

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2022.38.81-90>

УДК 581.524:58.072

Кияк В.Г.¹, Климишин О.С.²

БАГАТОРІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЛЬПІЙСЬКОГО УГРУПОВАННЯ *JUNCETUM FESTUCOSUM AIROIDI* В ЧОРНОГОРІ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Проведено аналіз структурних і динамічних перетворень в альпійському трав'яному угрупованні *Juncetum festucosum airoidi* на г. Пожижевська в Чорногірському масиві Українських Карпат, що відбуваються протягом останніх 40 років під впливом кліматогенних і демутаційних змін. Встановлено основні чинники і наслідки його трансформації на рівні структури угруповання, а також вікового складу, щільності і проективного покриття ценопопуляцій трав'яних, чагарничкових і чагарникових видів. Відзначено істотний перерозподіл ценозоутворюючих позицій видів. За цей час фітоценоз трансформувався у *Juncetum myrtilloso-rhodococcosum*. Вже у середньостроковій перспективі можна спрогнозувати кардинальні зміни дослідного угруповання внаслідок експансії на його площу, як і в інші альпійські угруповання на їх нижній межі, субальпійських чагарникових угруповань *Juniperus communis subsp. alpina*. Сучасну антропогенну загрозу дигресії дослідженого фітоценозу, як і багатьох інших угруповань альпійського поясу Українських Карпат, становить неконтрольована заголівля *Cetraria islandica*, яка інтенсивно триває навіть на заповідних територіях.

Ключові слова: моніторинг, трансформація рослинності, демутація, угруповання, ценопопуляція, високогір'я Чорногори, Українські Карпати.

У високогір'ї Українських Карпат відбуваються швидкі зміни довкілля, які спричиняються антропогенними і природними чинниками, зокрема змінами клімату і демутаційними сукцесіями. У зв'язку з масштабністю викликаних цими чинниками трансформацій біоти, постає необхідність оцінки динаміки біотичного різноманіття на різних рівнях організації і прогнозування його перспектив. Тому актуальним є моніторинг угруповань і ценопопуляцій з метою стеження і управління процесами у вразливих високогірних екосистемах. Особливо цінну інформацію для розуміння процесів трансформації популяцій і угруповань надають довготривалі моніторингові дослідження.

Серед альпійських фітоценозів протягом останніх 30-40 років найменших змін зазнали трироздільноситничники, лохинники, рододендронники і сеслерієвники. У той же час, у лежачекостричниках і зігнутоосочниках значно понизилася позиція домінантів. Найлабільнішими виявилися лежачекостричники, які зазнають розпаду і заміни іншими фітоценозами (Кияк, Штупун, 2021).

Ця стаття присвячена результатам порівняльних досліджень структури популяцій ценозоутворюючих видів рослин у типовому угрупованні з едифікатором *Juncus trifidus* L. – *Juncetum festucosum airoidi* – в альпійському поясі Українських Карпат, на

г. Пожижевська у Чорногорі за 40-річний період. Встановлено причини і наслідки його трансформації.

Матеріал і методика досліджень

За даними К.А. Малиновського (Малиновський, 1980), формація *Juncus trifidus* в Українських Карпатах поширена в субальпійському і альпійському поясах у межах висот 1720-1930 м над р.м. на лучних та альпійських ґрунтах, скелях, торфовищах і розсіпищах, переважно на безкарбонатних породах. Усі угруповання *J. trifidus* належать до варіантів асоціації *Juncetum trifidi cetrariosum*.

Досліджуване угруповання належить до варіанта *Juncus trifidus* – *Festuca airoides*, який розвивається на плакорних ділянках або пологих схилах крутизною до 2-5°. Для нього характерні купинястий мікрорельєф та значна участь у травостой *Festuca airoides* Lam. Цей варіант є перехідним до лежачокострицевих лук (Малиновський, 1980).

Угруповання розташоване на північно-західному схилі г. Пожижевська на висоті 1800 м. У 1983-2024 рр. проводили періодичні спостереження за зміною його популяційного складу.

Дослідження проєктивного покриття і щільності ценопопуляцій проводили на стаціонарних ділянках, розділених на 40 квадратів 0,5×0,5 м, загальною площею 10 м², закладених більш-менш рівномірно по всій досліджуваній території. Щільність визначали за чисельністю особин на квадратний метр у межах дослідних ділянок. Вікову структуру визначали традиційними методами (Царик, Жиляєв, Кияк та ін., 2004). Загалом методика досліджень наведена у численних попередніх працях (Климишин, Слободян, 1983; Климишин, 2008; Кияк, 2008).

