

УДК 581.(477.75)

РЕАЛИЗОВАННАЯ НИША *MYOSOTIS DISCOLOR* PERS. В КРЫМУ**Владислав Вячеславович Корженевский, Артем Алексеевич Абраменков,
Юлия Владиславовна Корженевская**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: herbarium.47@mail.ru

В настоящем сообщении рассмотрена реализованная экологическая ниша *Myosotis discolor* Pers., обнаруженного на дне траншеи железорудного карьера, находящегося в процессе естественной самовосстановления более 65 лет (Голубев, Корженевский, 1988). В основу анализа положены классические геоботанические описания, выполненные с применением стандартизированных методик. Параметры экологической ниши вида были определены с использованием оригинальной программы «Рover», разработанной для обработки геоботанических данных. Унифицированная информация о распределении видов растений в фитоценозе в зависимости от градиентов экологических факторов была извлечена из базы данных «Экодата», что позволило провести сравнительный анализ и выявить ключевые аспекты адаптации *M. discolor* к специфическим условиям среды.

По результатам анализа получен однозначный вывод, что вид на территории Крымского полуострова вполне может существовать в условиях реальных факторов-условий и факторов-ресурсов. Единственной угрозой является антропогенное воздействие.

Ключевые слова: регенерационная и фундаментальная ниши; *Myosotis discolor* Pers.; градиенты факторов среды; угрозы выживанию

Введение

Обнаруженная в 1985 году незабудка разноцветная (*Myosotis discolor* Pers) вот уже на протяжении 40 лет более не встречалась в ландшафтах Крыма. Было принято решение оценить вероятность выживания обнаруженного в составе антропогенной ассоциации *Scabioso ucrainicae-Kochietum prostratae* Korzh. 86 (порядок Onopordetalia, класс Artemisietea) вида путём сравнительной оценки его фундаментальной ниши в истинной реализованной нише описанного фитоценоза.

Анализировался фитоценоз, сформировавшийся на днище карьера по добыче железной руды, расположенного в окрестностях с. Заветное, северо-западнее Керченского пролива. Карьер размещён на Эльтиген-Ортельской мульде, представляющей собой синклиналь, внутренняя котловина которой заполнена киммерийскими и куяльницкими отложениями (надрудные пласты). Ниже расположен рудный пласт, подстилаемый нижнекиммерийскими глинами и понтическими известняками. Фитоценоз размещается на дне отработанного карьера, сложенного остатками икряных железных руд в смеси с темно-серыми нижнекиммерийскими глинами и смытыми с отвала частицами надрудных пластов. Следует особо отметить неблагоприятные условия, создающиеся для растений в связи с наличием фитотоксичных примесей в субстрате. Среднее содержание железа составляет не менее 35-36%, марганца – от 5,5 до 11%, фосфора – от 0,03 до 1,5% (Юрк и др., 1974). Кроме того, в техногенном субстрате в значительных количествах проявляется свинец, олово, литий, скандий и ряд других микроэлементов. С отвалов в результате плоскостного смыва, на дно карьера поступают частицы из надрудного пласта и междрудных фаций, включающие конкреции синеватого и темно-зелёного цвета. В пустотах конкреций находятся разнообразные минералы класса фосфатов (керченит, азовскит, митридатит, камыш-бурунит и др.).

В результате добычи железной руды, начатой в 1884 году и прекращённой в 1917 году открытым способом, образовался сложный рельеф, представляющий собой

систему грядообразных и конусных внешних отвалов с перепадом высот 5-10 м и крутизной склонов 25-50°. Гряды отвалов чередуются с вытянутыми U-образными межгрядовыми сухими впадинами. На отработанных участках осталась глубокая впадина (остаточная траншея), тянущаяся вдоль всего участка разработки.

Такая контрастность эдафотопы и исторические условия формирования сообщества вызвали необходимость оценить реализованную нишу незабудки разноцветной в антропогенно трансформированном ландшафте Керченского полуострова Крыма и дать оценку вероятности ее выживания, что и составило цель настоящей публикации.

Объекты и методы исследования

Myosotis discolor принадлежит к рудерально-патентным видам, устойчивым к антропогенному воздействию. Найденный нами вид соответствует следующему описанию Д.Н. Доброчаевой (1981): это однолетнее растение с тонким, часто разветвленным у основания стеблем высотой до 30 см. Прикорневые листья достигают 4 см в длину, ланцетные и тупые, стеблевые листья – яйцевидно-ланцетные с острыми концами. Волоски на стебле расположены снизу и прижаты сверху, на цветоножках они часто опушены. Соцветие многоцветковое, без листьев у основания, снизу слабое, сверху плотное. Цветоножки у плодов короче чашечки. Чашечка плода длиной до 4,5 мм, редко опадающая, с мягкими отогнутыми крючковатыми волосками. Венчик до 4 мм, сердцевина около 1,3 мм в диаметре, блюдцевидная, сначала бледно-жёлтая или кремовая, затем розовеет, становится фиолетовой или голубой. Трубка венчика от бледно-голубой до темно-фиолетовой. Орешки темно-коричневые с широким ободком (рис. 1а).



Рис. 1а. *Myosotis discolor* Pers. Фото: Интернет ресурс: https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Myosotis_discolor_sl19.jpg
Fig. 1a. *Myosotis discolor* Pers.

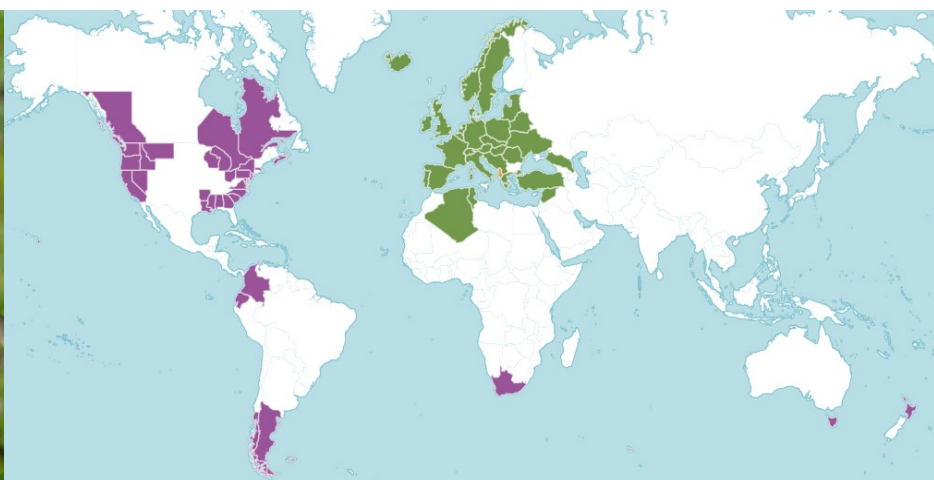


Рис. 1б. Ареал *Myosotis discolor* Pers (зеленая заливка – естественный ареал; фиолетовая – интродуцированный). Интернет ресурс: (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:118996-1>).
Fig. 1b Range of *Myosotis discolor* Pers (green fill – natural range; purple – introduced).

Вид достаточно широко распространён. Естественный ареал включает: Алжир, Австрию, Азорские острова, страны Балтии, Беларусь, Бельгию, Канарские острова, Корсику, Чехию-Словакию, Данию, Восточно-Эгейские острова, Францию, Феррару, Германию, Великобританию, Грецию, Венгрию, Исландию, Ирландию, Италию, Ливан-Сирию, Мадейру, Нидерланды, Северный Кавказ, Норвегию, Северо-запад Балканского региона, Польшу, Португалию, Румынию, Сардинию, Испанию, Швецию, Швейцарию,

Тунис, Турцию, Украину и Крым. Натурализовался вид и на других континентах. Вид выявлен на следующих территориях: Алабама, Аргентина Южная, Арканзас, Британская Колумбия, Калифорния, Капские провинции, Чили Южная, Колумбия, Делавэр, Эквадор, Фолклендские острова, Джорджия, Гавайи, Айдахо, Кергелен, Луизиана, Мэриленд, Массачусетс, Мичиган, Миссисипи, Монтана, Невада, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Новая Зеландия Северная, Северная Каролина, Новая Шотландия, Огайо, Онтарио, Орегон, Пенсильвания, Квебек, Реюньон, Южная Каролина, Тасмания, Тристан-да-Кунья, Вирджиния, Висконсин (рис. 1б).

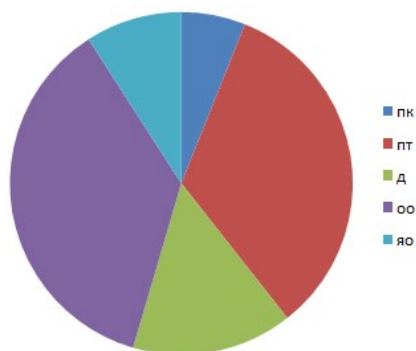


Рис. 2а. Состав основных жизненных форм фитоценоза: pk- полукустарник; pt- поликарпическая трава; д- многолетний или двулетний монокарпик; oo- озимый однолетник; yo- яровой однолетник.

Fig. 2a. The composition of the main life forms of phytocenosis: pk-semi-shrub; pt- polycarpic grass; d- perennial or biennial monocarpic; oo-winter annual; yo- spring annual.

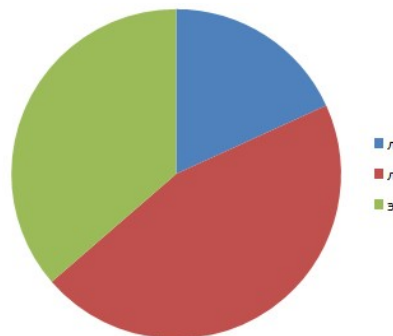


Рис. 2б. Состав жизненных форм фитоценоза по типу вегетации: л-летнезеленые; лз- летне-зимнезеленые; э- эфемеры и эфемероиды, отрастающие в позднелетне-осенний период.

