

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ *CENOLOPHIUM DENUDATUM* (HORNEM.) TUTIN ПОПУЛЯЦИЯЛЫҚ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

^{1,2}С.К. Мухтубаева^{ID}, ²А.Б. Мырзагалиева^{ID}, ²М.Б. Такирова*^{ID}

¹Астана ботаникалық бағы, Орынбор көшесі 14Б, Астана, Қазақстан

²Астана халықаралық университеті, Қабанбай батыр даңғылы 8, Астана, Қазақстан

*e-mail: takirovamb@gmail.com

С.К. Мухтубаева – б.ғ.к., қауымдастырылған профессор Астана халықаралық университетінің Жаратылыстану жоғары мектебі, Астана, Қазақстан, Астана ботаникалық бағының жетекші ғылыми қызметкері, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5921-3113>

А.Б. Мырзагалиева – б.ғ.д., профессор Астана халықаралық университетінің Жаратылыстану жоғары мектебі, Астана, Қазақстан, e-mail: an.myrzagaliyeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3604-4315>

М.Б. Такирова – PhD кандидат, педагогикалық институт, Астана халықаралық университеті, e-mail: takirovamb@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6444-6987>

Аңдатпа. *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin — Ариасеае тұқымдасына жататын, негізінен ылғалды шалғындық және жайылмалық мекен ету орталарына таралған көпжылдық шөптесін өсімдік. Қазақстан аумағында түр ареалының шеткі бөліктерінде кездесетіндіктен, оның популяциялық құрылымын зерттеу табиғи популяциялардың тұрақтылығын бағалау және оларды сақтау шараларын әзірлеу үшін маңызды. Зерттеудің мақсаты — Орталық Қазақстан жағдайындағы *C. denudatum* түрінің популяциялық-экологиялық ерекшеліктерін анықтау және мекен ету ортасының ылғалдану деңгейі, ценопопуляциялардың кеңістіктік және онтогенетикалық құрылымы мен репродуктивті көрсеткіштер арасындағы байланысты бағалау. Далалық зерттеулер 2023–2025 жылдары Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында жүргізілді. Популяциялық көрсеткіштер 10×10 м тұрақты алаңдарда, олардың ішіне орналасқан 1×1 м есептік квадраттар арқылы анықталды. Барлығы 245 дарак зерттелді. Өсімдіктердің кеңістікте негізінен топтанып орналасатыны анықталды. Ең жоғары тығыздық ылғалды биотоптарда байқалып, 1,4–1,6 дарак/м² құрады, ал шалғынды-далалық жағдайларда 0,6–0,8 дарак/м² дейін төмендеді. Тығыздықтың вариация коэффициенті 28–35 % аралығында болды. Жайылмалық мекендерде прегенеративті дарақтардың үлесі 52 %-ға дейін жетіп, жастық тұрақтылық индексі 1,21 құрады. Ылғал мөлшері төмендеген сайын бұл көрсеткіш құрғақ шалғында 0,94-ке, шалғынды далада 0,73-ке дейін төмендеді. Генеративті өсімдіктердің орташа биіктігі 110–125 см, шатыршалар саны 6–8, тұқымдық өнімділігі бір өсімдікке 210–260 жеміс, репродуктивтік коэффициенті 0,38–0,50 болды. Нәтижелер *C. denudatum* ценопопуляцияларының тұрақтылығын анықтайтын негізгі экологиялық факторлардың бірі гидрологиялық режим екенін көрсетті.

Кілт сөздер: *Cenolophium denudatum*, Ариасеае, ценопопуляция, онтогенетикалық құрылым, популяция тығыздығы.

ПОПУЛЯЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *CENOLOPHIUM DENUDATUM* (HORNEM.) TUTIN В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

^{1,2}С.К. Мухтубаева, ²А.Б. Мырзагалиева, ²М.Б. Такирова*

¹Астанинский ботанический сад, Астана, Казахстан

²Международный университет Астана, Астана, Казахстан

*e-mail: takirovamb@gmail.com

С.К. Мухтубаева – к.б.н., ассоциированный профессор Высшей школы естественных наук, Международный университет Астана, ведущий научный сотрудник Астанинского ботанического сада, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5921-3113>

А.Б. Мырзагалиева – д.б.н., профессор Высшей школы естественных наук, Международный университет Астана, e-mail: an.myrzagaliyeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3604-4315>

М.Б. Такирова – PhD кандидат, Педагогический институт, Международный университет Астана, e-mail: takirovamb@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6444-6987>

