



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.01.016>

RESEARCH ARTICLE

Синтаксономія та екологічна диференціація рослинності класу *Festuco-Brometea* природного заповідника "Михайлівська цілина"

Микола С. ЛАРІОНОВ 

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,
вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

Адреса для листування: mlarion@ukr.net

Реферат. Стаття присвячена синтаксономії та синфітоіндикації степової рослинності природного заповідника "Михайлівська цілина" (Сумська обл.). На основі фітосоціологічних матеріалів, зібраних упродовж 2021–2022 рр., та літературних даних проаналізовано зміни степової рослинності заповідника за останні 10 років. У заповіднику угруповання рослинності класу *Festuco-Brometea* ідентифіковані як 2 субасоціації та 2 варіанти в складі 3 асоціацій, що належать до 1 союзу та 1 порядку. В роботі наведені характеристики синтаксонів, екологічні вимоги до місцезростань, розраховано їхні синфітоіндикаційні показники та виконано ДСА-ординаційний аналіз за отриманими значеннями екологічних факторів. Встановлено, що основними екологічними градієнтами, які впливають на екологічну і територіальну диференціацію дослідженої рослинності, є вологість ґрунту, вміст ґрунтового азоту, ґрунтова аерація та сольовий режим ґрунту. Виявлено посилення процесів мезофітизації степової рослинності, спричинене відсутністю сінокосіння на територіях, що раніше перебували під дією багаторічного режимного викошування.

Ключові слова: ординація, синтаксономія, синфітоіндикація, степова рослинність, Україна

Вступ

Рослинність території природного заповідника "Михайлівська цілина" протягом останніх 100 років активно вивчалася ще з "дозаповідних" часів (Taliev, 1918; Lavrenko, Zoz, 1928). Переважна більшість геоботанічних досліджень, присвячених класифікації рослинності в заповіднику, виконана за домінантним підходом (Lavrenko,

Zoz, 1928; Zoz, 1933, Bilyk, 1957; Sarycheva, 1966; Bilyk, Tkachenko, 1972; Tkachenko et al., 1984, 1993a, 2003; Tkachenko, Fitsaylo, 2016). У тому числі за цим методом виконано 7 геоботанічних картографічних зйомок: 1957, 1963, 1971, 1981, 1991, 2001, 2011 рр. (Bilyk, 1957; Sarycheva, 1966; Bilyk, Tkachenko, 1972; Tkachenko et al., 1984, 1993a, 2003; Tkachenko, Fitsaylo, 2016). За результатами проведених досліджень було зроблено

ARTICLE HISTORY. Submitted 22 November 2023. Revised 08 February 2024. Published 23 February 2024

CITATION. Larionov M.S. 2024. Syntaxonomy and ecological differentiation of vegetation of the class *Festuco-Brometea* in Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 81(1): 16–35. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.01.016>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2024

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2024

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

висновок про неможливість самостійного існування степу на території "Михайлівської цілини" (Bilyk, 1957; Sarycheva, 1966; Bilyk, Tkachenko, 1972; Tkachenko et al., 1984, 1993a, 2003; Tkachenko, 2005; Tkachenko, Fitsaylo, 2016). Зокрема, В.С. Ткаченко зі співавторами (Tkachenko, 2005; Tkachenko, Fitsaylo, 2016) вказував, що відсутність лісу на території заповідника є результатом зовнішніх впливів, степові фітоценози заповідника він називав "екзогенно стабілізованими", а процес формування угруповань з домінуванням *Arrhenatherum elatius* (L.) J. Presl & C. Presl та ксероморфних фітоценозів — "штучним". Фактором, що утримував рослинність заповідника в лучно-степовому стані протягом всього часу його існування було режимне викошування (Sarycheva, 1966; Tkachenko et al., 1993a, 2003; Tkachenko, 2005; Tkachenko, Fitsaylo, 2016).

Досліджень, виконаних за еколого-флористичним підходом, незначна кількість, оскільки українські фітосоціологи порівняно недавно почали використовувати його для класифікації рослинності. Серед них роботи В.С. Ткаченка, Я.І. Мовчана, В.А. Соломахи, І.В. Гончаренка, Г.М. Лисенка, І.А. Коротченко (Tkachenko et al., 1987; Honcharenko, 2000; Lysenko, Korotchenko, 2006). Так, В.С. Ткаченко зі співавторами (Tkachenko et al., 1987) за матеріалами 1971 р. наводять для заповідника 7 асоціацій класу *Festuco-Brometea*: *Stipetum capillatae* Соб 1947, *Stipetum pennatae* R. Jovanovic 1956, *Carici humilis-Stipetum capillatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987, *Carici humilis-Stipetum pennatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987, *Festucetum valesiacae* Tkachenko et al., 1987, *Carici humilis-Festucetum sulcatae* Klika 1951, *Medicago romanicae-Poetum angustifoliae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987. За матеріалами 1981 р. ці автори вказують для заповідника 3 асоціації класу *Festuco-Brometea*, що співпадають з наведеними ними в 1971 р. І.В. Гончаренко за матеріалами 1997–1999 рр. наводить для заповідника 6 асоціацій класу *Festuco-Brometea*: *Medicago romanicae-Poetum angustifoliae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987, *Betonico officinalis-Trifolietum montani* Popova in Popova et al. 1986, *Medicago-Festucetum valesiacae* Wagner 1940, *Astragalo dasyanthi-Elytrigietum intermediae* Korotchenko et Didukh 1997, *Carici humilis-Stipetum pennatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987, *Stipetum capillatae* Соб 1942 (Honcharenko, 2000). Г.М. Лисенко та І.А.

Коротченко (Lysenko, Korotchenko, 2006) за матеріалами досліджень 2003 р. наводять для заповідника 6 асоціацій класу *Festuco-Brometea*: *Carici humilis-Stipetum capillatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987, *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936, *Festuco valesiacae-Stipetum capillatae* Silinger 1931 з двома субасоціаціями: *typicum* і *stipetosum pennatae* Lysenko et Korotchenko 2006, *Festucetum valesiacae* Solodkova et al. 1986, *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae* Korotchenko et Didukh 1997, *Medicago romanicae-Poetum angustifoliae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987. В зазначених дослідженнях описано рослинність заповідника на той час, коли його більшу частину (крім абсолютно заповідної ділянки) займав періодично викошуваний степ.

У заповіднику було проведено низку синфітоіндикаційних досліджень. Так, В.С. Ткаченко зі співавторами (Tkachenko et al., 1993b) проаналізовано зміни показників 5 екологічних факторів (вологість ґрунту, вміст мінерального азоту в ґрунті, кислотність ґрунту, загальний сольовий режим і терморегим ґрунту) за період з 1927 р. ("дозаповідний" стан степу) до 1991 р. Дослідники виявили неухильне зростання середніх показників вологості ґрунту та вмісту мінерального азоту, а також зниження кислотності, загального сольового режиму та терморегиму ґрунту, як на абсолютно заповідній ділянці, так і на періодично викошуваний. На абсолютно заповідній території показники екофакторів змінювалися в часі швидше, а на періодично викошуваний — повільніше, проте спрямованість змін на них була подібною. В.С. Ткаченко та Г.М. Лисенком (Tkachenko, Lysenko, 2005) проаналізовано ефект контрольованого випалювання (що проводилося в 1990-ті рр.) для 5 екофакторів (терморегим ґрунту, вологість та кислотність ґрунту, вміст мінерального азоту та карбонатів в ґрунті). Найчутливішими факторами до пірогенного впливу виявилися: терморегим ґрунту (зростає), вологість ґрунту (знижується) та дещо менш чутливим є вміст карбонатів у ґрунті (зростає). Пізніше Г.М. Лисенком (Lysenko, 2004) проаналізовано показники 5 екофакторів (терморегим клімату, вологість ґрунту, вміст мінерального азоту, кислотність і вміст карбонатів у ґрунті) для основних формацій рослинності заповідника та здійснено їхнє порівняння з такими самими показниками відділення Луганського природного

заповідника "Стрілецький степ" (Lysenko, 2009). У рамках дослідження Г.М. Лисенко та І.А. Коротченко (Lysenko, Korotchenko, 2006) за матеріалами 2003 р. здійснили ординацію трьох союзів, що належать до 2 класів: *Festuco-Brometea* і *Agropyretea intermedio-repentis* за парами екофакторів. Усього було проаналізовано 6 екофакторів (вологість ґрунту, його кислотність, вміст карбонатів і мінерального азоту в ґрунті, омброрежим і терморежим). Автори зазначають, що існуючий на той час заповідний режим не може забезпечити збереження степових угруповань і вказують на необхідність застосування комплексного підходу для їхньої охорони

Таким чином, рослинність природного заповідника "Михайлівська цілина" загалом та його степові фітосистеми зокрема, є досить добре дослідженими. Однак, в останнє десятиліття спостерігаються зміни в рослинному покриві резервату, зокрема, внаслідок припинення режимного викошування на більшій частині його території, починаючи з 2011 р. При цьому значно посилилася мезофітизація рослинного покриву та зросла загроза для степових рослинних угруповань. Унаслідок припинення багаторічного режимного викошування фітоценози, які знаходилися в "штучному" стані субклімаксу, вийшли з динамічної рівноваги. При цьому напрямок сукцесії змінився, що проявляється у якісних змінах фітоценозів. Тому степова рослинність природного заповідника нині займає проміжне положення між типовими дерновинно-злаковими лучно-степовими і мезофітними кореневищно-злаковими та чагарниковими ценозами (Larionov, 2022, 2023). Все описане вище вимагає продовження фітосоціологічних досліджень у заповіднику. Метою нашої роботи є аналіз цих змін з огляду на синтаксономію та екологічний аналіз із застосуванням сучасних методів.

Матеріали та методи

Територія досліджень. Природний заповідник "Михайлівська цілина" (сучасна площа — 882,9 га) розташований в Сумській області в північній частині лісостепової зони України (<https://sites.google.com/view/mc-sumy-step/>). Тут охороняється єдина в Україні плакорна ділянка цілинних північних лучних степів. Заповідник складається з двох частин: історичної території площею 202,5 га цілинних земель і старих

перелогів та нової — 680,4 га перелогів різного віку (2–20-річні) та балок. Нова територія була остаточно включена до складу заповідника в 2018 р. У межах історичної території можна виділити три ділянки з відмінним рослинним покривом: 1) періодично викошувани протипожежні смуги по периметру; 2) раніше, до 2011 р., викошуваний степ 3) абсолютно заповідний степ площею близько 46 га, що не викошується з 1947 р. (нині зайнятий мезофітною кореневищно-злаковою, різнотравною та чагарниковою рослинністю, власне степ там зник ще 1981 р.) (Tkachenko, 2005; Larionov, 2022). Комплекси угруповань класу *Festuco-Brometea* поширені практично виключно на історичній території заповідника (у межах протипожежних смуг і раніше викошуваного степу). На новій території степова рослинність ще не набула поширення через незавершеність сукцесії на різновікових перелогах, що її утворюють. Тому в даній роботі розглядається тільки рослинність історичної території.

