

ВПЛИВ СІНОКІСНОГО РЕЖИМУ НА ОНТОГЕНЕТИЧНУ СТРУКТУРУ ТА ДИНАМІКУ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ПОПУЛЯЦІЙ *TRIFOLIUM MEDIUM* L. ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»

Коплик Яна Віталіївна

доктор філософії, старший науковий співробітник

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID: 0000-0001-6268-5429

y_koplik@ukr.net

Кирильчук Катерина Сергіївна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-9968-4833

ekaterinakir2017@gmail.com

У статті проаналізовано онтогенетичну структуру та динаміку ростових процесів популяцій *Trifolium medium* L. в умовах природного заповідника «Михайлівська цілина». У роботі обґрунтовано проблему антропогенної трансформації степів, що призводить до фрагментації, деградації та ризику втрати типових степових видів. Виконано аналіз актуальних публікацій, що демонструють важливість прицільного менеджменту та показують, як регулярне, обґрунтоване дозоване сінокошення здатне підтримувати різноманіття й регулювати сукцесійні процеси на заповідних ділянках. Обґрунтовано практичну значущість популяційних досліджень, зокрема онтогенетичного аналізу. Надано ботаніко-екологічну характеристику виду *T. medium*, узагальнено його роль у фітоценозах, а також окреслено напрями практичного використання. Подано відомості про природні умови та особливості території заповідника «Михайлівська цілина». Дослідження 2021–2024 рр. охопило шість популяцій *T. medium*, що зростають у різних рослинних угрупованнях і режимах користування (сінокошення/без сінокошення).

Окремо подано ілюстровану періодизацію онтогенезу *T. medium* із морфолого-функціональними описами кожного стану. Онтогенетичну структуру оцінювали за часткою особин різних онтогенетичних станів у популяціях, симетричністю спектрів та індексами І.М. Коваленка; динаміку росту – за накопиченням надземної фітомаси упродовж семи термінів обліку (з інтервалом у 7–10 днів). Встановлено, що 5 із 6 популяцій мають неповні онтогенетичні спектри; єдина повна – популяція №4 (сінокісний режим). На скошуваних ділянках зафіксовано вищу представленість передгенеративних стадій (у середньому 6,55% проти 4,76%), вищий середній індекс відновлюваності (26,21 проти 19,02) та нижчий індекс віковості (0,62 проти 1,66). Активний ріст у популяціях з викошуваних ділянок розпочинався раніше приблизно на один термін обліку. Середня надземна фітомаса й висота були вищими (7,63 г і 61,35 см) порівняно з невикосуваними ділянками (3,89 г і 49,81 см). Зроблено висновок про позитивний вплив одноразового щорічного сінокошення на відновні процеси та підтримання життєздатності популяцій *T. medium* у степових фітоценозах заповідника.

Ключові слова: *Trifolium medium* L., популяція, онтогенетична структура, онтогенетичні індекси, сінокошення, природний заповідник.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.4.6>

Вступ. Степи належать до найуразливіших біомів, що зазнали істотної фрагментації та деградації внаслідок розорювання, перевипасу та поширення інвазійних видів. В Україні природні ділянки степової рослинності збереглися переважно у вигляді ізольованих осередків, часто у межах заповідних територій. Це зумовлює дефіцит природних процесів відновлення, підвищує ризики локального зникнення видів та спрощення фітоценотичної структури. На цьому тлі актуальним є не лише збереження площі степів, а й підтримання їхньої функціональної цілісності та збереження окремих типових степових видів рослин (Parnikoza & Vasyliuk, 2011; Török et al., 2021).

Важливими структурними й функціональними компонентами степових фітоценозів є бобові (*Fabaceae* L.). Вони формують значну частку видового багатства, беруть участь у стабілізації продукційних процесів і, зав-

дяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, забезпечують біологічну фіксацію азоту, покращуючи трофічний статус екосистеми. Бобові впливають на ґрунтоутворення, конкурентні взаємодії та сукцесійні траєкторії, а також визначають кормову цінність угруповань для диких і свійських тварин. Втрата бобових компонентів веде до збіднення травостою та зниження стійкості фітоценозів (Lüscher et al., 2014; Chytrý et al., 2022).

Використання онтогенетичного аналізу в популяційних дослідженнях дає змогу оцінити ступінь пристосованості популяцій до умов середовища. Аналіз онтогенетичних спектрів відображає закономірності їхньої динаміки та дозволяє визначати стійкість у складі фітоценозів як щодо природних екологічних факторів, так і щодо антропогенних впливів. Ключовим індикатором життєздатності є співвідношення особин різних онтогенетичних станів у межах популяції, яке відображає її

функціональний стан у конкретних умовах існування (Zlobin et al., 2022).

Аналіз динаміки ростових процесів у популяціях дає науково обґрунтовані орієнтири для адаптивного менеджменту степів: вони дозволяють оптимізувати терміни й інтенсивність сінокошення так, щоб забезпечити ранній старт росту, проходження генеративної фази та підтримання чисельності популяцій бобових. Відповідно, це сприяє підсиленню життєздатності угруповань (Zlobin et al., 2022).

Метою роботи є визначення впливу сінокісного режиму на онтогенетичну структуру та динаміку ростових процесів популяцій *Trifolium medium* L. степових фітоценозів природного заповідника «Михайлівська цілина».

Менеджмент сінокошення – один із ключових керованих факторів, що формує структуру угруповань, а також прямо впливає на стан популяцій окремих видів. Дослідження показують, що регулярне сінокошення може підтримувати видовий склад, впливати на сукцесійні процеси, а його ефект суттєво залежить від частоти та фенологічного часу скошування (Reutimann et al., 2023; Schneider & Hering, 2024). На рівні окремих видів сінокошення змінює розподіл біомаси й алометрію, а у бобових, зокрема у *T. pratense*, відзначено транскриптомну відповідь на сінокошення в процесі відростання (Herbert et al., 2021; Lukjanová et al., 2023).

