

Екологія діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*

Тетяна В.ФІЦАЙЛО

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
tfitsailo@gmail.com

Fitsailo T.V. **Ecology of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class.** Ukr. Bot. J., 2017, 74(3): 263–275.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

Abstract. In order to determine optimal environmental conditions for the development of shrub vegetation, 12 diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class were studied. These represent plant species of forest edges, forest glades, shrub thickets in steppes which also occur in undergrowth and shrub layer of mixed, deciduous, and ravine forests: *Acer campestre*, *Acer tataricum*, *Amygdalus nana*, *Berberis vulgaris*, *Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa*, *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*, *Prunus stepposa*, *Rhamnus cathartica*, *Swida sanguinea*. Synphytoindication analysis of more than 9000 phytosociological relevés featuring the studied species was carried out. For comparison of ecological amplitudes and their ranges for the species as well as determination of tolerance indices, we applied methods for determining the ecological valence. Synphytoindication optimum of the studied diagnostic species in respect of their ecological valence is quite variable and represented by mesophytic conditions – fresh forest and meadow habitats with unevenly moistened root layer, with slightly acidic clay or sandy salt-deficient soils, poor in carbonates and mineral nitrogen. Climatic factors have narrower amplitude; for thermoclimate the optimum lies in submesothermic conditions – from subboreal to nemoral thermal zone. Climate humidity mainly varies within subaridophytic conditions, while only *S. sanguinea* belongs to ombrophytes. As for the climate continentality, optimum conditions correspond to hemicontinental climate. Optimum values of cryoregime are mainly within hemicyrphytic conditions. As for lighting conditions, the indicators range from shadowed to semi-lightened conditions. The original results of quantitative assessment of synphytoindication amplitude for *Rhamno-Prunetea* diagnostic species are a basis for predicting changes in shrub vegetation under the influence of various environmental factors, which is very important for understanding and modeling changes and relations between forest and steppe.

Keywords: *Rhamno-Prunetea*, shrub vegetation, synphytoindication, realized ecological valence, optimum environmental conditions, Ukraine

Вступ

У процесі свого історичного розвитку кожний біологічний вид пристосовується до певних умов існування, при цьому визначаються межі його поширення та участь у формуванні певного біогеоценозу. Взаємодія популяцій виду з комплексом екологічних факторів, характерних для його довкілля, становить екологічну характеристику виду. Популяції одних видів постійно взаємодіють з популяціями інших, що визначає їхнє місце в системі біогеоценозу – екологічну нішу. Саме від біоценотичних зв'язків виду залежить, наскільки його екологічні можливості відобразяться в умовах конкретного біогеоценозу.

До аналізу було залучено 12 видів, діагностичних для класу *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tüxen 1962, який серед різних класів чагарникової рослинності є найпоширенішим від Полісся до Криму, синтаксономічно © Т.В.ФІЦАЙЛО, 2017

найбагатшим і має важливе значення в процесі взаємодії лісу та степу (Oberdorfer, 1957; Moravec et al., 1983; Weber H.E., 1998; De Foucault, Julve, 2001; Matuszkiewicz, 2001). Це представники узлісь, лісових галявин, заростів чагарників по степах, які можуть входити до складу підліску і чагарникового ярусу мішаних, широколистяних, байрачних лісів: *Acer campestre* L., *Acer tataricum* L., *Amygdalus nana* L., *Berberis vulgaris* L., *Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Cerasus fruticosa* Pall., *Euonymus europaeus* L., *Ligustrum vulgare* L., *Prunus spinosa* L., *P. stepposa* Kotov, *Rhamnus cathartica* L., *Swida sanguinea* (L.) Opiz. Вони розповсюджені на всій території України, за винятком *A. nana* та *C. frutex*, які найбільш характерні для південних регіонів.

Метою нашої роботи була синфітоіндикаційна оцінка реалізованої екологічної валентності діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea* та визначення оптимальних екологічних умов для формування чагарникової рослинності.

Матеріали та методи

Для наших досліджень ми використали власні фітоценотичні матеріали (2842 геоботанічних описів), які представляють ділянки чагарникових угруповань зі всієї України та 5977 описів різних типів рослинності з участю досліджуваних видів із бази даних Ecodid. В якості програмного носія бази даних використано TURBO(VEG) (Hennekens, 1996; Hennekens, Schaminée, 2001).

За методом синфітоіндикації для кожного виду розраховано показники вологості ґрунту (Hd), змінність зволоження ґрунту (Fh), аерація ґрунту (Ae), загального сольового режиму ґрунту (трофність) (Tr), кислотності (Rc) ґрунту, вмісту мінерального азоту (Nt) та вмісту карбонатів (Ca) у ґрунті, термічного режиму (Tm), континентальності (Kn), омброрежиму (Om), морозності (кріорежим) (Cr) мікроклімату, освітленість (Lc) (Didukh, Plyuta, 1994).

Для порівняння екологічних амплітуд видів, їхньої широти та встановлення індексу толерантності ми використали методику визначення екологічної валентності (Zhukova, 2004; Zlobin et al., 2013). Екологічна валентність – це міра пристосованості популяцій того чи іншого виду до певного екологічного фактору, що відображається у вигляді частки певної екологічної шкали (у межах якої можливе існування виду) від всього діапазону шкали безвідносно до її положення на цій шкалі.

Екологічна валентність може бути потенційною та реалізованою:

Потенційна екологічна валентність (PEV):

$$PEV = \frac{(A_{max} - A_{min} + 1)}{n},$$

де A_{max} і A_{min} – максимальне й мінімальне значення екологічної шкали (теоретичної); n – кількість ступенів на шкалі, 1 – коригуючий показник.

Реалізована екологічна валентність (REV):

$$REV = \frac{(A_{max} - A_{min} + 0,01)}{n},$$

де A_{max} і A_{min} – максимальне й мінімальне значення екологічної шкали (фітоценотичної); n – кількість ступенів на шкалі, 0,01 – коригуючий показник.

Із співвідношення потенційної і реалізованої екологічної валентності можна отримати по кожному екологічному фактору коефіцієнт екологічної ефективності (а саме, використання досліджуваним видом ресурсів місцезіснування):

$$K_{ec. eff.} = \frac{REV}{PEV} \cdot 100\%.$$

Значення коефіцієнту більше 100% свідчать про недостатню вивченість екології виду.

Із співвідношення суми потенційних (реалізованих) екологічних валентностей і числа проаналізованих шкал отримуємо індекс толерантності (ІТ) досліджуваного виду:

$$IT = \frac{\sum PEV}{\sum Scales}.$$

На основі індексів толерантності встановлюється широта екологічних ніш (амплітуд) досліджуваного виду. Для встановлення груп толерантності видів за значеннями їхніх індексів толерантності ми використовуємо наступну шкалу:

- менше 0,20 – стенобіонти;
- 0,21–0,25 – гемістенобіонти;
- 0,26–0,35 – мезобіонти;
- 0,36–0,40 – геміеврибіонти;
- більше 0,40 – еврибіонти.

Чим вище значення індексу толерантності, а отже ширша можлива екологічна амплітуда, тим вищі шанси для виду знайти своє місце в екологічному просторі тієї чи іншої екосистеми і тим повніше цей вид може використовувати ресурси цієї екосистеми.

Результати та обговорення

Розраховані за методом синфітоіндикації показники для кожного виду (таблиця) дали змогу співставити теоретичну шкалу екологічних факторів із фітоценотичною (рис. 1).

Теоретична шкала повністю перебиває фітоценотичну тільки за кліматичними факторами (рис. 1, 2). З едафічних більш наближений до теоретичної шкали є лише вміст вологості в ґрунті. Загалом, отримані дані для досліджуваних видів за всіма показниками екологічних факторів розширюють екологічну амплітуду, що зумовлює необхідність відповідного коригування шкал.

