

С.А. Кубентаев^{1*}, Ю.А. Котухов², К.С. Избастина¹,
А.К. Саркытбаева³, М.Ж. Жумагул³, С.К. Мухтубаева¹

¹Филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции»
«Астанинский ботанический сад», Нур-Султан, Казахстан;

²РГП на ПХВ «Алтайский ботанический сад» КН МОН РК, Риддер, Казахстан;

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kubserik@mail.ru

Эколого-фитоценотическая приуроченность и сезонный ритм развития *Raeonia anomala* L. в Восточном Казахстане

В статье приведено описание эколого-биологических особенностей, фитоценотической структуры и сезонного ритма развития популяций *Raeonia anomala* L. на территории Казахстанского Алтая в Восточно-Казахстанской области. По результатам исследований выявлены закономерности приуроченности вида к экологическим и геоморфологическим условиям среды обитания, выявлены лимитирующие факторы, обуславливающие редкость вида, и даны рекомендации по сохранению естественных популяций вида. Установлено, что *P. anomala* в исследуемом регионе растет по крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, зарастающим курумам, днищам межгорных логов, долинам рек в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. Наиболее оптимальные условия обитания для *P. anomala* — кедрово-лиственничные разреженные леса. Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей. Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных микросклонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях. Лимитирующими факторами, обуславливающими редкость вида, являются сбор букетов, заготовка лекарственного сырья, выпас скота и низкая конкурентная способность семян на ранних этапах развития, а также массовое уничтожение семян грызунами. Для сохранения естественных популяций пиона уклоняющегося на Западном Алтае необходимы строгая охрана вида от обрывания на букеты, запрет на заготовки лекарственного сырья, а также разработка промышленных технологий выращивания вида в культуре.

Ключевые слова: пион уклоняющийся, фитоценоз, фенология, редкий вид, Казахстанский Алтай, Центральная Азия.

Введение

Род *Raeonia* L. — единственный род семейства *Raeoniaceae*, распространенный в основном в Азии, Европе и Западной Северной Америке, который насчитывает около 35 видов кустарниковых и многолетних трав [1, 2]. В Казахстане произрастают два вида *Raeonia* — *P. anomala* L. и *P. hybrida* Pall. [3]. Многие виды этого рода издревле использовались в традиционной народной медицине [4–6].

Raeonia anomala L. известен во всем мире как один из ценных растений из-за его декоративных и лечебных ценностей. Он входит в число важнейших лекарственных препаратов стран Евразии, включая Россию, Монголию и Китай. Однако биологические особенности и эколого-фитоценотическая приуроченность вида остаются слабо изученными. Большая часть проведенных исследований посвящены химическим компонентам и биоактивности корней видов *Raeonia*. Например, *Raeonia anomala* являются важным источником лекарств в традиционной китайской медицине для лечения центральной нервной системы [7–9], обладает противоопухолевой активностью [10–12], противовоспалительным эффектом [13] и антиоксидантной активностью [14].

Корни пиона используются в качестве противовоспалительного, болеутоляющего и седативного средства и лекарства от женских заболеваний [15–18]. Его применяют также при желудочных заболеваниях, кровотечениях, истощении и нарушении дыхательных путей, эпилепсии и кашле [19].

Согласно сведениям о фитохимической характеристике и биологической активности, видимо, и определяется лечебный эффект растения. Однако в результате чрезмерных сборов *P. anomala* дикие популяции подвергаются все большей угрозе и резко сокращаются. Вид является редким, интенсивно сокращающимся по площади и численности популяций, занесен Красную книгу Казахстана [20]. В настоящее время практически отсутствуют сведения об экологической приуроченности пиона ук-

лоняющегося, его биологических особенностях и сезонном ритме развития в исследуемом регионе. Проведенные ранее исследования естественных популяций вида носят преимущественно фрагментарный характер, что послужило основной причиной изучения современного состояния популяций вида в Восточном Казахстане.

Цель настоящей работы — изучение эколого-фитоценотической приуроченности и сезонного ритма развития *Paeonia anomala* L. в Восточном Казахстане.

Материалы и методики исследования

Казахстанский Алтай находится в юго-западной части Алтае-Саянской горной страны. Согласно физико-географическим условиям территория Казахстанского Алтая подразделена на три подрайона: Западный Алтай, Южный Алтай, Калбинское нагорье [21].

