

Продуктивність сортів рослин видів роду *Galega* L. у Правобережному Лісостепу України

Д. Б. Рахметов, О. В. Шиманська*, О. П. Бондарчук, О. М. Вергун,
О. А. Корабльова, С. О. Рахметова, В. В. Фіщенко

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна,
*e-mail: galega777@ukr.net

Мета. Встановити особливості формування елементів продуктивності рослин видів роду *Galega* залежно від сортових властивостей та умов вегетації за інтродукції в Правобережному Лісостепу України. **Методи.** Упродовж 2004–2020 рр. в лабораторних та польових умовах Національного ботанічного саду досліджували шість сортів рослин видів роду козлятника (*Galega*) власної селекції. Використано наступні методи: теоретичні (математична обробка), практичні (описові, порівняльні). Оцінювали такі морфометричні параметри, як: висота рослин; кількість пагонів, листків, суцвіть на рослину; розміри плодів; довжина кореневої системи, а також продуктивний потенціал; азотфіксуюча здатність рослин; маса продуктивних пагонів; теплоємність; урожайність надземної маси; вихід сухої речовини та енергії з одиниці площі. **Результати.** Встановлено, що сорти *G. orientalis* Lam. ('Кавказький бранець', 'Салют', 'НБС-75', 'Рябчик') та *G. officinalis* L. ('Гарант', 'Фламінго') за інтродукції в Правобережному Лісостепу України характеризувались високою продуктивністю надземної фітомаси (28,6–62,4 т/га), а також виходом сухого залишку (7,12–16,5 т/га). У структурі надземної маси досліджених сортів на долю стебел припадало 37,0–44,2%, листків – 40,9–51,4%, суцвіть – 11,6–14,9% від загальної маси рослин. Теплоємність сировини рослин *G. orientalis* становила 4051–4275 ккал/га. Загальний вихід енергії із надземної маси сягав 30,44–67,85 Гкал/га. **Висновки.** Рослини видів роду *Galega* з високим потенціалом біомаси здатні забезпечувати сировиною для виробництва біогазу. Найкраще серед досліджених шести сортів власної селекції зарекомендували себе 'Фламінго', 'НБС-75', 'Рябчик'.

Ключові слова: *Galega officinalis*; *Galega orientalis*; сорт; морфологія; азотфіксуюча активність; теплоємність; вихід надземної маси та енергії.

Вступ

Родина *Fabaceae* – рослини із високим вмістом поживних речовин, зокрема протеїну, а також біоактивними фітоестрогенами, що робить їх перспективними для використання у різних сферах господарювання [1]. Види роду *Galega* є одними із найцінніших й водночас маловивченими представниками цієї родини [2].

Рослини виду *G. orientalis* досліджуються, зокрема, як кормові [3–7] завдяки їхній високій продуктивності [8], стійкості в різних кліматичних умовах, економічній рента-

бельності. Серед переваг цих рослин можна відмітити тривале життя агрофітоценозів [9]. За ранньостиглістю ці рослини переважають відомі аналоги, характеризуються підвищеною морозостійкістю, листки не осипаються в снізі, рослини не пошкоджуються шкідниками та хворобами [10]. 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 близько 3 т/га білка. Порівняльні дослідження *G. orientalis* та *Medicago sativa* показали, що ці культури характеризуються не тільки високою продуктивністю, а можуть використовуватись як відновлювальне джерело енергії [11–13]. Дослідження рослинної сировини у різних фазах вегетації дозволило з'ясувати, що зелена маса *G. orientalis* є цінною сировиною для заготівлі сіна за умови дотримання технологічних вимог [14].

В умовах помірного кліматичного поясу вегетаційний період рослин складає 85–114 діб залежно від року життя.

Використання на біопаливо *G. orientalis* рекомендовано після першого відчуження

Dzhamal Rakhmetov
<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>
Oksana Shymanska
<https://orcid.org/0000-0001-8482-5883>
Oleksandr Bondarchuk
<https://orcid.org/0000-0001-6367-9063>
Olena Vergun
<https://orcid.org/0000-0003-2924-1580>
Olha Korablova
<https://orcid.org/0000-0001-6656-4640>
Svitlana Rakhmetova
<https://orcid.org/0000-0002-0357-2106>
Valentyna Fishchenko
<https://orcid.org/0000-0002-7714-1739>

надземної частини, а як кормової культури – після другого. Врожайність сухої маси 9,1–12,8 т/га [15].

У Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України у відділі культурної флори виведено сорти виду *G. orientalis* – ‘Рябчик’ [16], ‘НБС-75’, ‘Кавказький бранець’, ‘Салют’, виду *G. officinalis* – ‘Фламінго’ [17] та ‘Гарант’.

Впровадження козлятника у виробництво як 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. Багатофункціональність козлятника дозволяє його використання у сировинному конвеєрі в ролі нової сидеральної, медодайної, лікарської, кормової культури, а також як енергетичної рослини для виробництва біопалива. Досить важливою особливістю козлятника є екологічна пластичність щодо пристосування до різних зовнішніх факторів: холодо-, зимо-, морозо- і посухостійкість.

Матеріали та методи досліджень

У роботі використовували теоретичний та практичний метод дослідження вегетаційного періоду – за фазами розвитку (фенологічні фази) відповідно до загальноприйнятих методик. Продуктивність надземної маси

визначали за методиками ВНДІ, Вінницького науково-дослідного інституту кормів [18]. Визначали вміст сухого залишку згідно із загальноприйнятою методикою [19]. Енергетичну цінність сировини визначали на калориметрі ІКА С-200. Активність симбіотичної азотфіксації досліджували за методикою В. В. Волкогона [20]. Статистичну обробку експериментальних даних виконано згідно з методикою Г. М. Зайцева (1973, 1983), Б. О. Доспехова [21] з використанням програми Anova. Для аналізу результатів статистичних обрахунків використовували середні арифметичні (M), похибки середньої арифметичної (m), стандартне відхилення (σ).

Результати досліджень

Залучені до інтродукційного процесу рослини видів роду *Galega* представлені багаторічними трав'янистими рослинами, надземна частина яких являє собою систему однорічних пагонів (рис. 1). Висота рослин становить 140–150 см залежно від умов зростання. Листки непарноперистоскладні, з 5–6 пар яйцеподібних листочків, з черешками завдовжки 15 см у нижніх листків, 5–7 см – у верхніх. Суцвіття – китиця з 30–50 квіток, залежно від сортових особливостей має біле, блакитно-фіолетове, пурпурове, рожеве та ін. забарвлення. Рослини чудово запилюються комахами. Плід – біб, 2–4 см завдовжки з 3–7 жовтуватими насіннями.



Рис. 1. Суцвіття сортів рослин *G. orientalis* Lam. (1–4) та *G. officinalis* L. (5, 6): 1 – ‘Рябчик’; 2 – ‘Салют’; 3 – ‘НБС-75’; 4 – ‘Кавказький бранець’; 5 – ‘Гарант’; 6 – ‘Фламінго’

Для комплексного оцінювання усіх продуктивних показників було проаналізовано біометричні параметри рослин першого, другого та третього років життя. Встановлено максимальну кількість пагонів збагачення (I та II порядку) – пролептичних та силептичних, що розвиваються одночасно з головним та упродовж вегетації, відповідно. Ці пагони формуються на вегетативно-генеративних пагонах (ВГП) рослин. Рослини *G. orienta-*

lis 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. Рослини *G. orientalis* – навпаки в перший рік характеризувались малою кількістю пагонів, але з кожним наступним роком їхня кількість збільшувалася у 10,9 разів. Найбільша

кількість листків, суцвіть та довжина кореня у даних рослин спостерігалась на другому році життя (табл. 1). Кількість ВГП залежить

від року життя рослин – у рослин *G. officinalis* їхня кількість зменшувалася на третьому році життя.

Таблиця 1

Біометричні показники рослин роду *Galega* L. першого, другого, третього років життя у період квітвання

Вид	Рік вегетації	Висота рослин, см	Кількість на рослині, шт.			Довжина кореневої системи, см
			пагонів	листіків	суцвіть	
<i>G. 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>G. 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

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.). Біб буває ланцетоподібний стиснутий з боків, що характерно для *G. orientalis* [22] та конусоподібний округлої форми – як у *G. officinalis*.