Крім загальної амплітуди ми розраховали ще оптимальну (фітоценотичний оптимум) – найкращі умови, в яких при нормальній життєдіяльності вид може відігравати значну фітоценотичну роль (стаючи домінантом і субдомінантом). Це своєрідний екологічний фон для досліджуваної чагарникової рослинності (рис. 1): свіжі лісолучні біотопи з нерівномірним (гемігідроконтрастофобні умови) промочуванням коренемісного шару ґрунту, із слабокислими (рН 5,5–6,5), глинистими або вологими піщаними ґрунтами, не багатими на солі

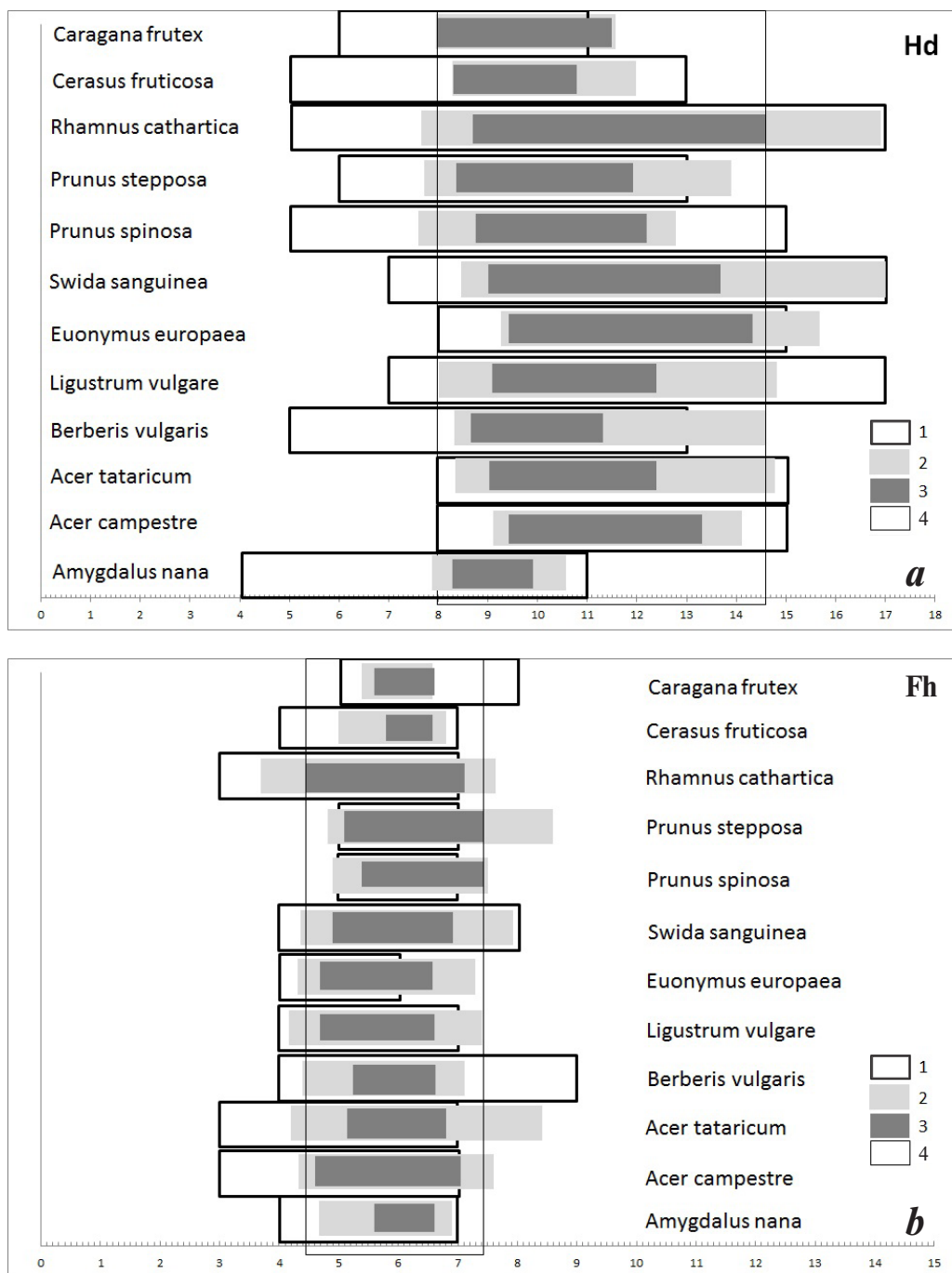


Рис. 1. Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *a* – Hd – вологість ґрунту; *b* – Fh – змінність зволоження ґрунту.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1. Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *a* – Hd – soil moisture content; *b* – Fh – damping variability. 1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum for *Rhamno-Prunetea* class

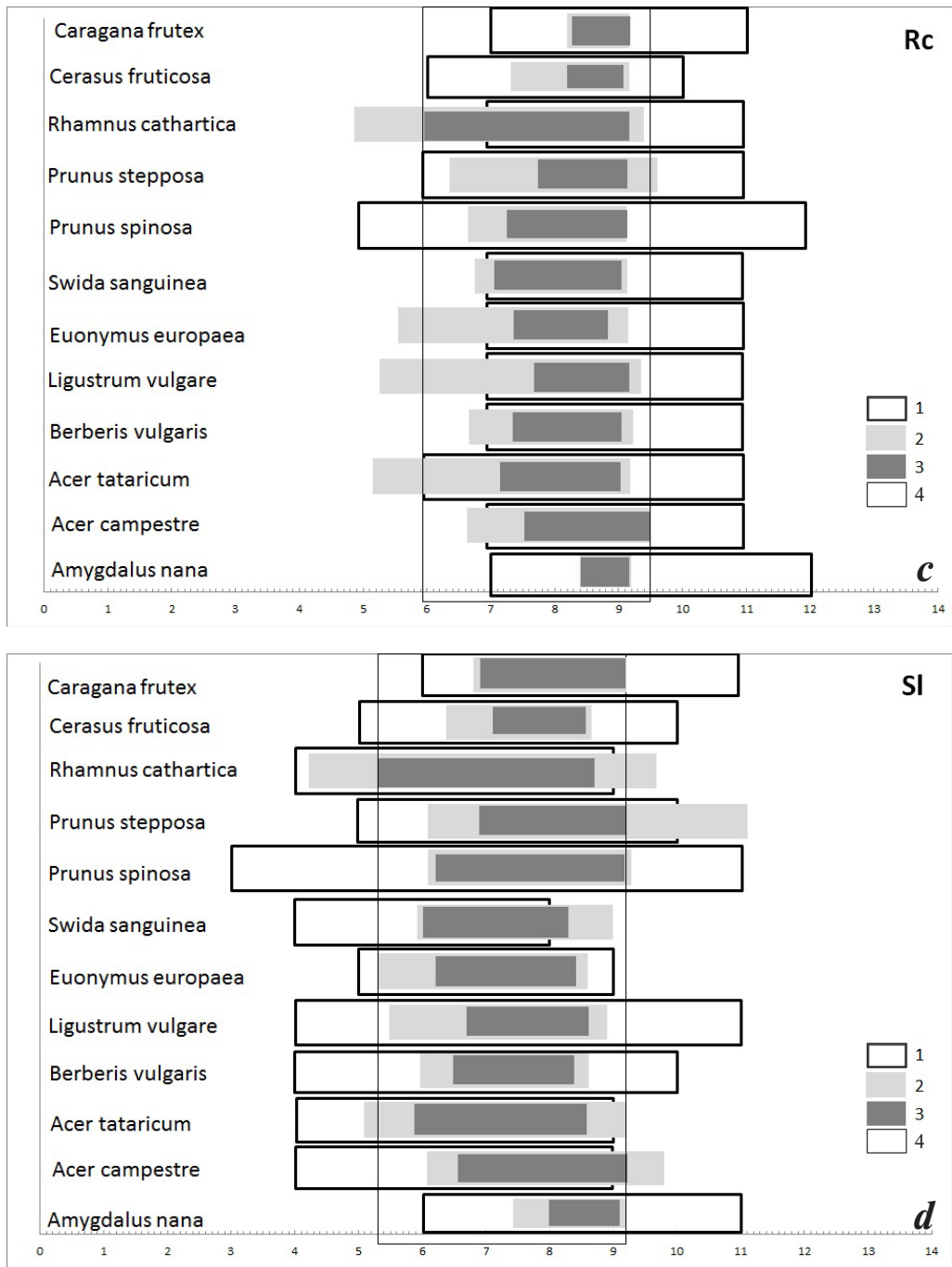


Рис. 1 (продовження). Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *c* – Rc – кислотність ґрунту; *d* – SI – загальний сольовий режим ґрунту.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1 (continuation). Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *c* – Rc – soil acidity; *d* – SI – general salt regime of soil.