Fig. 2b. The composition of life forms of phytocenosis by type of vegetation: л- summer-green; лз-summer-winter-green; э- ephemerals and ephemeroids that grow in the late summer-autumn period.

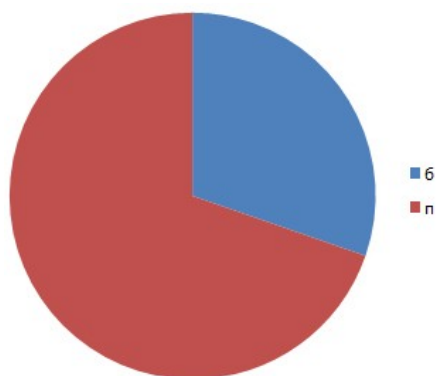


Рис. 2в. Состав жизненных форм фитоценоза по способу возобновления: б- полурозеточные; п- безрозеточные.

Fig. 2в. The composition of life forms of phytocenosis by the method of renewal: б- semi-socket; п- socketless.

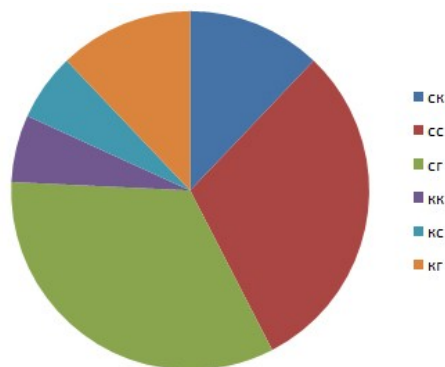


Рис. 2г. Состав жизненных форм по структуре и глубине залегания корневой системы: ск- кистекопечная короткая; cc- кистекопечная средняя; cг- кистекопечная глубокая; кк- стержнекопечная короткая; кс- стержнекопечная средняя; кг- стержнекопечная глубокая.

Fig. 2г. The composition of life forms in terms of the structure and depth of the root system: ск - short root race; cc- brush-root medium; cг- deep root race; кк- short taproot; кс- medium taproot; кг- deep taproot.

Сообщество, включающее незабудку разноцветную, на 70% состоит из поликарпических трав и озимых однолетников (рис. 2а). Это подчёркивает, с одной стороны, его «средиземноморские черты» (по мнению В.Н. Голубева, 1996), а с другой – «черты умеренных широт с сезонным климатом». Это также видно из состава жизненных форм по типам вегетации (рис. 2б), где преобладают летне-зимне-зелёные растения (с ежегодной сменой фотосинтезирующих органов). В структуре надземных побегов преобладают полурозеточные растения (около 70%), у которых большая часть листьев расположена на базальных частях побегов с укороченными междоузлиями, а также стержнекорневые растения (стержнекорневые – 76%, кистекарневые – 24%) (рис. 2в и 2г). Фитоценоз интересен и с точки зрения ареалогических типов, рассматриваемых с позиций «Биологической флоры Крыма» (Голубев, 1996).

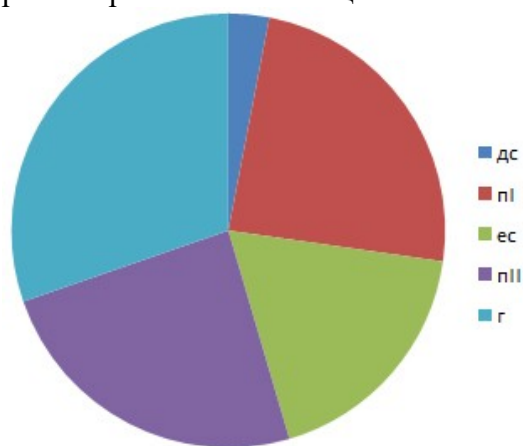


Рис. 2д. Ареалогический состав фитоценоза: дс- древнесредиземноморский; пI- переходный I; ес- евроазиатский степной; пII- переходный II; г- голарктический.

Fig. 2d. Arealogical composition of phytocenosis: дс- ancient Mediterranean; пI- transitional I; ес- Eurasian steppe; пII- transitional II; г- Holarctic.

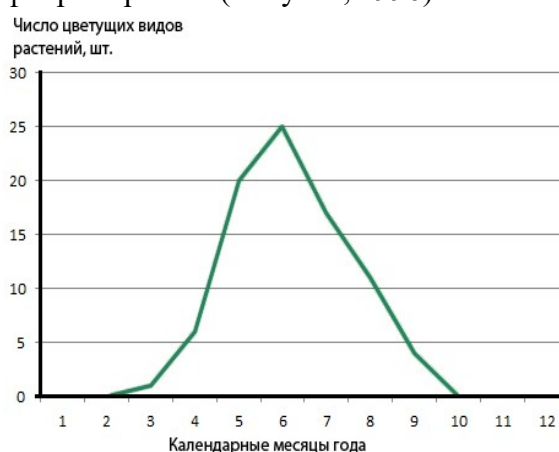


Рис. 2е. Динамика цветения фитоценоза.
Fig. 2e. Flowering dynamics of phytocenosis.

На рис. 2д чётко видно, что преобладают голарктические типы ареалов (15% видов имеют палеарктический тип). Также выделяются переходный I, где доминирует европейско-средиземноморско-переднеазиатский тип (21%) и переходный II с преобладанием средиземноморско-переднеазиатского и евроазиатского степных типов (15%). Это указывает на генетически сложный путь формирования фитоценоза, в котором отражаются как последствия четвертичного оледенения в Европе, так и миграционные «волны» из европейско-средиземноморских регионов и степных областей ближнего окружения. По нашему мнению, эта комбинация типов ареалов определяет феноритмотип, характерный для поздневесеннего и раннелетнего периодов (рис. 2е).

Мы анализировали соотношение реализованной ниши сообщества и диапазона значений факторов среды, а также таксонов в фитоценозах, используя метод расчёта плотности упаковки видов на градиентах этих факторов. Для этого применялась оригинальная программа «Рover» и база данных «Экодата», которая содержит унифицированную информацию о распределении видов растений вдоль градиентов. На основе этих данных определялись минимальные и максимальные значения градиентов, а также оптимумы для каждого фактора среды (Корженевский и др., 2019; Корженевский

и др., 2020). Реализованный фрагмент градиента и точку оптимума для каждого из ведущих факторов-условий и факторов-ресурсов определяли по следующим параметрам: освещённость-затенение, терморегим, аридность-гумидность (омброрегим), криорегим, континентальность, увлажнение, переменность увлажнения, кислотность субстрата, солевой режим (анионный состав), содержание карбонатов, содержание азота, а также гранулометрический (механический) состав (порозность) субстрата.

Результаты и их обсуждение

Фундаментальные и реализованные ниши в природе приводят к возникновению включённых ниш, когда ниша одного вида полностью входит в гиперобъём ниши другого, а также к полимодальным распределениям видов вдоль экологических градиентов (Миркин, Наумова, 2012).

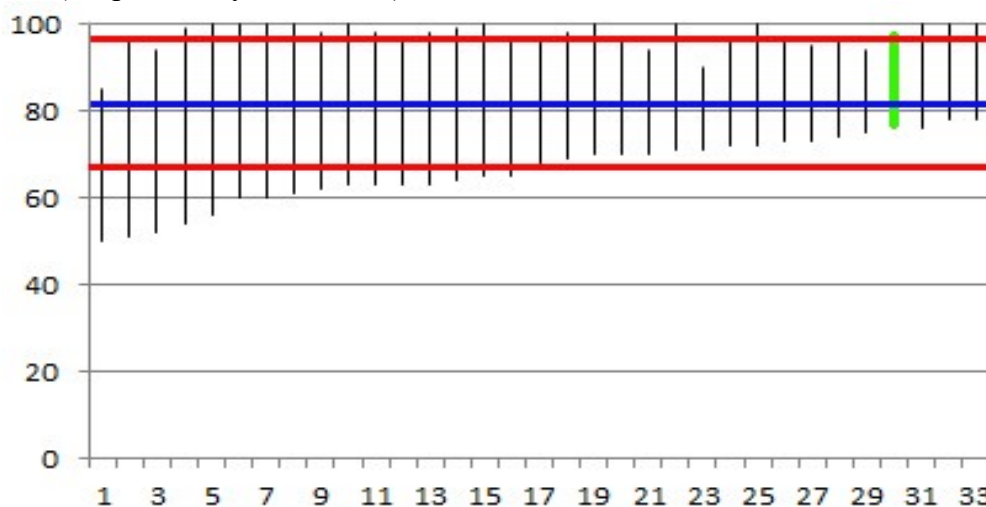


Рис. 3 Распределение видов вдоль градиента «освещение-затенение». «Коридор комфортности» или реализованная ниша сообщества на градиенте фактора (здесь и далее выделен, красным цветом) размещён в пределах градаций 67-97 (соответственно 25-60 % освещённость). Горизонтальная синяя линия (здесь и далее) – оптимальное значение фактора для обсуждаемого фитоценоза (82 градация, что соответствует 39 % освещённости). Нижняя шкала (здесь и далее) – порядковый номер вида: 1. *Lomelosia argentea* (L.) Greuter & Burdet; 2. *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin; 3. *Elymus repens* (L.) Gould; 4. *Trifolium campestre* Schreb.; 5. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; 6. *Bassia prostrata* (L.) Beck; 7. *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort.; 8. *Xeranthemum annuum* L.; 9. *Koeleria pyramidata* (Lam.) P.Beauv.; 10. *Salvia aethiops* L.; 11. *Camelina microcarpa* Andr. ex DC.; 12. *Atriplex prostrata* DC.; 13. *Medicago minima* (L.) L.; 14. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata* (Ledeb.) V.V. Fateryga & Fateryga; 15. *Medicago falcata* L.; 16. *Valerianella dentata* (L.) Pollich; 17. *Poa bulbosa* L.; 18. *Crepis ramosissima* d'Urv.; 19. *Alyssum hirsutum* M. Bieb.; 20. *Valerianella locusta* (L.) Laterr.; 21. *Delphinium divaricatum* Ledeb.; 22. *Euphorbia seguierana* Neck.; 23. *Galium humifusum* M.Bieb.; 24. *Alcea rugosa* Alef.; 25. *Echium vulgare* L.; 26. *Silene wolgensis* (Hornem.) Otth; 27. *Trifolium arvense* L.; 28. *Silene subconica* Friv.; 29. *Gypsophila paniculata* L.; 30. *Myosotis discolor* Pers.; 31. *Chenopodium album* L.; 32. *Herniaria glabra* L.; 33. *Bromus tectorum* L. Здесь и далее зеленым цветом отмечено положение *Myosotis discolor* на градиенте