Исследования проводились на хребтах Ивановский, Коксинский и Линейский Западного Алтая. В административных границах исследуемый регион относится к Восточно-Казахстанской области. Объектом исследования являлись естественные популяции *P. anomala*. Исследования проводились рекогносцировочным методом [22]. Фитоценотическая структура популяций пиона уклоняющегося изучалась согласно методам Т.А. Работного [23] и О.В. Смирновой [24]. Биометрические параметры и онтогенетические спектры определяли по методам, разработанным В.Н. Голубевым и Е.Ф. Молчановым [25]. Урожайность вида изучали на конкретных зарослях с закладкой пробных площадей.

Результаты исследований

Фитоценотическая приуроченность вида

В Западном Алтае *Paeonia anomala* L. встречается в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. по тенистым склонам, межгорным понижениям, опушкам лесных колок из березы и осины. В предгорье его местообитания приурочены к крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, по незакрытым каменистым склонам. В высокогорье вид встречается на альпийских и субальпийских лугах, разреженных листовенничных (*Larix sibirica* Ledeb.) и кедровых (*Pinus sibirica* Du Tour) лесах. Особенно хорошо он чувствует себя на гарях и вырубках. В период цветения массово вырывается на букеты. Фитоценотический комплекс пиона уклоняющегося образует группы ассоциаций лесного, кустарникового и лугового типов растительности.

В луговой части ценокомплекса пиона уклоняющегося с наибольшим обилием отмечаются ценозы субальпийских высокотравных лугов с господством *P. anomala*. Здесь вид встречается единичными мощно развитыми кустами или группами, состоящими из 3–5 особей, по-видимому, клоновых. В таких сообществах преобладают мезофиты *Euphorbia pilosa* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Saussurea latifolia* Ledeb., *Geranium pseudosibiricum* J. Mayer, *Geranium albiflorum* Ledeb., *Delphinium elatum* L., *Crepis sibirica* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. Обширные гари и вырубки в горах Западного Алтая не редко заняты злаково-кипрейно-пионовыми лугами. Урожайность подземных органов в луговых сообществах составляет $860 \pm 5,6$ кг/га.

Кустарниковые ассоциации *P. anomala* выделены на юго-западных предгорьях хр. Ивановский, Убинский и Линейский. Ценозы с участием вида образованы из особей *Spiraea chamaedryfolia* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera altaica* Pall. В травостое доминируют *Iris ruthenica* Ker Gawl., *Thalictrum foetidum* L., *Carex macroura* Meinsh. и др. В таких фитоценозах *P. anomala* имеет более слабое развитие, кусты низкорослые — $61 \pm 3,6$ см. По площади размещены диффузно единичными особями.

P. anomala, произрастающая в межгорных понижениях, обычно входит в кустарниковые ценозы, образуемые *Padus avium* Mill., *Caragana arborescens* Lam., *Rosa spinosissima* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera tatarica* L. Вид встречается в виде небольших рыхлых пятен, в основном приурочен к опушкам зарослей кустарника. К кустарниковым ценозам следует отнести ценопопуляции пиона по долинам горных рек и ручьев. В данных сообществах доминируют *Spiraea media* Schmidt, *Salix viminalis* L., *Lonicera altaica* Pall и *Rubus idaeus* L., реже встречаются *Ribes nigrum* L., *R. atropurpureum* С.А. Мей., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Sorbus sibirica* Hedl. В травостое доминируют *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Aconitum septentrionale* Koelle. Как правило, в таких сообществах особи пиона встречаются единично, в покрытии не превышают 5 %.

Высокогорно-кустарниковые сообщества пиона уклоняющегося образуют заросли из *Spiraea media* Schmidt с участием *Cotoneaster uniflorus* Bunge и *Spiraea chamaedryfolia* L. В травянистом покрове доминируют осока (*Carex macroura* Meinh.), злаки (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Calamagrostis obtusata* Trin., *Dactylis glomerata* L.) и виды разнотравья (*Crepis sibirica* L., *Lathyrus gmelinii* Fritsch, *Bupleurum longifolium ssp. aureum* (Fisch. ex Hoffm.), *Polemonium caeruleum* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Erythronium sibiricum* (Fisch. & С.А. Mey, Krylov и др.). В среднем, в кустарниковых сообществах урожайность подземных органов составляет $530 \pm 2,8$ кг/га.