Аннотация. *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin - многолетний представитель семейства Апиасеае, приуроченный преимущественно к увлажненным луговым и пойменным местообитаниям и находящийся в Казахстане в периферической части своего ареала. Исследование популяционной организации вида на границе экологического оптимума представляет интерес для оценки механизмов его устойчивости и разработки мер сохранения природных популяций. Цель работы - изучить популяционно-экологические особенности *C. denudatum* в условиях Центрального Казахстана и установить взаимосвязь между увлажнением местообитаний, пространственной и онтогенетической структурой ценопопуляций и репродуктивными показателями вида. Полевые исследования проводили в 2024–2026 гг. на территории Каркаралинского государственного национального природного парка. Популяционные параметры оценивали на стационарных площадях 10×10 м с использованием учетных квадратов 1×1 м. Всего исследовано 245 особей. Установлен преимущественно агрегированный характер размещения растений. Наибольшая плотность зарегистрирована в более увлажненных биотопах – 1,4–1,6 особи/м², тогда как в лугово-степных условиях она снижалась до 0,6–0,8 особи/м². Коэффициент вариации плотности составлял 28–35 %. В пойменных местообитаниях доля прегенеративных особей достигала 52 %, индекс возрастной устойчивости доходил до 1,21. По мере снижения увлажнения индекс уменьшался до 0,94 на суходольном лугу и до 0,73 в луговой степи. Доля генеративных растений в более сухих условиях возрастала до 50 % при одновременном сокращении молодых возрастных групп. Высота генеративных особей составляла в среднем 110–125 см, число зонтиков – 6–8, семенная продуктивность – 210–260 плодов на растение, репродуктивный коэффициент – 0,38–0,50. Полученные результаты свидетельствуют о ведущей роли гидрологического режима в формировании структуры ценопопуляций *C. denudatum* и позволяют рассматривать состояние молодых возрастных групп и плотность растений в качестве информативных показателей устойчивости популяций вида.

Ключевые слова: *Cenolophium denudatum*, Апиасеае, ценопопуляция, онтогенетическая структура, плотность популяции.

POPULATION-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *CENOLOPHIUM DENUDATUM* (HORNE M.) TUTIN IN CENTRAL KAZAKHSTAN

^{1,2}S.K. Mukhtubaeva, ²A.B. Myrzagaliyeva, ²M.B. Takirova*

¹Astana Botanical Garden, Astana, Kazakhstan

²Astana International University, Astana, Kazakhstan

*e-mail: takirovamb@gmail.com

S.K. Mukhtubaeva – к.б.н., ассоциированный профессор Высшей школы естественных наук, Международный университет Астана, ведущий научный сотрудник Астанинского ботанического сада, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5921-3113>

A.B. Myrzagaliyeva – д.б.н., профессор Высшей школы естественных наук, Международный университет Астана, e-mail: an.myrzagaliyeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3604-4315>

M.B. Takirova – PhD кандидат, Педагогический институт, Международный университет Астана, e-mail: takirovamb@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6444-6987>

Abstract. *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin is a perennial herb of the family Apiaceae associated mainly with moist meadow and floodplain habitats. In Kazakhstan, the species occurs near the peripheral part of its geographical range; therefore, studying its population organization

is important for understanding mechanisms of population persistence and developing conservation measures. The aim of the present study was to assess the population and ecological characteristics of *C. denudatum* in Central Kazakhstan and to determine relationships between habitat moisture, spatial and ontogenetic population structure, and reproductive parameters. Field investigations were conducted during 2023–2025 within Karkaraly State National Nature Park. Population parameters were assessed on permanent 10×10 m plots using randomly placed 1×1 m quadrats. A total of 245 individuals were examined. The spatial distribution of plants was predominantly aggregated. The highest population density, 1.4–1.6 individuals/m², was recorded in relatively moist habitats, whereas density decreased to 0.6–0.8 individuals/m² under meadow-steppe conditions. The coefficient of variation in density ranged from 28 to 35 %. In floodplain habitats, pregenerative individuals accounted for up to 52 % of the population and the age-stability index reached 1.21. With decreasing habitat moisture, this index declined to 0.94 in dry meadows and 0.73 in meadow-steppe communities. The proportion of generative plants increased to 50 % under drier conditions, accompanied by a reduction in juvenile fractions. Generative plants reached an average height of 110–125 cm, developed 6–8 umbels and produced 210–260 fruits per plant, while the reproductive coefficient ranged from 0.38 to 0.50. The results demonstrate that the hydrological regime is a major environmental factor determining the demographic structure and stability of *C. denudatum* populations.

Keywords: *Cenolophium denudatum*, Apiaceae, coenopopulation, ontogenetic structure, population density.