За біометричними показниками плодів (середнього ярусу) рослини *G. officinalis* переважали плоди іншого виду. Так, довжина, ширина та діаметр плоду у рослин *G. officinalis* становили 33,5; 3,81 та 7,88 мм, відповідно. Довжина, ширина та діаметр плоду в *G. orientalis* були 27,7; 3,34 та 5,62 мм, відповідно (табл. 2).

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

Біометричні показники плодів рослин видів роду *Galega* L. (середнє за 2004–2020 рр.)

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

певною мірою покращують регуляцію розвитку рослин [23]. Мікроорганізми 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.

Виявлено, що рослини роду *Galega* утворюють на кореневій системі бульбочки (рис. 2), з яких виділено бактерії виду *Rhizobium galegae*, що вперше були досліджені Т. Науке-Расевичова [24]. Унаслідок такого симбіозу відбувається акумуляція повітряного азоту в ґрунті.



Рис. 2. Загальний вигляд кореневої системи з бульбочками на коренях рослин *G. officinalis* L. (А) та *G. orientalis* Lam. (Б)

За умов інтродукції в Правобережному Лісо-степу України бульбочки на кореневій системі рослин роду *Galega* розпочинають формуватися на 15–17 добу після появи сходів. За сприятливих погодно-кліматичних умов їхня кількість динамічно збільшується до початку формування бобів.

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 [25].

За результатами досліджень встановлено, що найбільша азотфіксуюча активність відбувається у фазу квітання і залежить від

сортних 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 сортів є суттєві відмінності. Найбільшу активність виявлено у рослин *G. officinalis* сорту 'Фламінго', яка становила 16,28 мкг N₂/рослину за годину. У рослин *G. orientalis* найвищими показниками характеризувався сорт 'НБС-75' – 11,91 мкг N₂/рослину за годину (рис. 3). Найменшими показниками серед усіх сортів характеризувався 'Кавказький бранець' – 1,86 мкг N₂/рослину за годину [26].

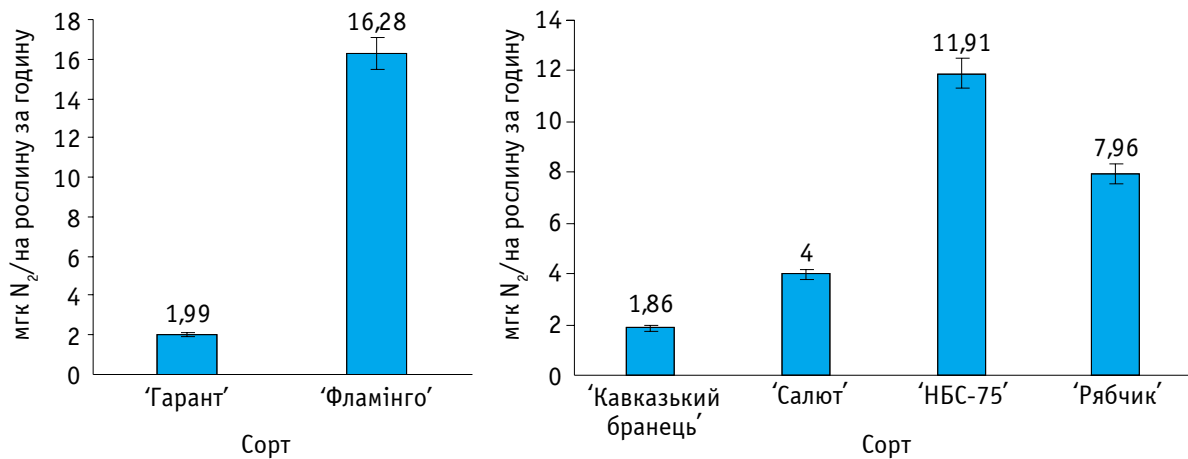


Рис. 3. Азотфіксуюча активність сортів рослин *G. officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. залежно від сортних особливостей у фазу квітання

Результати досліджень свідчать про високий продуктивний потенціал досліджува-

них рослин роду *Galega* залежно від їхніх сортних особливостей (рис. 4).