Чисельність особин, щільність і віковий склад ценопопуляцій визначали на основі фітоценотичних облікових одиниць. Назви видів подано за Ю.Й. Кобівим (2004).

Використано метеорологічні дані Сніголавинної станції «Пожижевська» Івано-Франківського центру з гідрометеорології Державної служби з надзвичайних ситуацій, яка розташована в районі досліджень в Чорногорі на верхній кліматичній межі лісу на г. Пожижевська на висоті 1450 м.

Результати досліджень

На початку досліджень у 1983 р. в угрупованні *Juncetum festucosum airoidi* проєктивне покриття рослинністю становило 65-70%, з них 35-40% припадало на *J. trifidus* і 5-10% – на *F. airoides*, по 1-3% – на *Hieracium alpinum* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avt. і *Vaccinium uliginosum* L. При геоботанічному описі досліджуваного угруповання виявлено 18 видів квіткових рослин, а також 41 вид мохів і лишайників, серед яких переважає *Cetraria islandica* (L.) Ach. Основу травостою утворюють 13 видів, чисельність ценопопуляцій решти видів або незначна, або вони представлені поодинокими особинами (Климишин, Кияк, 1985).

Угруповання має двох'ярусну структуру. Перший ярус (15-25 см) формують *Juncus trifidus*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy et Wil. і *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., а також мохи і лишайники.

Усі ценопопуляції, що складають основу травостою, – нормального типу, займають стійке положення в ценозі. Переважна більшість досліджуваних видів представлена повночленними ценопопуляціями (табл. 1). У дев'яти ценопопуляціях абсолютний максимум у вікових спектрах припадає на групу молодих вегетативних особин. П'ять із них мають чітко виражений другий максимум, що припадає на субсенільні рослини. Сюди належать ценопопуляції видів роду *Vaccinium* L. і злаки – *Helictotrichon versicolor* (Vill.) Pilg. та *Festuca airoides*. В іншій групі ценопопуляцій (*Deschampsia cespitosa*, *Luzula luzuloides* і *Carex sempervirens* Vill.) у вікових спектрах переважають субсенільні особини, а другий максимум утворюють молоді вегетативні рослини.

Таблиця 1

Щільність ценопопуляцій угруповання *Juncetum festucosum airoidi*

Вид	Вікова група, шт./м ²						Щільність ценопопуляцій	
	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss	s	ос./м ²	%
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	1,3	0,1	0,1	0,1	13,4	1,9	16,9	0,9
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	2,6	0,1	0,2	0,6	7,0	3,8	14,3	0,8
<i>Festuca airoides</i> Lam.	288,6	0,6	5,1	1,9	120,3	42,9	459,4	24,6
<i>Helictotrichon versicolor</i> (Vill.) Pilg.	15,4	0,1	0,3	0,1	2,6	1,2	19,7	1,1
<i>Hieracium alpinum</i> L.	175,4	15,4	37,1	29,4	26,9	6,4	290,6	15,5
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	46,1	1,3	3,2	1,3	3,2	0,6	55,7	3,0
<i>Juncus trifidus</i> L.	89,6	65,9	102,4	141,4	97,9	85,1	582,3	31,1
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Will.	0,6	0,2	0,3	0,1	1,3	0,6	3,1	0,2
<i>Potentilla aurea</i> L.	3,6	1,6	2,4	1,2	1,9	0,6	11,3	0,6
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avror.	83,1	7,3	10,4	5,1	56,2	15,4	175,5	9,5
<i>Soldanella hungarica</i> Simonk.	19,8	0,3	2,8	1,9	2,6	0,6	28,0	1,5
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	88,8	–	–	–	64,6	21,0	174,4	9,3
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	22,9	–	–	–	9,0	2,8	34,7	1,9
Всього:							1867,9	100,0

У складі ценопопуляцій *Vaccinium myrtillus* і *V. uliginosum* не виявлено особин генеративних груп. Це зумовлене надто екстремальними умовами середовища альпійського поясу для цих видів, зокрема низькими температурами і коротким вегетаційним періодом.