Кіріспе. Өсімдіктердің биологиялық әртүрлілігін сақтау түрлердің географиялық таралуын ғана емес, олардың табиғи таралымдарының жай-күйін де зерделеуді талап етеді. Климаттық, гидрологиялық және ценодикалық факторлардың әсері олардың экологиялық төзімділік шегіне жақындауы мүмкін таралу аймағының шетіндегі түрлерді популяциялық зерттеу ерекше маңызды (Hultén & Fries, 1986; Gaston, 2003; Sexton et al., 2009; Hargreaves et al., 2014). Перифериялық популяциялар көбінесе орта жағдайларының өзгеруіне жоғары сезімталдықпен сипатталады, алайда бір мезгілде түрдің ұзақ уақыт тіршілік етуі үшін маңызы бар ерекше бейімделу белгілеріне ие болуы мүмкін (Hampe & Petit, 2005; Eckert et al., 2008; Pironon et al., 2017).

Apiaceae Lindl. тұқымдасы жабық тұқымды өсімдіктердің ішіндегі ең ірі тұқымдастарының бірі болып табылады және географиялық таралуы, өмірлік нысандары мен экологиялық тұрғыдан айтарлықтай ерекшеленетін түрлерді қамтиды (Plunkett et al., 2018; Downie et al., 2000; Pimenov & Leonov, 1993). Қазақстан аумағында тұқымдас өкілдері далалық, шалғынды, орманды, жайылмалы, шөлді және таулы өсімдіктер қоғамдастықтарының құрамына кіреді (Pimenov, 2023; Mukhtubayeva et al., 2023).

Cenolophium denudatum (Hornem.) Tutin – Apiaceae тұқымдасы көпжылдық шөптесін өсімдік. Түр бореалдық-еуразиялық флористикалық кешенге жатады және негізінен Еуропада, Ресейдің еуропалық бөлігінде, Батыс және Шығыс Сібірде, сондай-ақ Орталық Азияның жекелеген аудандарында таралған (Plunkett et al., 2018; Шишкин, 1950; Флора Восточной Европы, 2004; Tutin, n.d.). Оған шалғынды мекендеу орындарына, өзен алқабына, жағалау учаскелеріне және салыстырмалы түрде ылғалдану деңгейі жоғары басқа да аумақтарға бейімділік тән.

Қазақстан шегінде *C. denudatum* жалпы таралу аймағының оңтүстік бөлігінде орналасқан. Мұндай жағдай оның таралымдық ұйымын зерттеуге ерекше қызығушылықты айқындайды, өйткені таралу аймағының шетінде экологиялық факторлар жаңару процестеріне, жас құрылымына және ұрпақты болу қабілетіне неғұрлым айқын әсер етуі мүмкін.

Популяциялық-онтогенетикалық тәсіл көпжылдық өсімдіктердің жай-күйін әртүрлі жас жағдайындағы дарактардың арақатынасы, тығыздығы, кеңістікте орналасу сипаты және генеративтік ұдайы өсіру қарқындылығы негізінде бағалауға мүмкіндік береді (Работнов, 1950; Уранов, 1974; Өсімдік ценопопуляциялары: негізгі түсініктер және құрылым, 1976 ж.; «Өсімдік ценопопуляциялары: популяция биологиясы бойынша эсселер», 1988; Жукова, 1995). Жас құрылымы популяцияның орта жағдайына реакциясының интегралдық көрсеткіші болып табылады. Жас фракциялардың қысқаруы кезінде генеративті және постгенеративті дарактар

үлесінің ұлғаюы ұдайы өсіп-өнудің шектелуін көрсетсе, прегенеративті өсімдіктердің едәуір болуы сәтті жаңарудың бар екенін куәландырады.

Мезофитті шалғынды түрлер үшін анықтаушы экологиялық факторлардың бірі ылғалдандыру режимі болып табылады. Гидрологиялық жағдайлардың өзгеруі тұқымдардың өсуіне, жас өсімдіктердің тіршілігіне, өсімдіктер қоғамдастығындағы бәсекелестік қатынастарға және ересек дарактардың репродуктивтік белсенділігіне әсер етуі мүмкін (Silvertown & Charlesworth, 2001; Harper, 1977; Caswell, 2001).

C. denudatum таралуы туралы флористикалық мәліметтерге қарамастан, Қазақстанда оның табиғи ценопопуляцияларының жай-күйі туралы деректер шектеулі болып қалуда. Түрдің тығыздығының, жас спектрінің және ұрпақты болу құрылымының мекендейтін жерінің экологиялық жағдайларына тәуелділігін сандық бағалау іс жүзінде жоқ.

Зерттеу мақсаты - Орталық Қазақстан жағдайында *Cenolophium denudatum* популяциялық-экологиялық ерекшеліктерін зерделеу және мекендеу орындарын ылғалдандырудағы айырмашылықтардың оның ценопопуляцияларының кеңістіктік, онтогенетикалық және репродуктивтік құрылымына әсерін бағалау.

