

УДК 581.9(476)

СИНТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РУДЕРАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ МИНСКОГО Р-НА

С. И. ВАСЮК¹⁾, Е. Я. КУЛИКОВА^{1), 2)}

¹⁾Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Национальная академия наук Беларуси,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

²⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Растительность железных дорог представляет большой интерес в качестве новых антропогенных местообитаний травяных сообществ, которые распространяются не только вдоль железнодорожного полотна, но и около других коммуникативных сооружений. Исследования в данной области направлены на получение новых знаний о разнообразии и экологических особенностях растительных сообществ, формирующихся вдоль железных дорог, а также их роли в современном ландшафте. Изучение растительного покрова железных дорог позволит прогнозировать и регулировать распространение заносных, в том числе потенциально инвазионных видов, с последующей разработкой мер мониторинга и управления адвентивными видами растений. Цель работы: охарактеризовать синтаксономическое разнообразие рудеральной растительности, сформировавшейся вдоль железных дорог Минского р-на. Полевые исследования проводились в 2021–2024 гг. стандартными геоботаническими методами на 15 ключевых участках. На исследуемых территориях выделялись 3 группы местообитаний: железнодорожное полотно, откос, полоса отчуждения. Для выявления и дифференциации растительных сообществ применялся метод t-SNE и кластерный анализ. Эколого-флористическая классификация растительности выполнена с использованием метода Браун-Бланке. В результате анализа установлено, что синтаксономическое разнообразие рудеральной растительности железных дорог исследуемой территории представлено 3 классами (*Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975, *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951 и *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951), 3 порядками, 3 союзами, 6 ассоциациями и 2 вариантами ассоциаций. Разработанная система синтаксонов позволяет определить экологические особенности и характер сукцессии травяных сообществ в разных типах местообитаний железных дорог. Так, вдоль железнодорожного полотна в условиях высокой антропогенной нагрузки формируются ксерофитные сообщества ассоциации (асс.) *Linario – Brometum tectorum* Knapp 1961, характерные для начальных стадий восстановительной сукцессии. Мезофитные полустепные фитоценозы порядка *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 класса *Artemisietea vulgaris* (асс. *Convolvulo arvensis-Elytrigietum repentis* Felföldy 1943, *Pastinaco sylvestri – Elytrigietum repentis* Ishbirdin in Ishbirdin et al. 1988 и *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* Arepieva 2015) получили широкое распространение на откосах железнодорожных насыпей и в полосе отчуждения. Нитрофитные сообщества класса *Epilobietea angustifolii* (асс. *Elytrigio repentis – Aegopodietum podagrariae* Tuxen 1967 и *Chaerophylletum aromatici* Neuhauslova-Novotna et al. 1969) развиваются на более увлажненных субстратах откосов и полосы отчуждения в условиях наименьшего нарушения среды.

Ключевые слова: рудеральные сообщества; железные дороги; синтаксономия; синэкологические оптимумы; Минский р-н.

Образец цитирования:

Васюк СИ, Куликова ЕЯ. Синтаксономическое разнообразие рудеральной растительности железных дорог Минского р-на. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2025;4:18–34.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-18-34>

For citation:

Vasiuk SI, Kulikova EYa. Syntaxonomic diversity of ruderal vegetation along railways in the Minsk region. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2025;4:18–34. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-18-34>

Авторы:

Елена Ярославна Куликова – кандидат биологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности¹⁾; доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета²⁾.

Снежана Игоревна Васюк – младший научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности.

Authors:

Elena Ya. Kulikova, PhD (biology), docent; leading researcher at the laboratory of geobotany and vegetation cartography^a; associate professor at the department of general ecology and biology teaching methods, faculty of biology^b.

kulikova22@mail.ru

Snezhana I. Vasiuk, junior researcher at the laboratory of geobotany and vegetation cartography.

snezhana.vi.02@yandex.by

SYNTAXONOMIC DIVERSITY OF RUDERAL VEGETATION ALONG RAILWAYS IN THE MINSK REGION

S. I. VASIUK^a, E. Ya. KULIKOVA^{a,b}

^aV. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
27 Akademichnaja Street, Minsk 220072, Belarus

^bBelarusian State University,

4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: S. I. Vasiuk (snezhana.vi.02@yandex.by)

Railway vegetation is of great interest as a new anthropogenic habitat for grass communities, which spread not only along railway tracks but also along other communication structures. Research in this area is aimed at gaining new knowledge about the diversity and characteristics of plant communities forming along railways, as well as their role in the modern landscape. Studying the vegetation cover of railways will make it possible to predict and regulate the spread of introduced, potentially invasive species, with the subsequent development of measures for monitoring and managing adventitious plant species. The aim of the study was to characterize the syntaxonomic diversity of the ruderal vegetation formed along the railways of the Minsk region. Field studies were conducted between 2021 and 2024 using standard geobotanical methods at 15 key sites. Three habitat groups were identified in the study areas: railway tracks, embankments, and right-of-way strips. The t-SNE method and cluster analysis were used to identify and differentiate plant communities. The ecological and floristic classification of vegetation was performed using the Braun-Blanke method. The analysis revealed that the syntaxonomic diversity of ruderal vegetation along railways in the study area is represented by three classes (*Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975, *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951 and *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951), three orders, three unions, six associations, and two association variants. The developed system of syntaxa allows determining the ecological characteristics and nature of succession of grass communities in different types of railway habitats. Thus, along the railway tracks, under conditions of high anthropogenic pressure, xerophytic communities of the *Linario – Brometum tectorum* Knapp 1961 association (ass.) are formed, representing the initial stages of restorative succession. Mesophytic communities of the order *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 of the class *Artemisietea vulgaris* (ass. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis* Felföldy 1943, *Pastinaco sylvestris – Elytrigietum repentis* Ishbirdin in Ishbirdin et al. 1988 and *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* Arepieva 2015) are widespread on embankments and right-of-way strips, representing semi-natural grass phytocenoses. Nitrophytic communities of the class *Epilobietea angustifolii* (ass. *Elytrigio repentis – Aegopodietum podagrariae* Tuxen 1967 and *Chaerophylletum aromatici* Neuhauslova-Novotna et al. 1969) develop on more humid substrates of embankments and right-of-way strips with low environmental disturbance.

Keywords: ruderal communities; railways; syntaxonomy; synecological optima; Minsk region.

Введение

Железные дороги – антропогенные местообитания, специфические условия которых определяют состав и структуру прилегающих фитоценозов [1].

Общая протяженность железных дорог на территории Беларуси составляет 5,5 тыс. км, включая остановочные пункты, соединительные пути, станции (грузовые, сортировочные и пассажирские) [2].

Балластный материал, применяемый при строительстве железных дорог, способствует отведению воды от железнодорожных путей, что приводит к формированию вдоль полотна засушливых условий с распространением ксерофитных видов [3]. Растения, непосредственно примыкающие к железнодорожному полотну, подвержены наиболее экстремальным воздействиям со стороны железнодорожного транспорта, включая высокое прогревание, действие беглого огня, смазочных масел, тяжелых металлов, механическое повреждение и т. д. Фитоценозы откосов железнодорожных насыпей и полос отчуждения формируются в более мезофитных условиях, характеризуются оптимальной гидратацией, достаточным минеральным богатством и pH, близким к слабокислому, что является нормой для большинства растений умеренного пояса. При этом минеральное богатство и кислотность субстрата обеспечивают сточные воды и биогенный мусор [4].

Роль железных дорог в формировании растительности все еще остается дискуссионной. Их основная особенность как линейных инженерных сетей состоит в формировании «коридоров» для распространения чужеродных видов растений [5]. С другой стороны, откосы железных дорог могут стать альтернативными местами обитания для редких луговых видов, а высокое число цветущих растений способствует поддержанию биоразнообразия насекомых-опылителей [6; 7].

Таким образом, знания о растительном покрове железных дорог позволяют прогнозировать и регулировать распространение заносных видов растений, а также выявить альтернативную роль железнодорожного полотна как особого типа антропогенных ландшафтов, способствующих поддержанию биоразнообразия.

Цель настоящего исследования – характеристика синтаксономического разнообразия рудеральной растительности, сформировавшейся вдоль железных дорог Минского р-на.

Материалы и методы исследования

Исследования травяных сообществ железных дорог Минского р-на проводились в вегетационный период 2021–2024 гг. За период исследования было выполнено 47 геоботанических описаний рудеральной растительности на 15 ключевых участках: остановочные пункты (о. п.): «Курасовщина», «Мачулищи», «Минское море», «Степянка», «Зеленое», «Помыслище», «Хмелевка», «Крыжовка», «Пралески», «Татарщизна», «Вязынка», «Бояры» и станции (ст.): «Беларусь», «Олехновичи» и «Радосковичи» (рис. 1). При описании травяных сообществ были выделены три группы их местообитаний [8]: железнодорожное полотно, откос насыпи и полоса отчуждения. Геоботанические описания проводились на пробной площади размером 100 м².

Синтаксономия исследуемых рудеральных сообществ разработана на основе принципов эколого-флористической классификации в соответствии с общими методологическими принципами Браун-Бланке [9]. Для оценки обилия видов была использована комбинированная шкала: *r* – вид чрезвычайно редок, покрытие незначительное, единичные экземпляры; + – вид редок и имеет малое проективное покрытие; 1 – особей вида много, но покрытие не более 5 %; 2 – число особей вида велико, проективное покрытие 5–25 %; 3 – число особей вида любое, проективное покрытие 25–50 %; 4 – число особей вида любое, проективное покрытие 50–75 %; 5 – число особей вида любое, проективное покрытие более 75 %.