Fig. 3. Distribution of species along the "illumination-shading" gradient. The "comfort corridor" or realized niche of the community on the factor gradient (highlighted in red here and below) is located within the gradations 67-97 (corresponding to 25-60% illumination). The horizontal blue line (here and below) represents the optimal value of the factor for the phytocenosis under discussion (82 gradation, corresponding to 39% illumination). The lower scale (here and below) is the ordinal number of the species

В большинстве случаев, если конкуренция отсутствует, распределение вида вдоль каждого градиента (оси) гиперпространства ниш соответствует колоколовидной кривой (Корженевский и др., 2019). Эта кривая имеет один максимум в условиях, наиболее благоприятных для вида, и два пессимума на концах, где обилие вида (покрытие, вес или плотность) плавно стремится к нулю. Если на определенном участке оси присутствует более сильный конкурент с включенной нишей, другой вид может быть вытеснен из оптимальных для него местообитаний в более неблагоприятные, хотя

это явление трудно отследить на практике. В нашем случае (рис. 3-14) продемонстрировано соотношение реализованного сообществом участка градиента экологического фактора и размещение вдоль него фундаментальных (потенциальных) значений видов сообщества, упорядоченных по минимуму.

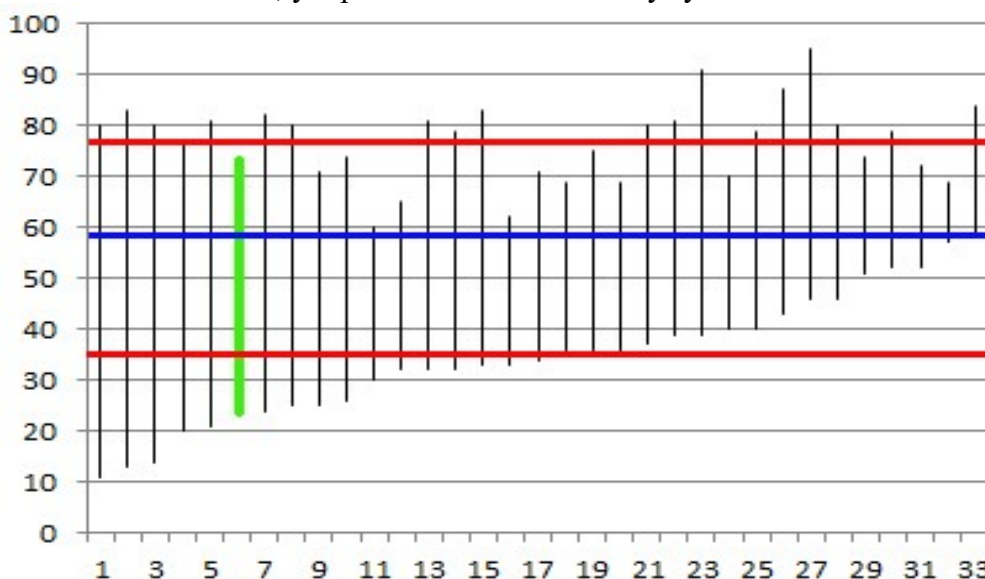


Рис. 4. Распределение видов вдоль градиента «терморежим» (средняя температура июля). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 35-77 (слева) или в градусах $^{\circ}\text{C}$ – 16,3-22,8 (правая шкала). Оптимальное значение фактора – 59 градация (+20,2 $^{\circ}\text{C}$). 1. *Valerianella locusta*; 2. *Elymus repens*; 3. *Lappula squarrosa*; 4. *Koeleria pyramidata*; 5. *Trifolium arvense*; 6. *Myosotis discolor*; 7. *Chenopodium album*; 8. *Galium humifusum*; 9. *Valerianella dentate*; 10. *Echium vulgare*; 11. *Lomelosia argentea*; 12. *Gypsophila paniculata*; 13. *Medicago falcate*; 14. *Atriplex prostrata*; 15. *Herniaria glabra*; 16. *Silene wolgensis*; 17. *Camelina microcarpa*; 18. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 19. *Crepis ramosissima*; 20. *Trifolium campestre*; 21. *Festuca valesiaca*; 22. *Poa bulbosa*; 23. *Medicago minima*; 24. *Euphorbia seguierana*; 25. *Bromus tectorum*; 26. *Silene subconica*; 27. *Cynodon dactylon*; 28. *Salvia aethiopis*; 29. *Alyssum hirsutum*; 30. *Xeranthemum annuum*; 31. *Delphinium divaricatum*; 32. *Alcea rugose*; 33. *Bassia prostrata*.

Fig. 4. Distribution of species along the "thermal mode" gradient (average temperature in July). The "comfort corridor" is located within the gradations 35-77 (layer) or in degrees from 0 – 16.3-22.8 (right scale). The optimal value of the factor is 59 degrees (+20.2 degrees Celsius).

На градиенте «освещение–затенение» рассматриваемый вид *Myosotis discolor* занимает зону комфорта с небольшим смещением к оптимуму. Хотя его медианное значение 87 расположено ближе к максимуму, другие виды реализуют свои потенциальные возможности в рамках существующего градиента сообщества, не вызывая так называемого конкурентного исключения (рис. 3). Это, вероятно, связано с различными феноритмотипами растений. Наибольшая плотность видов наблюдается в диапазоне градиента 80–82, что соответствует 37–39% прямого солнечного освещения. Большинство видов являются стенотопными по отношению к этому фактору и могут быть отнесены к эугелиофитам-гелиофитам. Однако несколько видов проявляют гемизвритоппность, встречаясь как на открытых пространствах, так и в разреженных лесных сообществах.

На градиенте «температурный режим» (рис. 4) рассматриваемый вид находится в пределах комфортной зоны с небольшим запасом, занимая диапазон от 16,3 до 22,8 градусов средней июльской температуры. Оптимальные условия для фитоценоза находятся на уровне 22,2 градусов, в то время как у незабудки разноцветной этот показатель составляет 18,5 градусов.

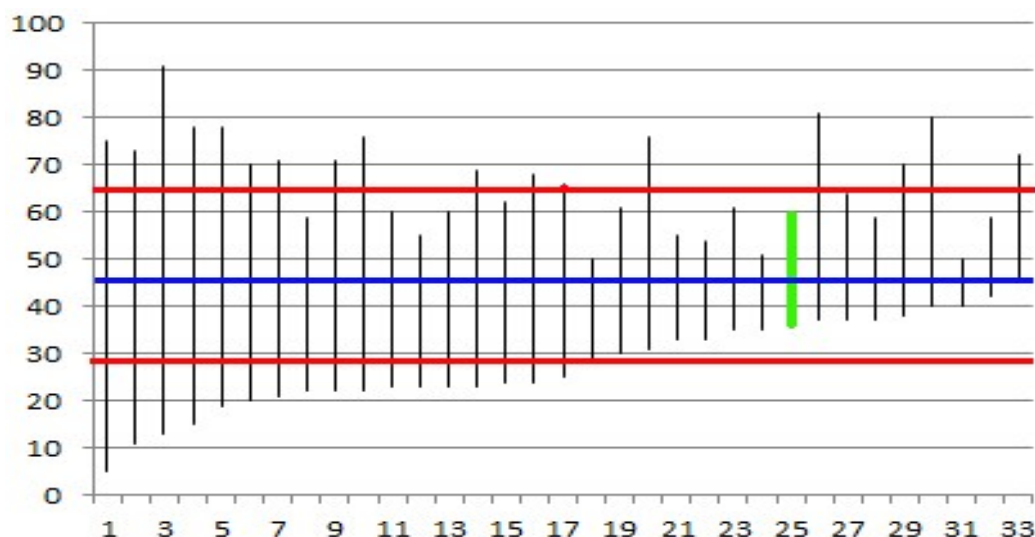


Рис. 5. Распределение видов вдоль градиента «омброрежим» (аридность-гумидность климата). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 28-65 (слева) или в мм испаряемости – -1000 – +644 (правая шкала). Оптимальное значение фактора – 46 градация (-200 мм). 1. *Cynodon dactylon*; 2. *Chenopodium album*; 3. *Elymus repens*; 4. *Atriplex prostrata*; 5. *Medicago minima*; 6. *Lomelosia argentea*; 7. *Koeleria pyramidata*; 8. *Euphorbia seguierana*; 9. *Bromus tectorum*; 10. *Trifolium arvense*; 11. *Bassia prostrata*; 12. *Salvia aethiopis*; 13. *Silene wolgensis*; 14. *Trifolium campestre*; 15. *Festuca valesiaca*; 16. *Herniaria glabra*; 17. *Valerianella locusta*; 18. *Alyssum hirsutum*; 19. *Lappula squarrosa*; 20. *Medicago falcate*; 21. *Silene subconica*; 22. *Camelina microcarpa*; 23. *Xeranthemum annuum*; 24. *Echium vulgare*; 25. *Myosotis discolor*; 26. *Gypsophila paniculata*; 27. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 28. *Poa bulbosa*; 29. *Galium humifusum*; 30. *Crepis ramosissima*; 31. *Alcea rugosa*; 32. *Delphinium divaricatum*; 33. *Valerianella dentate*.