У дев'яти ценопопуляціях абсолютний максимум у вікових спектрах припадає на групу молодих вегетативних особин. П'ять з них мають чітко виражений другий максимум, що припадає на субсенільні рослини. Сюди належать ценопопуляції видів роду *Vaccinium* L. і злаки – *Helictotrichon versicolor* та *Festuca airoides*. В іншій групі ценопопуляцій (*Deschampsia cespitosa*, *Luzula luzuloides* і *Carex sempervirens*) у вікових

спектрах переважають субсенільні особини, а другий максимум утворюють молоді вегетативні рослини.

Едифікатор угруповання – *Juncus trifidus*, представлений ценопопуляцією, абсолютний максимум якої складають старі генеративні особини. *J. trifidus* активно продукує насіння, яке однак в лабораторних дослідах не проростало. Наявність у складі ценопопуляції значної кількості генеративних особин (53%), які мають найбільшу конкурентну здатність, дозволяє *J. trifidus* займати домінуюче положення в угрупованні.

У субедифікатора угруповання – *Festuca airoides*, самовідновлення ценопопуляції відбувається переважно вегетативним шляхом. Генеративні особини становлять тут лише 2% від загальної чисельності ценопопуляції.

У *Dechampsia cespitosa* поповнення ценопопуляції особинами генеративного походження відбувається, в основному, за рахунок занесення насіння з угруповання *Deschampsietum calamagrostidosum*, що межує з досліджуваним ценозом.

Досить активно поновлення генеративним шляхом відбувається у ценопопуляції *Rhodococcum vitis-idaea*, *Hieracium alpinum*, *Potentilla aurea*. Ці види, як і *Juncus trifidus* та *F. airoides*, найбільш пристосовані до даних екологічних умов. Менш активно насіннєве розмноження відбувається в ценопопуляції *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Soldanella hungarica*, *Helictotrichon versicolor*, які переважно поновлюються вегетативно.

Ценопопуляції видів, що утворюють основу травостою досліджуваного угруповання, різняться між собою за частотою трапляння. Найбільш високу чисельність мають ценопопуляції *Juncus trifidus* і *Festuca airoides* (табл. 1), меншу відповідно – *Hieracium alpinum*, *Rhodococcum vitis-idaea* і *Vaccinium myrtillus*. Помітна участь у структурі угруповання ценопопуляцій *Homogyne alpina*, *Vaccinium uliginosum* та *Helictotrichon versicolor*, меншою мірою – *Luzula luzuloides*.

Таким чином, основу автотрофного блоку *Juncetum festucosum airoidi* складають ценопопуляції 13 видів, серед яких за чисельністю переважають *Juncus trifidus* і *Festuca airoides*. Види представлені нормальними молодими, старіючими і старими ценопопуляціями, більшість з яких повночленні. В процесі відновлення ценопопуляцій переважає вегетативне розмноження. Відсутність у складі угруповання інвазійних та регресивних ценопопуляцій свідчить про його стабільність і стійкість до дії екзогенних екологічних чинників.

Протягом наступних 40 років можна виділити декілька етапів у змінах угруповання, які відрізнялися за проєктивним покриттям, щільністю і віковою структурою ценопопуляцій.

Перші декілька років відзначалася стабільність структури угруповання. Коливання її показників мали флуктуаційний характер. Це було зумовлене впливом малоінтенсивного випасання овець, яке відбувалося на той час на пограниччі заповідної території Карпатського національного природного парку (КНПП) і високогірних лук на території Закарпатської області з пасовищним режимом

використання. Дослідне угруповання розташоване на межі цих територій, а саме: 20-50 м від кордону областей, на території КНПП.

Внаслідок запровадження заповідного режиму наприкінці 80-х рр. в досліджуваному угрупованні було повністю припинено випасання, відтак розпочалися демутаційні зміни. Постпасторальне відновлення рослинності на початковій фазі, тобто протягом 90-х рр., відбувалося повільними темпами. Мала швидкість демутаційної сукцесії зумовлена тим, що усі види фітоценозу належать до багаторічників, тривалість онтогенезу яких становить здебільшого понад 10 років. Тому перерозподіл мікроніш між їхніми ценопопуляціями загальмований. Окрім цього, внаслідок випасання і витоптування значного порушення зазнало проективне вкриття *Cetraria islandica*, одного з головних компонентів фітоценозу, відростання талому якого становить лише декілька міліметрів на рік.