Хранение и анализ геоботанических данных проведен с помощью программ *TURBOVEG 2.157* [10] и *JUICE 7.1* [11]. На первом этапе обработки материалов для установления крупных фитоценозов применялся метод стохастического встраивания соседей с *t*-распределением (*t*-SNE (*t*-distributed stochastic neighbor embedding)), позволяющий отображать на плоскости многомерные гиперпространства [12; 13]. Для окончательного выявления иерархии синтаксонов использован кластерный анализ по методу Уорда на базе программного обеспечения *PAST 4.11* [14].

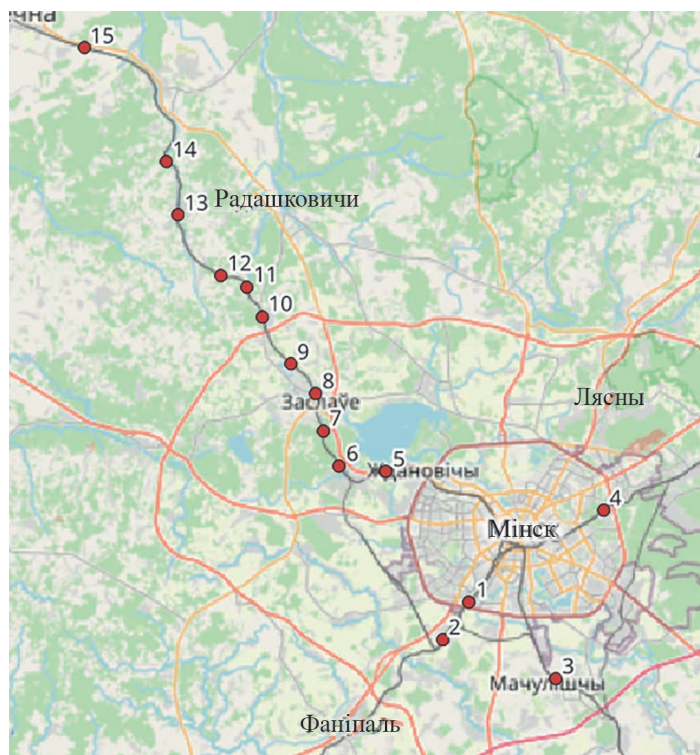


Рис. 1. Месторасположение ключевых участков (пункты описаний):

- 1 – о. п. «Курасовщина»; 2 – о. п. «Помыслище»; 3 – о. п. «Мачулищи»; 4 – о. п. «Степянка»; 5 – о. п. «Минское море»;
6 – о. п. «Крыжовка»; 7 – о. п. «Зеленое»; 8 – ст. «Беларусь»; 9 – о. п. «Хмелевка»; 10 – ст. «Радосковичи»;
11 – о. п. «Вязынка»; 12 – о. п. «Пралески»; 13 – ст. «Олехновичи»; 14 – о. п. «Бояры»; 15 – о. п. «Татарщизна»

Fig. 1. Location of key sites (description points):

- 1 – «Kurasovshchina»; 2 – «Pomyslishche»; 3 – «Machulishchi»; 4 – «Stepyanka»; 5 – «Minskoe more»;
6 – «Kryzhovka»; 7 – «Zelenoe»; 8 – «Belarus»; 9 – «Khmelevka»; 10 – «Radoshkovichi»; 11 – «Vyazinka»;
12 – «Praleski»; 13 – «Olekhnovichi»; 14 – «Bojary»; 15 – «Tatarshchizna»

Выделение диагностических видов (д. в.) проводилось на базе программного обеспечения *JUICE 7.1*. В качестве показателя точности применялся ϕ -коэффициент (ϕ) с пороговым значением 0,25 (за диагностические принимались виды с $\phi > 0,25$), который умножался на 100 и выражался в процентах [15; 16]. Постоянство видов в синтаксонах определялось согласно схеме: I ≤ 20 %; II – 21–40 %; III – 41–60 %; IV – 61–80 %; V – 81–100 %.

Название высших синтаксономических единиц дано в соответствии с «Vegetation of Europe...» [17]. Для выявления диагностических комбинаций видов классов и порядков использовались база данных по флоре и растительности Чехии [18], данные сайта *FloraVeg.EU* [19], а также ряд литературных источников [20–25]. Название видов приведено по *The Euro+Med PlantBase* [26], за исключением *Festuca pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Carex contigua*, *Cerastium holosteoides*, *Heracleum sosnowskyi*, *H. sibiricum*, приведенные по С. К. Черепанову [27].

Синэкологические оптимумы рассчитывались по шкалам Элленберга [28; 29] в программе *JUICE 7.1* с учетом обилия растений в фитоценозе. Синоптические таблицы представлены в сокращенном виде, в них включены только виды с постоянством выше II.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате статистической обработки и ординации геоботанических описаний в многомерном пространстве методом *t*-SNE (рис. 2) травяные сообщества разделились на 7 фитоценозов. Кластерный анализ (рис. 3) подтвердил флористические различия установленных синтаксонов и позволил уточнить положение отдельных сообществ.

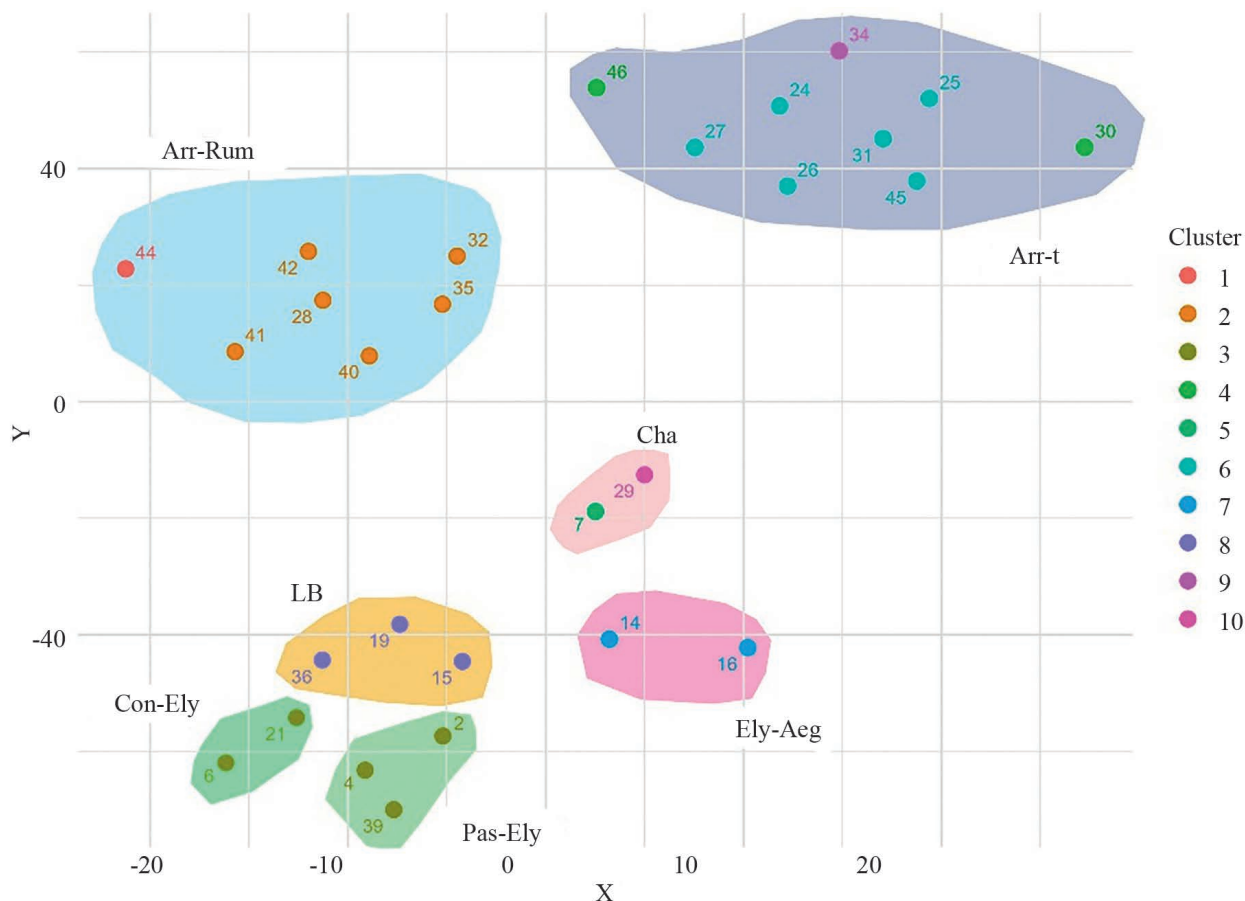


Рис. 2. Анализ исследуемых рудеральных сообществ с использованием метода *t*-SNE

Fig. 2. Analysis of the studied ruderal communities using the *t*-SNE method

Сокращения / Abbreviations: LB – acc. / ass. *Linario – Brometum tectorum*, Ely-Aeg – acc. / ass. *Elytrigio repentis – Aegopodietum podagrariae*, Cha – acc. / ass. *Chaerophylletum aromatici*, Con-Ely – acc. / ass. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis*, Pas-Ely – acc. / ass. *Pastinaco sylvestris – Elytrigietum repentis*, Arr-t – acc. / ass. *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* (вариант / variant *typicum*), Arr-Rum – acc. / ass. *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* (вариант / variant *Rumex thyrsiflorus*)

Анализ синэкологических оптимумов подтверждает и дополняет полученные первичные данные (рис. 4), отражая характер распространения и формирования растительных сообществ в разных типах местообитаний вдоль железных дорог.