Fig. 5. Distribution of species along the "ombroregion" gradient (aridity-humidity of climate). The "comfort corridor" is placed within the gradations of 28-65 (layer) or in mm of evaporation. – -1000 – +644 (right scale). The optimal value of the factor is 46 degrees (-200 mm)

Следовательно, это важное условие, влияющее на расширение ареала вида. Заметно, что большинство таксонов сообщества предпочитают более низкие летние температуры, располагаясь в нижней части зоны комфорта. В отличие от предыдущего градиента, здесь доминируют гемизвритопы-гемистенотопы, которые активно проявляют свои адаптационные возможности на протяжении значительной части температурного градиента.

Вид *Myosotis discolor* в «омброрежиме» достигает своего максимального потенциала в средней части зоны комфорта (рис. 5). Он адаптирован к засушливым условиям с выраженным дефицитом осадков. Медианное значение вида совпадает с точкой оптимума реализованной ниши сообщества, что соответствует субаридным условиям (дефицит -200). Анализ распределения видов на градиенте также указывает на отсутствие значительных сукцессионных изменений в ближайшем будущем.

«Коридор комфорта» в диапазоне «криорежим» весьма обширен и включает 47 градаций, охватывая зимние температуры от -16,6 до +10,3°C с пиком на отметке -1,7°C (рис. 6). Незабудка разноцветная, будучи гемистенотопом, занимает диапазон от 54 до 90 градаций, от субкриофита (-6,3°C) до субтермофита (+14,3°C), с медианой на уровне +4°C, что соответствует акриофиту. Это означает, что дальнейшее повышение зимних температур будет способствовать успешному развитию этого вида растений.

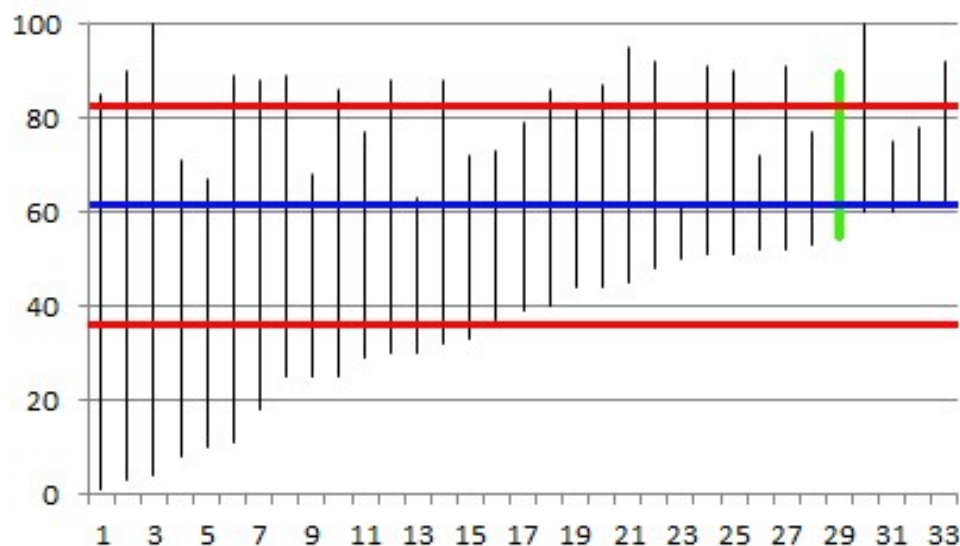


Рис. 6. Распределение видов вдоль градиента «криорежим» (средняя температура самого холодного месяца). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 36-83 или в градусах от -16,6 до +10,3. Оптимальное значение фактора для обсуждаемого фитоценоза (62 градация – -1,7°C). 1. *Lappula squarrosa*; 2. *Elymus repens*; 3. *Chenopodium album*; 4. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 5. *Silene wolgensis*; 6. *Medicago falcata*; 7. *Koeleria pyramidata*; 8. *Bassia prostrata*; 9. *Gypsophila paniculata*; 10. *Festuca valesiaca*; 11. *Echium vulgare*; 12. *Poa bulbosa*; 13. *Bromus tectorum*; 14. *Trifolium arvense*; 15. *Camelina microcarpa*; 16. *Euphorbia seguierana*; 17. *Lomelosia argentea*; 18. *Herniaria glabra*; 19. *Valerianella locusta*; 20. *Atriplex prostrata*; 21. *Medicago minima*; 22. *Trifolium campestre*; 23. *Crepis ramosissima*; 24. *Salvia aethiopis*; 25. *Xeranthemum annuum*; 26. *Galium humifusum*; 27. *Valerianella dentata*; 28. *Delphinium divaricatum*; 29. *Myosotis discolor*; 30. *Cynodon dactylon*; 31. *Alyssum hirsutum*; 32. *Alcea rugosa*; 33. *Silene subconica*.

Fig. 6. Distribution of species along the "cryoregime" gradient (average temperature of the coldest month). The "comfort corridor" is located within the range of 36-83 degrees or in degrees from -16.6 to +10.3. The optimal value of the factor for the phytocenosis in question (62 degrees – -1.7 degrees Celsius).

Континентальность климата обычно оценивают по амплитуде годовых температур. В морских областях она составляет менее 100%, а в континентальных может достигать до 250%. На графике (рис. 7) видно, что виды фитоценоза адаптированы к широкому диапазону условий на шкале континентальности. Этот диапазон простирается от субокеанического до континентального типа (градация 26-88). Хотя некоторые виды находятся ниже линии оптимума, они всё же завершают свой жизненный цикл в этом изменённом ландшафте. *Myosotis discolor* – эвритоп, занимающий промежуточное положение между океаническими и континентальными экогруппами в нижней части этого диапазона.

Состав фитоценоза, о котором идёт речь, в основном состоит из стенофитов и гемистенофитов с диапазоном градаций до 40 значений (рис. 8). Зона комфорта расположена между пустынно-степной и влажно-луговой экогруппами, с оптимальным значением на уровне субмезофитов (39 градация — индекс сухости 1,9). Анализируемый вид полностью вписывается в этот диапазон, с медианой на уровне индекса сухости 2,0. Это указывает на то, что незабудка разноцветная находится в благоприятных условиях на градиенте «увлажнение».

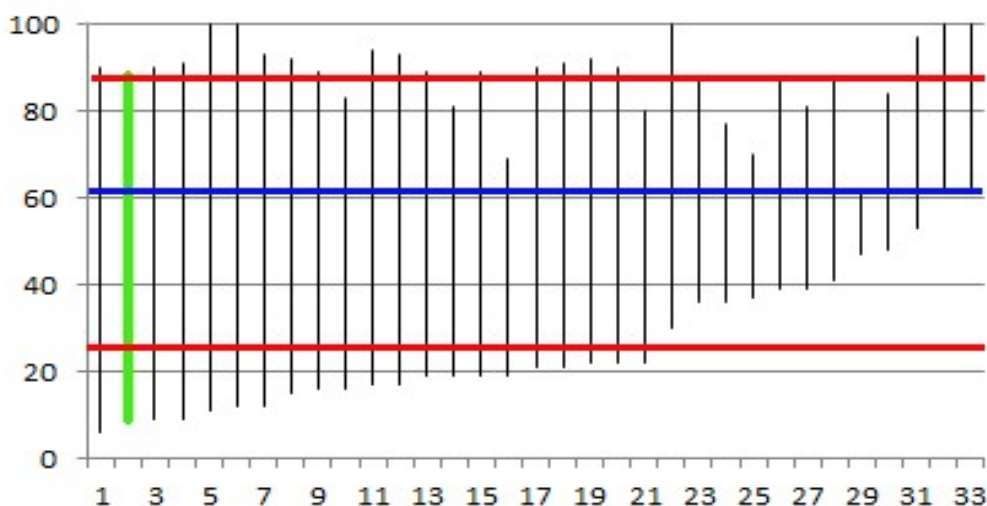


Рис. 7. Распределение видов вдоль градиента «континентальность» (контрастность климата %). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 26-88 или в значениях индекса 94-153%. Оптимальное значение фактора 62 градация, что соответствует значению – 146%. 1. *Valerianella dentata*; 2. *Myosotis discolor*; 3. *Crepis ramosissima*; 4. *Chenopodium album*; 5. *Bromus tectorum*; 6. *Herniaria glabra*; 7. *Xeranthemum annuum*; 8. *Medicago falcata*; 9. *Elymus repens*; 10. *Poa bulbosa*; 11. *Cynodon dactylon*; 12. *Salvia aethiopis*; 13. *Koeleria pyramidata*; 14. *Trifolium arvense*; 15. *Valerianella locusta*; 16. *Atriplex prostrata*; 17. *Euphorbia seguierana*; 18. *Lappula squarrosa*; 19. *Medicago minima*; 20. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 21. *Trifolium campestre*; 22. *Camelina microcarpa*; 23. *Bassia prostrata*; 24. *Galium humifusum*; 25. *Silene subconica*; 26. *Echium vulgare*; 27. *Delphinium divaricatum*; 28. *Festuca valesiaca*; 29. *Alcea rugosa*; 30. *Lomelosia argentea*; 31. *Gypsophila paniculata*; 32. *Alyssum hirsutum*; 33. *Silene wolgensis*.

Fig. 7. Distribution of species along the "continental" gradient (climate contrast %). The "comfort corridor" is located within the 26-88 gradations or the 94-153% index values. The optimal value of the factor is 62, which corresponds to a value of -146%.