Мақсатқа жету үшін мынадай міндеттер қойылды:

1. кеңістік орналастыру ерекшеліктерін және ценопопуляциялардың тығыздығын анықтау;
2. негізгі онтогенетикалық топтардың арақатынасын белгілеу;
3. ылғалдану градиентіндегі жас құрылымының өзгеруін бағалау;
4. генеративтік даму мен ұрпақты болу қабілетінің негізгі көрсеткіштерін анықтау;
5. түрдің тұрақтылығын бағалау үшін неғұрлым ақпараттық популяциялық көрсеткіштерді анықтау.

Жұмыс гипотезасы тіршілік ету орындарының ылғалдануының төмендеуі *C. denudatum* тығыздығының азаюымен, жас топтары үлесінің азаюымен және жас спектрінің генеративті өсімдіктер жағына ауысуымен қатар жүреді деген болжам болды.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

2.1. Зерттеу ауданы. Далалық зерттеулер 2023-2025 жж. тамызында Қарағанды облысындағы Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында жүргізілді. Аумаққа қысы ұзақ, суық және жазы салыстырмалы жылы күрт континенттік климат тән. Зерттелген мекендерде *C. denudatum* негізінен шалғындық және шалғындық-жайылымдық қоғамдастықтармен байланысты болды.

Салыстырмалы талдау үшін ылғалдылықпен қамтамасыз етілуі бойынша ерекшеленетін өмір сүру орындарының үш нұсқасы бөлінді: ЦП1 – салыстырмалы түрде жақсы ылғалданған жайылма учаскелері; ЦП2 – құрғақ шалғынды учаскелер; ЦП3 – ылғалдану деңгейі төмен шалғынды-далалық учаскелер. Ценопопуляциялардың мұндай орналасуы ылғалданудың экологиялық градиенті бойынша популяциялық сипаттамалардың өзгеруін бағалауға мүмкіндік берді.

2.2. Популяциялық зерттеулер. Ценопопуляциялардың жай-күйін бағалау үшін өлшемі 10×10 м (100 м^2) стационарлық сынақ алаңдары салынды.

Әрбір алаң ішінде өлшемі 1×1 м квадраттар іріктеп есептеу әдісімен орналастырылды. Есептік шаршылар саны сынақ алаңында кемінде 10-ды құрады. Зерттеу барысында *C. denudatum* барлығы 245 дарак таңдалды.

Тығыздық мына формула бойынша анықталды:

$$D = N/A$$

мұндағы D - тығыздық, дарактар/ м^2 ;

N - тіркелген дарактардың саны; A - есепке алу алаңы, м^2 .

Кеңістікте орналасу сипаты өсімдіктердің есептік алаңдардың ішінде бөлу және олардың тығыздығының өзгермелілігі бойынша бағаланды.

2.3. Онтогенетикалық құрылым. Өсімдіктердің онтогенетикалық жай-күйі Т.А.

Работнов пен А.А. Урановтың (Работнов, 1950; Уранов, 1974) популяциялық-онтогенетикалық түсінігі және өсімдіктердің популяциялық биологиясы саласындағы кейінгі әзірлемелері пайдалана отырып, морфологиялық белгілер негізінде анықталды (Ценопопуляции растений: основные понятия и структура, 1976; Ценопопуляции растений: очерки популяционной биологии, 1988). Келесі негізгі топтарға бөлінді: j - ювенильді; im - имматурлы; v - ересек вегетативтік; g - генеративтік; ss - субсенильді; s - сенильді дарақтар. Әрбір онтогенетикалық топтың үлесі есептелді:

$$P_i = n/N \times 100,$$

мұндағы P_i - тиісті жас тобының үлесі, %; n - топ дарақтарының саны; N - зерттелген іріктеменің жалпы саны.

Жас ерекшелік құрылымын салыстырмалы бағалау үшін популяцияның прегенеративті бөлігінің генеративті-постгенеративті бөлікке қатынасын қолдандық:

$$I_u = (j + im + v)/(g + ss + s)$$

Осы көрсеткіштің ұлғаюы жас топтардың ценопопуляция құрылымына салыстырмалы түрде жоғары қатысуын көрсетеді.

Генеративті өсімдіктерде жер үсті қашу биіктігі, генеративті құрылымдар саны және қалыптасқан жемістер саны тіркелді.

Репродуктивті коэффициент былайша айқындалған:

$$R = N_{gen}/N_{total}$$

мұнда N_{gen} - генеративті дарақтардың саны; N_{total} - зерттелген өсімдіктердің жалпы саны.

Сандық параметрлер үшін орташа мәндер мен өзгермелілік көрсеткіштері анықталды. Тығыздықтың кеңістіктік біртекті еместігі вариация коэффициентін пайдалана отырып бағаланды. Жас жағдайларының әртүрлілігін қосымша сипаттау үшін Шеннон индексі пайдаланылды:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

мұндағы p_i - тиісті онтогенетикалық топтың салыстырмалы үлесі (Shannon, 1948; Magurran, 2004).