Для *T. medium* і споріднених таксонів нові цитогеномічні дослідження уточнюють еволюційні та популяційні передумови їхньої мінливості та потенціалу відновлення (Lukjanová et al., 2023). Локальні джерела даних, зокрема ряд спостережень з осередків охорони природи, у тому числі на території природного заповідника «Михайлівська цілина», слугують важливою емпіричною основою для менеджмент-рішень (Larionov, 2022). Частина наукових праць зосереджується на описі та порівнянні онтогенетичної й/або віталітетної структур популяцій у різних типах угруповань (заплавні луки, лісові та агрофітоценози), а також на з'ясуванні впливу господарського використання (пасовищне навантаження, сінокошення) на їхній стан і динаміку. Спільною метою цих досліджень є уточнення індикаторів життєздатності та вироблення критеріїв оцінювання популяцій за умов змінного екологічного середовища, що забезпечує методичну базу для подальших прикладних рішень у сфері охорони та управління рослинними угрупованнями (Zybenko, 2013; Kyrylchuk, 2014; Kyrylchuk, 2016; Kyiak, 2015; Koroviakova, 2011; Muzychenko & Boiko, 2018; Yaroshenko & Skliar, 2023; Yaroshenko, 2023; Zubtsova et al., 2019; Abduraimov et al., 2022; Bondarieva & Kyrylchuk, 2023; Skliar et al., 2020).

Узагальнюючи, сучасні публікації сходяться на необхідності поєднання просторово пріоритетної охорони степових осередків із режимами управління, адаптованими до популяційної динаміки ключових видів (Boch et al., 2021; Schneider, 2024). Регулярні популяційні обліки з оцінкою онтогенетичних спектрів мають бути інтегровані в систему моніторингу, щоби своєчасно коригувати практики догляду та забезпечувати відновлення угруповань (Abduraimov et al., 2022).

Природний заповідник «Михайлівська цілина», розташований у Сумській області, охоплює 882,9 га. Нині його територія умовно поділяється на «історичну» та «нову» частини. Історична ділянка (202,4 га) – плакорний лучний степ, що перебуває під охороною з 1928 року і репрезентує найпівденніший варіант північних різотравних степів Лісостепу України. У межах історичної території виділено 46 га абсолютно заповідного степу. Нова частина (680,5 га) сформована різновіковими перелогами (2–20 років), що раніше були буферною зоною історичного ядра. З 2009 року нова територія разом з історичною ділянкою утворює природний заповідник загальнодержавного значення (Fitoriznomanittia zapovidnyukiv ..., 2012).

Trifolium medium L. (конюшина середня) – багаторічна трав'яниста бобова рослина, морфологічно близька до *Trifolium pratense* L., але відрізняється повзучим довгим кореневищем, здатністю формувати дернини/колонії, висхідними або лежачими стеблами висотою 30–60 см. Рослина має трійчасті листки з довгасто-яйцеподібними листочками без світлої плями та густими головчастими суцвіттями пурпурово-червоних/малиново-рожевих тонів. Цвіте у червні–серпні; плід – однонасінний біб (Barbarych et al., 1965).

В Україні зростає у світлих лісах, на узліссях, луках, галявинах, схилах і в чагарниках; віддає перевагу кислим або слабокислим, добре зволженим ґрунтам, але витримує помірну сухість (Barbarych et al., 1965). З екологічної точки зору є важливим ценозоутворювачем різотравно-злакових та лучних угруповань; вступає в симбіоз з бульбочковими бактеріями, фіксуючи азот і підвищуючи родючість ґрунту. Використовується як кормова культура: добре відростає після скошування, має помірну кормову цінність і високу стійкість до несприятливих умов. Є модельним об'єктом популяційно-біологічних досліджень і порівнянь у межах роду *Trifolium*, а також перспективним для відновлення порушених екосистем і екологічного землеробства (Korlyuk, 2025; Lukjanová et al., 2023).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на території природного заповідника «Михайлівська цілина» протягом 2021–2024 років. Визначення онтогенетичної структури популяцій проводили за загальноприйнятими методиками (Zlobin et al., 2022). У межах кожної популяції виду визначали частки особин кожного з онтогенетичних станів. Для цього закладали облікові ділянки площею 0,25 м² і на них підраховували кількість особин кожного стану: р – проростки, j – ювенільні, ім – іматурні, v – віргінільні, g1 – молоді генеративні, g2 – середні генеративні, g3 – старі генеративні, ss – субсенільні, s – сенільні. Ідентифікацію стану виконували на підставі власних спостережень і літературних відомостей.

За отриманими даними оцінювали повноту онтогенетичних спектрів: популяції з повним набором станів вважали повними, за відсутності хоча б одного стану – неповними. Додатково аналізували симетричність спектрів, розподіляючи популяції на чотири типи: лівобічні (домінують догенеративні особини), центровані (пере-

важають генеративні), правобічні (висока частка пост-генеративних) та бімодальні (два піки). Для кількісної оцінки онтогенетичної структури застосовували індекси І. М. Коваленка (Kovalenko, 2005).

Статистичне опрацювання даних здійснювали у програмному комплексі ANONS, розробленому Ю. А. Злобіним (Zlobin et al, 2022).

Динаміку ростових процесів визначали шляхом фіксації фітомаси особин у популяціях протягом семи термінів обліку (з травня по липень) із інтервалом у 7–10 днів. Окрім того, встановлювали початок активного росту особин у популяціях та його завершення (Zlobin et al, 2022).

Типи рослинних угруповань, в яких зростали популяції *T. medium* встановлювали на основі власних досліджень та літературних даних, зокрема, Продромусу рослинності України (Prodromus roslinnosti Ukrainy, 1991).