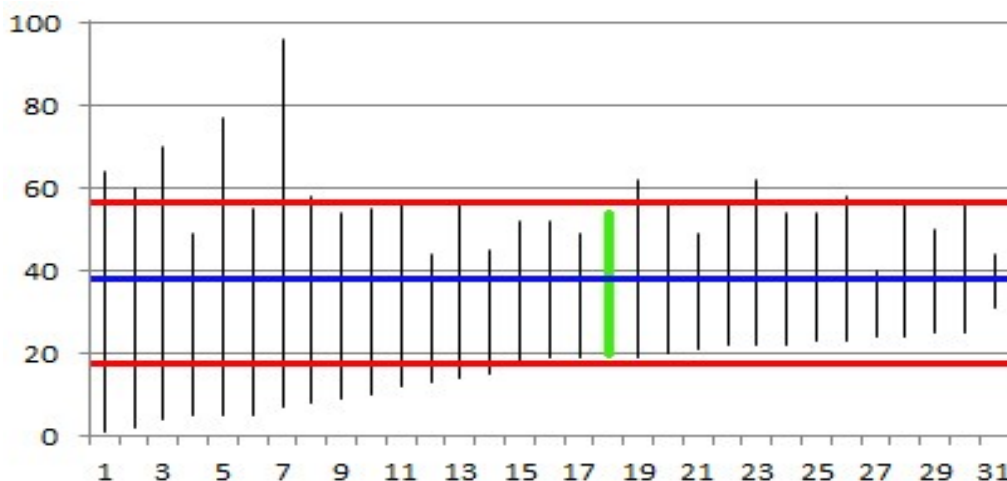


Рис. 8. Распределение видов вдоль градиента «увлажнение» (индекс сухости). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 17-57 или в значениях индекса 2,7-1,4. Оптимальное значение фактора 39 градация, что соответствует значению – 1,9. 1. *Lappula squarrosa*; 2. *Festuca valesiaca*; 3. *Koeleria pyramidata*; 4. *Bromus tectorum*; 5. *Chenopodium album*; 6. *Poa bulbosa*; 7. *Elymus repens*; 8. *Camelina microcarpa*; 9. *Gypsophila paniculata*; 10. *Medicago falcata*; 11. *Medicago minima*; 12. *Alyssum hirsutum*; 13. *Trifolium arvense*; 14. *Salvia aethiopis*; 15. *Crepis ramosissima*; 16. *Alcea rugosa*; 17. *Bassia prostrata*; 18. *Myosotis discolor*; 19. *Valerianella dentata*; 20. *Valerianella locusta*; 21. *Xeranthemum annuum*; 22. *Echium vulgare*; 23. *Herniaria glabra*; 24. *Silene subconica*; 25. *Silene wolgensis*; 26. *Trifolium campestre*; 27. *Delphinium divaricatum*; 28. *Euphorbia seguierana*; 29. *Cynodon dactylon*; 30. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 31. *Lomelosia argentea*; 32. *Galium humifusum*; 33. *Atriplex prostrata*.

Fig. 8. Distribution of species along the "moisture" gradient (dryness index). The "comfort corridor" is located within the gradations 17-57 or in the index values 2.7-1.4. The optimal value of the factor is 39, which corresponds to a value of -1.9.

На градиенте «переменность увлажнения» (рис. 9) *Myosotis discolor* занимает нижнюю часть зоны благоприятствования, опираясь на линию оптимума. Следуя Д.Н. Цыганову (1976), констатируем положение вида между экогруппой «относительно устойчивого увлажнения» и «умеренно переменного увлажнения», хотя нужно заметить, что минимальное значение выходит за пределы диапазонного значения фитоценоза в сторону устойчивого увлажнения.

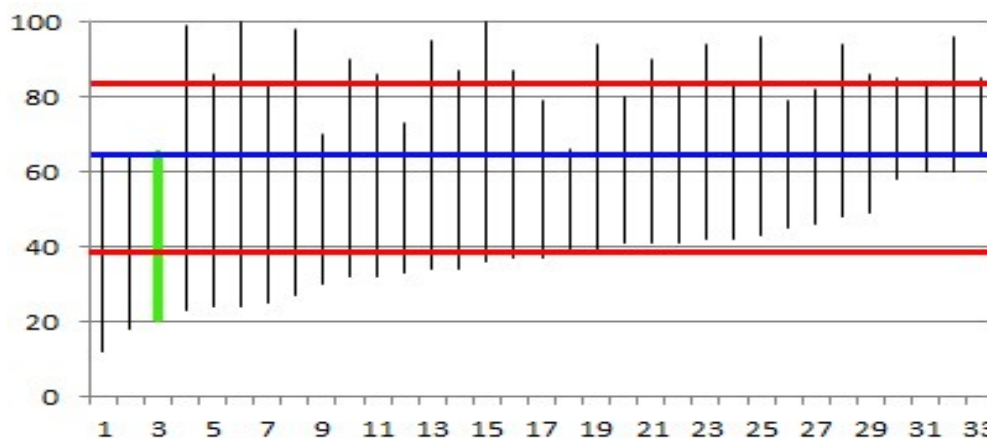


Рис. 9. Распределение видов вдоль градиента «переменность увлажнения» (коэффициент переменнойности увлажнения). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 39-88 или в значениях индекса 0,19-0,42. Оптимальное значение фактора 66 градация, что соответствует значению – 0,32. 1. *Atriplex prostrata*; 2. *Lomelosia argentea*; 3. ***Myosotis discolor***; 4. *Bassia prostrate*; 5. *Salvia aethiopis*; 6. *Camelina microcarpa*; 7. *Medicago minima*; 8. *Herniaria glabra*; 9. *Silene wolgensis*; 10. *Lappula squarrosa*; 11. *Xeranthemum annuum*; 12. *Valerianella dentata*; 13. *Elymus repens*; 14. *Alyssum hirsutum*; 15. *Gypsophila paniculata*; 16. *Silene subconica*; 17. *Chenopodium album*; 18. *Euphorbia seguierana*; 19. *Medicago falcata*; 20. *Koeleria pyramidata*; 21. *Crepis ramosissima*; 22. *Valerianella locusta*; 23. *Alcea rugosa*; 24. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 25. *Trifolium arvense*; 26. *Festuca valesiaca*; 27. *Trifolium campestre*; 28. *Echium vulgare*; 29. *Galium humifusum*; 30. *Bromus tectorum*; 31. *Cynodon dactylon*; 32. *Poa bulbosa*; 33. *Delphinium divaricatum*.

Fig. 9. Distribution of species along the "moisture variability" gradient (moisture variability coefficient). The "comfort corridor" is located within the 39-88 gradation range or the 0.19-0.42 index value. The optimal value of the factor is 66, which corresponds to a value of 0.32. 1. *Atriplex prostrata*; 2. *Lomelosia argentea*; 3. ***Myosotis discolor***; 4. *Bassia prostrate*; 5. *Salvia aethiopis*; 6. *Camelina microcarpa*; 7. *Medicago minima*; 8. *Herniaria glabra*; 9. *Silene wolgensis*; 10. *Lappula squarrosa*; 11. *Xeranthemum annuum*; 12. *Valerianella dentata*; 13. *Elymus repens*; 14. *Alyssum hirsutum*; 15. *Gypsophila paniculata*; 16. *Silene subconica*; 17. *Chenopodium album*; 18. *Euphorbia seguierana*; 19. *Medicago falcata*; 20. *Koeleria pyramidata*; 21. *Crepis ramosissima*; 22. *Valerianella locusta*; 23. *Alcea rugosa*; 24. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 25. *Trifolium arvense*; 26. *Festuca valesiaca*; 27. *Trifolium campestre*; 28. *Echium vulgare*; 29. *Galium humifusum*; 30. *Bromus tectorum*; 31. *Cynodon dactylon*; 32. *Poa bulbosa*; 33. *Delphinium divaricatum*.

Сообщество, находящееся на дне отработанного карьера, подвержено воздействию двух противоположных факторов: с одной стороны, происходит подкисление из-за растворения остатков рудных отложений, с другой — подщелачивание из-за смывов с бортов отвалов. В связи с этим виды, составляющие фитоценоз, должны быть приспособлены к широкому диапазону значений pH, который в нашем случае колеблется от 5,5 до 8,2 с оптимумом на уровне 6,8 (рис. 10). Если рассматривать зону толерантности в терминах экоморф, то она располагается между эуацидофилами и субалкафилами. Однако, незабудка разноцветная способна успешно развиваться в интервале от гиперацидофилов до субалкафилов, с медианой в пределах перацидофилов.