Нәтижелер және талқылау.

3.1. Кеңістік бөлу және ценопопуляциялардың тығыздығы. Зерттеулер көрсеткендей, *C. denudatum* өсімдіктер қауымдастығы шегінде біркелкі таралуды қалыптастырмайды. Түрге көбінесе дарақтардың агрегатталған немесе шоғырланған орналасуы тән.

Кеңістіктік ұйымның мұндай түрі микрорельеф пен ылғалдың таралуының біртекті еместігіне, сондай-ақ өсімдік жамылғысының құрылымындағы айырмашылықтарға байланысты болуы мүмкін. Өсімдіктердің неғұрлым тығыздығы жақсы ылғалданған жайылма мекендерде белгіленген - 1,4-1,6 дарақ/м². Шалғындық дала жағдайында көрсеткіш 0,6-0,8 дарақ/м² дейін төмендеді.

Осылайша, неғұрлым ылғалды және неғұрлым құрғақ биотоптар арасында тығыздықтың шамамен екі есе айырмашылығы байқалды. Тығыздықтың вариация коэффициенті 28-35% құрады, бұл ценопопуляциялардың көрінетін, бірақ экстремалдық емес кеңістіктік біртекті еместігін куәландырады.

Кесте 1. *Cenolophium denudatum* негізгі популяциялық-экологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Жайылмалы биотоп	Құрғақ шабындық	Шалғынды дала
Тығыздығы, дарактар/м ²	1,4–1,6	аралық мәндер	0,6–0,8
Прегенеративті дарактардың үлесі, %	52 дейін	төмендейді	ең төменгі
Генеративті дарактардың үлесі, %	50 төмен	өседі	50 дейін
Жастық тұрақтылық индексі, I_u	1,21	0,94	0,73
Репродуктивті коэффициенті, R	0,38–0,50	0,38–0,50	0,38–0,50

Алынған нәтижелер *C. denudatum* тығыздығы мен ылғалдандыру режимі арасындағы айқын байланысты көрсетеді.

Мезофитті шалғынды өсімдіктер үшін ылғал қолжетімділігінің төмендеуі ең алдымен өмірлік циклдің бастапқы кезеңдерін шектеуге қабілетті. Жас өсімдіктердің тамыр жүйесі аз дамыған және ересек генеративтік даналарға қарағанда топырақтың жоғарғы деңгейлерінің ылғалдылығына тәуелді. Мұндай заңдылық таралымдары экологиялық оптимумның шетінде орналасқан көптеген көпжылдық түрлерге тән (Hampe, 2005; Eckert et al., 2008; Pironon et al., 2017; Silvertown & Charlesworth, 2001).

3.2. Онтогенетикалық құрылым. Зерттелген ценопопуляциялардың онтогенетикалық спектрлері экологиялық жағдайларға айтарлықтай тәуелді болды. Жайылма мекендеу орындарында прегенеративті топтардың - ювенильді, имматурлы және ересек вегетативті өсімдіктердің жиынтық үлесі 52% -ға жетті.

Жас өсімдіктердің едәуір үлесінің болуы кейінгі жылдары генеративтік жағдайға көшуге қабілетті дарактардың белсенді тұқымдық жаңаруы мен резервінің қалыптасуын куәландырады. Жайылма ценопопуляциясындағы жастық тұрақтылық индексі: $I_u = 1,21$. Бірліктен жоғары мән прегенеративтік жас топтары санының генеративтік және постгенеративтік топтардың сомасынан асып түсуін көрсетеді. Құрғақшылық шалғында индекс: $I_u = 0,94$ дейін төмендеді. Шалғындық-далалық мекендеу орындарында көрсеткіштің одан әрі азаюы тіркелді: $I_u = 0,73$. Бір мезгілде генеративті өсімдіктердің үлесі 50% -ға дейін өсті, ал жас жас топтарының саны қысқарды.

Осылайша, бағытталған экологиялық қатар анықталды: жайылма (1,21) → құрғақшылық шалғын (0,94) → шалғынды дала (0,73). Жас құрылымының мұндай өзгеруі жұмыс гипотезасымен үйлеседі және ылғалдылықпен қамтамасыз етілудің азаюы жаңару процестеріне неғұрлым елеулі әсер ететінін көрсетеді.

Бұл ретте генеративтік фракцияның басым болуын өзінен өзі ценопопуляцияның қанағаттанғысыз жай-күйінің дәлелі ретінде қарауға болмайды. Көпжылдық поликарпиялық өсімдіктер үшін генеративтік кезеңнің ұзақтығы елеулі болуы мүмкін. Ювенильді және имматурлы өсімдіктердің тығыздығы мен ұсынылуының бір мезгілде төмендеуі неғұрлым ақпараттық белгі болып табылады.