З початком 2000-х динаміка прискорюється – як завдяки розвитку демутації, так і кліматичним змінам. Для цього етапу притаманне істотне відновлення покриву *Cetraria islandica*. У цей час починається активний перерозподіл фітоценотичних позицій видів угруповання. Збільшується щільність чагарничків *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhodococcum vitis-idaea*. Вселяються особини *Rhododendron myrtifolium* і *Calamagrostis villosa*. Істотно і стабільно з року в рік знижується позиція ценопопуляцій антропофілів, які толерантні до випасання, – *Festuca airoides*, *Deschampsia cespitosa*, *Potentilla aurea*.

У 2010-х рр. інтенсивність демутаційних і кліматогенних змін наростає. На площі фітоценозу проникають *Juniperus alpina* і *Picea abies*. Щільність антропофілів зменшується ще істотніше.

Швидкість трансформації фітоценозу наприкінці 2010-х і на початку 2020-х рр. дедалі збільшується. Субдомінантні позиції займають *Vaccinium myrtillus* і *Rhodococcum vitis-idaea*. У *Festuca airoides* остаточно втрачається активна ценозоутворююча роль субдомінанта і вона набуває статусу асектатора. Вивільнені еконіші займають *Calamagrostis villosa*, *Juniperus alpina* і чагарнички роду *Vaccinium* L.

У ході досліджень проведено аналіз метеорологічних даних, зокрема ефективних температур і сезонного розвитку видів рослин, зокрема в дослідному угрупованні. Встановлено, що внаслідок потепління істотно збільшилася тривалість вегетаційного сезону у високогір'ї, а сума ефективних температур вище 7°C на висоті 1450 м за сорокарічний період вагомо підвищилася: від 388-604° С у вісімдесятих роках, до 686-953° С у двохтисячних (згідно з даними Пожижевської сніголавинної метеостанції). Початок ефективного росту і розвитку рослин пришвидшився на 2-3 тижні. Внаслідок цього прискорилися усі інші фенофази, зокрема цвітіння і плодоношення. На кінець вегетаційного сезону (кінець вересня) різниця ефективних температур між цими періодами становить у середньому понад 200° С. Найістотніші кліматичні зміни спостерігалися від 2005-06 рр. З потеплінням і зменшенням глибини й тривалості залягання снігу, відбувається швидка трансформація альпійських фітоценозів. Ці площі активно колонізують чагарники, сповільнюються ерозійні процеси, задерновується поверхня ґрунту, зникається надземний трав'яний покрив. За

таких умов витісняються малоконкурентні низькорослі геліофіти. Найбільших змін зазнають популяції і фітоценози, розташовані на заповідних територіях. Тут кліматогенні зміни у багатьох випадках діють синергічно з демутаційними. Відбувається відновлення і розширення площ угруповань деревних, чагарникових і чагарничкових видів, спостерігається збільшення задернованості ґрунту й щільності травостою (Кияк, Білонога, Штупун 2018; Кияк, Штупун, 2021; Кобів, 2009; Kobiv, 2017; Кууак, Bilonoha, Dmytrakh et al., 2015; Кууак, Kobiv, Zhilyaev, 2019).

У 2022-23 рр. фітоценоз зазнав істотного деструктивного антропогенного впливу від збирання *Cetraria islandica*. Мозаїчно, на площі 15-20% від загальної території угруповання, браконьєрами було вилучено таломи цього лишайника. Це спричинило різкий негативний вплив на більшість ценопопуляцій. У 2023-24 рр. переважна кількість парціальних кущів і пагонів *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhodococcum vitis-idaea*, *Rhododendron myrtifolium*, *Hieracium alpinum*, *Homogyne alpina* у локусах видаленої *Cetraria islandica* – всихають взимку. Парціалі різних вікових станів, які вижили, здебільшого переходять у субсенільний і сенільний стан. Видалення *C. islandica* спричинило зниження життєвості ценопопуляцій компонентів фітоценозу як за індивідуальними (висотою, діаметром горизонтальних проекцій тощо), так і груповими (чисельністю, щільністю, віковим складом) параметрами.

Варто відзначити, що нелегальна заготівля *C. islandica* відбувається протягом останніх років на усіх високогірних масивах Українських Карпат, зокрема і на заповідних територіях (Збереження..., 2022).