Територія заповідника розташована в лівобережній фізико-географічній провінції Сумської лісостепової області на Охтирсько-Сумському відрозі Середньоруської височини, яка є широким підвищенням, що поступово знижується в південно-західному напрямку. Рельєф заповідника урізноманітнюють западини різних розмірів, діаметром 5–30 м, глибиною 1–2 м (Sarycheva, 1966; Hetman, 2018). Висота над рівнем моря коливається від 197 м до 144 м. Територія заповідника розсічена балками. Балка "Верхні ставки" проходить з півночі та північного заходу на південний схід і закінчується ставком в с. Степове, балка "Государева гребля" проходить з півночі на південь і на південний захід в північно-східній частині заповідника, в ній є два ставки.

Клімат району помірно-континентальний. За даними Лебединської метеостанції (2018) середньорічна температура становить +6,9 °С, абсолютний максимум +38,5 °С, абсолютний мінімум –36 °С (Berezhna, 2019), середня температура липня +19,9 °С, січня –6,4 °С (Bilyuk, 1957), за 8 років спостережень (1957–1964) З.А. Саричевої (Sarycheva, 1966) у середньому випадало 498,9 мм опадів. На періодичні посушливі періоди тривалістю понад 16 днів вказує І.О. Бережна (Berezhna, 2019).

У ґрунтовому покриві переважають чорноземні типові потужні і надпотужні середньогумусні на лесових материнських породах і

лесовидних суглинках, що містять 3–5% карбонатів, у балках — лучно-чорноземні і болотні ґрунти з вираженим оглеєнням (Sarycheva, 1966). За З.А. Саричевою (Sarycheva, 1966), вміст гумусу в ґрунтах цілинного степу становить 6–7%, у ґрунтах балок — до 12%, гумус накопичується по всьому профілю до глибини 150 см. Карбонати кальцію залягають на глибині 28–68 см по лінії скипання, глибина їхнього залягання відмінна під різними рослинними угрупованнями (найменша — під угрупованнями з домінуванням *Stipa capillata* L., найбільша — під *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth). За "Національним атласом України" (Natsionalnyi Atlas..., 2007) для території заповідника характерні чорноземи типові малогумусні та слабогумусовані середньосуглинкові. За даними О.В. Безродної та І.М. Лози (Bezrodnova, Loza, 2006), вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту на плакорі та степових схилах історичної частини заповідника становить 9,3–9,8%, у ґрунтах тальвегу балки — 12,6%. Ґрунти історичної території, порівняно з новою, мають більший загальний вміст гумусу.

Збір та обробка даних. Повні фітосоціологічні описи з координатною прив'язкою виконувались автором у заповіднику в період 2021–2022 рр. Для даного дослідження використано 177 описів степової рослинності. Описи виконувались на ділянках 25 м². Мохово-лишайниковий покрив автором не досліджувався. Проективне покриття оцінювали за шкалою Б.М. Міркіна: "+" — < 1%, "1" — 1–5%, "2" — 6–15%, "3" — 16–25%, "4" — 26–50%, "5" — > 50% (Mirkin et al., 2001). Зібрані описи зберігалися у форматі бази даних в програмі Turboveg for Windows 2.92 (Hennekens, Schaminée, 2001; Hennekens, 2017), після чого оброблялися в програмі Juice 7.1 (Tichý, 2002).

Аналіз даних. Для аналізу відібраних описів використовували модифікований алгоритм TWINSPAN (Roleček et al., 2009) з трьома рівнями зрізу псевдовидів (0, 5, 25%). Бету Уїттекера застосовували як міру гетерогенності кластерів (Whittaker, 1972). Структуру кластерів аналізували за діагностичними, константними і домінантними видами. В якості діагностичного параметра використовували коефіцієнт ϕ_i (Chytrý et al., 2002). Його порогове значення приймали на рівні 0,25, високодіагностичними видами вважали ті, у яких даний коефіцієнт перевищував 0,5 (їх в тексті виділено жирним

шрифтом). Види з недостовірним діагностичним значенням на основі точного тесту Фішера ($P < 0,01$) відкидали. Види з частотою трапляння більше 30% визначали як константні, а з частотою більше 50% — як висококонстантні (в тексті виділено жирним шрифтом). В якості порогу для визначення виду як домінантного приймали значення проективного покриття не менше 15% та частоту трапляння не менше 15%. Для визначення одиниць рослинності використовували "Продромус рослинності України" (Dubyna et al., 2019). Для синфітоіндикації використовували шкалу Я.П. Дідуха (Didukh, 2011). Для оцінки екологічних вимог окремих асоціацій використовували базовий статистичний аналіз у програмі STATISTICA 12.0. Екологічну диференціацію синтаксонів проводили з використанням методу DCA-ординації (Hill, Gauch, 1980) за допомогою R-program (R Core Team, 2023), інтегрованої (Zelený, Tichý, 2009) з пакетом Juice 7.1. (Tichý, 2002). Ключові екофактори визначали за ступенем кореляції розрахованих для аналізованих описів екофакторів з показниками DCA-ординації даних описів по різних осях за допомогою програми STATISTICA 12.0; фактори з найбільшими значеннями кореляції по модулю вважалися ключовими (Honcharenko, 2017). Результати синфітоіндикації представляли у вигляді діаграми розмаху (графік типу "ящик з вусами"). При цьому "ящик" на графіку відображає міжквартильний діапазон (25–75% значень), риска на "ящику" показує значення медіани, а "вуса" — діапазон значень 5–95%. Крапки за межами графіка показують викиди. Номенклатура синтаксонів наведена за "Продромусом рослинності України" (Dubyna et al., 2019), у спірних питаннях перевага віддавалася номенклатурі за Mucina et al. (2016). Назви рослин наведені переважно за *Vascular Plants of Ukraine. A Nomenclatural Checklist* (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Наведено фітосоціологічну таблицю (табл. 1), що включає вибірку репрезентативних геоботанічних описів у кількості 30 од. для виявлених синтаксонів.

Результати та обговорення

За результатами обробки даних отримано дендрограму класу *Festuco-Brometea* в природному заповіднику "Михайлівська цілина" (рис. 1). На ній можна виділити 2 групи кластерів, що

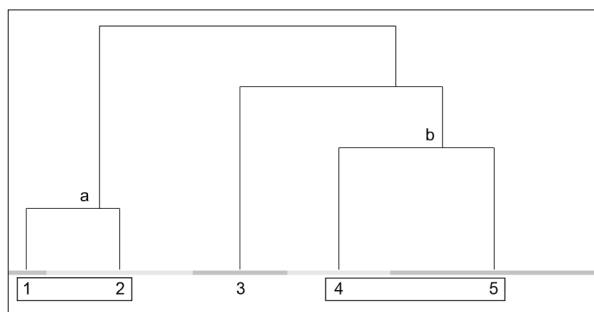


Рис. 1. Класифікаційна дендрограма класу *Festuco-Brometea* в природному заповіднику "Михайлівська цілина". Номери (1–5) відповідають номерам кластерів в тексті

Fig. 1. Classification dendrogram of the class *Festuco-Brometea* in Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve. Numbers (1–5) correspond to numbers of clusters in the text

a — ass. *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae*, b — ass. *Carici humilis-Stipetum pennatae*; 1 — subass. *primuletosum veri*, 2 — subass. *knautietosum arvensi*, 3 — ass. *Carici humilis-Stipetum capillatae*, 4 — var. *Euphorbia semivillosa*, 5 — var. *Vincetoxicum hirsundinaria*

відповідають асоціаціям: *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae* Korotchenko et Didukh 1997, *Carici humilis-Stipetum pennatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987. Кластери: 1, 2, 4, 5 відповідають субасоціаціям та варіантам даних асоціацій. Кластер 3 відповідає асоціації *Carici humilis-Stipetum capillatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987 (див. підрозділ "Характеристика кластерів дендрограми" та табл. 1). Кластери характеризуються відмінністю видового складу діагностичних видів (у більшості випадків зі значними показниками коефіцієнту *phi* (табл. 2) та інтегрального показника гостроти "Sharpness" (Chytrý, Tichý, 2003), а також складом домінантів, тому зазвичай є чітко фізіономічно відмінними.

Характеристика кластерів дендрограми

КЛАСТЕР 1. Субасоц. *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri* subass. nova prov. (табл. 1: описи 1–6).

Згідно з ІСРП, у зв'язку з наявністю описів нових субасоціацій *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri* та *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi* лише з одного локалітету (заповідного об'єкта) виділяємо їх провізорно. Для подальшої валідазації даних субасоціацій необхідна також інформація про їхню синхорологію з інших локалітетів.

Діагностичні види (Д.в.) (тут і далі наведені за спаданням коефіцієнту *phi* (табл. 2)): *Primula veris* L., *Equisetum arvense* L., *Senecio schwetzwii* Korsh., *Pilosella officinarum* F. Schult. & Sch. Bip., *Pedicularis kaufmannii* Pinzg., *Briza media* L., *Ranunculus polyanthemos* L., *Anemone sylvestris* L., *Salvia pratensis* L.

Константні види (тут і далі наведені за спаданням частоти трапляння): *Arrhenatherum elatius*, *Galium verum* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wolf.) Kláskova, *Thalictrum simplex* L., *T. minus* L., *Poa angustifolia* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Betonica officinalis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Dactylis glomerata* L., *Cirsium polonicum* (Petrak) Pjin.

Домінантні види (тут і далі наведені за частотою домінування): *Chamaecytisus ruthenicus*, *Arrhenatherum elatius*, *Salvia pratensis*, *Calamagrostis epigeios*.