150 даракты қамтитын есептік жиынтықтардың бірі үшін жас құрылымы былайша берілген: ювенильді - 18 дарак, имматурлы - 27, ересек вегетативті - 33, генеративті - 57, субсенильді және сенильді - 15 дарак.

Кесте 2. Өсімдіктерді негізгі онтогенетикалық топтар бойынша бөлу

Онтогенетикалық топ	Дарактар саны	Үлес, %
j	18	12
im	27	18
v	33	22
g	57	38
ss + s	15	10

Онтогенетикалық топ	Дарақтар саны	Үлес, %
Барлығы	150	100

Осы іріктеме үшін Шеннонның индексі $H' = 1,49$ құрады. Бөлу бір жас тобының абсолюттік басымдылығымен сипатталмаған: максималды генеративтік фракцияға қарамастан, популяцияда тіршілік циклінің барлық негізгі функционалдық маңызды сатылары ұсынылды. Ювенильді және имматурлы дарақтардың болуы ерекше мәнге ие, өйткені олар популяцияны толықтырудың қазіргі заманғы процесін көрсетеді.

Генеративтік өсімдіктер *C. denudatum* зерттелген жағдайларда жер үсті органдарының салыстырмалы түрде жоғары дамуымен сипатталды. Генеративті өсімдіктердің орташа биіктігі 110-125 см болды. Бір өсімдіктегі қолшатырдың орташа саны 6-8-ге жетті. Тұқымдық өнімділік орташа алғанда өсімдікке 210-260 жемісті құрады. Репродуктивтік коэффициент мынадай шектерде өзгерді: $R = 0,38-0,50$.

Ең жоғары тұқымдық өнімділік жайылма ценоздарында байқалды. Ересек өсімдіктердің жоғары репродуктивтік белсенділігінің және ылғалданған мекендердегі прегенеративтік фракцияның салыстырмалы жоғары үлесінің үйлесуі тұқымдық жаңару циклінің толық өтуі үшін неғұрлым қолайлы жағдайлар туралы куәландырады.

Неғұрлым құрғақ биотоптарда генеративтік даналардың салыстырмалы үлесінің ұлғаюы жас өсімдіктердің салыстырмалы мөлшерімен қатар жүрмеді. Сондықтан, бұл жерде шектеуші буын ретінде ересек өсімдіктердің гүлдеу қабілеті емес, жаңа ұрпақтың пайда болуы мен орнығуы болуы мүмкін.

3.3. Ценопопуляциялар құрылымының экологиялық шарттылығы. Алынған деректердің жиынтығы *C. denudatum* кеңістіктік және демографиялық ұйымдастырудың жетекші факторларының бірі ретінде ылғалдандыру режимін бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Жайылма учаскелерінен құрғақ шабындық-далалық учаскелерге ауысуына қарай бір мезгілде: тығыздықтың 1,4-1,6-дан 0,6-0,8 дарақ/м²-ге дейін төмендеуі байқалды; прегенеративтік фракция үлесінің азаюы; I_u 1,21-ден 0,73-ке дейін төмендеуі; генеративтік өсімдіктердің салыстырмалы рөлін ұлғайту; жас дарақтармен толықтыру қарқындылығын төмендету.

Алынған өзгерістер кешені жас спектрінің айырмашылығын ғана емес, популяциялық жүйенің экологиялық градиентке бағытталған реакциясын көрсетеді.

Белгілі болғандай, таралу аймағының шекараларындағы популяциялар ересектердің ұзақ тіршілік етуімен және кезең - кезеңімен сәтті жаңаруы үйлесімінде сақталуы мүмкін (Hampe & Petit, 2005; Eckert et al., 2008; Pironon et al., 2017). Сондықтан жекелеген жылы жас өсімдіктердің жаппай пайда болмауы популяцияның дереу тозуын міндетті түрде білдірмейді. Алайда, мұндай құрылымның ұзақ сақталуы біртіндеп қартаюға және санының азаюына алып келуі мүмкін.

Осыған байланысты *C. denudatum* мониторингі жалпы санды есепке алуды ғана емес, сондай-ақ жас құрылымын, әсіресе ювенильді және имматурлы өсімдіктердің үлесін тіркеуді қамтуы тиіс.

Зерттелген қоғамдастықтарда *C. denudatum* жай-күйі су режимімен тығыз байланысты мезофитті шалғындық түрінің белгілерін көрсетеді.

Неғұрлым жоғары тығыздық және белсенді жаңару жақсы ылғалданатын жерлерде байқалды. Сондықтан түрдің саны мен жас құрылымының өзгеруі шалғындық экожүйелердің гидрологиялық режимінің өзгеруін ықтимал көрсетуі мүмкін.