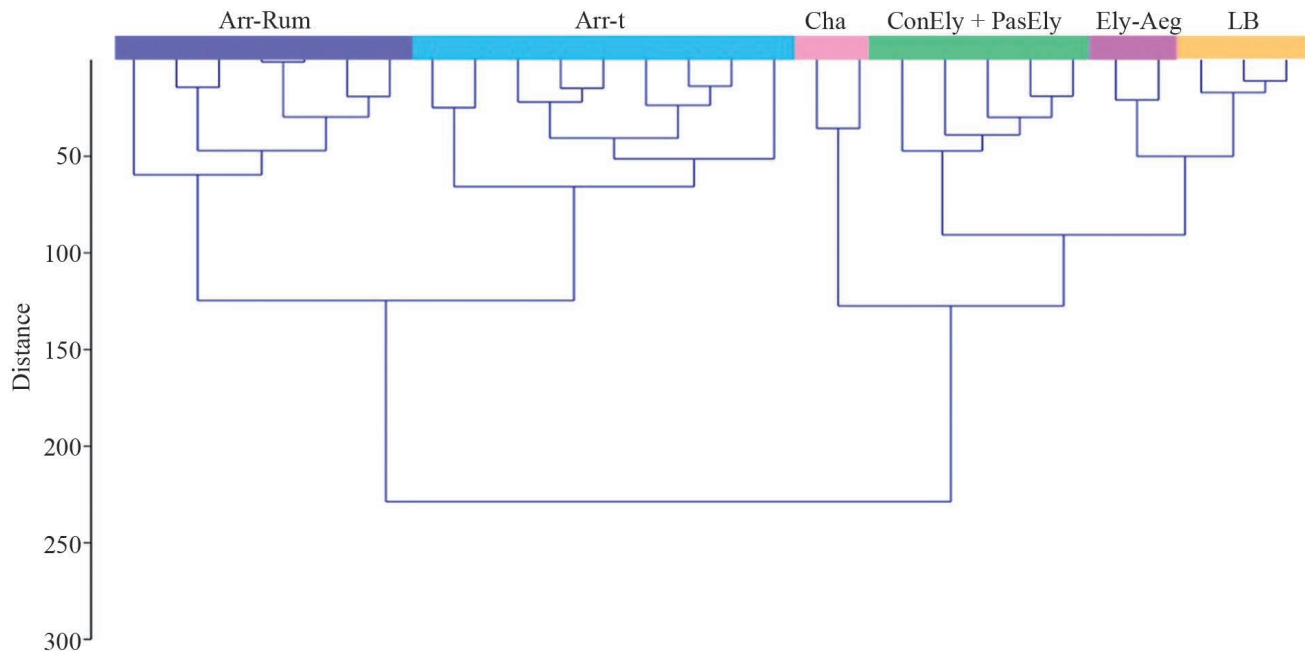


Рис. 3. Анализ исследуемых рудеральных сообществ с использованием кластерного анализа (перечень сокращений указан в примечании к рис. 2)

Fig. 3. Analysis of the studied ruderal communities using cluster analysis (the list of abbreviations is given in the note to Fig. 2)

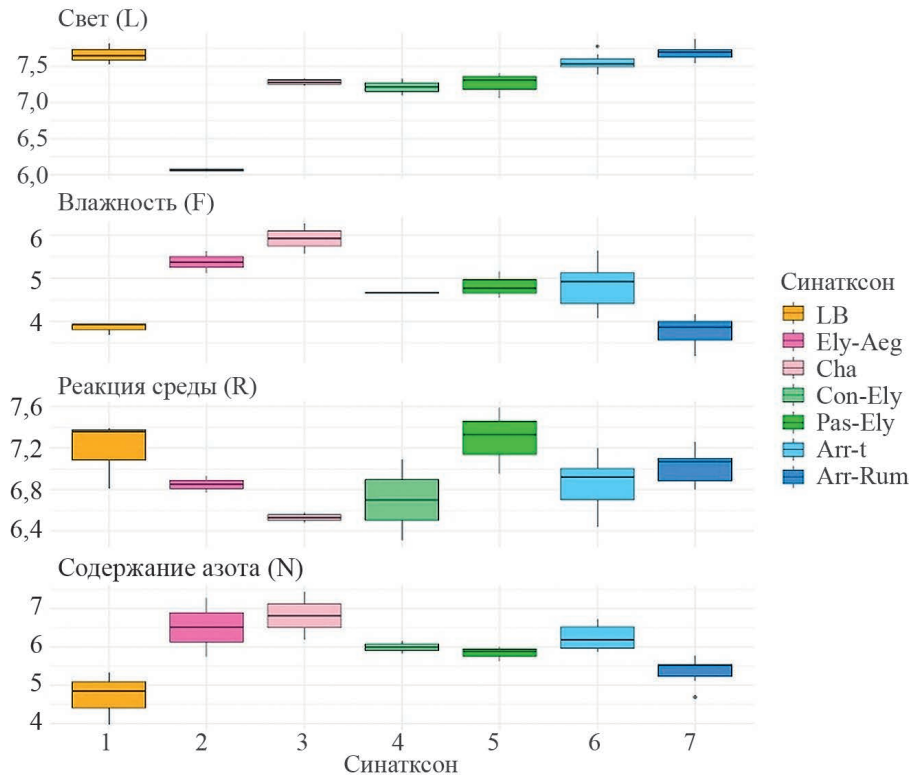


Рис. 4. Синэкологические оптимумы установленных синтаксонов по шкале Элленберга (перечень сокращений указан в примечании к рис. 2)

Fig. 4. Sinécological optima of selected syntaxons according to Ellenberg’s scale (the list of abbreviations is given in the note to Fig. 2)

Ценотическое разнообразие рудеральной растительности исследуемых железных дорог Минского р-на представлено 3 классами, 3 порядками, 3 союзами, 6 ассоциациями и 2 вариантами ассоциаций (табл.). Ниже представлен продромус исследуемой растительности и дана характеристика установленным синтаксонам (рис. 5).



Рис. 5. Облик рудеральных сообществ, формирующихся вдоль железных дорог Минского района (перечень сокращений указан в примечании к рис. 2)

Fig. 5. The appearance of ruderal communities forming along the railways of the Minsk region (the list of abbreviations is given in the note to Fig. 2)

Продромус рудеральной растительности железных дорог Минского р-на

Класс *Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975

Порядок *Sisymbrietalia sophiae* J. Tx. ex Görs 1966

Союз *Sisymbrium officinalis* Tx. et al. ex von Rochow 1951

Асс. *Linario – Brometum tectorum* Knapp 1961

Класс *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951

Порядок *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969

Союз *Convolvulo arvensis – Agropyron repentis* Görs 1967

Асс. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis* Felföldy 1943

Асс. *Pastinaco sylvestris – Elytrigietum repentis* Ishbirdin in Ishbirdin et al. 1988

Асс. *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* Arepieva 2015

Вариант *Rumex thyrsiflorus*

Вариант *typicum*

Класс *Epilobietea angustifolii* Тх. et Preising ex von Rochow 1951

Порядок *Circaeo lutetianae – Stachyetalia sylvaticae* Passarge 1967

Союз *Aegopodion podagrariae* Tuxen 1967

Асс. *Chaerophylletum aromatici* Neuhauslova-Novotna et al. 1969

Асс. *Elytrigio repentis – Aegopodietum podagrariae* Tuxen 1967

Таблица

Синоптическая таблица ассоциаций рудеральной растительности железных дорог Минского р-на

Table

Synoptic table of associations of ruderal vegetation of railways in the Minsk region

Синтаксон	1	2	3	4	5	6	7
Число описаний	3	2	2	2	4	13	9
Среднее число видов	25	39	29	37	37	35	27
Средняя высота	34	39	60	60	65	54	51
Характеристика субстрата (среднее)							
свет	7,67	6,07	7,29	7,22	7,26	7,56	7,69
влажность	3,85	5,38	5,92	4,67	4,83	4,86	3,77
содержание азота	4,72	6,52	6,82	6,00	5,84	6,26	5,36
кислотность	7,19	6,85	6,53	6,70	7,29	6,86	7,01
Д. в. асс. <i>Linario-Brometum tectorum</i>							
<i>Anisantha tectorum</i>	V ^{50,3}	V	–	III	II	II	I
Д. в. асс. <i>Convolvulo arvensis–Elytrigietum repentis</i> и <i>Pastinaco sylvestris–Elytrigietum repentis</i>							
<i>Elytrigia repens</i>	IV	III	III	V ^{41,8}	V ^{40,8}	II	III
Д. в. асс. <i>Pastinaco sylvestris–Elytrigietum repentis</i>							
<i>Pastinaca sativa</i>	–	–	III	III	V ^{59,9}	II	II
Д. в. асс. <i>Arrhenathero elatioris–Dactylidetum glomeratae</i> вариант <i>typicum</i>							
<i>Arrhenatherum elatius</i>	IV	–	III ^{3,9}	III	II	V ⁴⁶	V ^{38,3}
<i>Dactylis glomerata</i>	II	V	V	III	IV	IV	IV ^{69,2}
Д. в. асс. <i>Arrhenathero elatioris–Dactylidetum glomeratae</i> вариант <i>Rumex thyrsoiflorus</i>							
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	II	III	9,1	III ^{4,9}	– ^{15,7}	– ^{2,8}	V
Д. в. асс. <i>Elytrigio repentis–Aegopodietum podagrariae</i>							
<i>Aegopodium podagraria</i>	–	V ^{73,5}	–	III ^{9,7}	II	I	–
<i>Urtica dioica</i>	IV	V ¹⁶	III ^{2,9}	V	II	II ²	II
Д. в. асс. <i>Chaerophylletum aromatici</i>							
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	–	–	V ^{80,2}	–	II	III	II
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>							
<i>Equisetum arvense</i>	V	V ^{5,2}	V	III	V	IV	IV
<i>Linaria vulgaris</i>	IV	III	–	–	II	I	II
<i>Achillea millefolium</i>	IV	III	V	V	IV	V ^{20,6}	V ^{14,7}

Продолжение табл.