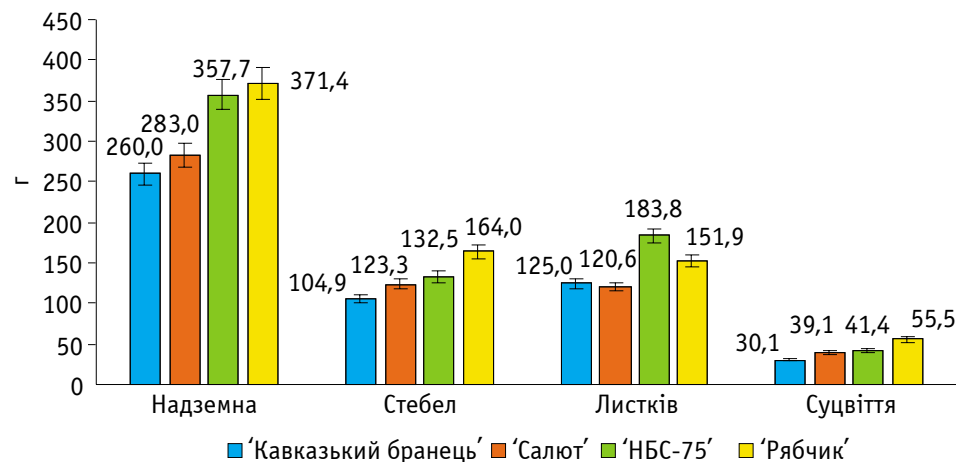


Рис. 4. Маса продуктивних пагонів рослин* *G. orientalis* Lam. залежно від сортних особливостей
* аналізували по 10 рослин у чотириразовій повторності

Досліджувані види козлятників здатні формувати за вегетаційний сезон від 28,6 до

62,4 т/га надземної маси, за виходом сухого залишку від 7,12 до 16,5 т/га (рис. 5). За

продуктивністю пагонів встановлено значну перевагу сортів 'Рябчик' та 'НБС-75', які

створено для використання, насамперед, як енергетичних культур.

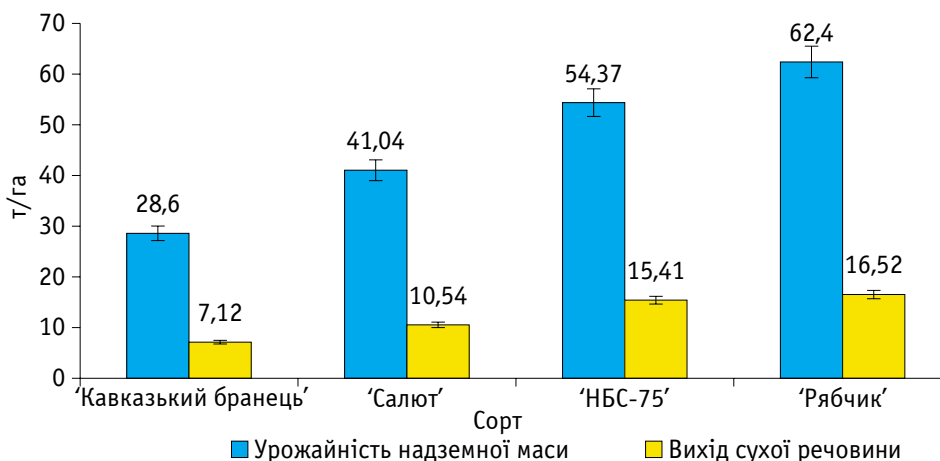


Рис. 5. Урожайність рослин *G. orientalis* Lam. залежно від сортових особливостей у період квітування – плодоношення

Зелена маса певною мірою залежить від частки у ній листків, стебел та суцвіть, тобто структури врожаю. У структурі надземної маси сортів на долю стебел припадало 37,0–44,2%, листків – 40,9–51,4%, суцвіть – 11,6–14,9%.

Найбільшу частку суцвіть було виявлено у сорту 'Рябчик', а листків – у 'НБС-75' (рис. 6). Це дозволяє розглядати сорти *G. orientalis* як перспективні культури для кормовиробництва, а також для виробництва біогазу.