Алайда *C. denudatum* дербес биоиндикатор ретінде пайдалану топырақтың ылғалдылығын, жер асты суларының деңгейін, фитоценодикалық құрылымы мен климаттық параметрлерін бір мезгілде тіркей отырып, қосымша көп жылдық бақылауды талап етеді.

Осы кезеңде оның ценопопуляцияларының жай-күйін ең алдымен мезофитті шалғынды мекендеу орындарының сақталуының қосымша биологиялық көрсеткіші ретінде қарастырған жөн.

Қорытынды. 2023-2025 жж. зерттеулер нәтижесінде Орталық Қазақстан жағдайында *Cenolophium denudatum* популяциялық ұйымының негізгі ерекшеліктері анықталды.

Түрдің ценопопуляциясы көбінесе агрегатталған кеңістікте орналасуымен сипатталады. Тығыздықтың вариация коэффициенті 28-35% құрады.

Өсімдіктердің барынша тығыздығы неғұрлым ылғалды мекендейтін жерлерде белгіленген және 1,4-1,6 дарак/м² құрады. Шалғындық-далалық жағдайларда көрсеткіш 0,6-0,8 дарак/м² дейін төмендеді. Жайылма ценоздарында прегенеративті өсімдіктердің үлесі 52%-ға жетті, бұл ценопопуляцияларды жас дарактармен салыстырмалы түрде белсенді толықтыру туралы куәландырады. Жастық тұрақтылық индексі табиғи түрде ылғалдануды азайту градиенті бойынша төмендеді: жайылмалық биотоптағы 1,21-ден құрғақшылық шалғында 0,94-ке және шалғындық далада 0,73-ке дейін. Неғұрлым құрғақ мекендерде жас жас топтарының бір мезгілде қысқаруы кезінде генеративті өсімдіктердің үлесі 50% -ға дейін өсті, бұл таралымдық жаңару процестерінің әлсіреуін көрсетеді. Генеративті өсімдіктердің орташа биіктігі есеппен 110-125 см биіктікке жетіп, бір өсімдікте 6-8 шатырша және 210-260 жеміс түзілді. Репродуктивтік коэффициент 0,38-0,50 құрады.

C. denudatum популяциялық көрсеткіштеріндегі айырмашылықтарға байланысты негізгі экологиялық фактор мекендейтін жерді ылғалдандыру режимі болып табылады. Жайылма шалғынды қоғамдастықтарда неғұрлым орнықты сипаттамалар байқалған.

Алынған нәтижелер таралу аймағының шеткі бөлігіндегі *C. denudatum* популяциялық экологиясы туралы түсініктерді кеңейтеді және табиғи популяциялардың мониторингін ұйымдастыру, шалғындық экожүйелердің жай-күйін бағалау және Орталық Қазақстанның биологиялық әртүрлілігін сақтау жөніндегі іс-шараларды әзірлеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Әдебиеттер

- Caswell H. Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2001.
- Downie S.R., Katz-Downie D.S., Watson M.F. A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA restriction site and DNA sequence data // American Journal of Botany. 2000. Vol. 87. P. 273–292.
- Eckert C.G., Samis K.E., Loughheed S.C. Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond // Molecular Ecology. 2008. Vol. 17. P. 1170–1188.
- Gaston K.J. The Structure and Dynamics of Geographic Ranges. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- Hargreaves A.L., Samis K.E., Eckert C.G. Are species' range limits simply niche limits writ large? A review of transplant experiments beyond the range // American Naturalist. 2014. Vol. 183. P. 157–173.
- Harper J.L. Population Biology of Plants. London: Academic Press, 1977.
- Shannon C.E. A mathematical theory of communication // Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.
- Hampe A., Petit R.J. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters // Ecology Letters. 2005. Vol. 8. P. 461–467.
- Hultén E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants: North of the Tropic of Cancer. Königstein: Koeltz Scientific Books, 1986.
- Pironon S., Papuga G., Villellas J., Angert A.L., García M.B., Thompson J.D. Geographic variation in genetic and demographic performance: new insights from an old biogeographical paradigm // Biological Reviews. 2017. Vol. 92. P. 1877–1909.
- Pimenov M.G., Leonov M.V. The Genera of the Umbelliferae: A Nomenclator. Kew: Royal Botanic Gardens, 1993.
- Pimenov M.G. Обновленный конспект зонтичных (Umbelliferae) Средней Азии и Казахстана: номенклатура, синонимия, типификация, распространение // Turczaninowia. 2023.
- Plunkett G.M., Pimenov M.G., Reduron J.-P. et al. Apiaceae // The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. 15. Flowering Plants. Eudicots. Apiales, Gentianales / ed. J.W. Kadereit, V. Bittrich. Cham: Springer, 2018.
- Magurran A.E. Measuring Biological Diversity. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.
- Mukhtabayeva S., Zhumagul M., Zhamangara A. Семейство Apiaceae Lindl. во флоре Алматинской области // Eurasian Journal of Ecology. 2023. Vol. 77, No. 4. P. 98–110.
- Sexton J.P., McIntyre P.J., Angert A.L., Rice K.J. Evolution and ecology of species range limits // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2009. Vol. 40. P. 415–436.
- Silvertown J., Charlesworth D. Introduction to Plant Population Biology. 4th ed. Oxford: Blackwell Science, 2001.
- Tutin T.G. *Cenolophium* // Tutin T.G. et al. Flora Europaea. Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.
- Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995.
- Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды Ботанического института АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 77–204.
- Уранов А.А. Из итогов популяционно-онтогенетических исследований // Возрастной состав популяций цветковых растений в связи с их онтогенезом. М., 1974. С. 3–9.
- Флора Восточной Европы. Т. 11. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 535 с.
- Ценопопуляции растений: основные понятия и структура. М.: Наука, 1976. 217 с.
- Ценопопуляции растений: очерки популяционной биологии. М.: Наука, 1988. 182 с.
- Шишкин Б.К. Зонтичные — Umbelliferae Juss. // Флора СССР. Т. 16. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. С. 36–648.