Найбільш вразливими до відчуження *C. islandica* є чагарнички. Пагони *Rhododendron myrtifolium*, *Vaccinium uliginosum* і *Vaccinium myrtillus* у локусах видаленої цетрарії на 80-90% зазнали всихання протягом першого року внаслідок вимерзання взимку. На 70-80% ураження зазнали пагони *Rhodococcum vitis-idaea*.

Від 60 до 80% особин більшості видів трав також уражені і відмерли (*Homogyne alpina*, *Hieracium alpinum*, *Carex sempervirens*, *Festuca airoides*, *Juncus trifidus*, *Soldanella hungarica*, *Helictotrichon versicolor*, *Potentilla aurea*). Менш вразливим виявився *Calamagrostis villosa*. Його особини уражені на 40-50%.

У локусах видаленої цетрарії, крім виживання частини дорослих особин досліджених видів, відзначається поява підросту вегетативного походження у *Rhodococcum vitis-idaea*, *Hieracium alpinum*, *Homogyne alpina* і *Calamagrostis villosa*.

Cetraria islandica відіграє роль протектора для видів фітоценозів альпійського поясу за екстремальних умов – низьких температур й інтенсивних вітрів. Взимку завдяки *C. islandica* відбувається затримання снігу і створення сприятливого мікроклімату в приземному ярусі, де існують низькорослі високогірні види рослин.

Очевидно, відновлення структури угруповання навіть після припинення вилучення *C. islandica* буде тривалим, адже швидкість відростання особин *C. islandica* особливо повільна. Тому можна передбачити дигресивні зміни фітоценозу на найближчий період.

Внаслідок описаних вище процесів, протягом 40 років колишній фітоценоз *Juncetum festucosum airoidi* трансформувався у *Juncetum myrtilloso-rhodococcosum* (табл. 2).

Таблиця 2

Щільність ценопопуляцій угруповання *Juncetum myrtilloso-rhodococcosum*

Вид	Вікова група, шт./м ²						Щільність ценопопуляцій	
	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss	s	ос./м ²	%
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	0,6	0,1	–	0,1	0,4	–	1,2	0,1
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	0,1	0,1	–	0,1	–	–	0,3	0,1
<i>Festuca airoides</i> Lam.	19,1	1,5	–	0,8	8,4	1,6	31,4	2,4
<i>Helictotrichon versicolor</i> (Vill.) Pilg.	0,3	0,1	–	0,1	0,2	–	0,7	0,1
<i>Hieracium alpinum</i> L.	13,4	1,5	0,1	0,5	1,6	0,1	17,2	1,3
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	34,5	1,4	0,2	1,0	6,2	0,5	43,8	3,3
<i>Juncus trifidus</i> L.	149,0	57,8	74,5	74,0	43,5	21,2	420,0	31,8
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Will.	1,0	0,4	0,1	0,1	0,3	0,1	2,0	0,1
<i>Potentilla aurea</i> L.	0,1	0,1	–	–	–	–	0,2	0,1
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avror.	225,8	39,5	17,9	23,8	102,1	31,4	430,5	32,6
<i>Soldanella hungarica</i> Simonk.	0,2	0,1	–	0,1	–	–	0,4	0,1
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	126,1	2,5	–	1,3	111,5	48,6	290,0	22,0
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	25,3	1,3	0,4	0,7	15,5	6,0	49,2	3,8
Види, які були відсутні у фітоценозі в 1983 р.								
<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) J.F. Gmelin	21,8	0,4	–	–	2,1	0,2	24,5	1,9
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i> Suter (Čelak.)	0,3	–	–	–	–	–	0,3	0,1
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	0,2	–	–	–	–	–	0,2	0,1
<i>Rhododendron myrtifolium</i> Schott et Kotschy	0,2	0,2	–	–	–	–	0,4	0,1
Всього:							1312,3	100,0

Станом на 2024 р. проєктивне покриття рослинністю у фітоценозі становить близько 95%. Від 30 до 35% його площі вкривають *Juncus trifidus*, *Rhodococcum vitis-idaea* і *Vaccinium myrtillus*. Близько 10% займає *Calamagrostis villosa*, якому притаманна позитивна динаміка. 5-7% площі вкривають *Homogyne alpina*, *Vaccinium uliginosum* і *Juniperus communis* subsp. *alpina*. 2-3% проєктивного покриття у *Festuca airoides*, *Hieracium alpinum* і *Rhododendron myrtifolium*. Покриття *Carex sempervirens*, *Deschampsia cespitosa*, *Helictotrichon versicolor*, *Luzula luzuloides* і *Picea abies*

становить 1-2%. Особини інших видів трапляються поодинокі, здебільшого на периферії угруповання.