Для встановлення впливу режиму користування території на онтогенетичну структуру та динаміку росту популяцій *T. medium*, дослідженням було охоплено популяції, що зростали як на ділянках в умовах сінокошіння (1 раз на рік), так і на ділянках, що не скошуються тривалий час. Окрім того, було досліджено популяції, що зростали на ділянках, які відрізняються за часом заповідання і представлені різними фітоценозами. У таблиці 1 зазначені особливості умов зростання досліджуваних популяцій бобових у складі природного заповідника «Михайлівська цілина».

З метою коректного опису онтогенетичної структури популяцій та інтерпретації її динаміки було вивчено **осо-**

бливості онтогенезу виду та створено ілюстрації кожного етапу онтогенезу (рис.1) (Korlyuk, 2025). Такий підхід дає змогу встановити надійні морфолого-функціональні критерії розпізнавання стадій розвитку особин у польових умовах, що є передумовою для точного стадійного обліку.

Проростки *T. medium* мають дрібні, округлі світло-зелені сім'ядолі, розташовані близько до поверхні ґрунту. Гіпокотиль короткий, зеленуватий. Перший справжній лист простий, яйцеподібний, з гладкими або злегка зазубреними краями. Коренева система стрижнева, слабо розвинена, з кількома тонкими бічними корінцями.

Для *іматурних* особин характерним є формування 2–3 трійчастих листків, розміщених почергово. Листки невеликого розміру, прилистки ледь помітні. Стебло коротке, злегка опушене, може бути злегка червонуватим біля основи. Починається ріст кореневища.

У *ювенільних* особин зростає кількість бічних пагонів з більшою кількістю трійчастих листків. Збільшується площа листової поверхні. Листки темно-зелені, з чітким жилкуванням, можуть бути злегка опушеними. Стебла видовжуються, залишаються низькими, частково стеляться, з опушенням. Стрижневий корінь міцнішає, бічні корені розгалужуються.

На *віргінійській* стадії рослини досягають піку вегетативного розвитку, але ще не цвітуть. Пагони розвинені, з численними трійчасто-складними листками, які мають насичений зелений колір. Листки овальні, з гладкими

Таблиця 1

Характеристика умов зростання популяцій *T. medium*

№ популяції	Режим користування	Час заповідання	Фітоценоз
1	без сінокошіння	історична територія	<i>Chamaecytisetum (ruthenicae) elytrigiosum (repentis)</i>
2	без сінокошіння	історична територія	<i>Poetum (angustifoliae) salviosum (pratensis)</i>
3	без сінокошіння	нова територія	<i>Calamagrostidetum (epigeioris) poosum (angustifoliae)</i>
4	сінокошіння	історична територія	<i>Caricetum (humilis) stiposum (capillatae)</i>
5	сінокошіння	нова територія	<i>Poetum (angustifoliae) agrimonietosum (grandis)</i>
6	сінокошіння	нова територія	<i>Calamagrostidetum (epigeioris) elytrigiosum (repentis)</i>

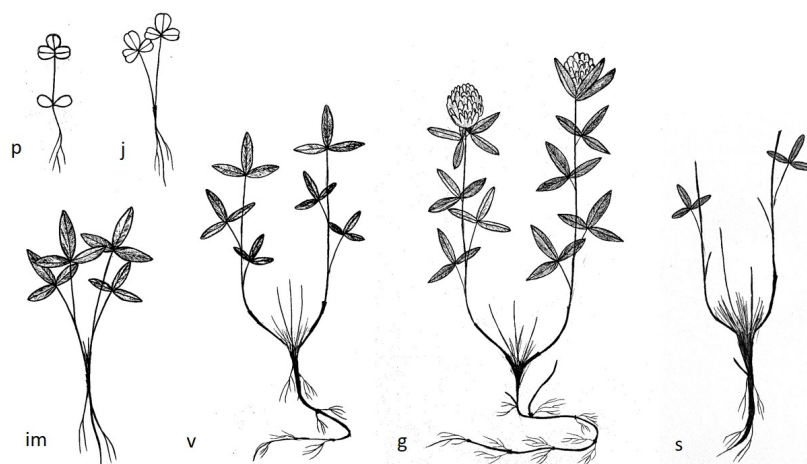


Рис. 1. Періодизація онтогенезу *T. medium* (Korlyuk, 2025)

краями. Стебла прямостоячі або злегка стеляться, довжиною 20–50 см, густо опушені, з розгалуженням біля основи. Кореневище добре розвинене, формує нові пагони, що сприяють вегетативному розмноженню. Зачатки квітконосів можуть з'являтися, але квіти ще не формуються.

Генеративні особини вступають в репродуктивну фазу, формуючи квітки та насіння. Формуються квітконоси з кулястими або злегка видовженими суцвіттями, що складаються з пурпурових, рожево-фіолетових або малинових квіток (характерна ознака *T. medium*). Стебла міцні, прямостоячі або злегка похилі, висотою 30–60 см, густо опушені, з розгалуженням. Кількість листків не збільшується. Кореневище продовжує формувати нові пагони, що сприяє утворенню куртин. Стрижневий корінь і бічні корені забезпечують стабільне живлення. Після цвітіння формуються плоди – дрібні боби, що містять 1 насінину.

Сенільні особини – сухі рослини, що втратили пружність, життєвий цикл яких завершується. Коренева система починає відмирати (Korlyuk, 2025).

Результати. В ході аналізу онтогенетичної структури шести популяцій *T. medium* встановлено, що п'ять із шести досліджуваних популяцій виду були неповними за онтогенетичними спектрами (рис. 2). Проростки та ювенільні особини були відсутні у двох із шести популяцій. Також було встановлено, що у трьох популяціях з шести були відсутні субсенільні та сенільні особини. Варто зазначити, що проростки були відсутні лише в онтогенетичному спектрі тих популяцій, які зростали на ділянках природного заповідника, де не відбувається систематичне викошування травостою. Ювенільні особини були відсутні у двох популяціях, одна з яких зростала на нескошуваній ділянці, а інша – на скошуваній.