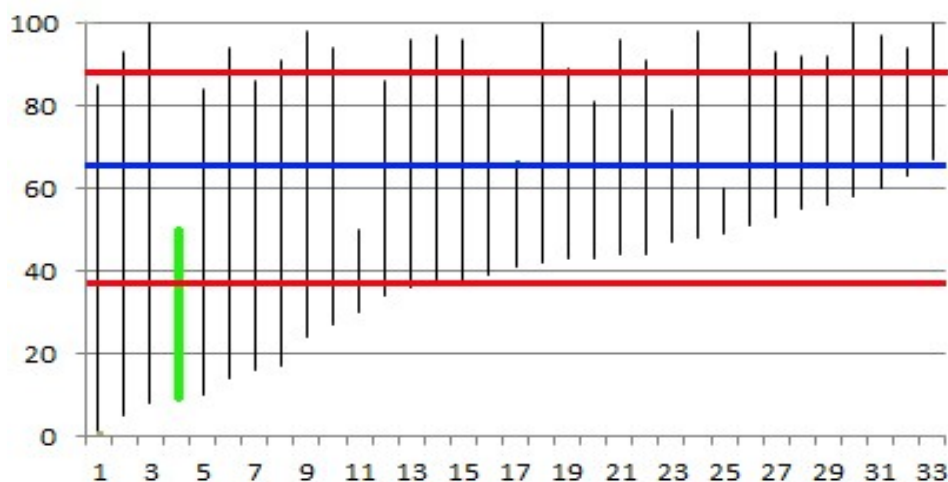


Рис. 10. Распределение видов вдоль градиента «реакция субстрата» (pH водной вытяжки). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 37-88 или в значениях pH 5.2-8.2. Оптимальное значение фактора - 66 градация, что соответствует значению pH - 6.8. 1. *Echium vulgare*; 2. *Trifolium arvense*; 3. *Chenopodium album*; 4. *Myosotis discolor*; 5. *Elymus repens*; 6. *Cynodon dactylon*; 7. *Atriplex prostrata*; 8. *Trifolium campestre*; 9. *Poa bulbosa*; 10. *Crepis ramosissima*; 11. *Lomelosia argentea*; 12. *Salvia aethiopis*; 13. *Festuca valesiaca*; 14. *Koeleria pyramidata*; 15. *Xeranthemum annuum*; 16. *Camelina microcarpa*; 17. *Herniaria glabra*; 18. *Lappula squarrosa*; 19. *Galium humifusum*; 20. *Silene wolgensis*; 21. *Silene subconica*; 22. *Valerianella locusta*; 23. *Delphinium divaricatum*; 24. *Bassia prostrata*; 25. *Alyssum hirsutum*; 26. *Bromus tectorum*; 27. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 28. *Alcea rugosa*; 29. *Valerianella dentata*; 30. *Medicago minima*; 31. *Euphorbia seguierana*; 32. *Gypsophila paniculata*; 33. *Medicago falcata*.

Fig. 10. Species distribution along the "substrate reaction" gradient (pH of the water extract). The "comfort corridor" is located within the gradations of 37-88 or in the pH values of 5.2-8.2. The optimal value of the factor is 66, which corresponds to a pH value of 6.8.

Эдафические факторы тесно связаны между собой, и механизмы, компенсирующие недостаток или избыток отдельных ресурсов, еще не полностью изучены. В таких случаях можно лишь оценить положение сообщества на градиентах факторов-ресурсов. На градиенте содержания основных анионов, известном как «богатство-засоление» (Раменский и др., 1956), фитоценоз занимает центральную часть градиента (от гликопермезотрофной до галосемиэвтрофной экогруппы по Д.Н. Циганову, 1983). В этой зоне присутствуют стенотопы, избегающие засоления (расположенные в нижней части зоны комфорта), и эвритопы, адаптированные к широкому спектру условий (рис. 11). Вид *Myosotis discolor* успешно развивается на градациях с содержанием анионов от 18 до 50, что соответствует следующим медианным значениям: HCO_3^- – 1,89; Cl^- – 0,03; SO_4^{2-} – 0,27.

Карбонаты часто выступают в роли основного осадителя микроэлементов в некоторых типах почв, при этом кальций является ключевым катионом, определяющим степень их растворимости. Важно отметить, что кальций, фосфор и магний играют роль антагонистических элементов в процессах поглощения и метаболизма многих других элементов. Однако, в некоторых случаях для антагонистических пар наблюдаются синергетические эффекты, что, вероятно, связано с особенностями реакций у отдельных генотипов или видов растений (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). На «подошве» отработанного карьера зона толерантности фитоценоза по отношению к карбонатам расположена в диапазоне экогрупп гемикарбонатофобов и гемикарбонатофилов с оптимумом при содержании карбонатов 2,38%.

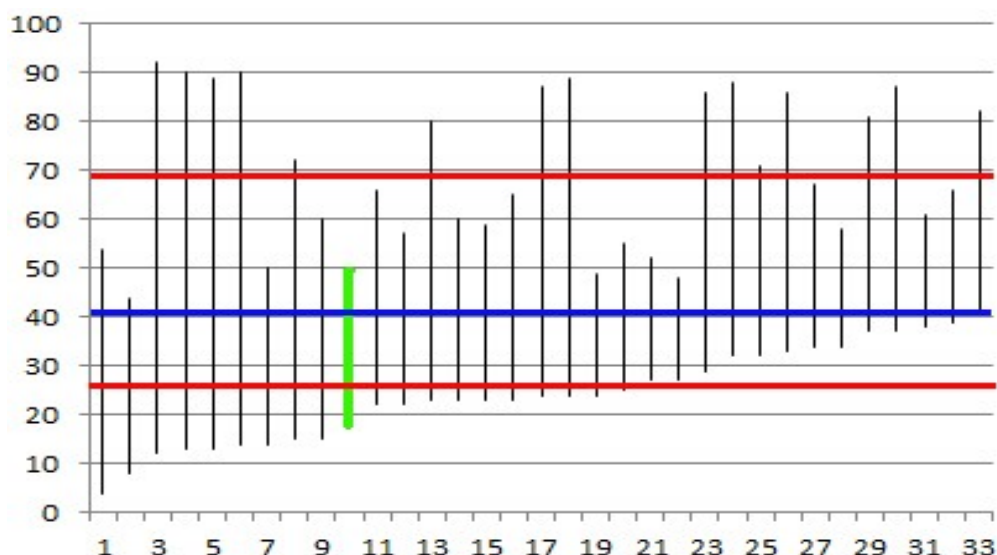


Рис. 11. Распределение видов вдоль градиента «анионный состав субстрата» (содержание основных анионов). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 26-69 или в значениях содержание анионов в мг/100 г почвы в слое 0-50 см: HCO_3^- 0,21-66,7; Cl^- 0,006-134,2; SO_4^{2-} 0,057-303. Оптимальное значение фактора 42 градация, что соответствует следующему анионному составу: HCO_3^- – 17,7; Cl^- – 0,17; SO_4^{2-} – 0,82. 1. *Xeranthemum annuum*; 2. *Herniaria glabra*; 3. *Festuca valesiaca*; 4. *Elymus repens*; 5. *Chenopodium album*; 6. *Medicago falcata*; 7. *Salvia aethiopsis*; 8. *Bromus tectorum*; 9. *Trifolium arvense*; 10. *Myosotis discolor*; 11. *Galium humifusum*; 12. *Crepis ramosissima*; 13. *Koeleria pyramidata*; 14. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 15. *Trifolium campestre*; 16. *Delphinium divaricatum*; 17. *Cynodon dactylon*; 18. *Poa bulbosa*; 19. *Echium vulgare*; 20. *Gypsophila paniculata*; 21. *Lomelosia argentea*; 22. *Valerianella dentata*; 23. *Euphorbia seguierana*; 24. *Medicago minima*; 25. *Bassia prostrata*; 26. *Alcea rugosa*; 27. *Lappula squarrosa*; 28. *Camelina microcarpa*; 29. *Silene subconica*; 30. *Atriplex prostrata*; 31. *Alyssum hirsutum*; 32. *Valerianella locusta*; 33. *Silene wolgensis*.

Fig. 11. Distribution of species along the gradient "anionic composition of the substrate" (content of major anions). The "comfort corridor" is located within the gradations 26-69 or in the values of anion content in mg/100 g of soil in the 0-50 cm layer: HCO_3^- 0.21-66.7; Cl^- 0.006-134.2; SO_4^{2-} 0.057-303. The optimal value of the factor is 42, which corresponds to the following anion composition: HCO_3^- – 17.7; Cl^- – 0.17; SO_4^{2-} – 0.82.

У незабудки медианное значение этого показателя составляет 2,47%, что практически полностью совпадает с фундаментальной нишей фитоценоза и анализируемого вида (рис. 12).

Трофический уровень эдафотоп можно оценить по содержанию азота. Логично предположить, что сообщество, образовавшееся в глубокой выемке, будет включать нитрофилов, так как на протяжении длительного времени там накапливалось и разлагалось органическое вещество (биомасса, опад и ветошь). В нашем случае зона комфорта реализованной части занимает половину всего градиента: от 0,13 до 0,41%. Примечательно, что на этом градиенте оптимальное и медианное значения реализованной части совпадают и соответствуют экоморфе субнитрофил (См. рис. 13).

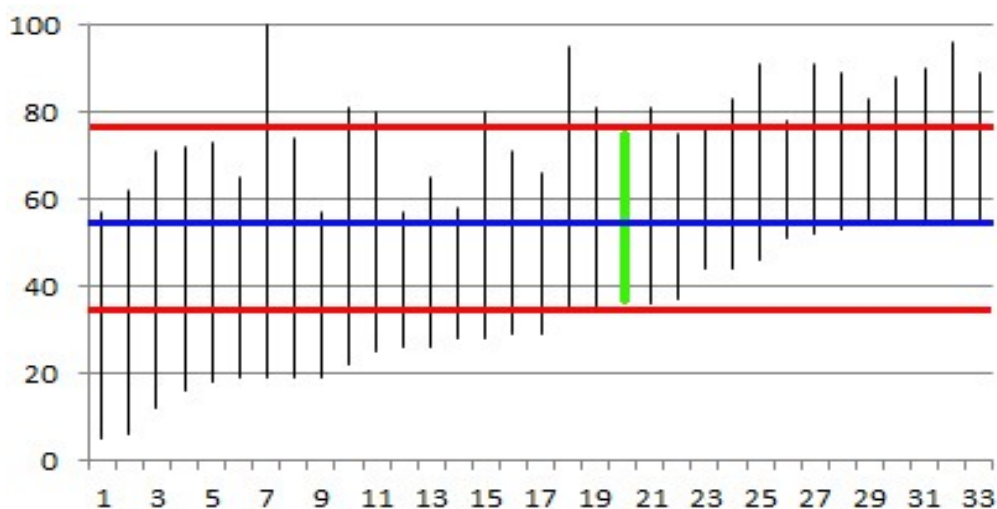


Рис. 12. Распределение видов вдоль градиента «содержание карбонатов» (процент карбонатов $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 34-77 или в процентах карбонатов 0,5-6,26%. Оптимальное значение фактора 55 градация, что соответствует проценту карбонатов – 2,38%. 1. *Euphorbia seguierana*; 2. *Trifolium arvense*; 3. *Xeranthemum annuum*; 4. *Bromus tectorum*; 5. *Medicago minima*; 6. *Cynodon dactylon*; 7. *Echium vulgare*; 8. *Trifolium campestre*; 9. *Atriplex prostrata*; 10. *Gypsophila paniculata*; 11. *Poa bulbosa*; 12. *Herniaria glabra*; 13. *Chenopodium album*; 14. *Crepis ramosissima*; 15. *Valerianella locusta*; 16. *Lomelosia argentea*; 17. *Silene wolgensis*; 18. *Bassia prostrata*; 19. *Lappula squarrosa*; 20. *Myosotis discolor*; 21. *Festuca valesiaca*; 22. *Valerianella dentata*; 23. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 24. *Silene subconica*; 25. *Alyssum hirsutum*; 26. *Koeleria pyramidata*; 27. *Camelina microcarpa*; 28. *Alcea rugosa*; 29. *Delphinium divaricatum*; 30. *Medicago falcata*; 31. *Salvia aethiopis*; 32. *Galium humifusum*; 33. *Elymus repens*.