Порівнюючи показники проєктивного покриття в угрупованні на початку і наприкінці досліджень, можна зробити висновок про достатньо стабільну позицію едифікатора – *Juncus trifidus*, і асектаторів – *Hieracium alpinum*, *Carex sempervirens*, *Deschampsia cespitosa*, *Helictotrichon versicolor*, *Luzula luzuloides*. Найістотніші зміни відбулися на позиціях субедифікаторів. Десятикратно збільшилося проєктивне покриття у *Rhodococcum vitis-idaea* і *Vaccinium myrtillus*. Водночас кількакратно зменшилося вкриття *Festuca airoides*. Швидкими темпами проникають у фітоценоз *Calamagrostis villosa* і *Juniperus communis* subsp. *alpina*.

У ценопопуляції *Juncus trifidus* протягом періоду досліджень щільність знизилася – від 582,3 до 420,0 ос./м², однак, водночас відбулося омолодження – щільність віргінільних особин збільшилася від 89,6 до 149,0 ос./м².

Найбільшою мірою зросла чисельність і щільність у *Rhodococcum vitis-idaea* – від 175,5 до 430,5 ос./м² і *Vaccinium myrtillus* – від 174,4 до 290,0 ос./м². Треба відзначити, що протягом 2023-24 рр. у ценопопуляціях чагарників відмерла значна частина особин взимку внаслідок видалення у їхніх локусах *Cetraria islandica*. Найістотнішого ураження зазнали *Vaccinium myrtillus* і *V. uliginosum*.

Прикметно, що у *Vaccinium myrtillus* і *V. uliginosum* в останнє десятиліття, на відміну від початкового етапу досліджень, наявна значна частка генеративних особин, які цвітуть і плодоносять, а їхні плоди здебільшого визрівають. Це зумовлене потеплінням.

Прогресують ценопопуляції видів, які не траплялися у фітоценозі у 1983 р.: *Calamagrostis villosa*, *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Picea abies* і *Rhododendron myrtifolium*. Проникнення цих монтанних і субальпійських елементів в альпійський пояс є наслідком кліматичних змін і свідчить про поступове підвищення верхньої межі субальпійського поясу (Климцишин, 2007).

Вже у середньотерміновій перспективі можна спрогнозувати кардинальні кліматогенні зміни дослідного угруповання внаслідок експансії на його площу, як і в інші альпійські угруповання на їх нижній межі, субальпійських чагарникових угруповань *Juniperus communis* subsp. *alpina*. Такі процеси заростання чагарниками відбуваються до висоти 1900 м також на інших вершинах Українських Карпат.

Висновки

Внаслідок динамічних процесів протягом 40-річного періоду в угрупованні *Juncetum festucosum airoidi* відбувся істотний перерозподіл ценозоутворюючих позицій видів. За цей час фітоценоз трансформувася у *Juncetum myrtilloso-rhodococosum*.

Головними екзогенними чинниками змін були і надалі залишаються демуаційні і кліматогенні процеси, які синергічно підсилюються. Вже у середньотерміновій перспективі можна спрогнозувати кардинальні зміни дослідного угруповання внаслідок експансії на його площу, як і в інші альпійські угруповання на їхній нижній

межі, субальпійських чагарникових угруповань *Juniperus communis* subsp. *alpina*, що є наслідком потепління і підняття верхньої межі субальпійського поясу.

Сучасну антропогенну загрозу дигресії дослідженого фітоценозу, як і багатьох інших угруповань альпійського поясу Українських Карпат, становить неконтрольована заготівля *Cetraria islandica*, яка інтенсивно триває навіть на заповідних територіях КНПП і КБЗ.