Угруповання характерні для невикоршуваних чагарниково-степових ділянок історичної території заповідника. Загальна кількість видів — 72. Видова насиченість 13–24 видів, в середньому становить 18 видів на 25 м². Висота травостою 90–140 см, висота чагарникового ярусу 50–120 см (іноді до 160 см). Загальне проективне покриття зазвичай 100%. Покриття чагарникового ярусу — 5–60%, він утворений переважно *Chamaecytisus ruthenicus*. Товщина шару мертвого покриву становить 5–15 см. Фітоценози даної субасоціації більш мезофітизовані порівняно із *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi*. На це вказує присутність *Equisetum arvense*, *Primula veris*, *Briza media*. У більш вологих умовах (на схилах балок практично до межі *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) трапляються фітоценози даної субасоціації варіанту *Senecio schwetzwii* зі значним проективним покриттям цього виду. Угруповання є цінними із соціологічної точки зору, оскільки в них трапляються види, занесені до Червоної книги України (ЧКУ) (<https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/vklyuchennya-858-05.03.2021.pdf>): *Dracosephalum ruyschiana* L., *Stipa pennata* L. та регіонально рідкісні види (Andriyenko, Perehrym, 2012): *Anemone sylvestris* L., *Campanula persicifolia* L., *Linum austriacum* L., *L. flavum* L.

КЛАСТЕР 2. Субасоц. *Salvia pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi* subass. nova prov. (табл. 1: описи 7–12).

Діагностичні види: *Dactylis glomerata*, *Knautia arvensis*, *Convolvulus arvensis* L., *Leucanthemum vulgare*, *Salvia pratensis*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Tragopogon major* Jacq., *Centaurea scabiosa* L., *Stellaria graminea* L., *Asperula cynanchica* L., *Phleum phleoides* (L.) H. Karst., *Plantago lanceolata* L., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., *Sanguisorba officinalis* L., *Fragaria viridis* Duchesne, *Phalacroloma annuum* (L.) Dumort., *Veronica chamaedrys* L.

Константні види: *Arrhenatherum elatius*, *Gali-um verum*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Filipendula vulgaris*, *Betonica officinalis*, *Thalictrum minus*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Hypericum perforatum* L., *Euphorbia seguieriana* Neck.

Домінантні види: *Arrhenatherum elatius*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Calamagrostis epigeios*.

Фітоценози трапляються в межах історичної території заповідника переважно на викошуваних протипожежних смугах, хоча трапляються плямами і в межах раніше викошуваного степу, зокрема варіант *Elytrigia intermedia*. Загальна кількість видів становить 108. Видова насиченість 8–30 видів, в середньому 19 видів на 25 м². Висота травостою 100–140 см, висота чагарникового ярусу внаслідок періодичного викошування в межах протипожежних смуг рідко перевищує 50–60 см. Загальне проективне покриття 90–100%. Покриття чагарникового ярусу рідко перевищує 15%, він утворений переважно *Chamaecytisus ruthenicus*, іноді *C. austriacus* (L.) Link. Товщина шару сухої підстилки 1–5 см, іноді до 7 см. Фітоценози даного кластеру є більш ксерофітними порівняно з попереднім, що підтверджується значною присутністю: *Festuca valesiaca* покриття 1–15% (рідше до 30%) і *Stipa pennata* 1–15% (рідше до 30%), домішкою *Phleum phleoides*, *Carex humilis* Leyss., *Euphorbia seguieriana* та інших ксерофітів, які в попередньому кластері трапляються поодинокі, а *C. humilis* взагалі відсутня. Ці угруповання є цінними з соцологічної точки зору, оскільки в них трапляються види, занесені до ЧКУ: *Adonis vernalis* L., *Dracocephalum ruyschiana*, *Gladiolus tenuis* M. Bieb., *Stipa pennata*; та види, що охороняються на регіональному рівні: *Anemone sylvestris*, *Campanula persicifolia*, *Dianthus eugeniae* Kleorow, *Iris hungarica* Waldst. & Kit. (занесений до списку Бернської конвенції, далі БК) (Vasylyuk et al., 2019.), *Linum austriacum*, *Valeriana rossica* P.A. Smirn.

КЛАСТЕР 3. Асоц. *Carici humilis-Stipetum capillatae* (табл. 1: описи 13–18).

Діагностичні види: *Falcaria vulgaris* Bernh., *Allium oleraceum* L., *Campanula bononiensis* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Linaria vulgaris* Mill., *Stipa capillata* L., *Stachys recta* L., *Carex humilis*, *Achillea submillefolium*, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., *Euphorbia seguieriana*, *Euphorbia cyparissias* L., *Poa angustifolia*, *Dianthus eugeniae*, *Turritis glabra* L., *Carduus acanthoides* L., *Hypericum perforatum*, *Elytrigia repens*, *Festuca valesiaca*.

Константні види: *Galium verum*, *Betonica officinalis*, *Arrhenatherum elatius*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Calamagrostis epigeios*, *Filipendula vulgaris*, *Thalictrum minus*, *Phlomis tuberosa* L. (*Phlomoideis tuberosa* (L.) Moench), *Origanum vulgare* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik., *Convolvulus arvensis*, *Salvia pratensis*, *Knautia arvensis*.

Домінантні види: *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia repens*, *Calamagrostis epigeios*.

Фітоценози даного кластеру поширені переважно на викошуваних протипожежних смугах, а в межах раніше викошуваного степу трапляються виключно у вигляді компактних плям. Дані угруповання є найбільш ксерофітними в заповіднику. Проте в них також відбувається процес мезофітизації, значною мірою стримуваний режимним викошуванням. Про його наявність свідчить домінування кореневищних злаків. Загальна кількість видів 96. Видова насиченість найбільша серед фітоценозів заповідника і складає 14–37 видів, у середньому 24 види на 25 м². Висота травостою 90–120 см, висота чагарникового ярусу на викошуваних протипожежних смугах 50–70 см, його проективне покриття не перевищує 10–15%, у раніше викошуваному степу його висота становить до 120 см з покриттям до 25%. Загальне проективне покриття 90–100%. У фітоценозах кластеру трапляється багато ксерофітів: *Stipa capillata* (покриття 1–25%), *S. pennata*, *Carex humilis* (покриття 1–15%), *C. praecox* Schreb., *Euphorbia seguieriana*, *Oxytropis pilosa* (L.) DC. та ін. Ці угруповання є цінними з соцологічної точки зору, оскільки в них трапляються види, занесені до ЧКУ: *Adonis vernalis*, *Stipa capillata*, *S. pennata*; регіонально рідкісні види: *Anemone sylvestris*, *Campanula persicifolia*, *Dianthus eugeniae*, *Iris hungarica* (БК), *Oxytropis pilosa*.

Carici humilis-Stipetum pennatae представлена в заповіднику переважно чагарниково-степовим

комплексом, що нечітко розділяється на 2 варіанти (кластери 4 і 5) з невисоким показником Sharpness, діагностичні види в них не численні. Однак, фізіономічно вони чітко відмінні. Існування даного комплексу, на думку автора, є результатом 11-річної абсолютної заповідності (з 2011 р.) на ділянці раніше викошуваного степу, що спрямувало сукцесію в бік мезофітних кореневищно-злакових угруповань. Дані фітоценози займають проміжне положення між кореневищно-злаковими та різнотравними угрупованнями абсолютно заповідного степу і типовими чагарниково-степовими фітоценозами.

КЛАСТЕР 4. Асоц. Carici humilis-Stipetum pennatae var. Euphorbia semivillosa (табл. 1: описи 19–24).

Діагностичні види: *Euphorbia semivillosa* Prokh., *Veratrum nigrum* L., *Carex praecox*.

Константні види: *Galium verum*, *Calamagrostis epigeios*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Filipendula vulgaris*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Arrhenatherum elatius*, *Betonica officinalis*, *Elytrigia repens*, *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Thalictrum minus*.

Домінантні види: *Calamagrostis epigeios*, *Euphorbia semivillosa*, *Elytrigia repens*, *Arrhenatherum elatius*, *Chamaecytisus ruthenicus*.

Дані угруповання є сильно мезофітизованими. Поширені на раніше викошуваному степу, входять до складу чагарниково-степових комплексів. У пониженнях переходять в угруповання асоціації *Calamagrostietum epigei* Kostylev in Solomakha et al. 1992 класу *Artemisietea vulgaris* зі значним проективним покриттям *Euphorbia semivillosa* і *Chamaecytisus ruthenicus*. Загальна кількість видів в кластері 68. Видова насиченість невисока, від 8 до 22 видів, в середньому 14 видів на 25 м². Висота травостою коливається від 100 до 130 см, висота чагарникового ярусу 60–150 см. Загальне проективне покриття 90–100%, покриття чагарникового ярусу 10–40%. Товщина шару сухої підстилки переважно 5–20 см, іноді менше 5 см. У фітоценозах кластеру спостерігається значна присутність мезофітів: *Euphorbia semivillosa*, *Calamagrostis epigeios*, *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia repens*, *Dactylis glomerata*, *Betonica officinalis*, *Origanum vulgare*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Nepeta pannonica* L., *Rumex crispus* L. та ін. Присутні також ксерофіти: *Stipa pennata* (покриття 1–15%, іноді до 30%), *Festuca valesiaca* (до 10%), *Carex*

humilis, *C. praecox* тощо. Ці угруповання є менш цінними в соціологічному аспекті, порівняно з попередніми, у зв'язку зі зменшенням частки степового компоненту та зниженням видової насиченості, але в них все ж трапляються види, занесені до ЧКУ: *Adonis vernalis*, *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Dracocephalum ruyschiana*, *Stipa pennata*; а також регіонально рідкісні види: *Campanula persicifolia*, *Dianthus eugeniae*, *Iris hungarica* (БК), *Pedicularis kaufmannii*, *Veratrum nigrum*.

КЛАСТЕР 5. Асоц. Carici humilis-Stipetum pennatae var. Vincetoxicum hirundinaria (табл. 1: описи 25–30).

Діагностичні види: *Phlomis tuberosa*, *Vincetoxicum hirundinaria*.

Константні види: *Chamaecytisus ruthenicus*, *Arrhenatherum elatius*, *Galium verum*, *Elytrigia repens*, *Betonica officinalis*, *Calamagrostis epigeios*, *Origanum vulgare*, *Thalictrum minus*, *Hypericum perforatum*, *Thalictrum simplex*, *Stipa pennata*, *Salvia pratensis*.

Домінантні види: *Elytrigia repens*, *Arrhenatherum elatius*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Calamagrostis epigeios*.