Table continued

<i>Arctium tomentosum</i>	—	—	V ^{45,6}	—	III	I	II
<i>Silene vulgaris</i>	IV	III	—	III	II	IV	II
<i>Sonchus arvensis</i>	IV	III	—	—	II	I	—
<i>Melilotus albus</i>	IV	—	—	—	II	II	—
<i>Berteroa incana</i>	IV	—	—	III	III	I	III
<i>Verbascum thapsus</i>	II ^{29,5}	—	—	III	—	—	II
<i>Medicago x varia</i>	II ⁵	—	—	III ^{22,5}	—	I ^{10,8}	II
<i>Medicago lupulina</i>	II ^{4,2}	III ^{0,3}	—	III ^{21,5}	III	III	II
<i>Medicago sativa</i>	II	—	—	—	II ^{10,5}	III ¹¹	II
<i>Artemisia vulgaris</i>	II	III	—	V ¹⁹	III ^{11,9}	II	II
<i>Artemisia absinthium</i>	II	—	—	V ^{19,2}	II ⁷	II	II
<i>Erigeron annuus</i>	II	III	—	V	IV	I	II
<i>Oenothera biennis</i>	II	III	—	III	—	—	I
<i>Tanacetum vulgare</i>	II	—	—	III	II	I	
<i>Cichorium intybus</i>	II	—	—	III	II	I	—
<i>Melilotus officinalis</i>	II	—	—	III	—	I	—
<i>Calamagrostis epigejos</i>	—	—	—	III	IV	III	III ^{28,7}
<i>Bromopsis inermis</i>	—	—	—	III ^{11,8}	III	II	—
<i>Daucus carota</i>	—	—	—	III	III ^{30,3}	I	I
<i>Solidago canadensis</i>	—	III	—	—	II	II	III
<i>Tussilago farfara</i>	—	III	—	—	—	II	I
Д. в. класса <i>Molinio</i> – <i>Arrhenetheretea</i>							
<i>Knautia arvensis</i>	IV	III	V	V ^{20,2}	III	IV	V
<i>Festuca pratensis</i>	II ^{15,9}	III	—	—	II ^{14,8}	I	—
<i>Vicia sepium</i>	II	V ^{23,8}	V	III	IV	III	II
<i>Plantago lanceolata</i>	II	III	—	III ^{15,1}	III ^{15,1}	II	I
<i>Galium album</i>	II	V	—	V	IV	V ^{0,3}	IV ^{1,8}
<i>Carex hirta</i>	II	V	—	III	IV	II	—
<i>Scorzoneroideis autumnalis</i>	II	—	—	III ^{25,5}	II	III	I
<i>Geranium pratense</i>	II	III	V	III ^{18,8}	IV	III	III
<i>Tragopogon pratensis</i>	II	—	III	—	—	III	III
<i>Argentina anserina</i>	II	—	III	III	II	I	—
<i>Vicia cracca</i>	—	V ^{5,1}	V	III	IV	V ^{19,7}	IV ^{4,8}
<i>Lathyrus pratensis</i>	—	V	V ^{19,7}	—	III	IV	III
<i>Pimpinella saxifraga</i>	—	V	—	III	III	IV	IV
<i>Agrostis capillaris</i>	—	V	—	III ^{38,8}	III	II	II

Продолжение табл.

Table continued

<i>Alchemilla vulgaris</i>	—	III ^{19,2}	III	—	III	I	—
<i>Trifolium repens</i>	—	III	III ^{23,1}	—	II ^{13,8}	II ^{0,9}	I
<i>Phleum pratense</i>	—	III	V ^{40,9}	—	IV	II	—
<i>Trifolium pratense</i>	—	III	V ^{4,6}	V ^{32,5}	III	IV	II
<i>Poa pratensis</i>	—	III	—	—	III ^{52,4}	II	—
<i>Agrostis stolonifera</i>	—	III	—	—	II	I	—
<i>Ranunculus acris</i>	—	III	V	III	III	II	II ^{14,4}
<i>Stellaria graminea</i>	—	III	V	—	II	III	II
<i>Centaurea jacea</i>	—	III	III ^{11,7}	—	II	IV	IV ^{17,7}
<i>Veronica chamaedrys</i>	—	III	III	—	III	II	I
<i>Leucanthemum vulgare</i>	—	III	—	—	—	I	—
<i>Plantago major</i>	—	—	III ^{26,2}	III ¹²	III	I	—
<i>Anthriscus sylvestris</i>	—	—	III ^{22,3}	—	II	III	III
<i>Rumex confertus</i>	—	—	III ¹⁸	—	III	II	II ^{3,5}
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	III	III ^{25,5}	II	I	—
<i>Festuca rubra</i>	—	—	III	—	—	—	—
<i>Campanula patula</i>	—	—	III	—	—	II	—
<i>Cerastium holosteoides</i>	—	—	III	—	—	II	—
<i>Leontodon hispidus</i>	—	—	III	—	—	I	—
<i>Selinum carvifolia</i>	—	—	—	—	—	I ^{29,1}	—
<i>Agrostis gigantea</i>	—	—	—	—	—	I ^{14,2}	—
Д. в. класса <i>Trifolio – Geranietea sanguinei</i>							
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	—	III	III ^{25,4}	—	III ^{13,7}	I	—
<i>Hypericum perforatum</i>	—	III	V	III	II	II	—
<i>Campanula rapunculoides</i>	—	—	—	III	—	I	—
<i>Lathyrus sylvestris</i>	—	—	—	—	III	—	—
Д. в. класса <i>Sisymbrietea</i>							
<i>Convolvulus arvensis</i>	IV	—	III	V	IV	V	V
<i>Geranium pusillum</i>	IV	—	—	III	—	—	—
<i>Lactuca serriola</i>	II	—	—	V	—	I	I ^{13,6}
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	II	—	—	III	—	I	—
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	II	—	—	III	—	II	—
<i>Bromus hordeaceus</i>	II	—	—	—	III	—	—
<i>Bunias orientalis</i>	—	—	—	—	II ^{22,7}	I	—
<i>Cirsium arvense</i>	—	—	—	III	II ^{19,6}	II ^{9,6}	—
Д. в. класса <i>Epilobetea angustifolii</i>							
<i>Geranium robertianum</i>	—	III ^{25,5}	—	—	—	—	—
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	—	—	III ^{22,3}	—	—	I ^{1,3}	—

Окончание табл.

Ending table

<i>Epilobium angustifolium</i>	—	—	III ^{12,9}	III ^{12,9}	III ^{11,7}	—	—
<i>Epilobium hirsutum</i>	—	—	—	III	II	—	—
<i>Chelidonium majus</i>	—	—	—	—	—	I ¹²	—
<i>Heracleum sibiricum</i>	—	III	—	—	—	I	—
<i>Lupinus polyphyllus</i>	—	—	—	—	—	I	II ^{19,3}
Д. в. класса <i>Papaveretea rhoeadis</i>							
<i>Galium aparine</i>	II	V ^{19,7}	III	—	—	II ^{5,9}	II
<i>Viola arvensis</i>	—	III	—	—	—	I	I
<i>Fallopia convolvulus</i>	II	III	—	—	—	I	—
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	—	III	—	—	—	I	—
<i>Myosotis arvensis</i>	—	III	—	—	II	II	III
<i>Atriplex patula</i>	—	—	—	III	—	—	—
Д. в. класса <i>Koelerio – Coryneporetea canescentis</i>							
<i>Sedum acre</i>	V	III	—	—	—	I	I ^{20,8}
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	II ^{20,3}	V	—	—	—	I	—
<i>Arabidopsis arenosa</i>	II	V	—	—	—	I	II
<i>Poa angustifolia</i>	—	—	III ^{54,1}	III	—	I	—
<i>Galium verum</i>	—	—	—	III	III ^{27,5}	II	I
<i>Potentilla argentea</i>	—	—	—	—	II	II	II
<i>Artemisia campestris</i>	—	—	—	—	—	II	III
<i>Thymus serpyllum</i>	—	—	—	—	—	—	I ^{21,9}
Другие виды:							
<i>Taraxacum officinale</i>	V	V	V ^{19,4}	III ^{5,6}	IV ^{0,9}	V	III
<i>Erigeron canadensis</i>	IV	—	—	III ^{19,2}	II ⁷	II	—
<i>Veronica arvensis</i>	—	V	—	—	—	—	—
<i>Cornus sanguinea</i>	—	III ^{36,3}	—	—	—	—	—
<i>Acer platanoides</i>	—	III ^{25,5}	—	—	—	—	I
<i>Ulmus laevis</i>	—	III	—	—	—	I ^{11,4}	I ^{9,5}
<i>Epilobium montanum</i>	—	III	—	—	—	—	—
<i>Polygonum aviculare</i>	—	III	—	—	—	—	—
<i>Carex contigua</i>	—	—	III	—	II	I	—
<i>Euphorbia cyparissias</i>	—	—	—	III ^{47,1}	—	—	—
<i>Phragmites australis</i>	—	—	—	III	III ^{29,1}	I	—
<i>Medicago falcata</i>	—	—	—	—	—	II	III ⁴⁰
<i>Physocarpus opulifolius</i>	—	—	—	—	—	I	II
<i>Salix caprea</i>	—	—	—	—	—	—	I ^{13,6}
<i>Acer negundo</i>	—	—	—	—	—	—	II ^{19,3}

Примечание. В таблицу включены виды с постоянством III–V и значениями $\phi \geq 0,25$ (указан в надстрочном знаке). Синтаксоны: 1 – асс. *Linario – Brometum tectorum*, 2 – асс. *Elytrigio repentis – Aegopodietum podagrariae*, 3 – асс. *Chaerophylletum aromatici*, 4 – асс. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis*, 5 – асс. *Pastinaco sylvestris – Elytrigietum repentis*, 6 – асс. *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* вариант *typicum*, 7 – асс. *Arrhenathero elatioris – Dactylidetum glomeratae* вариант *Rumex thyrsoiflorus*.