1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum for *Rhamno-Prunetea* class

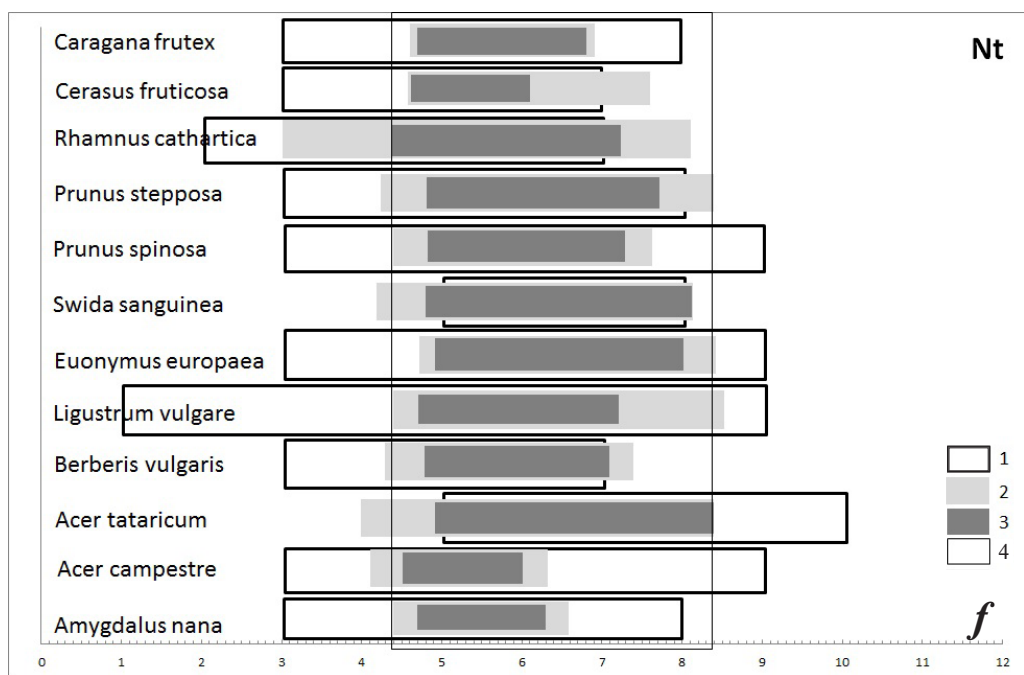
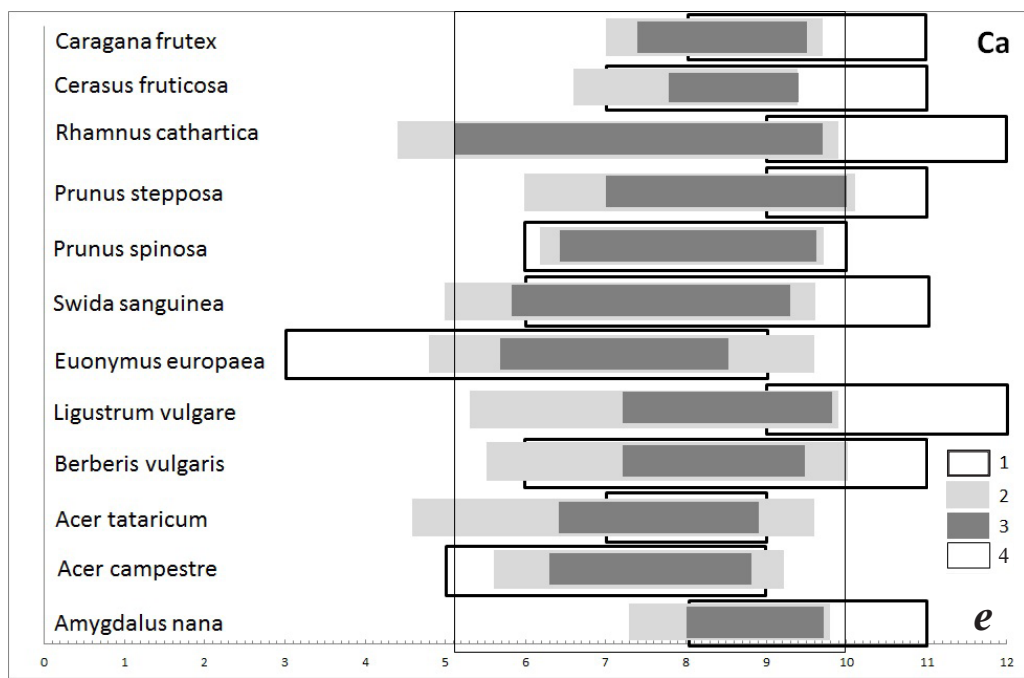


Рис. 1 (продовження). Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *e* – Ca – вміст карбонатів в ґрунті; *f* – Nt – вміст мінерального азоту в ґрунті.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1 (continuation). Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *e* – Ca – carbonate content in soil; *f* – Nt – mineral nitrogen content in soil.

1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum for *Rhamno-Prunetea* class