Дані угруповання є сильно мезофітизованими. Поширені у раніше викошуваному степу, входять до складу чагарниково-степових комплексів. Загальна кількість видів у кластері — 83. Видова насиченість невисока, від 7 до 22 видів, у середньому 13 видів на 25 м². Висота травостою 95–120 см, чагарникового ярусу 60–150 см. Загальне проективне покриття 90–100%, покриття чагарникового ярусу 10–65%. Товщина шару сухої підстилки становить 5–15 см. У фітоценозах кластеру спостерігається значна присутність мезофітів: *Calamagrostis epigeios*, *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia repens*, *Dactylis glomerata*, *Betonica officinalis*, *Origanum vulgare*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Glechoma hederacea* L. та ін. Беруть участь і ксерофіти: *Stipa pennata* (покриття 1–15%, іноді до 20%), *Stipa capillata* (трапляється рідко, на схилах південної експозиції з покриттям 1–10%) *Festuca valesiaca* (до 5%), *Euphorbia seguieriana*, *Carex humilis* тощо. Тут присутні раритетні види, занесені до ЧКУ: *Adonis vernalis*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Paeonia tenuifolia* L. (БК), *Stipa pennata*, *Stipa capillata* та регіонально рідкісні види: *Iris hungarica* (БК), *Pedicularis kaufmannii*, *Linum flavum*.

Класифікаційна схема рослинності класу *Festuco-Brometea* природного заповідника "Михайлівська цілина"

Cl. *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947

Ord. *Festucetalia valesiaca* Soó 1947

All. *Festucion valesiaca* Klika 1931

Ass. 1. *Carici humilis-Stipetum pennatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987

Var. *Vincetoxicum hirundinaria*

Var. *Euphorbia semivillosa*

Ass. 2. *Carici humilis-Stipetum capillatae* Tkachenko, Movchan et Solomakha 1987

Ass. 3. *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae* Korotchenko et Didukh 1997

Subass. *knautietosum arvensi* subass. nova hoc loco prov.

Subass. *primuletosum veri* subass. nova hoc loco prov.

Екологічна характеристика синтаксонів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику

Проведено DCA-ординацію синтаксонів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику за 12-ма екологічними факторами та за її результатами побудовано діаграму (рис. 2).

В ході аналізу результатів DCA-ординації виявлено, що ключовими екологічними факторами для першої ординаційної осі (DCA1) з найбільшими розрахунковими показниками коефіцієнту кореляції Спірмена (R) по модулю за рівнем значимості 0,001, є сольовий режим ґрунту — Sl (R = -0,56) і рівень ґрунтової аерації — Ae (R = 0,50), а для осі DCA2 — вологість ґрунту — Hd (R = -0,57) і вміст ґрунтового азоту — Nt (R = -0,54). Кластери 1–3 на діаграмі слабо перекриваються, що доводить різку відмінність між ними і підтверджує правомірність виділення даних синтаксонів, кластери 4 і 5 перекриваються сильно, при цьому 5 охоплює значно ширший діапазон факторів. Таким чином, відмінність між синтаксонами 4 і 5 менш виражена, що в загальному збігається з результатами алгоритму TWINSPAN (табл. 2), де кластери 4 та 5 також виділяються менш чітко.

Побудовано діаграми розмаху, що характеризують розподіл синтаксонів класу *Festuco-Brometea* за 12-ма екологічними факторами (рис. 3).

Для фітоценозів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику характерний інтервал значень показника вологості ґрунту (Hd) 9,21–10,85 балів без урахування викидів, що вказує на їхню належність до субмезофітної та мезофітної екогруп. При цьому фітоценози синтаксонів 2, 4 і 5, що відповідають невикосуваним чагарниково-степовим угрупованням, є більш мезофітними порівняно з фітоценозами синтаксонів 1 і 3, які відповідають переважно викосуваним

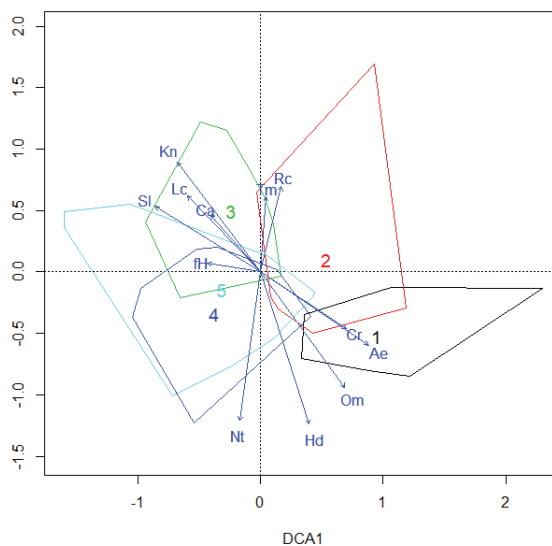


Рис. 2. Результати DCA-ординації рослинних угруповань класу *Festuco-Brometea* природного заповідника "Михайлівська цілина" за екологічними факторами: Hd — вологість ґрунту, Ae — рівень ґрунтової аерації, fH — флуктуації рівня зволоження, Rc — рівень ґрунтової кислотності, Sl — сольовий режим ґрунту, Ca — вміст карбонатів, Nt — вміст ґрунтового азоту, Tm — терморегімі клімату, Om — омброрегімі клімату, Kn — континентальність клімату, Cr — кріорегімі клімату, Lc — рівень освітленості

Fig. 2. Results of DCA-ordination of the plant communities of the class *Festuco-Brometea* of Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve according to ecological factors: Hd — soil humidity, Ae — soil aeration, fH — damping variability, Rc — soil acidity, Sl — salt regime, Ca — carbonate content in soil, Nt — nitrogen content in soil, Tm — thermal climate, Om — climate humidity (ombroregime), Kn — climate continentality, Cr — cryoclimate, Lc — light

1 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri*, 2 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi*, 3 — *Carici humilis-Stipetum capillatae*, 4 — *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Euphorbia semivillosa*, 5 — *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Vincetoxicum hirundinaria*

Таблиця 1. Рослинність класу *Festuco-Brometea* в природному заповіднику "Михайлівська цілина"
 Table 1. Vegetation of the class *Festuco-Brometea* in Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Крутизна схилу, °	4	0	4	4	0	0	4	4	4	5	4	5
Експозиція	SE	–	SE	SE	–	–	E	SW	S	E	E	E
Заг. проєктивне покриття, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Покриття трав'яного ярусу, %	80	50	40	40	50	65	90	100	100	100	85	100
Покриття чагарникового ярусу, %	20	50	60	60	50	35	10	0	0	0	15	0
Товщина шару мертвого покриву, см	7	4	5	10	1	1	3	1	2	2	1	2
Кількість видів	17	20	21	13	15	19	27	21	16	26	30	23
Номер синтаксона	1						2					
Д.в. субсоц. <i>Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri</i> subass. nova prov.												
<i>Primula veris</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio schwetzwii</i>	1	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	+	.	+	1	+	.	.	.	.	+	.	+
<i>Briza media</i>	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone sylvestris</i>	4	.	.	2	.	.	+	.	.	+	+	.
Д.в. субсоц. <i>Salvio pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi</i> subass. nova prov.												
<i>Knautia arvensis</i>	+	+	.	.	.	.	+	+	+	1	.	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	1	.
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Asperula cynanchica</i>	.	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	1	+
<i>Onobrychis tanaitica</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	+	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Д.в. асоц. <i>Salvio pratensis-Poetum angustifoliae</i>												
<i>Phlomis tuberosa</i>	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	1	2	1	2	4	4	.	1	3	1	1	2
<i>Poa angustifolia</i>	1	.	2	1	.	.	2	2	.	2	2	2
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Trifolium alpestre</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д.в. асоц. <i>Carici humilis-Stipetum capillatae</i>												
<i>Carex humilis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
<i>Stipa capillata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Falcaria vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Д.в. <i>Carici humilis-Stipetum pennatae</i> var. <i>Euphorbia semivillosa</i>												
<i>Euphorbia semivillosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2
<i>Veratrum nigrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex praecox</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д.в. <i>Carici humilis-Stipetum pennatae</i> var. <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>												
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phlomis tuberosa</i>	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.
Д.в. асоц. <i>Carici humilis-Stipetum pennatae</i>												
<i>Asparagus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromopsis inermis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
<i>Filipendula vulgaris</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Stipa pennata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	+	+

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Крутизна схилу, °	4	0	4	4	0	0	4	4	4	5	4	5
Експозиція	SE	–	SE	SE	–	–	E	SW	S	E	E	E
Заг. проективне покриття, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Покриття трав'яного ярусу, %	80	50	40	40	50	65	90	100	100	100	85	100
Покриття чагарникового ярусу, %	20	50	60	60	50	35	10	0	0	0	15	0
Товщина шару мертвого покриву, см	7	4	5	10	1	1	3	1	2	2	1	2
Кількість видів	17	20	21	13	15	19	27	21	16	26	30	23
Номер синтаксона	1						2					
Д.в. класу <i>Festuco-Brometea</i>												
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	3	4	5	4	4	4	2	.	.	.	2	1
<i>Elytrigia intermedia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca valesiaca</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	1	+
<i>Salvia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio erucifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Stachys recta</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
<i>Veronica spicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Інші види												
<i>Achillea submillefolium</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Allium oleraceum</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	1	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	2	4	4	.	3	4	5	4	5	4	4
<i>Betonica officinalis</i>	.	+	.	.	.	1	.	.	+	1	1	1
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	4	.	.	.	.	1	.	2	.	2	2
<i>Campanula bononiensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium polonicum</i>	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	1	2	.	1	1	1	1	1	1
<i>Dianthus eugeniae</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia seguieriana</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Galium verum</i>	+	+	.	+	.	2	2	1	1	1	1	1
<i>Glechoma hederacea</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Prunus stepposa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum simplex</i>	.	1	1	1	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Tragopogon major</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.

Види, що трапляються зрідка (в дужках — номер опису та проективне покриття в балах): *Adonis vernalis* (27 (+)), *Allium* (+), *Carex otrubae* (3 (+)), *Cichorium intybus* (16 (+)), *Cirsium arvense* (5 (+)), *Coccyganthe flos-cuculi* (10 (+)), *Daucus carota* (12 (2 (+)), *Iris hungarica* (24 (+), 26 (+)), *Lactuca serriola* (7 (+)), *Linum austriacum* (2(+), 8(1)), *Linum flavum* (2 (+)), *Lithospermum cataria* (4 (+)), *Nepeta pannonica* (23 (1), 24 (1)), *Otites chersonensis* (11 (+), 16 (1)), *Peucedanum alsaticum* (17 (+)), *Phalacrolooma* (+), *Securigera varia* (2 (+)), *Senecio jacobaea* (15 (+)), *Thesium arvense* (4 (+)), *Trifolium montanum* (12 (+)), *Turritis glabra* (14 **Синтаксони:** 1 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri*; 2 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae* 5 — *Carici humilis-Stipetum pennatae var. Vincetoxicum hirsundinariae*.