Класс *Sisymbrietea* включает сообщества нарушенных местообитаний, представляющие начальные стадии восстановительной сукцессии. В составе таких фитоценозов с высокой долей встречаются чужеродные виды, а также однолетники с широким ареалом обитания [20; 30].

Асс. *Linario – Brometum tectorum* Knapp 1961

Диагностический вид – *Anisantha tectorum* (доминант (дом.)).

Состав и структура. Сообщества распознаются по доминированию в травостое *Anisantha tectorum*, часто в виде сухих побегов. С высоким обилием встречается *Linaria vulgaris*. Фитоценозы отличаются низкой жизненностью за счет высокой антропогенной нагрузки. Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя изменяется от 15 до 50 %, характеризуется высокой мозаичностью. Ярусность не выражена, высота растений в сообществе колеблется от 27 до 40 см. В травостое наибольшей константностью характеризуются *Geranium pusillum*, *Sedum acre*, *Sonchus arvensis*, *Echium vulgare*, *Potentilla intermedia* и др. Ядро сообществ составляют виды классов *Sisymbrietea*, *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenetheretea*. Число видов в описаниях – от 15 до 38, всего отмечено 54 вида.

Экология и распространение. Растительность формируется на открытых хорошо освещенных участках (синфитоиндикационная оценка (в баллах) режима освещения (L): 7,5–7,8) вдоль железнодорожного полотна. Травостой подвержен высоким антропогенным нарушениям (гербициды, смазочные масла, высокое прогревание и освещение, действие беглого огня и т. д.). Отток воды и питательных веществ способствует формированию ксерофитных (оценка режима влажности (F): 3,7–3,9) и олиготрофных (оценка богатства азотом субстратов (N): 4,0–5,3) условий. Песчано-щебнистый субстрат представляет собой слабокислую и слабощелочную (оценка реакции среды (R): 6,8–7,4) среду. Сообщества встречаются вдоль железнодорожного полотна вблизи о. п. «Степянка», «Помыслище», «Пралески».

Сообщества асс. *Linario–Brometum tectorum* являются типичными для железных дорог, формируясь на гравийных и щебнистых участках, песчаных грунтах. Часто встречаются на территории Западной Европы [19; 30–32] и России [21]. Данная ассоциация и ранее отмечена на щебнистых субстратах железных дорог г. Минска [33]. Описаны и другие ассоциации с участием *Bromus tectorum*, например, в Брянске выделена асс. *Erysimo diffuse – Brometum tectori* Bulokhov 2020 [21], в Словакии приводится асс. *Bassio laniflorae – Brometum tectorum* (Soó 1938) Borhidi 1996 [31]. В Украине [16] распространены сообщества с доминированием костра кровельного в ранге асс. *Brometum tectorum* Bojko 1934, однако данная ассоциация отличается другой комбинацией диагностических видов: *Bromus squarrosus*, *Convolvulus arvensis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Lactuca serriola*, *Elytrigia repens*. В некоторых работах авторы указывают асс. *Brometum tectorum* Bojko 1934 как синоним асс. *Linario – Brometum tectorum* Knapp 1961 [34] или асс. *Plantagini indicae – Senecietum viscosi* Eliáš 1983 [18].

Класса *Artemisietea vulgaris* представлен многолетними рудеральными сообществами, которые встречаются на сухих и умеренно влажных почвах/субстратах, приходя на смену фитоценозам класса *Sisymbrietea* [20].

Асс. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis* Felföldy 1943

Диагностические виды: *Elytrigia repens* (дом.).

Состав и структура. Основу сообщества составляет длиннокорневищный злак *Elytrigia repens*. Фитоценозы с доминированием пырея способны сохраняться в качестве хронически-серийных, представляя собой продвинутые стадии сукцессии [35]. Общее проективное покрытие травостоя колеблется от 91 до 100 %, средняя высота составляет 50 см, максимальная – 180 см. В травостое выделяется два подъяруса. В первом (высота (h): 60–150 см) подъярусе, кроме диагностического вида, представлены с разным обилием *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Erigeron annuus*, *Artemisia absinthium*, *A. vulgaris*, *Anisantha tectorum* и др. Второй подъярус (h: 10–50 см) формируют *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*. В сообществе преобладают виды классов *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenetheretea*. Среднее число видов в описаниях – 34–40, всего отмечено 63 вида.

Экология и распространение. Фитоценозы формируются в условиях умеренного увлажнения (F: 4,7), на открытых хорошо освещенных участках (L: 7,1–7,3), на умеренно богатых азотом (N: 5,8–6,2), слабокислых или слабощелочных почвах (R: 6,3–7,1). Встречаются на откосах и в полосе отчуждения, подвергаясь умеренной антропогенной нагрузке со стороны железнодорожного транспорта. Описаны вблизи о. п. «Молодечно» и «Степянка».

Асс. *Convolvulo arvensis – Elytrigietum repentis* объединяет сообщества рудеральных местообитаний умеренного увлажнения и хорошего освещения (автомобильные и железные дороги, пустыри, свалки, дабы, сады и т. д.). Ценозы отличаются высоким флористическим разнообразием и широким ареалом распространения. Сообщества ассоциации описаны на нарушенных местообитаниях Чехии [18], Сербии [36], России [35; 37]. В Беларуси подобные сообщества выявлены на территории городов Минск и Гомель [38–40]. Ранее данные фитоценозы объединяли в отдельный класс рудеральной растительности *Agropyreteae repentis* Oberd., et al., 1967, включающий ценозы корневищных злаков нарушенных местообитаний. В настоящее время, согласно «Vegetation of Europe...», данный тип растительности рассматривается в ранге

порядка *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 класса *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951. В Курской области в составе ассоциации выделено несколько субассоциаций (*Convolvulo arvensis* – *Elytrigietum repentis* (C. a. – E. r.) *medicagetosum falcatae*, C. a. – E. r. *artemisietosum campestris*, C. a. – E. r. *bromopsietosum ripariae*, C. a. – E. r. *dactyletosum*, C. a. – E. r. *poetosum compressae*) и их вариантов [20]. В Чехии описаны 4 варианта с доминированием *Falcaria vulgaris*, *Convolvulus arvensis*, *Urtica dioica* и *Galium album* [18].

Асс. *Pastinaco sylvestris* – *Elytrigietum repentis* Ishbirdin in Ishbirdin et al. 1988

Диагностические виды: *Elytrigia repens* (дом.), *Pastinaca sativa* (содом.).

Состав и структура. В сообществе вместе с *Elytrigia repens*, с высоким постоянством встречается *Pastinaca sativa*. Для фитоценозов характерно высокое видовое разнообразие и плотная сомкнутость надземных частей растений (ОПП травостоя – 94–100 %). В верхнем подъярусе (h: 50–100 см) вместе с диагностическими видами широкое распространение получили злаки (*Dactylis glomerata*, *Anisantha tectorum*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*) и разнотравье (*Erigeron annuus*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense*). В одном из сообществ с высоким обилием в травостое встречается гидрофит *Phragmites communis*, что связано с нарушением стока воды и местным подтоплением. В нижнем подъярусе (h: 10–40 см) встречаются *Argentina anserina*, *Myosotis arvensis*, *Anthriscus sylvestris*. Основу фитоценоза составляют рудеральные виды класса *Artemisietea vulgaris*. Ценофлора данной ассоциации по сравнению с асс. *Convolvulo arvensis* – *Elytrigietum repentis* отличается меньшей долей луговых видов класса *Molinio-Arrhenatheretea*. Число видов в описаниях – 26–50, всего 88 видов.

Экология и распространение. Сообщества характеризуются развитой биомассой, формируются в условиях хорошего освещения (L: 7,1–7,4) на умеренно влажных (F: 4,6–5,2), слабокислых, близких к нейтральным (R: 7,0–7,6) субстратах, с умеренным содержанием азота (N: 5,6–6,0). Встречаются вдоль железных дорог (откос и полоса отчуждения), формируя плотные заросли высокорослой растительности. Сообщества описаны вдоль о. п. «Мачулищи», «Курасовщина» и ст. «Радошковичи».

Ассоциация приводится для Республики Башкортостан [37], а также для территории Западной Европы [18; 36]. В Беларуси отмечена в г. Минске [39]. Сообщества встречаются на щебнистых откосах железных и автомобильных дорог, заброшенных огородах и других участках, не испытывающих частых антропогенных нарушений.

Асс. *Arrhenathero elatioris* – *Dactylidetum glomeratae* Arepieva 2015

Диагностические виды: *Arrhenatherum elatius* (дом.), *Dactylis glomerata*.

Состав и структура. Данные ценозы диагностируются доминированием во флористическом составе длиннокорневищного злака *Arrhenatherum elatius*, формируя равномерный травяной покров. С высокой константностью в травостое встречается *Dactylis glomerata*. Фитоценоз характеризуется плотной сомкнутостью надземных частей растений – ОПП изменяется от 90 до 100 %. Травостой состоит из 2 подъярусов. В первом подъярусе (h: 50–100 см) кроме доминанта константны *Centaurea jacea*, *Rumex acetosa*, *R. thyrsiflorus*, *Calamagrostis epigejos*, *Artemisia campestris*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Solidago canadensis* и др. Во втором подъярусе (h: 10–40 см) с разной степенью обилия встречаются *Achillea millefolium*, *Medicago lupulina*, *M. sativa*, *Galium album*, *Vicia cracca*, *Anthriscus sylvestris*, *Stellaria graminea*, *Convolvulus arvensis* и др. В составе сообществ отмечены деревья и кустарники в ювенильной стадии роста: *Salix caprea*, *S. triandra*, *Malus domestica*, *Quercus robur*, *Populus tremula*, *Ulmus laevis*, *Betula pendula*, *Acer negundo*. Видовой состав сообществ сформирован видами классов *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenatheretea*. Высокая доля видов класса *Molinio-Arrhenatheretea* позволяет судить о продвинутых стадиях сукцессии и сходства сообществ с типичными мезофитными полустепными лугами. Число видов изменяется от 14 до 63, всего описан 151 вид.