Fig. 12. Distribution of species along the "carbonate content" gradient (percentage of $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ carbonates). The "comfort corridor" is located within the 34-77 gradation range, corresponding to a carbonate percentage of 0.5-6.26%. The optimal value of the factor is 55, corresponding to a carbonate percentage of 2.38%.

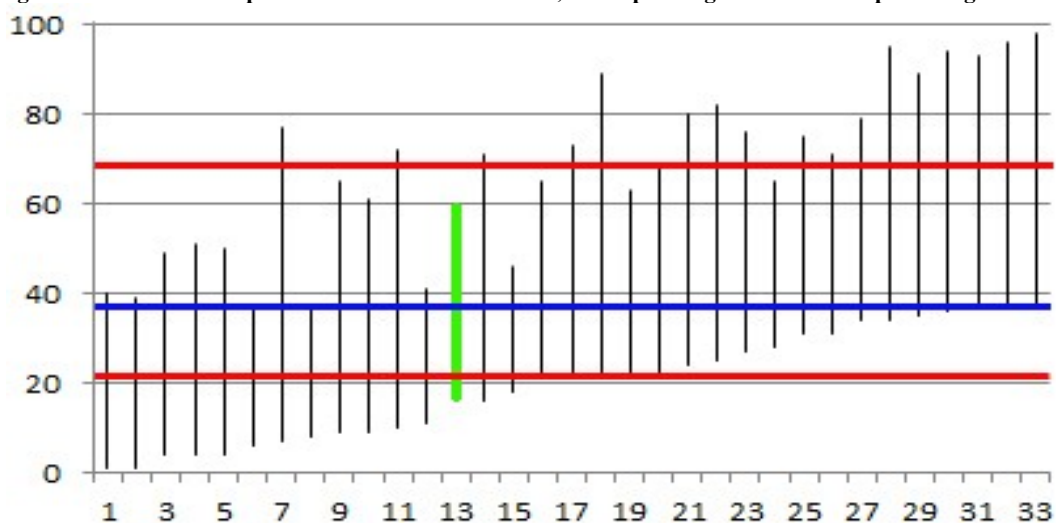


Рис. 13. Распределение видов вдоль градиента «содержание азота» (процент азота). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 21-77 или в процентах азота 0,13-0,41. Оптимальное значение фактора 38 градация, что соответствует проценту азота – 0,22. 1. *Poa bulbosa*; 2. *Trifolium arvense*; 3. *Euphorbia seguierana*; 4. *Festuca valesiaca*; 5. *Koeleria pyramidata*; 6. *Medicago minima*; 7. *Atriplex prostrata*; 8. *Alyssum hirsutum*; 9. *Medicago falcata*; 10. *Trifolium campestre*; 11. *Delphinium divaricatum*; 12. *Lomelosia argentea*; 13. *Myosotis discolor*; 14. *Silene subconica*; 15. *Silene wolgensis*; 16. *Bromus tectorum*; 17. *Alcea rugosa*; 18. *Cynodon dactylon*; 19. *Herniaria glabra*; 20. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*; 21. *Galium humifusum*; 22. *Camelina microcarpa*; 23. *Bassia prostrata*; 24. *Echium vulgare*; 25. *Crepis ramosissima*; 26. *Xeranthemum annuum*; 27. *Gypsophila paniculata*; 28. *Salvia aethiopis*; 29. *Valerianella locusta*; 30. *Lappula squarrosa*; 31. *Chenopodium album*; 32. *Valerianella dentata*; 33. *Elymus repens*.

Fig. 13. Distribution of species along the nitrogen content gradient (nitrogen percentage). The "comfort corridor" is located within the 21-77 gradation range, corresponding to nitrogen percentages of 0.13-0.41. The optimal value of the factor is 38, corresponding to a nitrogen percentage of 0.22.

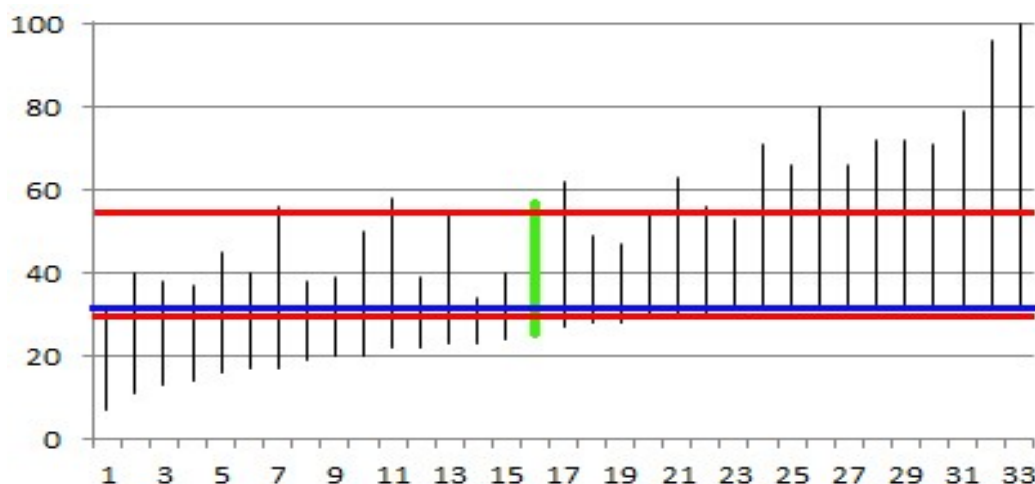


Рис. 14. Распределение видов вдоль градиента «аэрация» (процент порозности субстрата). «Коридор комфортности» размещён в пределах градаций 29-55 или в процентах порозности 57,1-23,2. Оптимальное значение фактора 32 градация, что соответствует проценту порозности – 52,1. 1. *Euphorbia seguierana*; 2. *Alyssum hirsutum*; 3. *Gypsophila paniculata*; 4. *Camelina microcarpa*; 5. *Crepis ramosissima*; 6. *Lappula squarrosa*; 7. *Bromus tectorum*; 8. *Herniaria glabra*; 9. *Alcea rugosa*; 10. *Galium humifusum*; 11. *Festuca valesiaca*; 12. *Delphinium divaricatum*; 13. *Elymus repens*; 14. *Silene subconica*; 15. *Silene wolgensis*; 16. *Myosotis discolor*; 17. *Poa bulbosa*; 18. *Medicago falcata*; 19. *Echium vulgare*; 20. *Koeleria pyramidata*; 21. *Valerianella locusta*; 22. *Valerianella dentata*; 23. *Trifolium arvense*; 24. *Atriplex prostrata*; 25. *Lomelosia argentea*; 26. *Bassia prostrata*; 27. *Chenopodium album*; 28. *Salvia aethiopsis*; 29. *Xeranthemum annuum*; 30. *Cynodon dactylon*; 31. *Medicago minima*; 32. *Trifolium campestre*; 33. *Jacobaea erucifolia* subsp. *grandidentata*.

Fig. 14. Distribution of species along the "aeration" gradient (substrate porosity percentage). The "comfort corridor" is located within the 29-55 gradation range, corresponding to a substrate porosity percentage of 57.1-23.2. The optimal value of the factor is 32, corresponding to a substrate porosity percentage of 52.1.

Гранулометрический состав субстрата оказывает влияние не только на влажность, но и на тепловой и воздушный режимы, а также на способность к поглощению минеральных веществ и другие параметры. Состояние поверхностных отложений на дне карьера отражает градиент «аэрация», который оценивается процентом порозности. Реальное распределение зоны толерантности на этом градиенте уникально. Оптимум (32 градация) почти совпадает с минимальным значением реализованной части (29 градация), а на графиках плотности упаковки видов можно выделить несколько пиков. Первый пик приходится на 32 градацию и включает 28 видов, второй – на 47 градацию и содержит 24 вида. Положение *Myosotis discolor* разделяет флористический состав сообщества на две группы: виды, предпочитающие субстрат с хорошей воздухопроницаемостью (они расположены в нижней части), и виды, отдающие предпочтение глинисто-щебнистым отложениям, часто смываемым с бортов и отвалов карьера (рис. 14).

Заключение

Сообщество, относящееся к ассоциации *Scabioso ucrainicae-Kochietum prostratae* Korzh., расположенное в основании карьера по добыче железной руды, который находится в стадии саморекультивации, представляет собой антропогенный синтаксон. В его составе примерно равное количество многолетних трав и озимых однолетников, а также летне-зимнезеленые растения с полурозеточным побегообразованием и стержневой корневой системой, проникающей на значительную глубину. Состав типов ареалов этого сообщества сформировался под влиянием четвертичного оледенения и миграционных процессов из европейско-средиземноморских регионов и степных зон ближнего окружения.