Місцезнаходження, авторство та дата описів: Сумська обл., Сумський р-н, природний заповідник "Михайлівська 27.06.2021; 9 — 01.07.2021; 30 — 04.07.2021; 10, 12 — 08.07.2021; 2 — 09.07.2021; 26 — 30.08.2021; 27, 29 — 01.09.2021; 19,

Таблиця 1. (продовження)
Table 1. (continued)

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4	5	0	4	4	5	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4	4	5
NW	W	–	E	E	W	–	S	–	–	–	–	–	S	–	E	NW	W
100	100	100	100	100	100	100	95	100	90	100	100	100	100	95	100	100	100
95	85	100	90	95	85	95	90	80	90	85	97	70	90	85	40	65	80
5	15	0	10	5	15	5	5	20	0	15	3	30	10	10	60	35	20
1	1	1	3	1	1	8	6	5	2	3	3	8	6	3	10	3	3
24	28	23	26	26	25	11	19	9	18	14	13	15	18	15	12	10	15
3						4						5					
1	2	2	2	1	2	.	1	2	.	.	1	4	2	2	5	4	3
.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	1	2	1	3	3	.	.	.	+	.	.	.	+	1	.	.	+
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
1	1	1	1	1	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
.
1	1	.	+	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
1	+	1	+	1	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
3	3	3	4	4	2	.	2	.	4	.	.	3	3	3	3	4	4
1	1	.	+	+	1	+	1	.	1	.	+	1	1	+	.	.	+
1	2	2	3	2	2	4	.	3	3	.	3	4	3	3	.	1	.
+	+	.	+	+
.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
+	+	.	+	+	+
2	2	3	2	2	2	2	3	.	3	4	.	4	2	1	1	.	3
.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1	+	1	1	1	1	2	1
.	+	.	+
.	+	+	.	1	1	.	1	.	1	+	.	.	+	.	+	.	+
2	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	1	.	+	1	.	.	.	.	.	1	1
+	+	+	.	+
.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	1	.	.
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
.
.	+

rotundum (7 (+)), *Agrimonia grandis* (3 (+), 5(+)), *Artemisia absinthium* (8 (+), 15 (1)), *Astragalus cicer* (8 (1)), *Berteroa incana* (8 (+)), *Dracocephalum ruyschiana* (4 (+)), *Eryngium planum* (8 (+)), *Fragaria viridis* (1 (+)), *Galium mollugo* (3 (+)), *Genista tinctoria officinale* (2 (+), 19 (+)), *Lotus corniculatus* (7 (+), 9 (1)), *Medicago falcata* (11 (+), 17 (+)), *Melandrium album* (15 (+)), *Nepeta annuum* (6 (+), 10 (+)), *Phlomis pungens* (7 (+)), *Pilosella cymosa* (6 (+), 9 (+)), *Polygala comosa* (3 (+)), *Pyrus communis* (23 (+), 26 (+), 17 (1)), *Urtica dioica* (3 (+)), *Verbascum lychnitis* (4 (+)), *Veronica chamaedrys* (10 (+)), *Viola ambigua* (5 (+), 11 (+)).

knautietosum arvensis; 3 — *Carici humilis-Stipetum capillatae*; 4 — *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Euphorbia semivillosa*;

цілина", історична територія (202,5 га): Вакаренко Л.П., Ларіонов М.С.: 1, 3, 4 — 20.06.2021; Ларіонов М.С.: 5, 6 — 21, 23 — 06.09.2021; 24 — 07.09.2021; 7, 11, 15 — 18, 22 — 20.07.2022; 13, 14 — 21.07.2022.

Таблиця 2. Синоптична таблиця синтаксонів класу *Festuco-Brometea* за коефіцієнтом вірності *phi*
 Table 2. Synoptic table of the syntaxa of the class *Festuco-Brometea* by fidelity coefficient *phi*

Номер синтаксону (№)	1	2	3	4	5	Номер синтаксону (№)	1	2	3	4	5
Кількість описів	12	44	28	31	62	Кількість описів	12	44	28	31	62
Д.в. <i>Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri</i> subass. nova prov.						Д.в. <i>Carici humilis-Stipetum capillatae</i>					
<i>Primula veris</i>	55.3	-	-	-	-	<i>Falcaria vulgaris</i>	-	-	59.0	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	48.9	-	-	-	-	<i>Allium oleraceum</i>	-	-	57.7	-	-
<i>Senecio schwetzowii</i>	48.9	-	-	-	-	<i>Campanula bononiensis</i>	-	-	49.7	-	-
<i>Pilosella officinarum</i>	39.6	-	-	-	-	<i>Melandrium album</i>	-	-	44.7	-	-
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	36.4	-	-	-	-	<i>Linaria vulgaris</i>	-	-	44.6	-	-
<i>Briza media</i>	34.7	-	-	-	-	<i>Stipa capillata</i>	-	-	43.7	-	-
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	33.7	-	-	-	-	<i>Stachys recta</i>	-	-	43.2	-	-
<i>Anemone sylvestris</i>	32.1	-	-	-	-	<i>Carex humilis</i>	-	-	43.2	-	-
<i>Salvia pratensis</i>	29.0	-	-	-	-	<i>Achillea submillefolium</i>	-	-	42.3	-	-
Д.в. <i>Salvio pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi</i> subass. nova prov.						<i>Bromopsis inermis</i>	-	-	39.5	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	61.1	-	-	-	<i>Euphorbia seguieriana</i>	-	-	39.5	-	-
<i>Knautia arvensis</i>	-	57.4	-	-	-	<i>Euphorbia cyparissias</i>	-	-	38.9	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	42.5	-	-	-	<i>Poa angustifolia</i>	-	-	37.5	-	-
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	41.2	-	-	-	<i>Dianthus eugeniae</i>	-	-	36.8	-	-
<i>Salvia pratensis</i>	-	38.3	-	-	-	<i>Turritis glabra</i>	-	-	35.0	-	-
<i>Festuca valesiaca</i>	-	37.8	-	-	-	<i>Carduus acanthoides</i>	-	-	30.0	-	-
<i>Tragopogon major</i>	-	33.9	-	-	-	<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	28.0	-	-
<i>Centaurea scabiosa</i>	-	32.6	-	-	-	<i>Elytrigia repens</i>	-	-	26.6	-	-
<i>Stellaria graminea</i>	-	31.6	-	-	-	<i>Festuca valesiaca</i>	-	-	25.8	-	-
<i>Asperula cynanchica</i>	-	30.5	-	-	-	Д.в. <i>Carici humilis-Stipetum pennatae</i> var.					
<i>Phleum phleoides</i>	-	28.9	-	-	-	<i>Euphorbia semivillosa</i>	-	-	-	56.6	-
<i>Plantago lanceolata</i>	-	28.6	-	-	-	<i>Euphorbia semivillosa</i>	-	-	-	28.5	-
<i>Onobrychis tanaitica</i>	-	28.6	-	-	-	<i>Carex praecox</i>	-	-	-	25.1	-
<i>Sanguisorba officinalis</i>	-	26.4	-	-	-	Д.в. <i>Carici humilis-Stipetum pennatae</i> var.					
<i>Fragaria viridis</i>	-	26.1	-	-	-	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	-	-	-	-	39.9
<i>Phalacrologium annuum</i>	-	25.6	-	-	-	<i>Phlomis tuberosa</i>	-	-	-	-	26.1
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	25.2	-	-	-	<i>Vincetoxicum</i>	-	-	-	-	-
						<i>hirundinaria</i>	-	-	-	-	-

лучно-степовим ценозам протипожежних смуг. Найбільш ксерофітними угрупованнями класу *Festuco-Brometea* в заповіднику є *Carici humilis-Stipetum capillatae* з амплітудою Hd 9,20–10,09 балів, а найбільш мезофітними — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri* з амплітудою Hd 9,71–10,85 балів. Зазначена відмінність показників Hd у ценозів різних синтаксонів викошуваних і невикосуваних ділянок ілюструє вплив сінокошення на вологість ґрунту, яка знижується за його дії, що додатково сприяє розвитку степової рослинності.

За 95 років заповідності відбулася суттєва зміна середнього показника Hd: від 8,90±0,14 балів (за розрахунками В.С. Ткаченка зі співавторами (Tkachenko et al., 1993b), виконаними за шкалою Я.П. Дідуха з використанням геоботанічних описів Є.М. Лавренка та І.Г. Зоза

(Lavrenko, Zoz, 1928), зібраних у 1927 р. перед створенням заповідника) до 9,84±0,31 балів (на протипожежних смугах) та 10,08±0,26 балів (на раніше викошуваному степу) для синтаксонів класу *Festuco-Brometea* в 2022 р. (за нашими даними), тобто на 0,94 та 1,18 балів. Значна розбіжність між показниками Hd на протипожежних смугах у 2022 р. та показниками 1927 р. вказує на недостатність існуючого режиму викошування, для повного нівелювання впливу режиму зволоження, зумовленого географічним положенням заповідника. Це проявляється в стабілізації рослинних угруповань у проміжному, між лучним і типовим лучно-степовим. стані субклімаксу. При цьому навіть на викошуваних ділянках поряд зі значною присутністю дерновинних злаків спостерігається значна участь кореневищних злаків і видів

різнотрав'я, характерних для луків та узлісь. Показники 1927 р. забезпечувалися дією значного пасовищного навантаження та регулярного викошування. Розбіжність між середніми показниками Hd (за 2022 р.) на раніше викошуваному степу і викошуваних протипожежних смугах на 0,24 бала вказує на негативний ефект припинення викошування, що відображається в значній відмінності їхнього рослинного покриву.

Зазначене вище підтверджує думку, висловлену Г.М. Лисенком та І.А. Коротченко (Lysenko, Korotchenko, 2006), про необхідність комплексного підходу для охорони степової рослинності даного заповідника.

Угруповання класу *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі показника ґрунтової аерації (Ae) 5,50–6,73 балів без урахування викидів, що відповідає субаерофільним і геміаерофобним екогрупам.