Экология и распространение. Растительные сообщества формируются на суховатых (F: 3,2–5,6), от слабокислых до слабощелочных (R: 6,4–7,2), с умеренным содержанием азота (N: 4,7–6,7), грунтах открытых и средне освещенных участков (L: 7,4–7,9). Данные фитоценозы описаны на откосах и в полосе отчуждения вдоль железных дорог с умеренной антропогенной нагрузкой. Встречаются вдоль станций и остановочных пунктов: «Минское море», «Зеленое», «Татаршизна», «Бояры» и др.

Ассоциация впервые выделена при описании фитоценозов рудеральных местообитаний Курской обл. [41]. Характерной чертой сообществ является широкий ареал обитания на различных антропогенно-нарушенных участках: вдоль дорог, в городах, садах, парках, вблизи жилища и т. д. [41]. Сообщества с райграсом широко представлены и в составе класса *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937. Так, в Чехии [18] выделяют две ассоциации союза *Arrhenatherion elatioris* Luquet 1926: *Ranunculo bulbosi* – *Arrhenatheretum elatioris* Ellmauer in Mucina et al. 1993 и *Pastinaco sativae* – *Arrhenatheretum elatioris* Passarge 1964. Ценозы данных ассоциаций характеризуются высоким доминированием в их составе луговых растений, в отличие от сообществ, описанных в Курской обл. [41], которые выделяются не только антропогенным происхождением, но и значительным участием рудеральных видов класса *Artemisietea*

vulgaris. В Беларуси подобные сообщества отмечены на откосах и у подножья автомобильных и железных дорог г. Минска [33; 40].

Синтаксономическое разнообразие. В ассоциации выделено 2 варианта.

Вариант *typicum* не имеет своих диагностических видов. Сообщества варианта чаще формируются в полосе отчуждения, где на растительность оказывается наименьшее антропогенное воздействие со стороны железнодорожного транспорта. Экологические условия: свет (L) 7,1–7,7; влажность (F) – 4,0–5,4; питание (N) – 4,5–6,3; реакция среды (R) – 6,5–7,4.

Вариант *Rumex thyrsiflorus*. Диагностическим видом сообществ является *Rumex thyrsiflorus*, придающий травостой красно-коричневый аспект в период цветения и плодоношения. Особенностью данных фитоценозов является высокое обилие щавеля пирамидального. ОПП травостоя высокое, колеблется от 92 до 100 %. Число видов изменяется от 14 до 35, всего описан 91 вид. Как и сообщества варианта *typicum*, ценозы формируются на хорошо освещенных участках (L: 7,3–7,9), с близкой к нейтральным условиям среды (R: 6,6–7,3). Отличительной особенностью видового состава сообществ варианта *Rumex thyrsiflorus* является обилие в их травостое ксерофитных (F: 3,2–4,3) и олигомезотрофных (N: 4,6–6,2) растений. Данные фитоценозы приурочены к откосам и полосам вдоль железнодорожного полотна, где поверхностный сток воды и питательных веществ способствует формированию более ксерофитных условий и распространению *Rumex thyrsiflorus*. Высокое обилие щавеля пирамидального обусловлено его устойчивостью к засушливым местообитаниям с дефицитом питательных веществ, а стержневой корень позволяет растению эффективно закрепиться в щебнистом субстрате.

Класс *Epilobietea angustifolii* объединяет сообщества нитрофильных многолетников, формирующихся на недавно нарушенных местообитаниях.

Асс. *Chaerophylletum aromatici* Neuhauslova-Novotna et al. 1969

Диагностические виды: *Chaerophyllum aromaticum* (дом.).

Состав и структура. Облик сообщества определяет *Chaerophyllum aromaticum*, придающий травостой в период цветения белый аспект. Проективное покрытие травостоя высокое – 100 %, средняя высота составляет 56–63 см, выделяется 2 подъяруса. В первом подъярусе (h: 100–170 см) вместе с доминантом встречаются высокорослые злаки: *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa angustifolia*. Второй подъярус (h: 20–50 см) сложен *Trifolium pratense*, *Geranium pratense*, *Ranunculus acris*, *Stellaria graminea*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia sepium*. Ценофлору ассоциации представляют виды классов *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenetheretea*. Число видов в описаниях – 23–35, всего отмечено 43 вида.

Экология и распространение. Ценозы располагаются на хорошо освещенных участках (L: 6,0–6,1) вдоль откоса и полосы отчуждения, на слабокислом субстрате (R: 6,8–6,9) с умеренным содержанием азота (N: 5,8–7,3) и средним увлажнением (F: 5,1–5,6). Сообщества описаны на открытых участках на откосе и в полосе отчуждения вблизи о. п. «Мачулищи».

Сообщества асс. *Chaerophylletum aromatici* встречаются на нарушенных местообитаниях в Западной Европе [18; 42–44; 47], Украине [24; 45; 46] и России [21] в составе классов *Galio-Urticetea* Passarge ex Корецку 1969 и *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951. В Беларуси данные сообщества были впервые описаны в тенистых и богатых питательными веществами местообитаниях г. Минска [39]. Изначально они рассматривались в ранге субассоциации *Agropyro repentis* – *Aegopodietum podagrariae* Tx. 67 [43], впоследствии их синтаксономический статус был повышен до ассоциации.

Асс. *Elytrigia repentis* – *Aegopodietum podagrariae* Tuxen 1967

Диагностические виды: *Aegopodium podagraria* (дом.), *Urtica dioica*.

Состав и структура. Сообщества ассоциации представляют собой бурьянистые заросли с доминированием *Aegopodium podagraria*. Проективное покрытие травостоя колеблется от 66 до 80 %, средняя высота – 40 см. Невысокие значения ОПП и высоты травостоя связаны с проходившими на период исследования ремонтными работами и кошением, в результате чего ярусность травостоя не выражена. В сообществе константны *Elytrigia repens*, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*, *Tussilago farfara*, *Sonchus arvensis*, *Veronica arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Carex hirta*, *Arenaria serpyllifolia* и др. Деревья и кустарники (*Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, *Swida sanguinea*) представлены ювенильными растениями, получившими распространение из прилегающей лесополосы. Ценозы сформированы синантропными видами классов *Artemisietea vulgaris* и *Papaveretea rhoeadis* с высоким участием луговых видов класса *Molinio-Arrhenetheretea*. Число видов в сообществе колеблется от 34 до 44, всего отмечен 61 вид.

Экология и распространение. Ценозы формируются на нейтральных (R: 6,8–6,9) субстратах. Сток воды и питательных веществ обеспечивает влажные условия (F: 5,1–5,6) с более высоким содержанием азота (N: 5,8–7,3). Близость лесополосы способствует затенению местообитания (L: 6,0–6,1), что является характерной чертой сообществ данной ассоциации. Сообщества описаны в полосе отчуждения и на откосе вдоль железных дорог вблизи о. п. «Помыслище».

Сообщества отмечены в рудеральных местообитаниях Брянской [21] и Курской [20] областей, в г. Минске [39] в ранге асс. *Urtico dioicae* – *Aegopodietum* (Тх. 1963) Oberd. 1964, которая является синонимом асс. *Elytrigio repentis* – *Aegopodietum podagrariae* Тухен 1967. Обычно такие ценозы формируют богатый травостой с несколькими подъярусами [18; 20], которые относят к классу *Epilobietea angustifolii* Тх. et Preising ex von Rochow 1951 или *Galio-Urticetea* Passarge ex Корецкы 1969. В Чехии [18] описаны 3 варианта ассоциации с доминированием соответствующих растений: *Elytrigia repens*, *Arrhenatherum elatius* и *Chaerophyllum hirsutum*.

Заключение

В результате проведенных исследований получены данные о разнообразии и экологических особенностях рудеральных сообществ железных дорог Минского р-на. Синтаксономия исследуемой растительности включает 6 ассоциаций, относящихся к 3 союзам, 3 порядкам и 3 классам: *Sisymbrietea*, *Epilobietea angustifolii*, *Artemisietea vulgaris*.

В условиях значительного антропогенного нарушения вдоль железнодорожного полотна встречаются фитоценозы ассоциации *Linario* – *Brometum tectorum* с высоким участием однолетних трав, в том числе чужеродных растений. Данные сообщества подвержены интенсивному прогреванию, нехватке воды и питательных веществ. Наибольшее распространение получила мезофитная растительность откосов и полосы отчуждения, устойчивая к умеренным антропогенным нарушениям с доминированием длиннокорневищных злаков, способных к быстрому распространению и закреплению на подвижном субстрате. К данной группе относятся 3 ассоциации: *Convolvulo arvensis* – *Elytrigietum repentis*, *Pastinaco sylvestris* – *Elytrigietum repentis* и *Arrhenathero elatioris* – *Dactylidetum glomeratae* (включающая 2 варианта). По сравнению с вариантом *typicum*, фитоценозы варианта *Rumex thyrsiflorus* формируются в более засушливых местообитаниях, чаще встречаясь на откосах железнодорожных насыпей. В условиях умеренного нарушения сформировались нитрофитные сообщества ассоциаций *Chaerophylletum aromatici* и *Elytrigio repentis*–*Aegopodietum podagrariae*.

