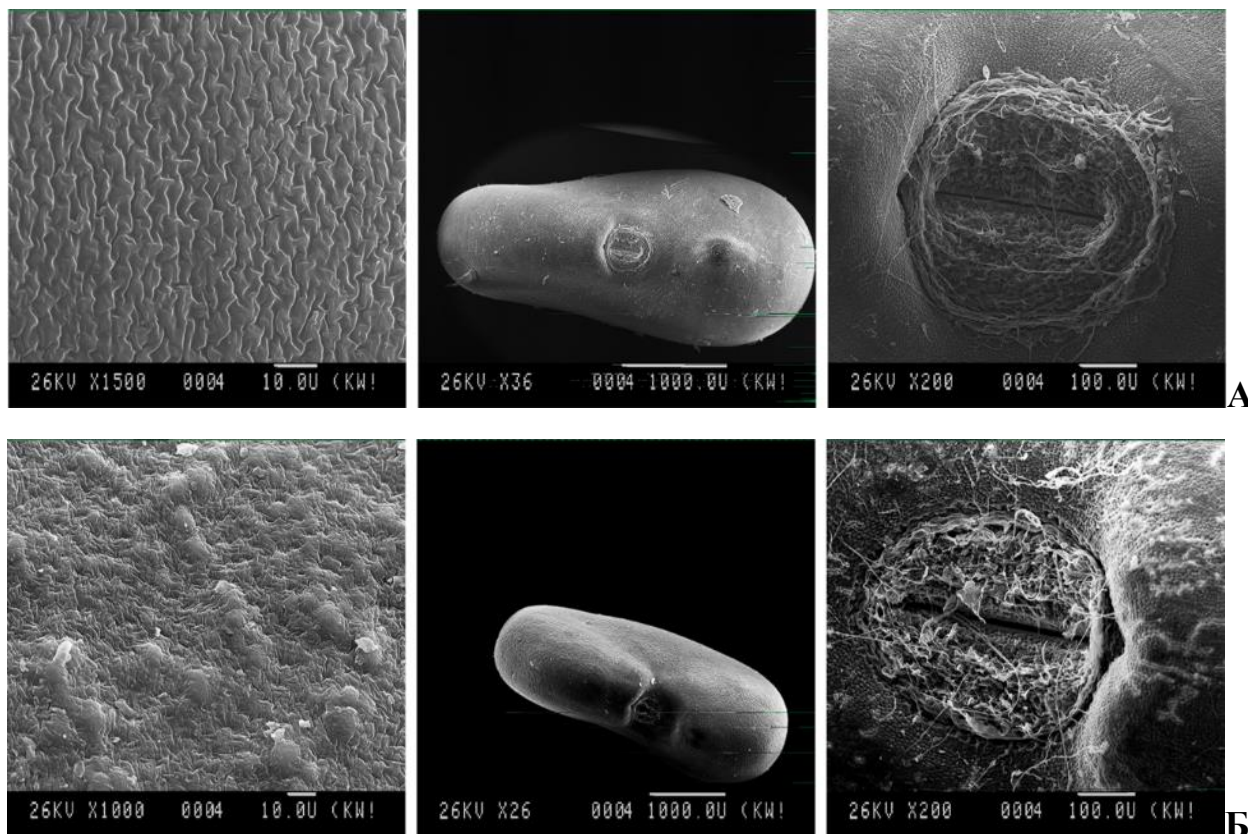
продовження додатку Л

**Морфологічні особливості пилкових зерен генотипів рослин виду  
*Galega officinales* L.: А – Фламінго, Б – Гарант**



## Додаток М

Особливості морфоструктури насінин рослин видів роду *Galega* L.:  
А – *G. orientalis*, Б – *G. officinalis*



## Додаток Н

Пошкодження плодів та насіння рослин роду *Galega* L. шкідниками