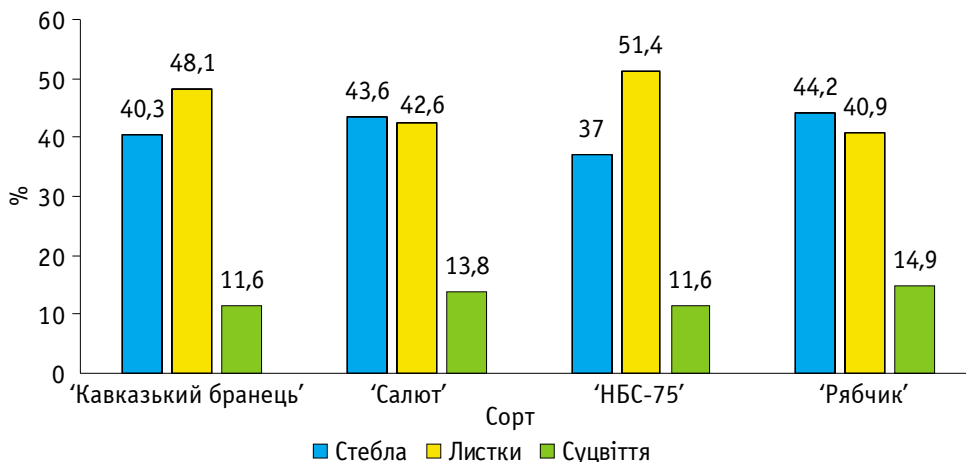


Рис. 6. Надземна маса пагонів рослин виду *G. orientalis* Lam. залежно від сортових особливостей

Теплоємність біомаси та її енергопродуктивність є видоспецифічними параметрами для досліджуваних видів козлятників та їхніх сортів. За шкалою енергетичної оцінки рослин [27] за умов інтродукції в Лісостепу України найбільш енергопродуктивними сортами за виходом сухої речовини виявилися 'Рябчик' та 'НБС-75', за теплоємністю – 'Кавказький бранець', за урожайністю надземної маси – 'Рябчик'.

Енергопродуктивність культур значною мірою залежить від загальної продуктивності сортів. Теплоємність сировини рослин *G. orientalis* становила 4051–4275 ккал/га. Загальний вихід енергії сягав 30,44–67,85 Гкал/га.

Серед досліджуваних сортів *G. orientalis* за всіма продуктивними показниками відзначилися сорти 'Рябчик' та 'НБС-75' (табл. 3).

Таблиця 3

Продуктивність сортів рослин роду *Galega* за виходом сухого залишку та енергії з надземної частини у фазі квітування

Сорт	Вихід сухого залишку, т/га	Теплоємність, ккал/кг	Вихід енергії з надземної маси, Гкал/га
'Кавказький бранець'	7,12	4275,21	30,44
'Салют'	10,54	4059,84	42,78
'НБС-75'	15,41	4051,54	62,43
'Рябчик'	16,52	4107,37	67,85

Висновки

Досліджено види та сорти рослин роду *Galega*, їхні морфометричні параметри, азотфіксує активність, продуктивний потенціал, теплоємність, вихід сухого залишку з (т/га) та енергії з надземної маси (Гкал/га).

Встановлено, що серед досліджуваних сортів найвищими продуктивними показниками характеризувались 'Рябчик' та НБС-75', що дозволяє рекомендувати ці сорти *G. orientalis* як перспективні для кормовиробництва, а також для виробництва біогазу.