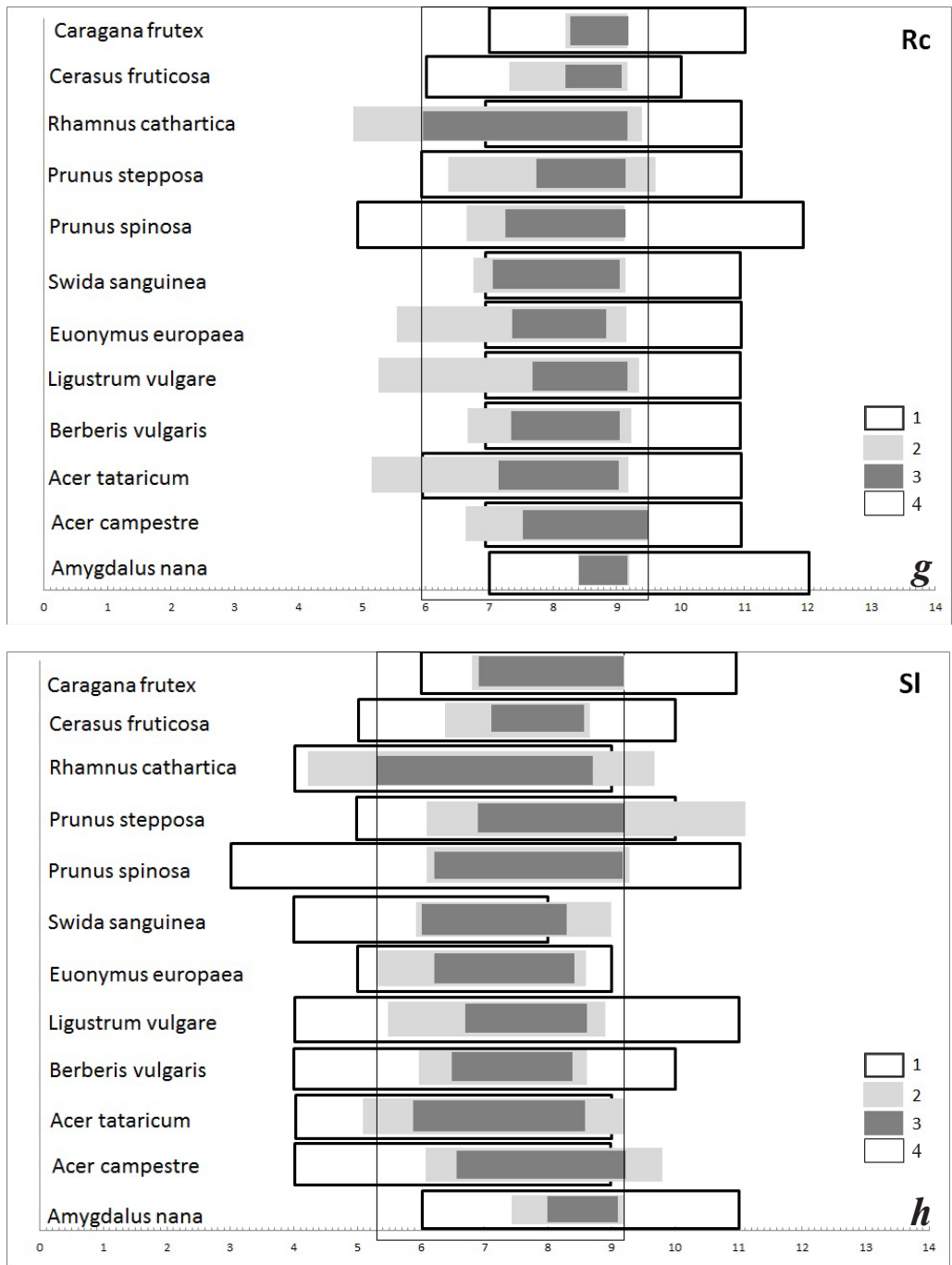


Рис. 1 (продовження). Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *Rhamno-Prunetea*: *g* – Ae – аерація ґрунту; *h* – Тm – термічний режим.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1 (continuation). Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *g* – Ae – soil aeration; *h* – Tm – thermal climate regime.

1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum for *Rhamno-Prunetea* class

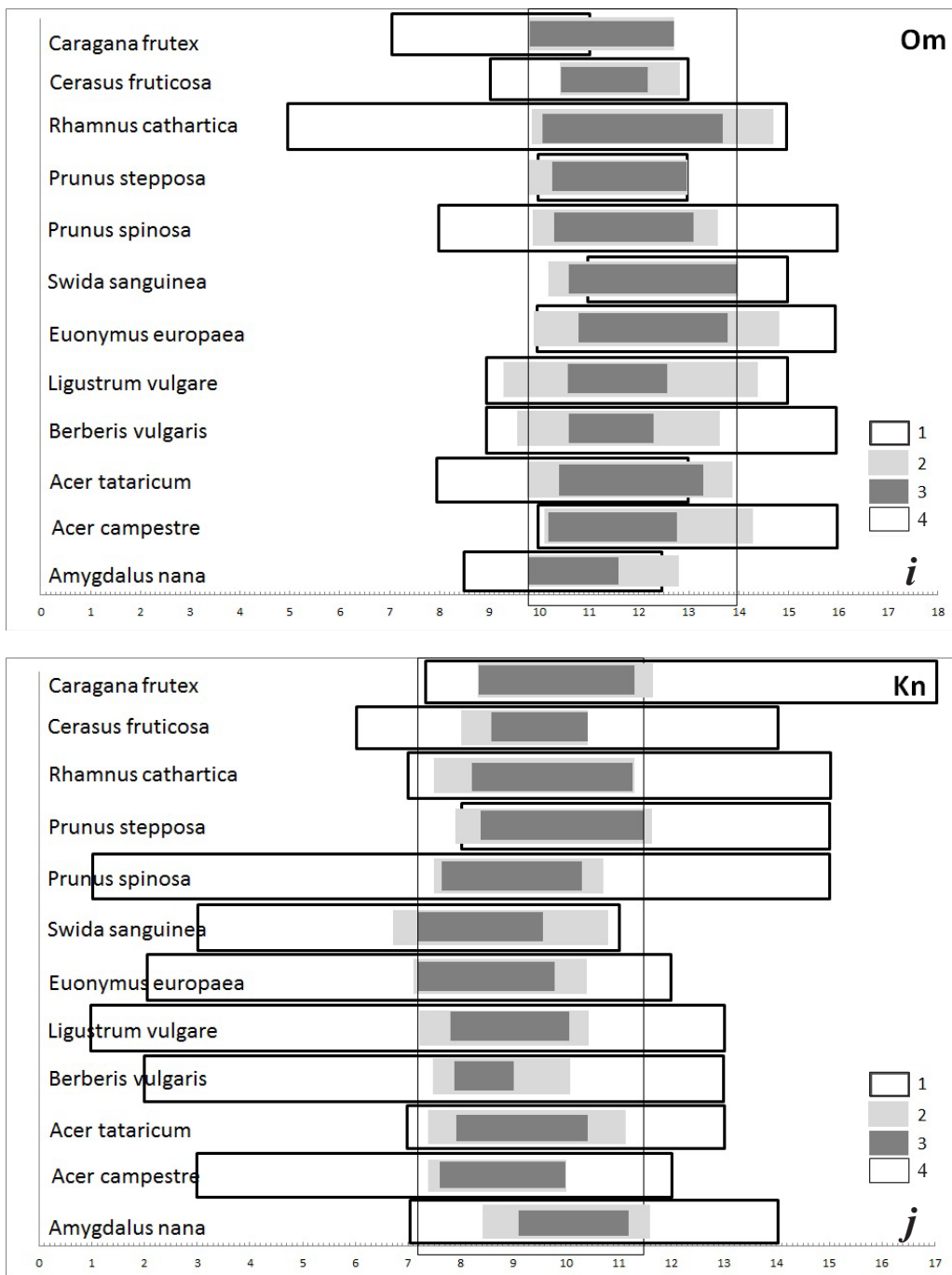


Рис. 1 (продовження). Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *i* – Om – омброрежим; *j* – Kn – континентальність.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1 (continuation). Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *i* – Om – ombroregime; *j* – Kn – climate continentality.

1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum for *Rhamno-Prunetea* class