Онтогенетичні спектри всіх досліджуваних популяцій включали іматурні, віргінільні, молоді, середні та старі генеративні особини у своєму складі. Загалом, більшість популяцій *T. medium* мали у своєму складі особини наймолодших онтогенетичних станів (проростки, ювенільні), що вказує на сприятливі умови для відновлювального процесу в популяціях виду, особливо, на ділянках, де відбувається регулярне викошування травостою (рис. 2).

Популяція №1, що зростала на нескошуваній ділянці

(історична територія) була однією з двох популяцій, що не мали у своєму складі проростків та ювенільних особин. Окрім того, у спектрі були відсутні субсенільні особини. Популяція мала у складі найвищу частку старих генеративних особин, що склала 37,70%. Таким чином, популяція *T. medium* №1 мала найменш повний онтогенетичний спектр.

Популяція №2 зростала на ділянці природного заповідника, що не викошується (нова територія). Онтогенетичний спектр популяції не включав проростки. Онтогенетичний спектр популяції *T. medium* №3 не включав субсенільні та сенільні особини. Популяція зростала на новій території природного заповідника без скошування травостою. Більш низька частка особин наймолодшого онтогенетичного стану в популяціях з невикосуваних ділянок може свідчити про незначну ускладненість відновлювального процесу, порівняно з популяціями, що зростали під впливом сінокосін.

Популяції *T. medium* №4, №5 та №6 зростали на території природного заповідника «Михайлівська цілина» в умовах сінокісного режиму. Популяція *T. medium* №4 була єдиною із шести досліджуваних, що мала повний онтогенетичний спектр, де представлені особини всіх онтогенетичних станів. Зростала дана популяція у складі рослинного угруповання *Caricetum (humilis) stiposum (capillatae)* на історичній території природного заповідника. Популяція мала найвищу частку ювенільних (5,48%), іматурних (12,33%) та молодих генеративних особин (32,88%) у складі порівняно з іншими популяціями виду.

Популяція *T. medium* №5 зростала в умовах сінокосіння на новій території природного заповідника. Онтогенетичний спектр даної популяції був не повним та не включав субсенільні та сенільні особини. Популяція мала найвищу частку проростків (4,92%) і віргінільних особин (13,11%) у своєму складі, порівняно з іншими досліджуваними популяціями виду.

Популяція *T. medium* №6 зростала в умовах сінокосіння на новій території природного заповідника. В онтогенетичному спектрі даної популяції були відсутні сенільні особини, а також найвищою була частка середніх генеративних особин (39,66%) та найменшою частка старих генеративних особин (12,07%), порівняно

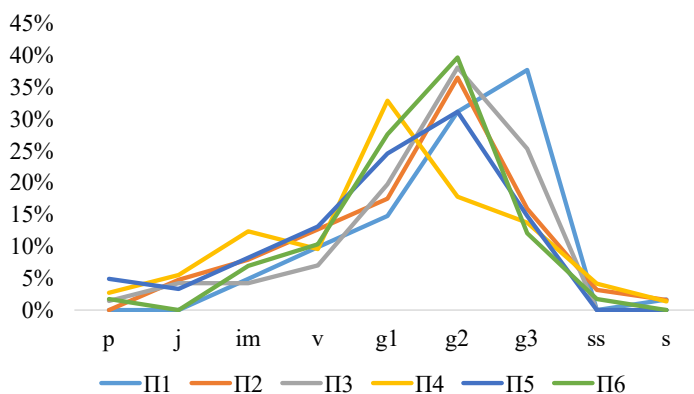


Рис. 2. Онтогенетичні спектри популяцій *T. medium*

з іншими досліджуваними популяціями виду.

Таким чином, пік чисельності у чотирьох з шести популяцій припадав на середні генеративні особини, у однієї – на молоді генеративні особини та однієї – на старі генеративні особини. За ознакою симетричності онтогенетичні спектри всіх шести популяцій *T. medium* були центрованими, тобто з переважання особин генеративного стану (рис. 2).

Відмінності зафіксовано в онтогенетичних спектрах популяцій *T. medium*, які зростали в умовах сіноко-сіння та тих, які зростали на невикосуваних ділянках. Середня частка передгенеративних рослин в популяціях з нескосуваних ділянок склала 4,76%, а з викосуваних – 6,55%. Представленість передгенеративних груп рослин також була вищою у популяціях в умовах сіноко-сіння. Середня частка генеративних особин була дещо вищою у популяціях без викосування, склала 26,28%, на скошуваних ділянках вона становила 23,80%. Середня частка постгенеративних особин у популяціях без скошування склала 1,07%, а у популяціях в умовах сіноко-сіння – 1,20% (табл. 2).

Досліджувані популяції *T. medium* відрізнялися за показниками онтогенетичних індексів. Найвищий показник індексу віковості (за І.М. Коваленком) мала популяція №1, яка зростала на нескосуваній ділянці історичної території природного заповідника, де він склав 2,67. Найнижчий показник віковості мала популяція №5, яка зростала в умовах сінокісного режиму на новій території заповідника, де він склав 0,50. Середнє значення індексу віковості популяцій з нескосуваних ділянок склало 1,66. Популяції в умовах сінокісного режиму мали нижчий індекс віковості, середній показник якого склав 0,62 (табл. 2).

Найвищий індекс відновлюваності мали популяції *T. medium* №4 та №5 з нескосуваних ділянок історичної та нової території природного заповідника, де він склав 30,14 (№4) та 29,51 (№5). Найнижчий індекс відновлюваності мала популяція №1 (нескосувана ділянка історичної території) – 14,75. Середній показник індексу відновлюваності у популяціях в умовах сіноко-сіння (26,21) перевищував цей же показник у популяціях без сіноко-сіння (19,02). Індекс старіння був найвищим у популяції

№1 з нескосуваної ділянки (39,34), а найнижчим у популяції в умовах сіноко-сіння №6 (13,79). Індекс генеративності у популяціях майже не змінювався залежно від режиму сіноко-сіння, але був дещо вищим у популяцій, які зростали без викосування (табл. 2).