Використана література

- Tucak M., Horvat D., Cupic T. et al. Forage legumes as sources of bioactive phytoestrogens for use in pharmaceuticals: a review. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 2018. Vol. 19, Iss. 7. P. 537–544. doi: 10.2174/1389201019666180730165917
- 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 XI міждисциплінарної наук.-практ. конф. (м. Ужгород, 13–14 квітня 2018 р.). Ужгород, 2018. С. 17–19.
- Рахметов Д. Б., Корабльова О. А., Стаднічук Н. О. та ін. Каталог рослин відділу нових культур. Київ : Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
- Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені Гришка НАН України. Київ : ФОП Паливода А. В., 2020. 208 с.
- Савенко В. С. Козлятник східний. Тернопіль : Економ. думка, 2000. 292 с.
- 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* : матер. Міжнар. наук. конф., присвяч. 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УАН (Березоточа, 12–14 липня 2006 р.). Березоточа, 2006. С. 170–171.
- 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 Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 1997. Vol. 47, Iss. 2. P. 89–97. doi: 10.1080/09064719709362445
- Надєжкін С. Н., Казанцева Н. В. Продуктивність козлятника восточного в смесях. *Земледелие.* 2008. № 6. С. 42.
- Шиманська О. В. *Galega orientalis* – цінний ендемік Кавказу. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва* : матер. V Міжнар. наук. конф. мол. дослідн. (м. Київ, 7–10 червня 2005 р.). Київ, 2005. С. 112–113.
- Мойсієнко В. В. Значення та переваги козлятника східного як перспективної кормової культури. *Сталий розвиток сільськогосподарських територій* : матер. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 25 жовтня 2019 р.). Житомир, 2019. С. 43–45.
- Рахметов Д. Б. Нетрадиционные виды растений для биоэнергетики. Нитра : Словацкий аграрный университет в Нитре, 2018. 103 с. doi: 10.15414/2018.fe-9788055218557
- Адаптація інтродукованих рослин в Україні / Д. Б. Рахметов (відп. ред.). Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 515 с.
- Povilaitis V., Šlepetienė A., Šlepetys J. et al. The productivity and energy potential of alfalfa, fodder galega and maize plants under the conditions of the nemoral zone. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 2016. Vol. 66, Iss. 3. P. 259–266. doi: 10.1080/09064710.2015.1093651
- 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. *E3S Web of Conferences.* 2020. Vol. 222. 02019. doi: 10.1051/e3sconf/202022202019
- Meripõld H., Tamm U., Tamm S. et al. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grass potential as a forage and bioenergy crop. *Agron. Res.* 2017. Vol. 15, Iss. 4. P. 1693–1699. doi: 10.15159/AR.17.021
- 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, Ч. 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.
- Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. 2-е изд. Москва : ВИК, 1987. 197 с.
- Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
- Волкогон В. В. Методичні рекомендації по визначенню азотфіксації в ґрунті та кореневій зоні рослин ацетиленовим методом. Чернівці, 1997. 14 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Артюшенко З. Т., Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений: Плод. Ленинград : Наука, 1986. 187 с.
- Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процес. Москва : Наука, 1973. 288 с.
- Lindström K. *Rhizobium galegae*, a new species of Legume root nodule bacteria. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1989. Vol. 39, Iss. 3. P. 365–367. doi: 10.1099/00207713-39-3-365
- Дідович С. В., Толкачова М. З., Бутвіна О. Ю. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2008. Вип. 8. С. 117–125.
- 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., присвяч. 100-річчю від дня народж. акад. АН УРСР і ВАСГНІЛ П. А. Власюка (м. Київ, 24–25 лютого 2005 р.). Київ, 2005. С. 43.
- Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.

References

- Tucak, M., Horvat, D., Cupic, T., Krizmanic, G., Tomas, V., Ravlic, M., & Popovic, S. (2018). Forage legumes as sources of bioactive phytoestrogens for use in pharmaceuticals: a review. *Curr. Pharm. Biotechnol.*, 19(7), 537–544. doi: 10.2174/1389201019666180730165917
- Vergun, O. M., Shymanska, O. V., & Rakhmetov, D. B. (2018, April). Different aspects of study of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. In *Suchasni aspekty zberezhenia zdorovia liudyny: zbirnyk prats 11 mizhdystyplinarnoi nauk.-prakt. konf.* [Modern aspects of human health: a collection of 11 interdisciplinary scientific-practical. conf.] (pp. 17–19). Uzhhorod: N.p. [in Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B., Korabliova, O. A., Stadnichuk, N. O., Andrushchenko, O. L., & Kovtun-Vodianytska, S. M. (2015). *Katalog roslyn viddilu novykh kultur* [Catalog of plants of the Department of New Cultures]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B., Kovtun-Vodianytska, S. M., Korabliova, O. A., Dzhurenko, N. I., Chetvernia, S. O., Verhun, O. M., ... Fishchenko, V. V. (2020). *Kolektsiinyi fond energetychnykh, aromatychnykh ta inshykh korysnykh roslyn NBS imeni M. M. Gryshka NAN Ukrainy* [The Collection Fund of energetic, aromatic and other useful plants of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. Kyiv: FOP Palyvoda V. D. [in Ukrainian]
- Savenko, V. S. (2000). *Kozlyatnyk skhidnyi* [Oriental goat]. Ternopil: Ekonomichna dumka. [in Ukrainian]
- Stadnichuk, N. O., & Shymanska, O. V. (2006, July). Introduction of *Galega officinalis* L. in the M. M. Gryshko Botanical Garden at the level of variety. In *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslid-*