References

- Caswell H. Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2001.
- Downie S.R., Katz-Downie D.S., Watson M.F. A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA restriction site and DNA sequence data // *American Journal of Botany*. 2000. Vol. 87. P. 273–292.
- Eckert C.G., Samis K.E., Loughheed S.C. Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond // *Molecular Ecology*. 2008. Vol. 17. P. 1170–1188.
- Gaston K.J. The Structure and Dynamics of Geographic Ranges. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- Hargreaves A.L., Samis K.E., Eckert C.G. Are species' range limits simply niche limits writ large? A review of transplant experiments beyond the range // *American Naturalist*. 2014. Vol. 183. P. 157–173.
- Harper J.L. Population Biology of Plants. London: Academic Press, 1977.
- Shannon C.E. A mathematical theory of communication // *Bell System Technical Journal*. 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.
- Hampe A., Petit R.J. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters // *Ecology Letters*. 2005. Vol. 8. P. 461–467.
- Hultén E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants: North of the Tropic of Cancer. Königstein: Koeltz Scientific Books, 1986.
- Pironon S., Papuga G., Villélas J., Angert A.L., García M.B., Thompson J.D. Geographic variation in genetic and demographic performance: new insights from an old biogeographical paradigm // *Biological Reviews*. 2017. Vol. 92. P. 1877–1909.
- Pimenov M.G., Leonov M.V. The Genera of the Umbelliferae: A Nomenclator. Kew: Royal Botanic Gardens, 1993.
- Pimenov M.G. An Updated Synopsis of the Umbelliferae of Central Asia and Kazakhstan: Nomenclature, Synonymy, Typification, and Distribution // *Turczaninowia*. 2023.
- Plunkett G.M., Pimenov M.G., Reduron J.-P. et al. Apiaceae // *The Families and Genera of Vascular Plants*. Vol. 15. Flowering Plants. Eudicots. Apiales, Gentianales / ed. J.W. Kadereit, V. Bittrich. Cham: Springer, 2018.
- Magurran A.E. Measuring Biological Diversity. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.
- Mukhtubayeva S., Zhumagul M., Zhamangara A. The family Apiaceae Lindl. in the flora of the Almaty Region // *Eurasian Journal of Ecology*. 2023. Vol. 77, No. 4. P. 98–110.
- Sexton J.P., McIntyre P.J., Angert A.L., Rice K.J. Evolution and ecology of species range limits // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2009. Vol. 40. P. 415–436.
- Silvertown J., Charlesworth D. Introduction to Plant Population Biology. 4th ed. Oxford: Blackwell Science, 2001.
- Tutin T.G. *Cenolophium* // Tutin T.G. et al. *Flora Europaea*. Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zhukova L.A. Population Life of Meadow Plants. Yoshkar-Ola: RIIK "Lanar", 1995.
- Rabotnov T.A. The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow coenoses // *Proceedings of the Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. 3. Geobotany*. 1950. Issue 6. P. 77–204.
- Uranov A.A. From the results of population-ontogenetic studies // *Age structure of flowering plant populations in relation to their ontogenesis*. Moscow, 1974. P. 3–9.
- Flora of Eastern Europe*. Vol. 11. Moscow; St. Petersburg: KMK Scientific Press, 2004. 535 p.
- Plant Coenopopulations: Basic Concepts and Structure*. Moscow: Nauka, 1976. 217 p.
- Plant Coenopopulations: Essays on Population Biology*. Moscow: Nauka, 1988. 182 p.
- Shishkin B.K. Umbelliferae — Umbelliferae Juss. // *Flora of the USSR*. Vol. 16. Moscow; Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1950. P. 36–648.