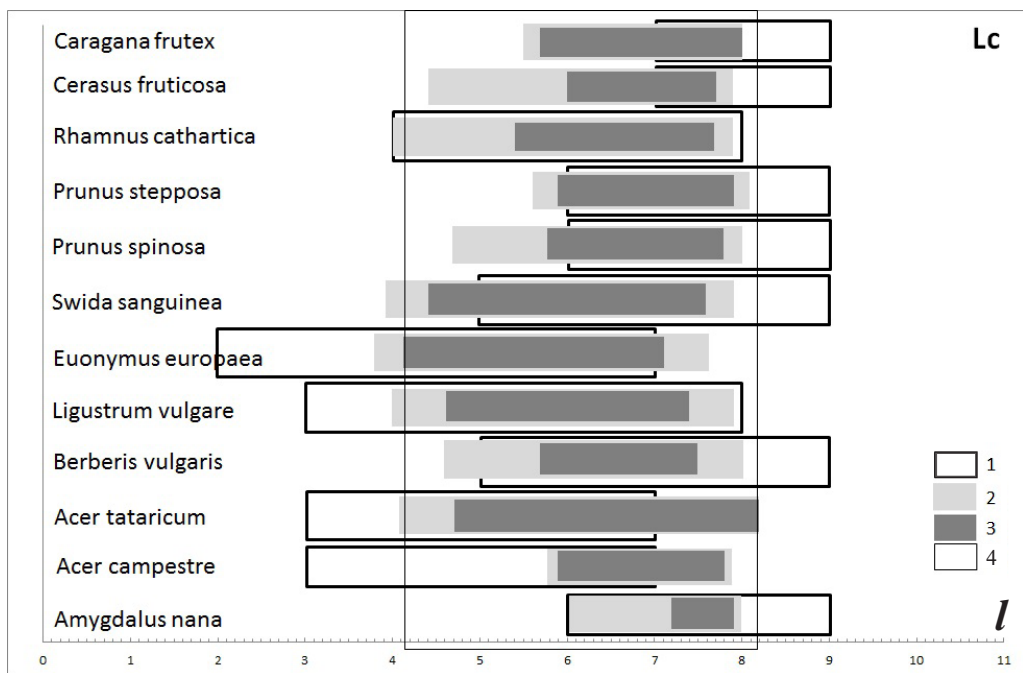
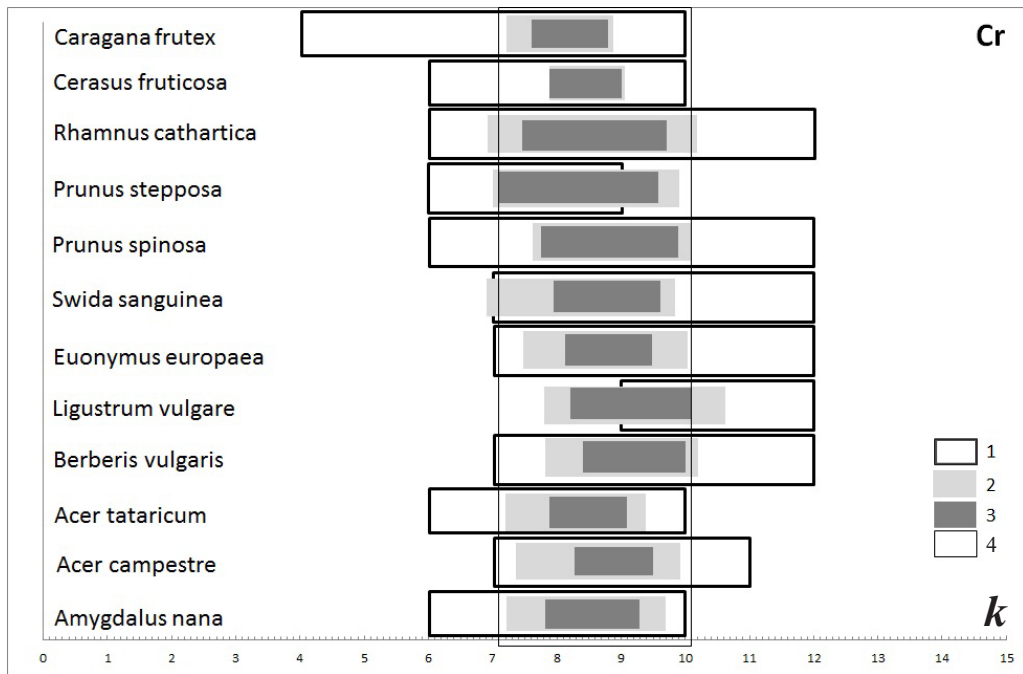


Рис. 1 (закінчення). Амплітуди екологічних факторів діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*: *k* – Cr – морозність (кріорежим) мікроклімату; *l* – Lc – освітленість.

1 – теоретична амплітуда (Didukh, 2011); 2 – фітоценотична амплітуда; 3 – оптимальна амплітуда; 4 – фітоценотичний оптимум класу *Rhamno-Prunetea*

Fig. 1 (end). Amplitudes of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class: *k* – Cr – cryoclimate; *l* – Lc – lighting conditions.

1 – theoretical amplitude (Didukh, 2011); 2 – phytocoenotic amplitude; 3 – optimal amplitude; 4 – phytocoenotic optimum of *Rhamno-Prunetea* class.

Екологічна характеристика діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*
Ecological characteristics of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class

Характеристика	Показники екологічних факторів											
	Hd	Fh	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Lc
<i>Acer campestre</i> IT* = 0,20												
<i>teor-ampl</i>	8–15	3–7	7–11	4–9	5–9	3–9	5–9	7–12	10–16	3–12	7–11	3–7
<i>phyt-ampl</i>	9,1–14,1	4,3–7,6	6,7–9,5	6,1–9,8	5,6–9,2	4,1–6,3	5,3–8,5	7,5–10,4	10,1–14,3	7,4–10,0	7,4–9,8	5,8–7,9
<i>opt-ampl</i>	9,4–13,3	4,6–7,0	7,4–9,5	6,6–9,2	6,3–8,8	4,5–6,0	6–8	7,9–10,0	10,2–12,8	7,6–10	7,9–9,5	5,9–7,8
<i>REV</i>	0,22	0,30	0,22	0,20	0,28	0,20	0,21	0,17	0,18	0,15	0,13	0,23
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,38	0,32	0,38	0,64	0,33	0,35	0,30	0,59	0,33	0,56
<i>Kef</i>	62,63	66,20	56,20	61,83	72,20	31,57	64,20	48,50	60,14	26,10	40,20	42,20
<i>Acer tataricum</i> IT = 0,29												
<i>teor-ampl</i>	8–15	3–7	6–11	4–9	7–9	5–10	5–9	8–12	8–13	7–13	6–10	3–7
<i>phyt-ampl</i>	8,3–14,8	4,2–8,4	5,2–9,2	5,1–9,2	4,6–9,7	4–8,4	5,0–9,7	7,8–10,2	9,8–13,9	7,4–11,1	7,2–9,4	4,1–8,2
<i>opt-ampl</i>	9,0–12,4	5,1–6,8	7,2–9,1	5,9–8,6	6,4–8,9	4,9–8,4	5,7–7,8	8,5–10,1	10,4–13,3	7,9–10,4	7,9–9,1	4,7–8,2
<i>REV</i>	0,28	0,39	0,31	0,21	0,39	0,40	0,31	0,14	0,18	0,22	0,14	0,45
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,54	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	81,75	85,00	67,33	67,33	167,67	74,00	94,00	49,20	67,33	53,14	43,40	81,00
<i>Swida sanguinea</i> IT = 0,28												
<i>teor-ampl</i>	7–17	4–8	7–11	4–8	6–11	5–8	5–8	7–13	11–15	3–11	7–12	5–9
<i>phyt-ampl</i>	8,5–17	4,4–7,9	6,8–9,2	5,9–9,0	5,0–9,6	4,2–8,1	5,0–10,9	8,0–10,3	10,2–14	6,7–10,8	6,9–9,8	3,9–7,9
<i>opt-ampl</i>	9,0–13,7	4,9–6,9	7,1–9,1	6,0–8,3	5,8–9,3	4,8–8,1	5,6–8,6	8,3–10,3	10,6–14	7,2–9,6	7,9–9,6	4,4–7,6
<i>REV</i>	0,37	0,32	0,18	0,16	0,36	0,35	0,40	0,14	0,16	0,24	0,19	0,44
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,55	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	105,50	70,60	39,67	51,00	154,67	65,00	119,60	47,80	62,17	58,43	58,00	78,40
<i>Prunus spinosa</i> IT = 0,22												
<i>teor-ampl</i>	5–15	5–7	5–12	3–11	6–10	3–9	4–8	5–14	8–16	1–15	6–12	6–9
<i>phyt-ampl</i>	7,7–12,8	4,9–7,5	6,7–9,2	6,1–9,3	6,2–9,7	4,4–7,6	5,2–8,2	8,3–10,7	9,9–13,6	7,5–10,7	7,6–10,1	4,7–8,0
<i>opt-ampl</i>	8,7–12,2	5,3–7,4	7,3–9,2	6,2–9,2	6,4–9,6	4,8–7,3	5,4–8,2	8,5–10,6	10,3–13,1	7,6–10,3	7,7–9,9	5,8–7,8
<i>REV</i>	0,22	0,23	0,19	0,17	0,27	0,29	0,20	0,14	0,16	0,19	0,17	0,37
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,55	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	64,38	51,40	42,17	53,67	116,67	54,00	60,80	48,80	61,50	46,14	51,60	65,80
<i>Prunus stepposa</i> IT = 0,26												
<i>teor-ampl</i>	6–13	5–7	6–11	5–10	9–11	3–8	4–8	7–10	10–13	8–15	6–9	6–9
<i>phyt-ampl</i>	7,8–13,9	4,8–8,6	6,4–9,6	6,1–11,1	6,0–10,1	4,2–8,4	5,2–9,0	7,8–10,5	9,8–13,0	7,9–11,6	7,0–9,9	5,6–8,1
<i>opt-ampl</i>	8,4–11,9	5,1–7,4	7,8–9,2	6,9–9,2	7–10	4,8–7,7	5,4–8,2	8,3–10,0	10,3–13,0	8,4–11,5	7,1–9,6	5,9–7,9
<i>REV</i>	0,27	0,35	0,24	0,26	0,32	0,38	0,25	0,16	0,14	0,22	0,20	0,28
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,54	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	76,87	77,2	53	83,33	140	69,33	76,6	54,2	54,833	53	58,8	51
<i>Berberis vulgaris</i> IT = 0,28												
<i>teor-ampl</i>	5–13	4–9	7–11	4–10	6–11	3–7	5–7	7–12	9–16	2–13	7–12	5–9
<i>phyt-ampl</i>	8,2–14,6	4,4–7,3	6,7–9,3	6,0–8,6	5,5–10,0	4,3–7,4	5,2–9,5	7,8–10,8	9,6–13,6	7,5–10,1	7,8–10,2	4,6–8
<i>opt-ampl</i>	8,7–11,3	5,2–6,6	7,4–9,1	6,5–8,4	7,2–9,5	4,8–7,1	5,7–7,1	8,9–10,3	10,7–12,3	7,9–9,0	8,4–9,9	5,7–7,5
<i>REV</i>	0,28	0,25	0,20	0,14	0,35	0,28	0,29	0,18	0,18	0,16	0,16	0,38
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,55	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	80,63	54,40	43,33	43,33	151,67	52,00	86,40	60,80	67,17	38,29	48,60	68,20
<i>Ligustrum vulgare</i> IT = 0,28												
<i>teor-ampl</i>	7–17	4–7	7–11	4–11	9–12	1–9	5–8	7–13	9–15	1–13	9–12	3–8