- zhen: mater. Mizhnar. nauk. konf., prysviach. 90-richchiu Doslidnoi stantsii likarskykh roslyn UAAN [Medicinal plants: traditions and prospects of research: materials of the Int. Sci. Conf. dedicated to the 90th anniversary of the Research Station of Medicinal Plants UAAS] (pp. 170–171). Berezotocha: N.p. [in Ukrainian]
7. Moller, E., Hostrup, B., & Boelt, B. (1997). Yield and quality of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) at different harvest managements compared with lucerne (*Medicago sativa* L.). *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.*, 47(2), 89–97. doi: 10.1080/09064719709362445
 8. Nadezhkin, S. N., & Kazantseva, N. V. (2008). Productivity of the eastern goat in mixtures. *Zemledelie [Agriculture]*, 6, 42. [in Russian]
 9. Shymanska, O. V. (2005, June). *Galega orientalis* is a valuable endemic to the Caucasus. In *Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn i zelenoho budivnytstva: materialy V Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii molodykh doslidnykiv* [Theoretical and applied aspects of plant introduction and green building: materials of the V International Scientific Conference of Young Researchers] (pp. 112–113). Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
 10. Moisiienko, V. V. (2019). Significance and advantages of eastern goatweed as a promising forage crop. In *Stalyi rozvytok silskohospodarskykh terytorii: mater. nauk.-prakt. konf.* [Sustainable development of agricultural areas: materials of the scientific-practical conference] (pp. 43–45). Zhytomyr: N.p. [in Ukrainian]
 11. Rakhmetov, D. B. (2018). *Netraditsionnye vidy rastenyi dlya bioenergetiki* [Non-traditional Plant Species for Bioenergetics]. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra. doi: 10.15414/2018.fe-9788055218557. [in Russian]
 12. Rakhmetov, D. B. (Ed.). (2017). *Adaptatsiia introdukovanykh roslyn v Ukraini* [Adaptation of introduced plants in Ukraine]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian]
 13. Povilaitis, V., Šlepetienė, A., Šlepetys, J., Lazauskas, S., Amalevičiūtė, K., Feizienė, D., ... Kukujevas, A. (2016). The productivity and energy potential of alfalfa, fodder galega and maize plants under the conditions of the nemoral zone. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.*, 66(3), 259–266. doi: 10.1080/09064710.2015.1093651
 14. Starkovskiy, B., Simonov, G., Malinovskaya, Yu., & Simonov, A. (2020). The influence of the vegetative stage of *Galega orientalis* on the quality of haylage prepared from it. *E3S Web of Conferences*, 222, 02019. doi: 10.1051/e3sconf/202022202019
 15. Meripöld, H., Tamm, U., Tamm, S., Vösa, T., & Edesi, L. (2017). Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grass potential as a forage and bioenergy crop. *Agron. Res.*, 15(4), 1693–1699. doi: 10.15159/AR.17.021
 16. Rakhmetov, D. B., Stadnichuk, N. O., & Szymanska, O. V. (2015). Author's certificate No. 150624 on the cultivar *Galega orientalis* Lam. Goatweed eastern 'Riabchuk'. [in Ukrainian]
 17. Rakhmetov, D. B., Stadnichuk, N. O., & Szymanska, O. V. (2017). Author's certificate No. 150624 on the cultivar *Galega orientalis* Lam. Goatweed eastern 'Flaminho'. [in Ukrainian]
 18. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovimi kul'turami* [Methodical instructions for conducting field experiments with fodder crops]. (1987). (2nd ed.). Moscow: VIK. [in Russian]
 19. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biologichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i hruntiv* [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv: Nichlava. [in Ukrainian]
 20. Volkohon, V. V. (1997). *Metodychni rekomendatsii po vyznachenniu azotfikatsii v hrunti ta korenevii zoni roslyn atsetylenovym metodom* [Methodical recommendations for determination of nitrogen fixation in soil and root zone of plants by acetylene method]. Chernihiv: N.p. [in Ukrainian]
 21. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)] (5th ed., rev. and enl.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
 22. Artyushenko, Z. T., & Fedorov, A. A. (1986). *Atlas po opisatel'noy morfologii vysshikh rastenyi: Plod* [Atlas of Descriptive Morphology of Higher Plants: Fruit]. Leningrad: Nauka. [in Russian]
 23. Mishustin, E. N., & Shil'nikova, V. K. (1973). *Kluben'kovye bakterii i inokulyatsionny protses* [Nodule bacteria and the inoculation process]. Moscow: Nauka. [in Russian]
 24. Lindstrom, K. (1989). Rhizobium galegae, a new species of Legume root nodule bacteria. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 39(3), 365–367. doi: 10.1099/00207713-39-3-365
 25. Didovych, S. V., Tolkachova, M. Z., & Butvina O. Yu. (2008). Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in agrocenoses of Ukraine. *Sil'skogospodars'ka mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 8, 117–125. [in Ukrainian]
 26. Shymanska, O. V. (2005). Biological fixation of nitrogen in species of the genus *Galega* L. In *Aktualni problemy fiziologii, henetyky ta biotekhnologii roslyn i gruntovykh mikroorganizmiv: IX konf. mol. doslidn., prysviach. 100-richchiu vid dnia narodzhennia akademika AN URSR i VASHNIL P. A. Vlasiuka* [Current issues of physiology, genetics and biotechnology of plants and soil microorganisms: IX Conference of Young Researchers, dedicated to the 100th anniversary of the birth of Academician of the USSR Academy of Sciences and VASGNIL P. A. Vlasiuk] (p. 43). Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
 27. Rakhmetov, D. B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v Ukraini* [Theoretical and practical aspects of plant introduction in Ukraine]. Kyiv: Agrar Media Hrup. [in Ukrainian]