Для фітоценозів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику характерний інтервал показника ґрунтової кислотності (Rc) 7,90–8,81 балів, що відповідає переважно нейтрофільній та субацидофільній екогрупам (рН 5,5–7,1 на чорноземах типових). Спостерігається певна відмінність екологічної амплітуди у різних синтаксонах. Фітоценози синтаксонів 2 та 4 зростають при дещо менших значеннях фактора Rc, ніж 1 і 3, що корелює з показниками Hd; 5 має найширшу амплітуду Rc.

Ценози класу *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі показника сольового режиму (Sl) 7,56–8,71 балів. Це відповідає евтрофним та семіевтрофним екогрупам на чорноземах і чорноземах підзолистих. Фітоценози синтаксонів 3, 4 та 5 мають дуже близькі амплітуди Sl, що відповідають переважно евтрофам; 1 — має дещо вужчу амплітуду, 2 — амплітуду, зміщену в бік семіевтрофів, що свідчить про наявність процесів вилуговування та корелює з показником Hd.

Для угруповань класу *Festuco-Brometea* в заповіднику характерний інтервал показника вмісту карбонатів (Ca) 7,18–8,81 балів. Це відповідає акарбонатофільним та гемікарбонатофільним екогрупам. Синтаксони на діаграмі мало відрізняються за цим показником, їхні медіани майже збігаються. Екологічна амплітуда фітоценозів синтаксонів 4 і 5 більша, а 1–3 менша за цим фактором.

Для фітоценозів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику характерний інтервал показника вмісту ґрунтового азоту (Nt) 4,97–6,44 балів, що загалом відповідає гемінітрофільній екогрупі. Фітоценози синтаксону 3 тяжіють до найменш нітрофільних умов (4,97–5,97 балів), а 5 — до найбільш нітрофільних (5,24–6,44 балів).

Угруповання класу *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі показника вологості клімату (Om) 11,22–12,22 балів, що відповідає субаридофільним екогрупам з певним зміщенням у бік субомброфільних. Амплітуда Om у фітоценозів синтаксону 3 повністю перебуває в межах субаридофільних (10,95–11,81 балів), а фітоценози синтаксону 2 найбільше зміщені в бік субомброфільних, у т. ч. його медіана, що в цілому корелює з показниками Hd. Решта синтаксонів займає проміжне положення.

Ценози класу *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі показника флуктуацій рівня зволоження (fH) 5,77–7,23 балів, що відповідає переважно гемігідроконтрастофільним екогрупам. Відмінності між положенням медіан нерізкі, однак виражена різниця в широті екологічної амплітуди fH у різних кластерах. Вона дещо ширша у кластерах 1 та 5 і вужча у 2–4.

Для фітоценозів класу *Festuco-Brometea* в заповіднику характерний інтервал показника терморежиму клімату (Tm) 8,19–9,31 балів, що відповідає субмезотермним екогрупам. Фітоценози синтаксонів 2 та 5 мають подібну амплітуду за цим фактором, 3 та 4 — дещо вужчу, а 1 — ширшу.

За показником континентальності клімату угруповання *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі 8,07–9,83 балів, що відповідає геміконтинентальним екогрупам. Амплітуда цього фактора у різних синтаксонів варіює.

Угруповання класу *Festuco-Brometea* в заповіднику формуються в інтервалі показника кріорежиму клімату (Cr) 7,26–8,80 балів, що відповідає субкріофільним і гемікріофільним екогрупам. Амплітуда цього фактора у різних синтаксонів варіює, найвужча у синтаксона 2.

Фітоценози класу *Festuco-Brometea* в заповіднику перебувають в межах інтервалу 7,24 – 7,63 балів за рівнем освітленості (Lc), що відповідає геліофільним екогрупам. Фітоценози синтаксону 2 менш світлолюбні порівняно з іншими.

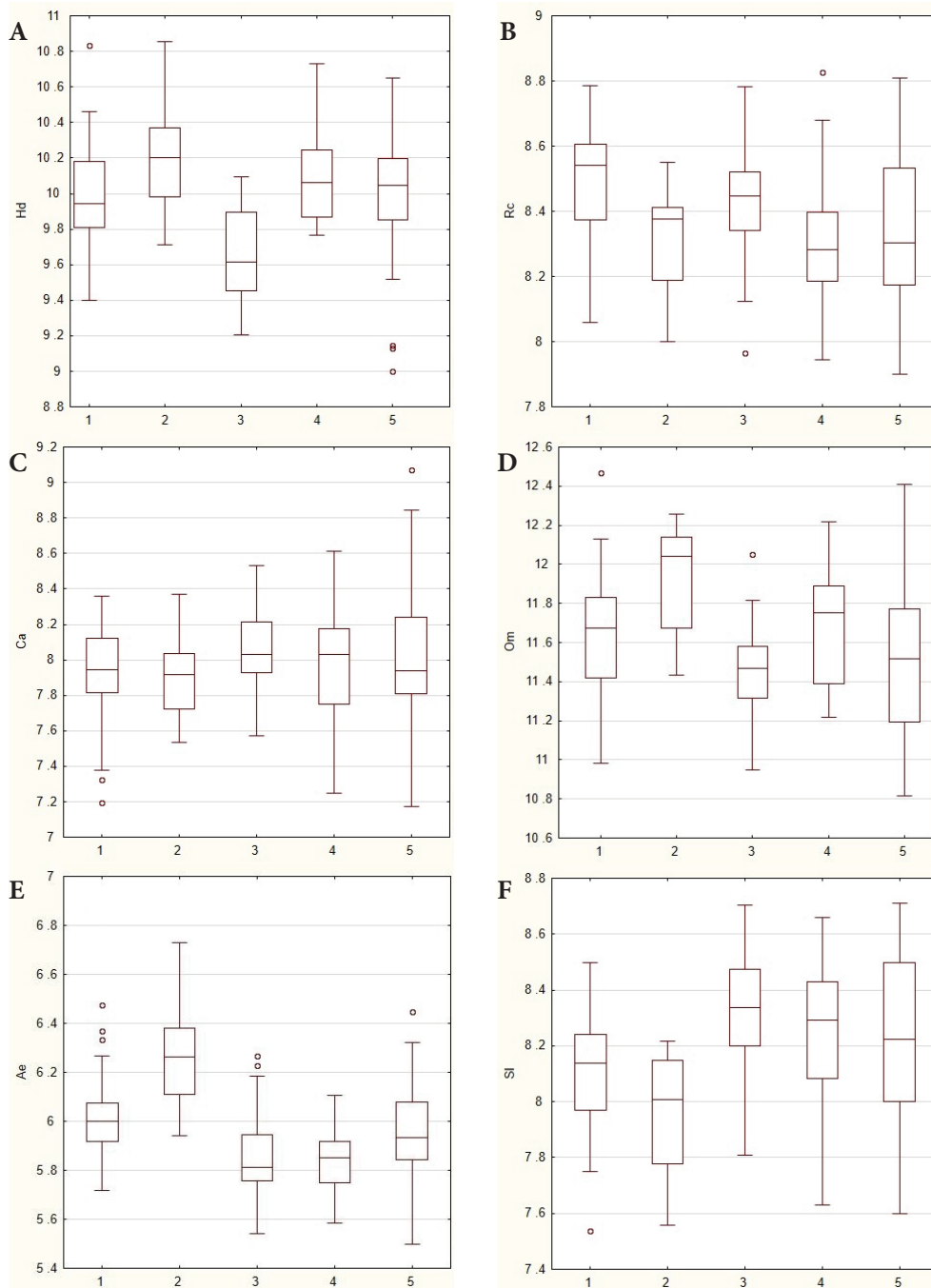
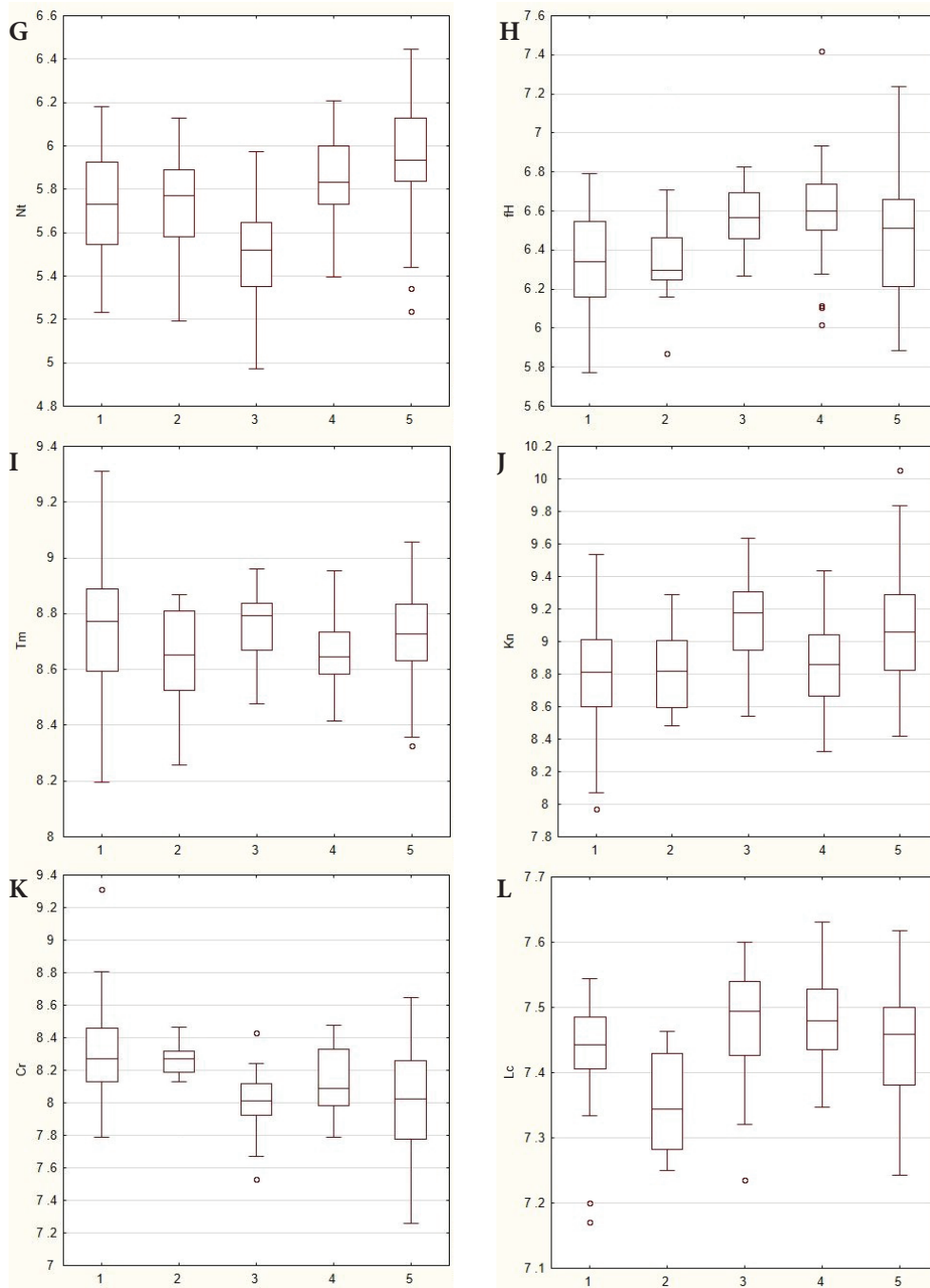