Характеристика	Показники екологічних факторів											
	Hd	Fh	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Lc
<i>phyt-ampl</i>	8,0–14,8	4,2–7,4	5,3–9,4	5,5–8,9	5,3–9,9	4,4–8,5	5,3–9,1	7,6–11,2	9,3–14,4	7,2–10,4	7,8–10,6	4,0–7,9
<i>opt-ampl</i>	9,1–12,4	4,7–6,6	7,7–9,2	6,7–8,6	7,2–9,8	4,7–7,2	5,4–7,2	8,8–10,6	10,6–12,6	7,8–10,1	8,3–10,1	4,6–7,4
<i>REV</i>	0,30	0,30	0,32	0,18	0,35	0,38	0,25	0,21	0,22	0,19	0,18	0,43
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,55	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	85,88	65,80	68,83	55,83	152,33	68,83	74,80	71,80	85,50	46,14	55,40	77,60
<i>Euonymus europaeus</i> IT = 0,27												
<i>teor-ampl</i>	8–15	4–6	7–11	5–9	3–9	3–9	5–8	7–12	10–16	2–12	7–12	2–7
<i>phyt-ampl</i>	9,3–15,7	4,3–7,3	5,6–9,2	5,3–8,6	4,8–9,6	4,7–8,4	5,6–10,6	7,2–10,5	9,9–14,8	7,1–10,4	7,5–10	3,8–7,6
<i>opt-ampl</i>	9,4–14,3	4,7–6,6	7,4–8,9	6,2–8,4	5,7–8,5	4,9–8	5,7–9,2	8,4–9,8	10,8–13,8	7,2–9,8	8,1–9,5	4,1–7,1
<i>REV</i>	0,28	0,27	0,27	0,18	0,37	0,34	0,34	0,20	0,21	0,20	0,17	0,43
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,54	0,30	0,29	0,26	0,41	0,30	0,56
<i>Kef</i>	80,00	60,20	58,83	55,50	159,00	61,83	101,20	67,20	81,17	48,14	52,00	77,20
<i>Rhamnus cathartica</i> IT = 0,21												
<i>teor-ampl</i>	5–17	3–7	7–11	4–9	9–12	2–7	4–7	4–12	5–15	7–15	6–12	4–8
<i>phyt-ampl</i>	7,7–16,9	3,7–7,6	4,9–9,4	4,2–9,7	4,4–9,9	3,7–8,1	5,1–11,1	6,3–10,7	9,9–14,7	7,5–11,3	6,9–10,2	4,0–7,9
<i>opt-ampl</i>	8,7–14,6	4,4–7,1	6,0–9,2	5,3–8,7	5,1–9,7	4,4–7,2	5,4–9,4	7,2–10,4	10,1–13,7	8,2–11,3	7,5–9,7	5,4–7,7
<i>REV</i>	0,24	0,23	0,24	0,18	0,34	0,25	0,25	0,13	0,14	0,15	0,13	0,25
<i>PEV</i>	0,35	0,45	0,46	0,32	0,23	0,55	0,33	0,29	0,26	0,41	0,33	0,56
<i>Kef</i>	70,13	51,40	51,50	56,67	146,33	45,83	75,00	44,60	54,00	35,43	38,40	45,20
<i>Cerasus fruticosa</i> IT = 0,08												
<i>teor-ampl</i>	5–13	4–7	7–12	5–10	7–11	3–7	4–7	7–11	9–13	6–14	6–10	6–9
<i>phyt-ampl</i>	8,3–12,0	5,0–6,8	7,3–9,2	6,4–8,7	6,6–9,4	4,6–7,6	5,4–7,2	8,3–9,5	10,4–12,8	8–10,4	7,9–9,1	4,4–7,9
<i>opt-ampl</i>	8,3–10,8	5,8–6,6	8,2–9,1	7,1–8,6	7,8–9,4	4,6–6,1	5,4–6,3	8,7–9,3	10,4–12,2	8,6–10,4	7,9–9,0	6,0–7,7
<i>REV</i>	0,08	0,08	0,04	0,06	0,09	0,14	0,05	0,03	0,05	0,09	0,07	0,18
<i>PEV</i>	0,39	0,36	0,46	0,32	0,38	0,45	0,27	0,29	0,22	0,53	0,33	0,44
<i>Kef</i>	19,78	21,75	8,83	19,17	22,40	31,20	19,75	11,80	25,20	17,89	21,40	39,50
<i>Amygdalus nana</i> IT = 0,08												
<i>teor-ampl</i>	4–11	4–7	7–12	6–11	8–11	3–8	4–7	8–11	8–14	7–14	6–10	7–9
<i>phyt-ampl</i>	7,9–10,6	4,7–6,9	8,4–9,2	7,4–9,2	7,3–9,8	4,4–6,6	5,3–6,5	8,5–10,7	9,8–12,1	8,4–11,6	7,2–9,7	6–8
<i>opt-ampl</i>	8,3–9,9	5,6–6,6	8,4–9,2	8,0–9,1	8,0–9,7	4,7–6,0	5,5–6,2	8,7–10,0	9,8–11,6	9,1–11,2	7,8–9,3	7,2–7,9
<i>REV</i>	0,06	0,08	0,04	0,06	0,10	0,14	0,05	0,07	0,08	0,10	0,09	0,08
<i>PEV</i>	0,35	0,36	0,46	0,32	0,31	0,55	0,27	0,24	0,30	0,47	0,33	0,33
<i>Kef</i>	17,63	22,00	8,17	18,33	31,75	26,67	18,25	31,25	24,71	20,75	27,80	24,33
<i>Caragana frutex</i> IT = 0,12												
<i>teor-ampl</i>	6–11	5–8	7–11	6–11	8–11	3–8	4–6	7–11	7–11	10–17	4–10	7–9
<i>phyt-ampl</i>	8,0–11,5	5,4–6,6	8,2–9,2	6,8–9,2	7,0–9,7	4,6–6,9	5,2–6,6	8,5–10	9,8–12,7	8,3–11,6	7,2–8,9	5,5–8,0
<i>opt-ampl</i>	8,0–11,5	5,6–6,6	8,3–9,2	6,9–9,2	7,4–9,5	4,7–6,8	5,2–6,6	8,7–9,6	9,8–12,7	8,3–11,3	7,6–8,8	5,7–8,0
<i>REV</i>	0,15	0,09	0,07	0,11	0,16	0,17	0,07	0,04	0,12	0,15	0,08	0,26
<i>PEV</i>	0,26	0,36	0,38	0,32	0,31	0,55	0,20	0,29	0,22	0,47	0,47	0,33
<i>Kef</i>	58,00	25,00	19,20	35,67	52,50	31,33	36,67	13,00	56,80	30,88	17,14	77,67