UDC 582.736: [581.522.4+581.95] (477.4:292.485)

Rakhmetov, D. B., Shymanska, O. V.*, Bondarchuk, O. P., Vergun, O. M., Korablova, O. A., Rakhmetova, S. O., & Fishchenko, V. V. (2021). Productivity of plant varieties of species of the genus *Galega* L. in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(4), 274–281. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.4.2021.248980>

M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Tymiriazivska St., Kyiv, 03004, Ukraine, *e-mail: galega777@ukr.net

Purpose. To establish the features of the formation of productivity elements of plant of the genus *Galega* species, depending on the genotypic characteristics and conditions of vegetation during the introduction in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** In 2004–2020 in laboratory and field conditions, six plant varieties of the genus *Galega* of the M. M. Gryshko National Botanical Garden selection were studied. The following methods were used:

general scientific, biological and morphological, laboratory, field and statistical. Morphometric parameters such as plant height, number of shoots, leaves, inflorescences per plant, fruit size, length of the root system, as well as productive potential, nitrogen-fixing ability of plants, mass of productive shoots, heat capacity, yield of aboveground mass, yield of dry matter per unit area were assessed. **Results.** It was found that the genotypes of *G. orientalis* Lam. ('Kavkazkyi

Branets', 'Saliut', 'NBS-75', 'Riabchyk') and *G. officinalis* L. ('Harant', 'Flaminho'), when introduced in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, are characterized by high productivity of aboveground phytomass (from 28.6 to 62.4 t/ha), as well as by the yield of dry matter (from 7.12 to 16.5 t/ha). In the structure of the aboveground mass of genotypes, stems accounted for 37.0–44.2%, leaves – 40.9–51.4%, inflorescences – 11.6–14.9%. The heat capacity of the raw material of *G. orientalis* plants was 4051–4275 kcal/ha. The total

energy output reached 30.44–67.85 Gcal/ha. **Conclusions.** It was revealed that plants of species of the genus *Galega* have a high bioproductive potential, and are able to provide raw materials for biogas production. The best of the six studied genotypes were 'Flamingo', 'NBS-75', and 'Riabchyk'.

Keywords: *Galega officinalis*; *Galega orientalis*; variety; morphology; nitrogen-fixing activity; heat capacity; outlet of aboveground mass and energy.

Надійшла / Received 08.10.2021

Погоджено до друку / Accepted 12.11.2021