Рис. 3. Розподіл синтаксонів класу *Festuco-Brometea* за екологічними факторами: вологістю ґрунту (А), рівнем ґрунтової кислотності (В), вмістом карбонатів (С), омброрежимом клімату (D), рівнем ґрунтової аерації (Е), сольовим режимом ґрунту (F), вмістом ґрунтового азоту (G), флуктуаціями рівня зволоження (H), терморезимом клімату (I), континентальністю клімату (J), криорежимом клімату (K), за рівнем освітленості (L)

Fig. 3. Distribution of the syntaxa of the class *Festuco-Brometea* according to ecological factors: soil humidity (A), soil acidity (B), carbonate content in soil (C), climate humidity (ombroregime) (D), soil aeration (E), salt regime (F), nitrogen content in soil (G), dampng variability (H), thermal climate (I), climate continentality (J), cryoclimate (K), light (L)



На осі абсцис вказані номери синтаксонів: 1 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi*, 2 — *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri*, 3 — *Carici humilis-Stipetum capillatae*, 4 — *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Euphorbia semivillosa*, 5 — *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Vincetoxicum hirundinaria*. На осі ординат вказані значення екологічного фактора (умовні позначення аналогічні до рис. 2)

Numbers on the abscissa axis correspond to the numbers of syntaxa (see above). The values of ecological factors are indicated on the ordinate axis (the symbols correspond to those in Fig. 2)

Висновки

Рослинність класу *Festuco-Brometea* в природному заповіднику "Михайлівська цілина" характеризується невисоким ценотичним різноманіттям. Виявлено лише 3 асоціації даного класу, що представлені 2-ма субасоціаціями та 2-ма варіантами. Усі зазначені угруповання мають певний ступінь мезофітизації, що виражається складом домінантів, представлених кореневищними злаками (*Arrhenatherum elatius*, *Calamagrostis epigeios*, *Elytrigia repens*), чагарниками (*Chamaecytisus ruthenicus*) та різнотрав'ям (*Euphorbia semivillosa*). Ксерофітні види, характерні для даних асоціацій, мають високу константність, однак рідко домінують, що свідчить про їхнє поступове заміщення мезофітними кореневищно-злаковими та різнотравними угрупованнями, характерними для абсолютно заповідного степу. Найменш мезофітизовані угруповання *Carici humilis-Stipetum capillatae* та *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae knautietosum arvensi* поширені переважно на викошуваних протипожежних смугах. Більш мезофітизовані угруповання *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae primuletosum veri*, *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Euphorbia semivillosa* та *Carici humilis-Stipetum pennatae* var. *Vincetoxicum hirundinaria* є характерними для території раніше викошуваного степу (що не викошується протягом 11 років).

Виявлений в результаті ординаційного аналізу синтаксонів екологічний градієнт показує, що степові угруповання заповідника віддають перевагу сухим, помірно збагаченим ґрунтовим

азотом, добре аерованим місцезростанням з достатнім вмістом солей. Зі збільшенням ґрунтової вологості, зростанням вмісту мінерального азоту, зменшенням вмісту солей, зниженням ґрунтової аерації зростає і ступінь мезофітизації рослинності, а отже і ступінь її віддаленості від еталонного степового стану. Ключовими екологічними факторами за результатами ординаційного аналізу вважаємо вологість ґрунту (Hd), ґрунтову аерацію (Ae), рівень ґрунтового азоту (Nt) та сольовий режим ґрунту (Sl). В сучасних умовах заповідника на їхній рівень впливають наступні чинники: наявність/відсутність викошування, товщина шару мертвого покриву, мезо- і мікрорельєф, крутизна та експозиція схилів.

Підтверджена неефективність існуючого стану невикосування, що сприяє процесу мезофітизації рослинного покриву і перешкоджає збереженню степової рослинності. При цьому режимне викошування не усуває мезофітизацію рослинного покриву повністю, а лише значно її сповільнює. Про це свідчать зрушення показників вологості ґрунту на викошуваних протипожежних смугах за 95 років заповідності.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Автор повідомляє про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

М.С. Ларіонов:  <https://orcid.org/0000-0001-7710-4527>

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Andriyenko T.L., Perehrym M.M. 2012. *Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)*. Kyiv: Alterpress, 148 pp. [Андрієнко Т.Л., Перегрим М.М. 2012. *Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання)*. Київ: Альтерпрес, 148 с.].
- Berezhna I.O. 2019. Estimation of the impact of climatic conditions on the steppe ecosystems (using Nature Reserve "Mykhailivska Tsilyna" as an example). *Biosphere Reserve "Askania Nova" Reports*, 21: 411–413. [Бережна І.О. 2019. Оцінка впливу кліматичних умов на степові екосистеми (на прикладі природного заповідника "Михайлівська цілина"). *Вісник Біосферного заповідника "Асканія-Нова"*, 21: 411–413].
- Bezrodnova O.V., Loza I.M. 2006. Agrochemical characteristics of soils in Nature Reserve "Mykhailivska Tsilyna" (Sumy Region). *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 14(1): 7–11. [Безроднова О.В., Лоза І.М. Агрохімічна характеристика ґрунтів заповідника "Михайлівська цілина" (Сумська область). *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*, 14(1): 7–11].
- Bilyk H.I. 1957. Vegetation of Mykhailivska virgin steppe reservation and its alteration under the influence of human economic activity. *Ukrainian Botanical Journal*, 14(4): 26–39. [Білик Г.І. 1957. Рослинність заповідника "Михайлівська цілина" та її зміни під впливом господарської діяльності людини. *Український ботанічний журнал*, 14(4): 26–39].

- Bilyk H.I., Tkachenko V.S. 1972. Modern state of vegetative cover of the reservation Mykhailivska Tsilyna in Sumy Region. *Ukrainian Botanical Journal*, 29(6): 696–702. [Білик Г.І., Ткаченко В.С. 1972. Сучасний стан рослинного покриву заповідника "Михайлівська цілина" на Сумщині. *Український ботанічний журнал*, 29(6): 696–702.].
- Chytrý M., Tichý L. 2003. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: A statistical revision. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. Biologia*, 108: 1–231.
- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13: 79–90. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Didukh Ya.P. 2011. *The ecological scales for the species of the Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 176 pp.
- Dubyna D.V., Dziuba T.P., Iemeljanova S.M., Bagrikova N.O., Borysova O.V., Borsukevych L.M., Vynokurov D.S., Gapon S.V., Gapon Yu.V., Davydov D.A., Dvoretzkyi T.V., Didukh Ya.P., Zhmud O.I., Kozyr M.S., Konishchuk V.V., Kuzemko A.A., Pashkevych N.A., Ryff L.E., Solomakha V.A., Felbaba-Klushyna L.M., Fitsailo T.V., Chorna H.A., Chorney I.I., Shelyag-Sosonko Yu.R., Iakushenko D.M. 2019. *Prodrome of the Vegetation of Ukraine*. Eds. D.V. Dubyna, T.P. Dziuba. Kyiv: Naukova Dumka, 782 pp. [Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М., Багрикова Н.О., Борисова О.В., Борсукевич Л.М., Винокуров Д.С., Гапон С.В., Гапон Ю.В., Давидов Д.А., Дворецкий Т.В., Дідух Я.П., Жмуд О.І., Козир М.С., Конішчук В.В., Куземко А.А., Пашкевич Н.А., Рифф Л.Е., Соломаха В.А., Фельбаба-Клушина Л.М., Фіцайло Т.В., Чорна Г.А., Чорней І.І., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Якушенко Д.М. 2019. *Продромус рослинності України*. Відп. ред. Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба. Київ: Наукова думка, 782 с.].
- Hennekens S. 2017. *Turboveg for Windows: Manual. Version 2*. Available at: <https://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg/tvwin.pdf> (Accessed 7 February 2024).
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589–591.
- Hetman V.I. 2018. Mykhailivska Tsilyna. In: *Encyclopedia of modern Ukraine*. Eds: I.M. Dzyuba et al. Kyiv: Institute of Encyclopedic Research NAS of Ukraine. Available at: <https://esu.com.ua/article-64822> (Accessed 15 August 2023). [Гетьман В.І. 2018. Михайлівська цілина. В кн.: *Енциклопедія Сучасної України*. Ред. І.М. Дзюба та ін. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України].
- Hill M.O., Gauch H. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47–58. <https://doi.org/10.1007/BF00048870>
- Honcharenko I.V. 2000. Steppe vegetation of the north-eastern part of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine and its analysis. *Ukrainian Botanical Journal*, 57(3): 257–264. [Гончаренко І.В. 2000. Степова рослинність північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України та її аналіз. *Український ботанічний журнал*, 57(3): 257–264].
- Honcharenko I.V. 2017. *Phytoindication of anthropogenic factor*. Dnipro: Seredniak T.K., 127 pp. [Гончаренко І.В. 2017. *Фітоіндикація антропогенного навантаження*. Дніпро: Середняк Т.К., 127 с.].
- Larionov M. 2023. Peculiarities of functioning, problems and perspectives of the Nature Reserve Mykhailivska Tsilyna development: botanical aspect. In: *Objects of the nature reserve fund of Ukraine: current state and ways to ensure their effective operation: Proceedings of All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Slavuta, pp. 40–45. [Ларіонов М. 2023. Особливості функціонування, проблеми та перспективи розвитку природного заповідника "Михайлівська цілина": ботанічний аспект. В зб.: *Об'єкти природно-заповідного фонду України: сучасний стан та шляхи забезпечення ефективної їх діяльності: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. (м. Славута, 3–4 серпня 2023 р.). Славута, с. 40–45]. <https://doi.org/10.61584/3-4-08-2023-7>
- Larionov M.S. 2022. Vegetation cover of the Nature Reserve Mykhailivska Tsilyna: research history and present condition. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*, 2: 53–65. [Ларіонов М.С. 2022. Рослинний покрив природного заповідника "Михайлівська цілина": історія досліджень та сучасний стан. *Вісник Черкаського університету: Серія біологічні науки*, 2: 53–65]. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2022-2-53-65>
- Larionov M.S. 2023. Rare plant communities of the Nature Reserve Mykhailivska Tsilyna: modern state and actual tasks of their protection. In: *Ethnobotanical Traditions in Agronomy, Pharmacy and Garden Design: Proceedings of VI International Scientific Conference*. Uman, pp. 180–187. [Ларіонов М.С. 2023. Раритетні угруповання природного заповідника "Михайлівська цілина": сучасний стан та актуальні завдання охорони. *Етноботанічні традиції в агрономії фармації та садовому дизайні: матер. VI міжнародної наукової конференції*, (м. Умань, 5–8 липня 2023 р.). Умань, с. 180–187].
- Lavrenko Ye., Zoz I. 1928. Vegetation of Mykhailivskiy horse factory (former Kapnist's), Sumy Region. *Protection of Natural Monuments of Ukraine*, 2: 23–35. [Лавренко Є., Зоз І. 1928. Рослинність цілини Михайлівського кінного заводу (кол. Капніста), Сумської округи. *Охорона пам'яток природи на Україні*, 2: 23–35].
- Lysenko G.N., Korotchenko I.A. 2006. Syntaxonomic changes in the plant cover of meadow steppe in the "Mikhailovskaya Tselina" reserve (Sumy Region, Ukraine). *Vegetation of Russia*, 9: 43–57. [Лысенко Г.Н., Коротченко И.А. 2006. Синтаксономические изменения растительного покрова луговой степи заповедника "Михайловская целина" (Сумская область, Украина). *Растительность России*, 9: 43–57].
- Lysenko H.M. 2004. Ecological specifications of plant communities of meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna". *Scientific Principles of Biodiversity Conservation*, 6: 107–111. [Лисенко Г.М. 2004. Екологічні особливості рослинних угруповань лучного степу "Михайлівська цілина". *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*, 6: 107–111].