Библиографические ссылки

1. Сенатор СА, Никитин НА, Саксонов СВ, Раков НС. Факторы, определяющие формирование флоры железных дорог. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012;14(1);261–266.
2. Медведева ИВ, Жигарев ТП, Василевская ЖН, Тарасюк НВ, Ярковец АИ, Летко ОВ, и др. *Беларусь в цифрах. Статистический справочник*. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь; 2025. 63 с.
3. Хусаинова СА. *Флора и растительность железнодорожных насыпей Куйбышевской и Южно-Уральской железных дорог (в пределах Республики Башкортостан)* [диссертация]. Уфа: [и. н.]; 2016. 166 с.
4. Babkina SV, Safonova EV, Mutin VA. Transport routes as a factor in the transformation of flora (for the example of the Khabarovsk Territory). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2019;272(2):022223. DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022223.
5. Ascensão F, Capinha C. Aliens on the Move: Transportation Networks and Non native Species. Borda-de-Água L, Barrientos R, Beja P, Pereira HM, editors. Cham: Springer International Publishing; 2017;66–80. DOI: 10.1007/978-3-319-57496-7_5.
6. Wrzesień M, Denisow B. Distribution and abundance of bee forage flora across an agricultural landscape – railway embankments vs. road verges. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2016;85(3). DOI: 10.5586/asbp.3509.
7. Wrzesień M, Jachula J, Denisow B. Railway embankments - a refuge areas for food flora, and pollinators in agricultural landscape. *Journal of Apicultural Science*. 2016;60(1);91–110. DOI: 10.1515/jas-2016-0004.
8. Баринев АВ. *Анализ флоры железных дорог города Москвы* [диссертация]. Москва: [и. н.]; 2018. 154 с.
9. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. New-York: Springer, Verlag; 1964. 888 p.
10. Hennekens SM, Schaminée JHJ. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal Vegetation Science*. 2001;12(4);589–591. DOI: 10.2307/3237010.
11. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal Vegetation Science*. 2002;13(3);451–453.
12. Лапшина ЕД, Филиппов ИВ, Ганасевич ГН. Мелкоосоковые сообщества топей и мочажин болот севера Западной Сибири. *Растительность России*. 2022;45;3–38.
13. Maaten van der L, Hinton G. Visualizing Data using t-SNE. *Journal of machine learning research*. 2008;9(2605);2579–2605.
14. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1);1–9.
15. Еременко НС. Рудеральна рослинність міста Кривий Ріг. II. Клас *Stellarietea mediae*. *Український ботаничний журнал*. 2018;75(4);356–372.
16. Chytrý M, Tichý L, Holt J, Botta-Dukat Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Vegetation Science*. 2002;13(1);79–90. DOI: 10.1658/1100-9233(2002)013[0079:DODSWS]2.0.CO;2.
17. Mucina L, Bueltmann H, Dierben K, Theurillat J-P, Raus T, Čarni A, et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016;19(1);3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257.
18. Chytrý M, Láníková D, Lososová Z, Sádlo J, Preislerová Z, Kočí M, et al. Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation. Praha: Academia; 2009. 521 p.

19. Chytrý M, Řezníčková M, Novotný P, Holubová D, Preislerová Z, Attorre F, et al. FloraVeg – An online database of European vegetation, habitats and flora. *Applied Vegetation Science*. 2024;27(3):e12798. DOI: 10.1111/avsc.12798.
20. Арепьева ЛА. *Синантропная растительность г. Курска*. Курск: Курский государственный университет; 2015. 204 с.
21. Булохов АД, Ивенкова ИМ, Панасенко НН. *Антропогенная растительность Брянской области*. Брянск: РИСО БГУ; 2020. 309 с.
22. Булохов АД. Сообщества класса *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955 в пойме реки Десны. *Разнообразие растительного мира*. 2019;3(2):55–56.
23. Куликова ЕЯ. *Синтаксономическая структура и техногенное загрязнение травянистой растительности г. Минска* [диссертация]. Минск: [и. н.]; 2012. 253 с.
24. Дубина ДВ, Дзюба ТП, Смельянова СМ, Багрикова НО, Борисова ОВ, Борсуков ЛМ, и др. Прогноз рослинності України. Київ: Наукова думка; 2019. 738 с.
25. Velez N. *Arrhenatheretalia elatioris* uncritical checklist of Europe. *Phytologia balcanica*. 2018;24(1):99–147.
26. Euro+Med 2006+ [continuously updated]: Euro+Med PlantBase / the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [Internet, cite 25 August 2025]. Available from: <https://europlusmed.org/>.
27. Черепанов СК. *Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР)*. Санкт-Петербург: Мир и семья-95; 1992. 992 с.
28. Ellenberg H. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. Göttingen: Goltze; 1974. 97 p.
29. Tichý L, Axmanová I, Dengler J, Guarino R, Jansen F, Midolo G, et al. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. *Journal of Vegetation Science*. 2023;34(1):e13168. DOI: 10.1111/jvs.13168.
30. Nazarov M, Šibík J, Genova B, Velez N, Gacheva G, Georgiev S, et al. Contribution to the knowledge of class *Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975 in Bulgaria through newly established synanthropic associations. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024;30(1):3–10.
31. Elias P, Dítě Z, Dítě D, Eliašová M. Distribution and ecology of the genus *Bassia* in Slovakia 2: *Bassia laniflora* (S. G. Gmel.) A. J. Scott. *Thaiszia – journal of botany*. 2016; 26(2):125–138. DOI: 10.1658/1100-9233(2002)013[0079:DODSWS]2.0.CO;2.
32. Šilk S, Košir P. Synanthropic vegetation of the city of Kranj (Central Slovenia). *Hacquetia*. 2006;5/1:213–231.
33. Арепьева ЛА. К синтаксономии растительности города Минск (Республика Беларусь). *Разнообразие растительного мира*. 2024;3(22):33–55.
34. Багрикова НА. Изучение синантропной растительности Крымского полуострова с позиций эколого-флористического подхода. *Сборник научных трудов ГНБС*. 2016;143:25–58.
35. Арепьева ЛА. О сообществах поздних сукцессионных стадий рудеральной растительности на урбанизированных территориях Курской области. *Растительность России. СПб*. 2012;21:13–24.
36. Tabašević M, Jovanović S, Lakusic D, Vukojevic S, Kuzmanovic N. Diversity of Ruderal Communities in Urban Environment. A Case Study from Serbia (SE Europe). *Diversity*. 2021;13(12):638. DOI: 10.3390/d13120638.
37. Голованов ЯМ, Ямалов СМ, Абрамова ЛМ. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). V. Естественная и полустественная травяная растительность (классы *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea* и *Thero-Salicornietea*). *Растительность России. СПб*. 2012;24:13–37.
38. Ковзик НА. Синантропная флора антропогенных ландшафтов города Гомеля. *Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема*. 2020;3(40):41–45.
39. Куликова ЕЯ. Синтаксономия и эколого-флористическая характеристика синантропной растительности г. Минска. *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серія Біялагічныя навукі*. 2010;2:13–18.
40. Шавалда ЕС, Голованов ЯМ. Синтаксономия придорожной растительности города Минска и Минской области (Республика Беларусь). *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2024;18(4):234–250.
41. Арепьева ЛА. Синантропные сообщества с *Dactylis glomerata* L. в Курской области. *Растительность России*. 2018;21:3–18.
42. Frank D, Klotz S, Westhus W. Biologisch-Ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. 41;1988:170.
43. Grull P. *Chaerophylletum aromatici* (TüxEN 1967) Neuh. Z., Neuh. R. et Hejny 1969 im Moravsky kras (Mährischer Karst). *Preslia*. 1974;46:350–358.
44. Otte A, Ludwig T. *Chaerophylletum aromatici* Neuhá., Neuh. et Hejny 1969 – eine ruderal Hochstaudengesellschaft am Goldenen Steig im südöstlichen Bayerischen Wald. *Tuexenia*. 1989;9:107–120.
45. Dubina DV, Dziuba TP, Iemelianova SM. Ruderal vegetation of Ukraine: classes *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecký 1969 and *Bidentetea* R.Tx. et al. ex von Rochow 1951. *Biodiversity Research and Conservation*. 2024; 73:23–57.
46. Tokaryuk A, Chorney I, Korzhan K, Budzhak V, Velychko M, Protopopova VV, et al. The participation of invasive plants in the synanthropic plant communities in the Bukovinian Cis-Carpathian (Ukraine). *Thaiszia – journal of botany*. 2012;22(2):243–254.
47. Kopecký K. Der Apophytisierungsprozeß am Beispiel der Saumgesellschaften mit *Chaerophyllum aromaticum* L. in der Tschechoslowakei. *Folia geobotanica & phytotaxonomica*. 1984;19:129–130.

References

1. Senator SA, Nikitin NA, Saksonov SV, Rakov NS. *Faktory, opredelyayushchie formirovanie flory zheleznyh dorog* [Factors determining the formation of railway flora]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2012;14(1):261–266. Russian.
2. Medvedeva IV, Zhigarev TP, Vasilevskaya ZhN, Tarasyuk NV, Yarkovec AI, Letko OV, et al. *Belarus v cifrah. Statisticheskij spravochnik* [Belarus in figures. Statistical reference book.]. Minsk: Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus; 2025. 63 p. Russian.