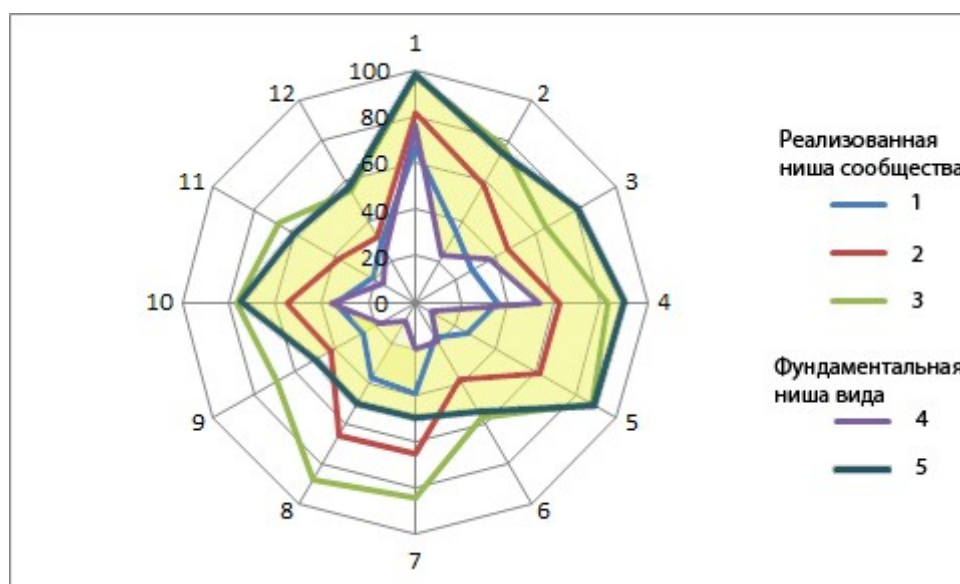


Рис. 15 Экологические ниши фитоценоза и *Myosotis discolor*. Реализованная ниша сообщества: 1–синий цвет – минимальное значение на градиентах; 2–красный цвет – оптимальное значение; 3–зелёный цвет – максимальное значение. Фундаментальная ниша незабудки разноцветной: 4–фиолетовый цвет – минимальное значение; 5–чёрный цвет – максимальное значение. Цифрами на лепестковой диаграмме указаны следующие оси градиентов: 1 – освещённость-затенение, 2 – терморегим, 3 – аридность-гумидность, 4 – криорежим, 5 – континентальность климата, 6 – увлажнение, 7 – переменность увлажнения, 8 – кислотность субстрата, 9 – солевой режим (анионный состав), 10 – содержание карбонатов, 11 – содержание азота, 12 – аэрация субстрата – порозность.

Fig. 15 Ecological niches of the phytocenosis and *Myosotis discolor*. The realized niche of the community: 1–blue color – minimum value on gradients; 2–red color – optimal value; 3–green color – maximum value. The fundamental niche of the forget-me-not: 4–purple color – minimum value; 5–black color – maximum value. The following gradient axes are indicated by numbers on the petal diagram: 1 – illumination-shading, 2 – thermal regime, 3 – aridity-humidity, 4 – cryoregime, 5 – climate continentality, 6 – moisture, 7 – variability of moisture, 8 – substrate acidity, 9 – salt regime (anion composition), 10 – carbonate content, 11 – nitrogen content, 12 – substrate aeration – porosity.

В результате проведённой оценки реализованной ниши фитоценоза с участием *Myosotis discolor* были определены ее параметры на градиентах климатических факторов и факторов-ресурсов. Проведено сравнение нишевого пространства сообщества с фундаментальными показателями этого вида (рис. 15). На градиентах климатопы (оси: 1, 2, 5, 6) потенциальные параметры соответствуют реализованному пространству сообщества, в то время как на осях 3 и 4 они выходят за пределы реализованных градиентов. В эдафотопе ситуация несколько иная: на осях «переменность увлажнения» и «кислотность субстрата» фундаментальные показатели вида снижаются ниже линии оптимума фитоценоза, смещаясь к низким значениям шкалы. Таким образом, основными лимитирующими факторами в данном случае являются "омброрежим" и "криорежим", а также в меньшей степени "переменность увлажнения" и "кислотность субстрата" (рис. 15).

Почему уже более 40 лет не удаётся найти этот вид? Во-первых, его целенаправленно не искали в тех же местах, где была сделана первоначальная находка. Во-вторых, возможно, это был случайный занос. Однако карты, сопровождающие основные таксономические базы данных, ясно показывают, что территория Крыма остаётся «белым пятном» среди мест, где можно встретить *Myosotis discolor*.

Литература / References

- Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: НБС-ННЦ. 1996. 126 с.
[Golubev V.N. Biological flora of Crimea. Yalta: NBS-NSC. 1996. 126 p.]
- Голубев В.Н., Корженевский В.В. О новых флористических находках в Крыму // Ботанический журнал. 1988. Т.73. №4. С. 600-602.
[Golubev V.N., Korzhenevsky V.V. On new floristic finds in Crimea // Botanical journal. 1988. 73(4):600-602.]
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. М.: Мир. 1988. 184 с.
[Giller P. Structure of communities and ecological niche. M.: Mir. 1988. 184 p.]
- Доброчаева Д.Н. Сем. 140. *Boraginaceae* Juss. – Бурачниковые. В кн.: Флора европейской части СССР. Т. 5. Л.: Наука. 1981. С. 113-179.
[Dobrochaeva D.N. Fam. 140. *Boraginaceae* Juss. Borage family. In: Flora of the European Part of the USSR. Vol. 5. Leningrad: Nauka. 1981. P. 113-179.]
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир. 1989. 439 с.
[Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soils and Plants. M.: Mir. 1989. 439 p.]
- Корженевский В.В. Антропогенные ассоциации карьеров Керченского полуострова // Синтаксономия и динамика антропогенной растительности: Межвузовский научный сборник. Уфа: изд. Башкирского ун-та. 1986. 164 с.
[Korzhenevsky V.V. Anthropogenic associations of quarries of the Kerch Peninsula // Syntaxonomy and Dynamics of Anthropogenic Vegetation: Interuniversity Scientific Collection. Ufa: Bashkir University Publishing House. 1986. 164 p.]
- Корженевский В.В. Новый способ графического выражения зависимости видового богатства и комплексных градиентов среды // Экология. 1999. № 3. С. 216-219.
[Korzhenevsky V.V. A new method for graphical expression of the dependence of species richness on complex environmental gradients // Ecology. 1999. 3:216-219.]
- Корженевский В.В., Плугатарь Ю.В., Корженевская Ю.В. Кому в сосняке жить хорошо? Сообщества ассоциации *Salvia tomentosae-Pinetum pallasianae* Korzh. 1984 на градиентах факторов среды // Сборник научных трудов ГНБС. 2019. Т.149. С. 96-112.
[Korzhenevsky V.V., Plugatar Yu.V., Korzhenevskaya Yu.V. Who lives well in the pine forest? Communities of the association *Salvia tomentosae-Pinetum pallasianae* Korzh. 1984 on gradients of environmental factors // Collection of Scientific Works of the State Nikitsky Botanical Garden. 2019. 149:96-112.]
- Корженевский В.В., Плугатарь Ю.В., Корженевская Ю.В., Абраменков А.А. Регенерационная ниша *Malva alcea* L. в горах Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 1 (154). С. 7-22.
[Korzhenevsky V.V., Plugatar Yu.V., Korzhenevskaya Yu.V., Abramnikov A.A. Regeneration niche of *Malva alcea* L. in the mountains of Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. 1(154):7-22.]
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН БР, Гилем, 2012. 488 с.
[Mirkin B.M., Naumova L.G. Current State of Basic Concepts in Vegetation Science. Ufa: Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Gilem, 2012. 488 p.]
- Юрк Ю.Ю., Лебедев Ю.С., Кириченко О.Н. Железные и железномарганцевые руды // В сб.: Геология СССР, Т.8. Крым. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1974. С. 71-85.
[Yurk Yu.Yu., Lebedev Yu.S., Kirichenko O.N. Iron and iron-manganese ores // In: Geology of the USSR. Vol. 8, Crimea. Mineral Resources. Moscow: Nedra, 1974. P. 71-85.]
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Myosotis_discolor_\(Boraginaceae\)_\(flowering\),_Twickel,_the_Netherlands.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Myosotis_discolor_(Boraginaceae)_(flowering),_Twickel,_the_Netherlands.jpg)

Статья поступила в редакцию 25.08.2025 г.

Korzhenovsky V.V., Abramnikov A.A., Korzhenovskaya Yu.V. The realized niche of *Myosotis discolor* Pers. in Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2025. № 3 (176). P. 19-35

This paper examines the realized ecological niche of *Myosotis discolor* Pers., which was found at the bottom of a trench in an iron ore quarry that has been undergoing natural self-recovery for over 65 years (Golubev and Korzhenovsky, 1988). The analysis is based on classical geobotanical descriptions using standardized methods. The parameters of the species' ecological niche were determined using the original "Pover" program, which was developed for processing geobotanical data. The unified information on the distribution of plant species in the phytocenosis, depending on the gradients of environmental factors, was extracted from the Ecodata database, which allowed for a comparative analysis and identification of key aspects of *M. discolor's* adaptation to specific environmental conditions.

Based on the results of the analysis, it can be concluded that *Myosotis discolor* Pers. can exist in the Crimean Peninsula under real environmental conditions and resource factors. The only threat is anthropogenic impact.

Key words: *regenerative and fundamental niches; Myosotis discolor Pers.; environmental factor gradients; and threats to survival*