- Lysenko H.M. 2009. A comparative synphytoindication estimation of meadow steppe ecotopes of "Mykhailivska Tsilyna" and "Striletskyi Step". *Problems of Ecology and Nature Conservation of Technogenic Region*, 1(9): 57–66. [Лисенко Г.М. 2009. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону*, 1(9): 57–66].
- Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. 2001. *Sovremennaya nauka o rastitelnosti*. Moscow: Logos, 264 pp. [Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. 2001. *Современная наука о растительности*. Москва: Логос, 264 с.].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. 1999. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv, xxiii + 345 pp. <https://doi.org/10.13140/2.1.2985.0409>
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(S1): 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- National Atlas of Ukraine*. 2007. Kyiv: DNVP Kartohrafiia, 435 pp. [Національний атлас України. 2007. Київ: ДНВП "Картографія", 435 с.].
- R Core Team. 2023. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org/> (Accessed 04 January 2024).
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20: 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Sarycheva Z.A. 1966. *Dynamics of vegetation cover of meadow steppes of northwest part of the Forest-steppe of Ukraine according to research in the reserve Mikhaylovskaya Tselina*. Cand. Sci. Diss. Kiev, Institute of Botany AS of Ukrainian SSR, 378 pp. (manuscript). [Сарычева З.А. 1966. *Динамика растительного покрова луговых степей северо-восточной части лесостепи Украины по исследованиям в заповеднике "Михайловская целина"*. Дисс. ... канд. биол. наук. Киев, Институт ботаники АН УССР, 378 с. (рукопись)].
- Taliev V.I. 1918. Overview of the vegetation of Kharkov province. In: *Priroda i naselenie Slobodskoy Ukrainy. Kharkovskaya guberniya: Posobie po rodinovedeniyu*. Kharkov, pp. 91–154. [Талиев В.И. 1918. Очерк растительности Харьковской губернии. В кн.: *Природа и население Слободской Украины. Харьковская губерния: Посobie по родиноведению*. Харьков, с. 91–154].
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3): 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Tkachenko V.S. 2005. Peculiarities of self-development of the meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna" in the areas with different regimes of preservation. *News of Biosphere Reserve "Askania Nova"*, 7: 18–31. [Ткаченко В.С. 2005. Особливості саморозвитку лучного степу "Михайлівська цілина" на різнорежимних ділянках охорони. *Вісті біосферного заповідника "Асканія-Нова"*, 7: 18–31.].
- Tkachenko V.S., Fitsaylo T.V. 2016. Structural changes in phytosystems of meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna" Reserve in the 20th and early 21st centuries. *News of Biosphere Reserve "Askania Nova"*, 18: 23–34. [Ткаченко В.С., Фіцайло Т.В. 2016. Структурні зміни фітосистем лучного степу "Михайлівська цілина" у XX і на початку XXI століть. *Вісті біосферного заповідника "Асканія-Нова"*, 18: 23–34.].
- Tkachenko V.S., Lysenko H.M. 2005. Synphytoindication of the after fire changes ecotopic characteristics of meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna" in Sumy Region (Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 62(4): 468–483. [Ткаченко В.С. Лисенко Г.М. 2005. Синфітоіндикація постпірогенних змін екотопічних характеристик лучного степу "Михайлівська цілина" на Сумщині (Україна). *Український ботанічний журнал*, 62(4): 468–483.].
- Tkachenko V.S., Henov A.P., Lysenko H.M. 1993a. Vegetation structure of the steppe Reserve "Mykhailivska Tsilyna" (Ukraine) based on the data of large-scale mapping in 1991. *Ukrainian Botanical Journal*, 50(4): 5–15. [Ткаченко В.С., Генів А.П., Лисенко Г.М. 1993а. Структура рослинності заповідного степу "Михайлівська цілина" (Україна) за даними великомасштабного картування 1991 р. *Український ботанічний журнал*, 50(4): 5–15.].
- Tkachenko V.S., Lysenko H.M., Vakal A.P. 1993b. Changes in ecotopes of the meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna" (Sumy Region, Ukraine) in the course of reservation succession. *Ukrainian Botanical Journal*, 50(3): 41–51. [Ткаченко В.С., Лисенко Г.М., Вакал А.П. 1993б. Зміни екотопів лучного степу "Михайлівської цілини" (Сумська область, Україна) в ході резерватної сукцесії. *Український ботанічний журнал*, 50(3): 44–51.].
- Tkachenko V.S., Henov A.P., Lysenko H.M. 2003. Structural changes of the plant cover of the reserved meadow steppe "Mykhailivska Tsilyna" according to large-scale mapping in 2001. *News of Biosphere Reserve "Askania Nova"*, 5: 7–17. [Ткаченко В.С., Генів А.П., Лисенко Г.М. 2003. Структурні зміни в рослинному покриві заповідного лучного степу "Михайлівська цілина" за даними великомасштабного картування у 2001 році. *Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова"*, 5: 7–17.].
- Tkachenko V.S., Movchan Ya.I., Solomakha V.A. 1987. Analysis of syntaxonomic changes in plant cover of the "Mykhailivska Tsilyna" Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 44 (2): 65–73. [Ткаченко В.С., Мовчан Я.І., Соломаха В.А. 1987. Ана-

- ліз синтаксономічних змін лучних степів заповідника "Михайлівська цілина". *Український ботанічний журнал*, 44(2): 65–73].
- Tkachenko V.S., Parakhonska N.O., Sheremet L.H. 1984. Dynamics of the vegetation cover structure of the Reserve "Mykhailivska Tsilyna". *Ukrainian Botanical Journal*, 41(3): 71–74. [Ткаченко В.С., Парахонська Н.О., Шеремет Л.Г. 1984. Динаміка структури рослинного покриву заповідника "Михайлівська цілина". *Український ботанічний журнал*, 41(3): 71–74].
- Vasylyuk O., Borysenko K., Kuzemko A., Marushchak O., Tyestov P., Hrynyk Ye. 2019. *Proektuvannya i zberezhennya terytoriy merezhi Emerald (Smarahdovoi merezhi). Metodichni materialy*. Kyiv: LAT & K, 78 pp. [Васильюк О., Борисенко К., Куземко А., Марущак О., Тестов П., Гриник Є. 2019. *Проектування і збереження територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі). Методичні матеріали*. Київ: LAT & K, 78 с.]
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(1/3): 213–251. <https://doi.org/10.2307/1218190>
- Zelený D., Tichý L. 2009. Linking JUICE and R: New developments in visualization of unconstrained ordination analysis. In: *18th Workshop of European Vegetation Survey in Rome*. Roma: La Sapienza Univerzita, p. 123.
- Zoz I.H. 1933. Vegetation of Mykhailivska Tsilyna in Sumy Region. *Journal du cycle Botanique de l'Académie des Sciences d'Ukraine [Ukrainian Botanical Journal]*, 5–6: 157–165. [Зоз І.Г. 1933. Рослинність Михайлівської цілини на Сумщині. *Журнал біоботанічного циклу ВУАН*, 5–6: 157–165].

Syntaxonomy and ecological differentiation of vegetation of the class *Festuco-Brometea* in Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve

M.S. LARIONOV

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine,
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

Abstract. The article is devoted to syntaxonomy and synphytoindication of steppe vegetation in Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve (Sumy Region). Based on phytosociological materials collected in 2021–2022 and literature data, changes of steppe vegetation in the reserve over the past ten years have been analyzed. The plant communities of the class *Festuco-Brometea* were identified as two subassociations and two variants in three associations, belonging to one alliance and one order. The article provides characteristics of the syntaxa, their ecological requirements, synphytoindication indexes, and results of DCA-ordination of the obtained indexes of ecological factors. It has been found that the main ecological gradients affecting ecological and territorial differentiation of the syntaxa are the soil humidity, nitrogen content in soil, soil aeration, and total salt regime. During the study, an increasing mesophytization of the steppe vegetation was observed, caused by the absence of mowing on the territories that formerly were under the constant mowing regime.

Keywords: ordination, steppe vegetation, synphytoindication, syntaxonomy, Ukraine