- Збереження біорізноманіття у гірських і рівнинних регіонах України в умовах кліматичних змін. 2022. За ред. В. Кияк, І. Данилик, І. Шпаківська, О. Кагало, О. Лобачевська. Львів : Простір М. 189 с.
- Кияк В.Г. 2008. Методичні аспекти дослідження малих популяцій рідкісних видів рослин високогір'я Карпат. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Біологічні науки. № 3. С. 298–303.
- Кияк В.Г., Білонога В.М., Штупун В.П. 2018. Кліматогенні зміни популяцій і фітоценозів // Зміни структури популяцій рідкісних видів високогір'я Українських Карпат і проблеми їх збереження. За ред. В. Кияка. Львів : ННБК «АТБ». С. 103–126.
- Кияк В., Штупун В. 2021. Трансформаційні процеси в альпійських фітоценозах Українських Карпат за умов заповідання та кліматичних змін. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. Вип. 85. С. 59–69.
- Климишин О.С. 2007. Моніторинг відновлення первинного рослинного покриву у високогір'ї Чорногори // Міжнар. регіон. наук. конф. «Актуальні питання досліджень рослинного покриву Українських Карпат» (4–6 жовтня 2007 р., м. Ужгород). Збірник матеріалів. С. 64–66.
- Климишин О.С. 2008. Сукцесійна трансформація корінних трав'яних фітоценозів високогір'я Українських Карпат. *Вісник Прикарпатського університету*. Серія біол. Вип. 9. С. 15–23.
- Климишин О.С., Кияк В.Г. 1985. Структура ценопопуляцій рослин в угрупованні *Juncetum festucosum supinae*. *Укр. ботан. журн.* Т. 42 № 5. С. 18–20.
- Климишин О.С., Слободян Г.М. 1983. Щільність і віковий склад карпатських чорничників. *Укр. ботан. журн.* Т. 40 № 1. С. 39–42.
- Кобів Ю.Й. 2004. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. К. : Наук. думка. 800 с.
- Кобів Ю.Й. 2009. Глобальні кліматичні зміни як загроза видовій біорізноманітності високогір'я Українських Карпат. *Укр. ботан. журн.* Т. 66 № 4. С. 451–465.
- Малиновський К.А. 1980. Рослинність високогір'я Українських Карпат. Київ : Наук. думка. 278 с.
- Царик Й.В., Жилиєв Г.Г., Кияк В.Г. та ін. 2004. Внутрішньопопуляційна різноманітність рідкісних, ендемічних і реліктових видів рослин Українських Карпат. Львів: Поллі. 198 с.
- Kobiv Y. 2017. Response of rare alpine plant species to climate change in the Ukrainian Carpathians. *Folia Geobot.* 52 N 2. С. 217–226.
- Kuyak V., Bilonoha V., Dmytrakh R., Gynda L., Nesteruk Y., Shtupun V. 2015. Trends in plant population pattern changes under natural and man induced ecosystem transformation of the high mountain zone in the Ukrainian Carpathians. *Біологічні студії*. Т. 9 № 2. С. 169–180.

Kyyak V., Kobiv Y., Zhilyaev G., Bilonoha V., Dmytrakh R., Mykitchak T., Kobiv V., Nesteruk Y., Shtupun V., Gynda L. 2019. Changes in population structure of rare species in the high–mountain zone of the Ukrainian Carpathians and problems of their conservation. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 19(1). P. 77–85.

¹ Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів

e-mail: vlodkocyjak@ukr.net

² Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка; Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів

e-mail: trilobit6@gmail.com

Kyyak V.H., Klymyshyn O.S.

Long-term monitoring of the transformation of the alpine community *Juncetum festucosum airoidi* in the Chornohora (Ukrainian Carpathians)

*An analysis of the structural and dynamic transformations in the alpine grass community *Juncetum festucosum airoidi* in the town of Pozhizhevska in the Chornohir massif of the Ukrainian Carpathians, which have occurred during the last 40 years under the influence of climatogenic and demutational changes, was carried out. The main factors and consequences of its transformation at the level of the group structure, as well as the age composition, density and projected coverage of the coenopopulations of grass, hemishrub and shrub species have been established. A significant redistribution of coenosis-forming positions of species was noted. During this time, the phytocoenosis was transformed into *Juncetum myrtilloso-rhodococosum*. Already in the medium term. in the future, it is possible to predict drastic changes in the experimental community due to the expansion of its area, as well as in other alpine communities at their lower limit, subalpine shrub groups *Juniperus communis* subsp. *alpina*. The modern anthropogenic threat of digression of the investigated phytocoenosis, like many other groups of the alpine zone of the Ukrainian Carpathians, is the uncontrolled harvesting of *Cetraria islandica*, which continues intensively even in protected areas.*

Keywords: *monitoring, transformation of vegetation, demutation, community, coenopopulation, highlands of Chornohora, Ukrainian Carpathians.*