* IT – індекс толерантності; *teor-ampl* – теоретична амплітуда; *phyt-ampl* – фітоценотична амплітуда; *opt-ampl* – оптимальна амплітуда; *REV* – показник реалізованої екологічної валентності; *PEV* – показник потенційної екологічної валентності; *Kef* – коефіцієнт екологічної ефективності. (Розшифровку показників екологічних факторів див. у тексті)

* IT – index of tolerance; *teor-ampl* – theoretical amplitude; *phyt-ampl* – phytocoenotic amplitude; *opt-ampl* – optimal amplitude; *REV* – realized environmental valence indicator; *PEV* – potential environmental valence indicator; *Kef* – environmental efficiency coefficient. (See interpretation of ecofactors in the text)

(95–150 мг/л), із незначним вмістом карбонатів, відносно бідними на мінеральний азот (0,2–0,3%). Показники кліматичних факторів мають вужчу амплітуду, що було раніше відмічено для союзів класу (Fitsailo, 2007), і майже не потребують відповідного коригування теоретичних амплітуд видів. За терморезимом оптимум знаходиться у межах 7–10 балів, що відповідає субмезотермним умовам (45 ккал·см⁻²·рік⁻¹ – межа Лісостеп–Степ) – від суббореальної до неморальної термозони. Діапазон гумідності клімату становить 600–400 мм (субаридофітні умови), більш гумідні умови притаманні лише *Swida sanguinea* (омброфітні). За континентальністю клімату оптимальні умови коливаються в межах 7–11 балів (геміконтинентальний клімат) від геміокеанічного до субконтинентального. Оптимальні значення кріорезиму відповідають гемікріофітним умовам (–6 ... –2 °С) від помірних до м'яких типів зим. За освітленням показники досліджуваних видів становлять 4–8 балів, тобто від тінювих (сціофітних) до напівосвітлених (субгеліофітних).

Отримані результати показали, що для досліджуваних видів кліматичний індекс толерантності вищий за едафічний. На основі проведених розрахунків встановлено, що кліматичний оптимум даних угруповань обмежується вузькою зоною, приуроченою до Лісостепу.

Види за потенційною екологічною валентністю належать до групи геміевривіонтів (тільки IT *Acer campestre* відповідає евривіонтам).

За реалізованою екологічною валентністю та індексом толерантності досліджувані види розподілилися на три групи:

- стенобіонти – *Acer campestre*, *Cerasus fruticosa*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*;
- гемістенобіонти – *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus cathartica*;
- мезобіонти – *Acer tataricum*, *Swida sanguinea*, *Prunus stepposa*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*.

Розрахований коефіцієнт *Kef* ілюструє недостатню вивченість досліджуваних видів за вмістом карбонатів у ґрунті (за винятком *Cerasus fruticosa*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*) і частково аерацією ґрунту (для *S. sanguinea*, *E. europaeus*) (див. таблицю).

За кластерним аналізом бальних значень екологічних факторів існують 5 груп (рис. 2), які відповідають еколого-ценотичним умовам місцезростань досліджуваних видів: перший кластер об'єднує лі-

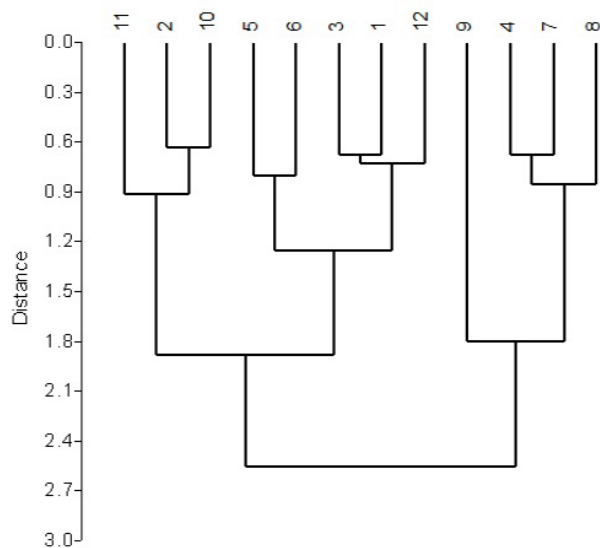


Рис. 2. Дендродіаграма подібності–відмінності діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea* за комплексом екологічних факторів.

1 – *Rhamnus cathartica*; 2 – *Prunus stepposa*; 3 – *Prunus spinosa*; 4 – *Euonymus europaeus*; 5 – *Ligustrum vulgare*; 6 – *Berberis vulgaris*; 7 – *Swida sanguinea*; 8 – *Acer tataricum*; 9 – *Acer campestre*; 10 – *Caragana frutex*; 11 – *Amygdalus nana*; 12 – *Cerasus fruticosa*

Fig. 2. Dendrogram showing similarities and differences of diagnostic species from *Rhamno-Prunetea* class in respect to complex ecological factors.

1 – *Rhamnus cathartica*; 2 – *Prunus stepposa*; 3 – *Prunus spinosa*; 4 – *Euonymus europaeus*; 5 – *Ligustrum vulgare*; 6 – *Berberis vulgaris*; 7 – *Swida sanguinea*; 8 – *Acer tataricum*; 9 – *Acer campestre*; 10 – *Caragana frutex*; 11 – *Amygdalus nana*; 12 – *Cerasus fruticosa*

сові, узлісні види *E. europaeus* і *S. sanguinea*, другий – два лісових види *Acer campestre* та *A. tataricum*, третій – степові *P. stepposa*, *A. nana* та *C. frutex*, у четвертий кластер об'єдналися види, що зростають на легких розсипчастих ґрунтах – *Berberis vulgaris* і *Ligustrum vulgare*, в п'ятий увійшли лісостепові види узлісних і степових ділянок – *Rhamnus cathartica*, *Prunus spinosa*, *C. fruticosa*.