Таким чином, проведений онтогенетичний аналіз засвідчив, що ділянки природного заповідника «Михайлівська цілина», які знаходяться в умовах сінокісного режиму, є більш сприятливими для відновлення популяцій видів бобових, ніж невикосовані ділянки. Для оцінки впливу сіноко-сіння на онтогенетичну структуру популяцій *T. medium* у ПЗ «Михайлівська цілина» було проведено однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA). Результат виявився статистично значущим ($p=0,00029 < 0,005$), що дає підстави відхилити нульову гіпотезу про відсутність впливу і свідчить, що сіноко-сіння істотно змінює онтогенетичну структуру популяцій досліджуваного виду.

В ході досліджень динаміки накопичення фітомаси особинами виду було встановлено, що середній показник надземної фітомаси на ділянках без сіноко-сіння дорівнював 3,89 г при середній висоті 49,81 см. Цей же самий показник для ділянок в умовах сіноко-сіння склав 7,63 г при середній висоті 61,35 см. Середня фітомаса особин на час першого обліку (перша декада травня) з нескосуваних ділянок склала 0,37 г, а для особин зі викосуваних ділянок – 0,79 г (рис. 2).

Активний ріст особин *T. medium* на ділянках без сіноко-сіння спостерігався, починаючи з третього терміну обліку, який припадав на першу декаду червня. Для популяції №3, яка зростала на новій території природного заповідника (нескосувана ділянка) початок активного росту зафіксовано під час четвертого обліку (друга декада червня). Для особин виду з ділянок в умовах сіноко-сіння характерним був початок активного росту, починаючи з третього терміну обліку, який припадав на першу декаду червня. При цьому темпи набору фітомаси в період з першого по третій обліки є більш помітними, порівняно з популяціями з нескосуваних ділянок. Завершення активного росту особин на ділянках в умовах сіноко-сіння спостерігалось з п'ятого терміну обліку, який припадав на другу декаду липня. Для трьох із шести популяцій виду під час сьомого терміну обліку

Таблиця 2

Значення провідних онтогенетичних індексів популяцій *T. medium*

Популяція, №	Онтогенетичні індекси			
	за методикою І.М. Коваленка			
	віковості	відновлювання %	старіння %	генеративності %
<i>Без сіноко-сіння</i>				
1 (ІТ)	14,75	39,34	83,61	2,67
2 (НТ)	25,40	20,63	69,84	0,81
3 (НТ)	16,90	25,35	83,10	1,50
<i>В умовах сіноко-сіння</i>				
4 (ІТ)	30,14	19,18	64,38	0,64
5 (НТ)	29,51	14,75	70,49	0,50
6 (НТ)	18,97	13,79	79,31	0,73

*НТ – нова територія, ІТ – історична територія природного заповідника «Михайлівська цілина».

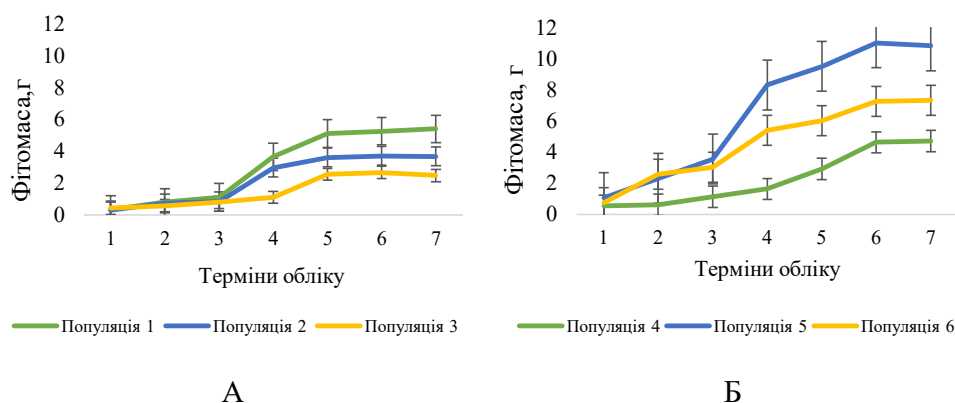


Рис. 2. Динаміка накопичення фітомаси особинами популяцій *T. medium* на ділянках без впливу сінокошіння (А) та в умовах сінокошіння (Б)

(третя декада липня) спостерігалось незначне зниження фітомаси особин, що свідчить про повне завершення ростових процесів.

Обговорення. Отримані результати узгоджуються з сучасним уявленням про те, що помірне, одноразове щорічне сінокошіння підтримує відновні процеси в популяціях бобових і та уповільнює сукцесійні зміни лучних угруповань, що відповідає висновкам метааналізу для європейських лук (Schneider & Hering, 2024) та польовим даним щодо ефектів сінокошіння/випасу (Reutimann et al., 2023). Переважання передгенеративних станів і зростання індексу відновлюваності на скошуваних ділянках корелює з висновками Кирильчук К.С. (Kyrylchuk, 2014; Kyrylchuk, 2016) про чутливість популяцій *Medicago falcata* L. і *Vicia cracca* L. до режимів господарського використання та роль сінокошіння у підтриманні повнішого онтогенетичного спектра. Підвищена середня фітомаса та більш ранній старт росту на сінокошах узгоджуються з експериментальними даними про інтенсивне відростання *T. pratense* після косіння і глибинні транскриптомні перебудови, що спрямовують ресурси на регенерацію (Herbert et al., 2021). Водночас цитогеномні особливості *T. medium*, зокрема поліплоїдія, можуть додатково підсилювати толерантність виду до періодичного вилучення біомаси (Lukjanová et al., 2023). Натомість на невикосуваних ділянках виявлена більша частка старих генеративних особин і неповні спектри (брак проростків/ювенільних) свідчать про акумуляцію відмерлої підстилки й світлові/конкурентні обмеження для відновлення, що добре відомо для занедбаних лук (Schneider & Hering, 2024). Практичні наслідки узгоджуються з рекомендаціями відновлення лучно-степових екосистем: косіння слід узгоджувати з фенологією ключових видів і уникати надмірної частоти, щоб не переривати генеративну хвилю (Török et al., 2021). Контекст охоронюваної території «Михайлівська цілина» (Larionov, 2022) підкреслює, що просторово-диференційований менеджмент (історична/нова частини, різні типи фітоценозів) дозволяє зменшити ризики локальної втрати популяцій *T. medium* і підтримати ценотичну роль бобових. Наші дані також доповнюють регіональні спостереження