3. Husainova SAj. *Flora i rastitelnost zheleznodorozhnyh nasypej Kujbyshevskoj i Yuzhno-Ural'skoj zheleznih dorog (v predelah Respubliki Bashkortostan)* [Flora and vegetation of railway embankments of the Kuibyshev and South Ural Railways (within the Republic of Bashkortostan)] [dissertation]. Ufa: [publisher unknown]; 2016. 166 p. Russian.
4. Babkina SV, Safonova EV, Mutin VA. Transport routes as a factor in the transformation of flora (for the example of the Khabarovsk Territory). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2019;272(2):022223. DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022223.
5. Ascensão F, Capinha C. Aliens on the Move: Transportation Networks and Non native Species. Borda-de-Água L, Barrientos R, Beja P, Pereira HM, editors. Cham: Springer International Publishing; 2017;66–80. DOI: 10.1007/978-3-319-57496-7_5.
6. Wrzesień M, Denisow B. Distribution and abundance of bee forage flora across an agricultural landscape – railway embankments vs. road verges. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2016;85(3). DOI: 10.5586/asbp.3509.
7. Wrzesień M, Jachula J, Denisow B. Railway embankments – a refuge areas for food flora, and pollinators in agricultural landscape. *Journal of Apicultural Science*. 2016;60(1):91–110. DOI: 10.1515/jas-2016-0004.
8. Barinov AV. *Analiz flory zheleznih dorog goroda Moskvy* [Analysis of the flora of the railways of the city of Moscow] [dissertation]. Moscow: [publisher unknown]; 2018. 154 p. Russian.
9. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. New-York: Springer, Verlag; 1964. 888 p.
10. Hennekens SM, Schaminée JHJ. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal Vegetation Science*. 2001;12(4):589–591. DOI: 10.2307/3237010.
11. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal Vegetation Science*. 2002;13(3):451–453.
12. Lapshina ED, Fillipov IV, Ganasevich GN. Low-sedge vegetation of waterlogged bog hollows and fens in the north of Western Siberia. *Rastitelnost Rossii* [Vegetation of Russia]. 2022;45:3–38. Russian.
13. Maaten van der L, Hinton G. Visualizing Data using t-SNE. *Journal of machine learning research*. 2008;9(2605):2579–2605.
14. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):1–9.
15. Eremenko NS. *Ruderal'na roslinnist' mista Krivij Rig. II. Klas Stellarietea mediae* [Ruderal vegetation of the city of Kryvyi Rih. II. Class *Stellarietea mediae*]. *Ukrainski Botanicheski Zhurnal*. 2018;75(4):356–372. Ukrainian.
16. Chytrý M, Tichý L, Holt J, Botta-Dukat Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Vegetation Science*. 2002;13(1):79–90. DOI: 10.1658/1100-9233(2002)013[0079:DODSWS]2.0.CO;2.
17. Mucina L, Buelmann H, Dierben K, Theurillat J-P, Raus T, Čarni A, et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016;19(1):3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257.
18. Chytrý M, Láníková D, Lososová Z, Sádlo J, Preislerová Z, Kočí M, et al. Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation. Praha: Academia; 2009. 521 p.
19. Chytrý M, Řezníčková M, Novotný P, Holubová D, Preislerová Z, Attorre F, et al. FloraVeg. An online database of European vegetation, habitats and flora. *Applied Vegetation Science*. 2024;27(3):e12798. DOI: 10.1111/avsc.12798.
20. Arepieva LA. *Sinantropnaya rastitel'nost' g. Kurska* [Sinanthropic vegetation of Kursk]. Kursk: Kurskij gosudarstvennyj universitet; 2015. 204 p. Russian.
21. Bulohov AD, Ivenkova IM, Panasenکو NN. *Antropogennaya rastitel'nost' Bryanskoy oblasti* [Anthropogenic vegetation of the Bryansk region]. Bryansk: RISO BGU; 2020. 309 p. Russian.
22. Bulohov AD. *Soobshchestva klassa Sedo-Scleranhetea Br.-Bl. 1955 v pojme reki Desny* [Communities of the *Sedo-Scleranhetea* Br.-Bl. 1955 class in the Desna River floodplain]. *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*. 2019;3(2):55–56. Russian.
23. Kulikova EYa. *Sintaksonomicheskaya struktura i tekhnogennoe zagryaznenie travyanistoj rastitel'nosti g. Minska* [Syntaxonomic structure and technogenic pollution of herbaceous vegetation in Minsk] [dissertation]. Minsk: [publisher unknown]; 2012. 253 p. Russian.
24. Dubina DV, Dzyuba TP, Emel'yanova SM, Bagrikova NO, Borisova OV, Borsukov LM, et al. *Prodromus roslinnosti Ukraini* [Prodromus of the vegetation of Ukraine]. Київ: Naukova dumka; 2019. 738 p. Ukrainian.
25. Velez N. *Arrhenatheretalia elatioris* uncritical checklist of Europe. *Phytologia balcanica*. 2018;24(1):99–147.
26. Euro+Med 2006+ [continuously updated]: Euro+Med PlantBase / the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [Internet, cite 25 August 2025]. Available from: <https://europlusmed.org/>.
27. Cherepanov SK. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelah byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]. Saint Petersburg: Mir i sem'ya-95; 1992. 992 p. Russian.
28. Ellenberg H. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. Göttingen: Goltze; 1974. 97 p.
29. Tichý L, Axmanová I, Dengler J, Guarino R, Jansen F, Midolo G, et al. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. *Journal of Vegetation Science*. 2023;34(1):e13168. DOI: 10.1111/jvs.13168.
30. Nazarov M, Šibik J, Genova B, Velez N, Gacheva G, Georgiev S, et al. Contribution to the knowledge of class *Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975 in Bulgaria through newly established synanthropic associations. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024;30(1):3–10.
31. Elias P, Dítě Z, Dítě D, Eliašová M. Distribution and ecology of the genus *Bassia* in Slovakia 2: *Bassia laniflora* (S. G. Gmel.) A. J. Scott. *Thaiszia – journal of botany*. 2016; 26(2):125–138. DOI: 10.1658/1100-9233(2002)013[0079:DODSWS]2.0.CO;2.
32. Šilk S, Košir P. Synanthropic vegetation of the city of Kranj (Central Slovenia). *Hacquetia*. 2006;5/1:213–231.
33. Arepieva LA. To the syntaxonomy of anthropogenic vegetation of the city of Minsk (Republic of Belarus). *Rastitelnost Rossii* [Vegetation of Russia]. 2024;3(22):33–50. Russian.
34. Bagrikova NA. *Izuchenie sinantropnoj rastitel'nosti Krymskogo poluostrova s pozicij ekologo-floristicheskogo podhoda* [Study of synanthropic vegetation on the Crimean Peninsula from an ecological and floristic perspective.]. *Sbornik nauchnyh trudov GNBS*. 2016;143:25–58. Russian.
35. Arepieva LA. *O soobshchestvakh pozdnikh suktzesionnykh stadii ruderal'noi rastitel'nosti na urbanizirovannykh territoriyah Kurskoi oblasti* [On communities of later succession stages of ruderal vegetation in urban territories of Kursk region]. *Vegetation of Russia*. 2012;21:13–24. Russian.

36. Tabašević M, Jovanović S, Lakusic D, Vukojicic S, Kuzmanovic N. Diversity of Ruderal Communities in Urban Environment. A Case Study from Serbia (SE Europe). *Diversity*. 2021;13(12):638. DOI: 10.3390/d13120638.
37. Golovanov YaM, Petrov SS, Abramova LM. *Rastitel'nost' goroda Salavata (respublika Bashkortostan). V. Estestvennaya i poluestestvennaya travyanaya rastitel'nost' (klassy Molinio-Arrhenatheretea, Festuco-Brometea i Thero-Salicornietea)* [Vegetation of Salavat town (Bashkortostan Republic). V. Native and semi-native herb vegetation (classes *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea* and *Thero-Salicornietea*)]. *Vegetation of Russia*. 2012;24;13–37. Russian.
38. Kovzik NA. *Sinanthropnaya flora antropogennykh landshaftov goroda Gomelya* [Synanthropic flora of anthropogenic landscapes in the city of Gomel]. *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Alejhema*. 2020;3(40);41–45. Russian.
39. Kulikova EYa. *Sintaksonomiya i ekologo-floristicheskaya harakteristika sinantropnoj rastitel'nosti g. Minska* [Syntaxonomy and ecological-floristic characteristics of synanthropic vegetation in Minsk]. *Vesci nacyanal'nyj akademii navuk Belarusi. Seriya: Biyalagichnyya navuki*. 2010;2;13–18. Russian.
40. Shavalda ES, Golovanov YaM. *Sintaksonomiya pridorozhnoj rastitel'nosti goroda Minska i Minskoj oblasti (Respublika Belarus)* [Syntaxonomy of roadside vegetation in the city of Minsk and the Minsk region (Republic of Belarus)]. *Fitoraznoobrazie Vostochnoj Evropy*. 2024;18(4);234–250. Russian.
41. Arepieva LA. Sinantropnye soobshchestva s *Dactylis glomerata* L. v Kurskoi oblasti. [Synanthropic communities with *Dactylis glomerata* L. in the Kursk region]. *Vegetation of Russia*. 2018;21;3–18. Russian.
42. Frank D, Klotz S, Westhus W. Biologisch-Ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. 41;1988:170.
43. Grull P. *Chaerophylletum aromatici* (TüxEN 1967) Neuh. Z., Neuh. R. et Hejny 1969 im Moravsky kras (Mährischer Karst). *Preslia*. 1974;46;350–358.
44. Otte A, Ludwig T. *Chaerophylletum aromatici* Neuhá., Neuh. et Hejny 1969 – eine ruderale Hochstaudengesellschaft am Goldenen Steig im südöstlichen Bayerischen Wald. *Tuexenia*. 1989;9;107–120.
45. Dubina DV, Dziuba TP, Iemelianova SM. Ruderal vegetation of Ukraine: classes *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecký 1969 and *Bidentetea* R.Tx. et al. ex von Rochow 1951. *Biodiversity Research and Conservation*. 2024; 73;23–57.
46. Tokaryuk A, Chorney I, Korzhan K, Budzhak V, Velychko M, Protopopova VV, et al. The participation of invasive plants in the synanthropic plant communities in the Bukovinian Cis-Carpathian (Ukraine). *Thaiszia – journal of botany*. 2012;22(2);243–254.
- Kopecký K. Der Apophytisierungsprozeß am Beispiel der Saumgesellschaften mit *Chaerophyllum aromaticum* L. in der Tschechoslowakei. *Folia geobotanica & phytotaxonomica*. 1984;19;129–130.

Статья поступила в редколлегию 03.09.2025.
Received by editorial board 03.09.2025.