Висновки

Фітоіндикаційний аналіз дозволив нам визначити екологічну амплітуду й характер формування чагарникової рослинності класу *Rhamno-Prunetea* України. Синфітоіндикаційний оптимум досліджуваних діагностичних видів за екологічною ва-

лентністю є досить неоднорідним. Амплітуди степових чагарників *Amygdalus nana*, *Caragana frutex* та лісостепового узлісного виду *Cerasus fruticosa* досить вузькі, а отже, у видів, відповідно, низький ступінь пристосованості до змін факторів середовища. Трохи більшу пристосованість мають *Acer campestre*, *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*. Середні діапазони мають види, які здатні заповнювати вільні фрагменти екоотопів, співіснувати в більш ширших екологічних умовах (*Rhamnus cathartica*, *A. tataricum*, *S. sanguinea*, *P. stepposa*, *Ligustrum vulgare*, *E. europaeus*). Досліджувані види не виявили еврибіонтних ознак за екологічною валентністю. Це пояснюється тим, що вони формують ценози в екотонних (екстремальних) умовах постійної взаємодії лісу й степу і, відповідно, значної боротьби за ресурси. Отримані оригінальні результати кількісної оцінки синфітоіндикаційної амплітуди діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea* є основою для прогнозування характеру змін чагарникової рослинності внаслідок впливу різних факторів навколишнього середовища, що має важливе значення для розуміння й моделювання змін взаємовідношення лісу й степу.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- De Foucault B., Julve Ph. Syntaxonomie des communaute's arbustives des *Rhamno catharticae-Prunetea spinosae* Rivas-Goday & Borja-Carbonell 1961 en Europe. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*, 2001, 138: 177–243.
- Didukh Ya.P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*, Kyiv: Phytosociocentre, 2011, 176 pp.
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H. *Fitoindykatsiya ekolohichnykh faktoriv*, Kyiv: Naukova Dumka, 1994, 280 pp. [Дідух Я.П., Плюта П.Г. *Фітоіндикація екологічних факторів*, Київ: Наук. думка, 1994, 280 с.].
- Fitsailo T.V. *Ukr. Bot. J.*, 2007, 64(1): 88–98. [Фіцайло Т.В. Синфітоіндикаційна характеристика чагарникової рослинності класу *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Carb. 1961 України. *Укр. бот. журн.*, 2007, 64(1): 88–98].
- Hennekens S.M. *TURBO(VEG): Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Version July 1996*. Lancaster, 1996, 52 pp.
- Hennekens S.M., Schaminée J. H.J. *TURBOVEG*, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.*, 2001, 12: 589–591.
- Matuszkiewicz W. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski*, Warszawa: Panstw. Wydaw. Naukowe, 2001, 537 pp.
- Moravec J., Balátová-Tuláčková E., Hadač E., Hejný S., Jeník J., Kolbek J., Kopecký K., Neuhäusl R., Rybníček K., Vicherek J. *Přehled vyšších vegetačních jednotek České socialistické republiky* [Overview of higher vegetation units of the Czech Socialist Republic]. *Preslia*, 1983, 55(2): 97–122.
- Oberdorfer E. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. In: *Pflanzensoziologie*, Jena: Fischer, 1957, Bd 10, 564 S.
- Weber H.E. Sinopsis de la vegetación de matorrales y setos en la zonas templada y boreal de Europa. *Itinera Geobot.*, 1998, 11: 85–120.
- Zhukova L.A. Otsenka ekologicheskoy valentnosti vidov osnovnykh ekologo-tsenoticheskikh grupp: podkhody i metody. In: *Vostochno-evropeyskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost*. Ed. O.V. Smirnova, Moscow: Nauka, 2004, book 1, pp. 256–259. [Жукова Л.А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп: подходы и методы. В кн.: *Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность*. Отв. ред. О.В. Смирнова, М.: Наука, 2004, кн. 1, с. 256–259].
- Zlobin Yu.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. *Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya*, Sumy: Universitet. kniga, 2013, 439 pp. [Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. *Популяції рідких видів рослин: теоретическіе основи і методика изучения*, Суми: Університет. книга, 2013, 439 с.].

Рекомендує до друку
Д.В. Дубина

Надійшла 23.03.2017

Фицайло Т.В. Екологія діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*. Укр. бот. журн., 2017, 74(3): 263–275.

Институт ботаники ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

З метою з'ясування оптимальних екологічних умов для формування чагарникової рослинності вивчали 12 діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea*. Це представники узлісь, лісових галявин, заростей кушів по степах, які можуть входити також до складу підліску й чагарникового ярусу мішаних, широколистяних, байрачних лісів: *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Amygdalus nana*, *Berberis vulgaris*, *Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa*, *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*, *P. stepposa*, *Rhamnus cathartica*, *Swida sanguinea*. Проведено синфітоіндикаційний аналіз близько 9000 геоботанічних описів з участю досліджуваних видів. Розраховані показники едафічних і кліматичних факторів. Для порівняння екологічних амплітуд видів, їхньої широти та встановлення індексу толерантності використали методику визначення екологічної валентності. Синфітоіндикаційний оптимум досліджуваних діагностичних видів за екологічною валентністю досить неоднорідний і демонструє мезофітні умови: свіжі лісолучні біотопи з нерівномірним промочуванням коренемісного шару ґрунту, із слабкокислими глинистими або вологими піщаними ґрунтами, не багатими на солі й мінеральний азот, із незначним вмістом карбонатів. Кліматичні фактори мають вужчу амплітуду, за терморезимом оптимум відповідає субмезотермним умовам – від суббореальної до неморальної термозони. Діапазон гумідності клімату коливається в межах субаридофітних умов, лише для *S. sanguinea* вони омброфітні. За континентальністю клімату оптимальні умови відповідають геміконтинентальному клімату. Оптимальними значеннями криорежиму є гемікриофітні умови. За освітленням показники коливаються від тінювих до напівосвітлених. Оригінальні результати кількісної оцінки синфітоіндикаційної амплітуди діагностичних видів класу *Rhamno-Prunetea* є основою для прогнозування характеру змін чагарникової рослинності під впливом різних факторів навколишнього середовища, що має важливе значення для розуміння й моделювання змін взаємовідношення лісу та степу.

Ключові слова: *Rhamno-Prunetea*, чагарникова рослинність, синфітоіндикація, реалізована екологічна валентність, оптимальні екологічні умови, Україна

Фицайло Т.В. Экология диагностических видов класса *Rhamno-Prunetea*. Укр. бот. журн., 2017, 74(3): 263–275.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

Для выяснения оптимальных экологических условий формирования кустарниковой растительности изучали 12 диагностических видов класса *Rhamno-Prunetea*. Это представители опушек, лесных полян, зарослей кустов в степи, которые могут входить в состав подлеска и кустарникового яруса смешанных, широколиственных, байрачных лесов: *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Amygdalus nana*, *Berberis vulgaris*, *Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa*, *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*, *P. stepposa*, *Rhamnus cathartica*, *Swida sanguinea*. Проведен синфитоиндикационный анализ около 9000 геоботанических описаний с участием исследуемых видов. Рассчитаны показатели эдафических и климатических факторов. Для сравнения экологических амплитуд видов, их широты и расчета индекса толерантности использовали методику определения экологической валентности. Синфитоиндикационный оптимум исследуемых диагностических видов по экологической валентности достаточно неоднороден и демонстрирует мезофитные условия: свежие лесолуговые биотопы с неравномерным промоканием корнесодержащего слоя почвы, со слабкокислыми глинистыми или влажными песчаными почвами, не богатыми на соли и минеральный азот, с незначительным содержанием карбонатов. Климатические факторы имеют меньшую амплитуду, по терморезиму оптимум соответствует субмезотермным условиям – от суббореальной до неморальной термозоны. Диапазон гумидности климата колеблется в пределах субаридофитных условий, только для *S. sanguinea* они омброфитные. По континентальности климата оптимальные условия соответствуют гемиконтинентальному климату. Оптимальными значениями криорежима являются гемікриофитные условия. По освещенности показатели колеблются от тневых до полуосвещенных. Оригинальные результаты количественной оценки синфитоиндикационной амплитуды диагностических видов класса *Rhamno-Prunetea* являются основой для прогнозирования характера изменений кустарниковой растительности под влиянием различных факторов окружающей среды, понимания и моделирования изменений взаимоотношения леса и степи.

Ключевые слова: *Rhamno-Prunetea*, кустарниковая растительность, синфитоиндикация, реализованная экологическая валентность, оптимальные экологические условия, Украина