щодо структурних зрушень у популяціях під впливом господарських навантажень (Koroviakova, 2011; Muzychenko & Boiko, 2018), підтверджуючи універсальність сигналів від онтогенетичних спектрів. Загалом, результати підтверджують, що одноразове щорічне сінокошіння в умовах заповідних степів є компромісним інструментом, який водночас зберігає різноманіття та підтримує життєздатність популяцій *T. medium*. Подальша оптимізація режимів (терміни косіння, мозаїчність, ротація ділянок) має спиратися на регулярний моніторинг онтогенетичної структури й ростових траєкторій, щоб тонко налаштовувати баланс між відновленням і репродукцією виду.

Висновки. Отже, було встановлено позитивний вплив регулярного сінокошіння (1 раз на рік) на онтогенетичну структуру популяцій виду *T. medium* в умовах природного заповідника «Михайлівська цілина». Зокрема, максимальні показники відновлюваності були зафіксовані у популяціях, що зростали на ділянках в умовах сінокісного режиму, на що вказує вища частка особин передгенеративного стану у їх складі. Така закономірність швидше за все пов'язана з тим, що регулярне викошування травостою сприяє вилученню надмірної біомаси відмерлого трав'яного покриву. Крім того, викошування сприяє аерації ґрунту та сприяє рівномірному поширенню насіння бобових. У результаті підвищується біорізноманіття степових угруповань і підтримується стійкість екосистеми.

Виявлено, що динаміка накопичення фітомаси особинами *T. medium* дещо відрізнялася залежно від умов використання території, на якій вони зростали. Для популяцій в умовах сінокошіння характерним був стрімкіший набір фітомаси, починаючи з першого по третій термін обліку. Загалом, на ділянках із сінокісним режимом через відсутній відмерлий рослинний опад, забезпечується краще прогрівання ґрунту, його краща аерація і створюються більш сприятливі умови для накопичення фітомаси особинами.

Отже, для підтримки відновлювальних процесів у популяціях *T. medium* на території природного заповідника «Михайлівська цілина» важливим є дотримання сінокісного режиму.

Бібліографічні посилання:

1. Abduraimov, O. S., Kovalenko, I. N., Makhmudov, A. V., Allamurotov, A. L., & Mavlanov, B. J. (2022). Ontogenetic structure of cenopopulations of *Allium pskemense* (*Amaryllidaceae*) in Uzbekistan. *Biosystems Diversity*, 30(1), 88–94. <https://doi.org/10.15421/012209>
2. Barbarych, A. I., Bradis, Ye. M., Visiulin, O. D., & Kotov, M. I. (1965). *Vyznachnyk roslyn Ukrainy: uchbovyi posibnyk* [Key to the plants of Ukraine: a textbook]. Urozhai (M. H. Kholodny Institute of Botany, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR). (in Ukrainian)
3. Boch, S., Becker, T., Deák, B., Dengler, J., & Klaus, V. H. (2021). Grasslands of temperate Europe in a changing world – Editorial to the 16th EDGG Special Feature in *Tuexenia*. *Tuexenia*, 41, 351–359. <https://doi.org/10.14471/2021.41.020>
4. Bondarieva, L. M., & Kyrylchuk, K. S. (2011). Porivniálny analiz vitalitetnoi struktury zlakiv ta bobovykh na zaplavnykh lukakh Pivnichnoho Skhodu Ukrainy v umovakh paskvalnykh ta fenisytsialnykh navantazhen [Comparative analysis of the vitality structure of cereals and legumes in floodplain meadows of North-East Ukraine under Pasqual and Phoenician loads]. *Visnyk SNAU. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 3(29), 68–74. (in Ukrainian)
5. Bondarieva, L. M., & Kyrylchuk, K. S. (2023). Struktura populiatsii luchnykh roslyn na zaplavnykh lukakh Lisostepovoi zony za umov vypasannia ta sinokosinnia [The structure of meadow plant populations in floodplain meadows of the Forest-Steppe zone under conditions of grazing and haying]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 51(1), 3–13. (in Ukrainian)
6. Chytrá, H., Borovyk, D., Krejčová, M., Kadaš, D., Kizek, K., Večerík, Z., & Chytrý, K. (2023). Méně kosení, méně diversity: vliv frekvence kosení na vegetaci suchých trávníků na jižní Moravě [Less moving, less diversity: the effect of moving frequency on vegetation of dry grasslands in southern Moravia]. *Příroda*, 87–104 (in Czech).
7. Chytrý, K., Willner, W., Chytrý, M., Divišek, J., & Dullinger, S. (2022). Central European forest-steppe: an ecosystem shaped by climate, topography and disturbances. *Journal of Biogeography*, 49, 1006–1020.
8. Onyshchenko, V. A., & Andriienko, T. L. (Eds.). (2012). *Fitoriznomanittia zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy. Ch. 1: Biosferni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky* [Phytodiversity of reserves and national natural parks of Ukraine. Pt. 1: Biosphere reserves. Nature reserves]. *Fitosotsiotsentr*, Kyiv, 364–373 (in Ukrainian).
9. Herbert, D. B., Gross, T., Rupp, O., & Becker, A. (2021). Transcriptome analysis reveals major transcriptional changes during regrowth after mowing of red clover (*Trifolium pratense*). *BMC Plant Biology*, 21, 95. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02867-0>
10. Kopylyk, Ya. V. (2025). Kompleksnyi populiatsiinyi analiz tsenozoutvoriuiuchykh vydiv bobovykh stepovykh fitotsenoziv pryrodnoho zapovidnyka «Mykhailivska tsilyna» [Comprehensive population analysis of coenosis-forming legume species in steppe phytocenoses of the «Mykhailivska Tsilyna» Nature Reserve] (Doctoral dissertation, Sumy National Agrarian University), 273 (in Ukrainian). Sumy National Agrarian University Repository. <https://repo.snau.edu.ua/xmlui/handle/123456789/14098>
11. Kopylyk, Ya. V. (2024). Osoblyvosti populiatsii *Coronilla varia* L. v umovakh stepovykh fitotsenoziv pryrodnoho zapovidnyka «Mykhailivska tsilyna» [Features of *Coronilla varia* L. populations in steppe phytocenoses of the Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 3(57), 18–28 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.3.3>
12. Kopylyk, Ya. V., & Nekrasova, K. O. (2024). Ontohenetychna struktura populiatsii *Trifolium montanum* L. ta *Stipa capillata* L. v pryrodnomu zapovidnyku «Mykhailivska tsilyna» [Ontogenetic structure of populations of *Trifolium montanum* L. and *Stipa capillata* L. in the Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve]. *Pryrodnycha osvita ta nauka*, 6, 99–106. <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.13> (in Ukrainian)
13. Koroviakova, T. O. (2011). Ontohenetychna ta vitalitetna struktura populiatsii luchnoho riznotrav'ia na zaplavnykh lukakh r. Psel v umovakh pasovyshchnoi dyhresii [Ontogenetic and vitality structure of meadow forb populations in floodplain meadows of the Psel River under pasture digression]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 68(5), 651–662 (in Ukrainian).
14. Kovalenko, I. M. (2005). Struktura populiatsii dominantiv trav'iano-chaharnykhkovoho yarusu lisovykh fitotsenoziv Desniansko-Starohutskoho natsionalnoho pryrodnoho parku. Ontohenetychna struktura [Structure of populations of dominants of the herb-shrub layer of forest phytocenoses of the Desnyansko-Starohutskyi National Nature Park. Ontogenetic structure]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 62(5), 707–715 (in Ukrainian).
15. Kyiak, V. H. (2015). Ontohenetychna i vikova struktura populiatsii roslyn – neobkhdnist dyferentsiatsii [Ontogenetic and age structure of plant populations – the need for differentiation]. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho universytetu*, 70, 162–172 (in Ukrainian).
16. Kyrylchuk, K. S. (2014). Populiatsiina struktura *Medicago falcata* L. na zaplavnykh lukakh Lisostepovoi zony v umovakh pasovyshchnykh ta sinokisnykh navantazhen [Population structure of *Medicago falcata* L. in floodplain meadows of the Forest-Steppe zone under pasture and haying loads]. *Visnyk Kharkivskoho universytetu*, 20(1100), 305–314. (in Ukrainian)
17. Kyrylchuk, K. S. (2016). Periodyzatsiia ontogenezu ta ontohenetychna struktura populiatsii *Vicia cracca* L. na zaplavnykh lukakh pivnichnoho skhodu Ukrainy v umovakh hospodarskoho korystuvannia [Periodization of ontogenesis and ontogenetic structure of *Vicia cracca* L. populations in floodplain meadows of northeastern Ukraine under economic use]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 2(31), 35–39 (in Ukrainian).
18. Larionov, M. S. (2022). Vegetation coverage of the Nature Reserve «Mykhailivska Tsilyna»: Research history and present condition. *Visnyk ChNU. Biological Sciences Series*, 2, 25–37. Access mode: <https://bio-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/4726>
19. Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J.-F., Rees, R. M., & Peyraud, J.-L. (2014). Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: A review. *Grass and Forage Science*, 69(2), 206–228. <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>

20. Lukjanová, E., Hanulíková, A., & Řepková, J. (2023). Investigating the origin and evolution of polyploid *Trifolium medium* L. karyotype by comparative cytogenomic methods. *Plants*, 12(2), 235. <https://doi.org/10.3390/plants12020235>
21. Malynovskyi, K. A., Tsaryk, Y. V., & Zhyliayev, H. H. (1998). Struktura populatsii. Ontogenez. Struktura populatsii ridkysnykh vydiv flory Karpat [Population structure. Ontogenesis. Population structure of rare species of the Carpathian flora]. *Naukova dumka*, Kyiv, 67–92 (in Ukrainian).
22. Muzychenko, O. S., & Boiko, S. A. (2018). Dynamika ta ontogenetychnyi stan populatsii *Galanthus nivalis* L. ta *Allium ursinum* L. v natsionalnomu pryrodnomu parku «Kremenetski hory» [Dynamics and ontogenetic state of *Galanthus nivalis* L. and *Allium ursinum* L. populations in the Kremenets Mountains National Nature Park]. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, 1–2(29), 64–72 (in Ukrainian).
23. Parnikoza, I., & Vasyliuk, O. (2011). Ukrainian steppes: Current state and perspectives for protection. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio C*, 66(1), 23–37. Access mode: <https://openbiodiv.net/538f0a0e-2f11-56bf-8f72-a13c82fad189>
24. Reutimann, P., Billeter, R., & Dengler, J. (2023). Effects of grazing versus mowing on the vegetation of wet grasslands in the Northern Pre-Alps (Switzerland). *Applied Vegetation Science*, 26, e12706. <https://doi.org/10.1111/avsc.12706>
25. Schneider, A. R., & Hering, D. (2024). Effects of extensive grazing and mowing compared to abandonment on the biodiversity of European grasslands: A meta-analysis. *Applied Vegetation Science*, 27, e70003.
26. Shelyah-Sosonko, Yu. R., Didukh, Ya. P., Dubyna, D. V., et al. (1991). *Prodromus roslynosti Ukrainy: monohrafiia* [Prodromus of the vegetation of Ukraine: Monograph] (K. A. Malynovskyi, Ed.). Akademiia nauk URSR, Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho; Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
27. Skliar, Iu., Skliar, V., Klymenko, A., Sherstiuk, M., & Zubtsova, I. (2020b). Growth signs of *Nymphaea candida* in various ecological and cenotic conditions of Desna Basin (Ukraine). *AgroLife Scientific Journal*, 9(1), 316–323.
28. Skliar, V., Kovalenko, I., Skliar, Iu., & Sherstiuk, M. (2019). Vitality structure and its dynamics in the process of natural reforestation of *Quercus robur* L. *AgroLife Journal*, 8(1), 233–241.
29. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M., & Zubtsova, I. (2020a). Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissya of Ukraine. *Baltic Forestry*, 26(1), 441. <https://doi.org/10.46490/BF441>
30. Török, P., Brudvig, L. A., Kollmann, J., Price, J. N., & Tóthmérész, B. (2021). The present and future of grassland restoration. *Restoration Ecology*, 29(S1), e13378. <https://doi.org/10.1111/rec.13378>
31. Tykhonova, O., Skliar, V., Sherstiuk, M., Butenko, A., Kyrylchuk, K., & Bashtovyi, M. (2021). Analysis of *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. population's vital parameters in grain agrophytocenoses. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, 77(1), 36–46.
32. Yaroshenko, N. P., & Skliar, V. H. (2023). Otsinka ontogenetychnoi ta vitalitetnoi struktur populatsii *Asarum europaeum* L. u Gettinhenskomu lisi, Nyzhnia Saksoniia, Nimechchyna [Assessment of ontogenetic and vitality structures of *Asarum europaeum* L. populations in the Göttingen Forest, Lower Saxony, Germany]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*, 49(3), 76–81 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.10>
33. Yaroshenko, N. P. (2023). Otsinka ontogenetychnykh ta zhyttievykh struktur populatsii *Lathyrus vernus* (L.) Bernh v Hetinhenskomu lisi (Nyzhnia Saksoniia, Nimechchyna) [Assessment of ontogenetic and life history structures of *Lathyrus vernus* (L.) Bernh populations in the Göttingen Forest (Lower Saxony, Germany)]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*, 54(4), 68–73 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.4.10>
34. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., & Klymenko, H. O. (2022). Biolohiia ta ekologiia fitopopulatsii [Biology and ecology of phytopopulations]. *Sumy: Universytetska knyha*, 244–256 (in Ukrainian).
35. Zubtsova, I., Penkovska, L., Skliar, V., & Skliar, Iu. (2019). Dimensional features of cenopopulations of some species of medicinal plants in the conditions of North-East Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*, 8(2), 191–201.
36. Zybenko, O. V. (2013). Ontogenetychna ta vitalitetna struktury tsenopopulatsii *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (*Veronicaceae*) u pryrodnykh fitotsenozakh na Pivdennomu Skhodi Ukrainy [Ontogenetic and vitality structure of cenopopulations of *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (*Veronicaceae*) in natural phytocoenoses in the South-East of Ukraine]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 70(1), 22–26 (in Ukrainian).

Koplyk Ya. V., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kyrylchuk K.S., PhD (Biological Sciences), Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Effect of the Mowing Regime on the Ontogenetic Structure and Growth Dynamics of *Trifolium medium* L. Populations within the Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve

*In this study, we analyze the ontogenetic structure and growth dynamics of *Trifolium medium* L. populations within the Mykhailivska Tsilyna Nature Reserve. We substantiate the problem of anthropogenic transformation of steppe habitats leading to fragmentation, degradation, and the risk of losing typical steppe plant species. A review of recent publications underscores the importance of targeted management and shows how properly timed and dosed mowing (haymaking) can maintain diversity and steer successional trajectories on protected sites. The practical value of population-level investigations – particularly ontogenetic analysis – is justified. A brief botanic–ecological profile of *T. medium* is provided, its role in phytocoenoses is summarized, and directions for practical use are outlined. Contextual information on the natural conditions and specific features of the Mykhailivska Tsilyna reserve is also presented. The 2021–2024 study encompassed six *T. medium* populations occurring in different plant communities and under contrasting management regimes (mowing vs. no mowing).*

*An illustrated periodization of *T. medium* ontogenesis is presented together with detailed morpho-functional descriptions of each stage. Ontogenetic structure was evaluated by the proportions of individuals in the different ontogenetic states within*

populations, the symmetry of ontogenetic spectra, and I. M. Kovalenko's indices; growth dynamics were assessed from aboveground biomass accumulation across seven census dates (7–10-day intervals). Five of the six populations exhibited incomplete ontogenetic spectra; the only complete spectrum was recorded for population no. 4 (mowing regime). On mown plots, pre-generative stages were more prevalent on average (6.55% vs. 4.76%), the mean renewal index was higher (26.21 vs. 19.02), and the age index was lower (0.62 vs. 1.66). Active growth on mown plots began earlier by approximately one census interval. Mean aboveground biomass and plant height were higher on mown plots (7.63 g and 61.35 cm) than on unmown plots (3.89 g and 49.81 cm). We conclude that single annual mowing positively affects recovery processes and supports the viability of *T. medium* populations in the steppe phytocoenoses of the reserve.

Key words: *Trifolium medium* L., population, ontogenetic structure, ontogenetic indices, haymaking, nature reserve.

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 25.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025