На северо-востоке Западного Алтая вид встречается часто и на больших площадях в темнохвойных лесах из *Pinus sibirica* Du Tour, *Larix sibirica* Ledeb. и реже *Picea obovata* Ledeb. с господством в травостое лесного высокотравья. Нередко вид встречается в мягко-лиственных лесах с участием *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. В среднем, урожайность подземных органов в лесных сообществах составляет $340 \pm 3,7$ кг/га. Нами выделены три типа лесных сообществ с участием *P. anomala*:

1. Березово-ивово-таволговые (*Betula pendula* Roth — *Salix viminalis* L.+*Salix caprea* L.— *Spiraea media* Schmidt) сообщества по долинам лесных рек. В кустарниковом ярусе часто встречаются *Rubus idaeus* L., *Sorbus sibirica* Hedl., *Lonicera altaica* Pall., *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., реже отмечаются *Spiraea chamaedryfolia* L., *Ribes atropurpureum* С.А. Mey. Травянистый ярус в таких сообществах, как правило, слабо сформирован, где наряду с *P. anomala* встречаются *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Rubus saxatilis* L., *Urtica dioica* L. и др. В таких сообществах особи пиона встречаются рассеяно, в виде единичных особей, размножение преимущественно вегетативное. Высота генеративных особей пиона уклоняющегося составляет $82,2 \pm 3,6$ см.

2. Пихтово-березовые (*Abies sibirica* Ledeb. — *Betula pendula* Roth) разреженные леса с участием *Picea obovata* Ledeb. и *Populus tremula* L. на северо-западных предгорьях хребтов в высотном пределе 1100–1700 м на ур. м. В подлеске часто встречаются *Salix caprea* L., *S. viminalis* L., *S. rorida* Laksch., *Sorbus sibirica* Hedl., *Rubus idaeus* L., *Ribes rubrum* L.

Травянистый ярус сложен лесным высокотравьем, где преобладают *Aconitum septentrionale* Koelle, *Veratrum lobelianum* Bernh., *Delphinium elatum* L., *P. anomala*, *Dactylis glomerata* L., *Angelica sylvestris* L. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Geranium collinum* Stephan ex Willd. и др. Общее проективное покрытие составляет 80–85 %. В покрытии на долю пиона приходится до 15 %. Высота генеративных особей пиона уклоняющегося равна $96,3 \pm 3,6$ см.

3. Кедрово-лиственничные (*Larix sibirica* Ledeb. — *Pinus sibirica* Du Tour) разреженные леса с участием *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. в верхнем пределе леса на высоте 1600–1800 м над ур. м. в подлеске встречаются *Sorbus sibirica* Hedl., *Salix bebbiana* Sarg., *Lonicera altaica* Pall., *Spiraea media* Schmidt, *Ribes rubrum* L. В травянистом ярусе доминируют *Phlomis alpina* (Pall.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Aquilegia glandulosa* Fisch. ex Link, *Geranium albiflorum* Ledeb., *Trollius altaicus* С.А. Mey., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Saussurea latifolia* Ledeb. Общее проективное покрытие составляет 100 %, на долю пиона уклоняющегося приходится около 12 %. Особи *P. anomala* хорошо развиты, высокорослые ($100,3 \pm 3,6$ см), кусты мощные многопобеговые ($18 \pm 1,3$ шт на особь). Данные популяции пиона отличаются наибольшим обилием биомассы подземных органов — $1200 \pm 8,9$ кг/га. В отдельных случаях наблюдается образование чистых зарослей, где масса подземных органов достигает до 1500 кг/га.

Зачастую пион уклоняющийся растет по открытым каменистым склонам древних морен. Здесь обычно растительные сообщества практически не сформированы. Растения очень хорошо развиты, однако биомасса подземных органов в таких сообществах незначительна ($11–270$ кг/га).

Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося, приуроченных к субальпийским лугам и разреженным лесным фитоценозам, характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей на 10 м^2 : $5,6 \pm 0,22$ шт, вегетативных разновозрастных — $3,6 \pm 0,12$ шт, ювенильных — $4,3 \pm 0,28$, проростки — $8,9 \pm 0,36$ шт, сенильные — $1,3 \pm 0,06$ шт. Из возрастного спектра следует, что количество особей, отмирающих на ранних этапах развития, весьма низко. Большое количество генеративных особей объясняется значительной продолжительностью жизни растений.

Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных микро-склонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях, характеризуются минимальным возрастным спектром и продолжительностью жизни особей (35–40 лет). Возрастной спектр

на 10 м²: генеративные — 2,8±0,13 шт, вегетативные — 1,3±0,06 шт, ювенильные — 3,2±0,27 шт, проростки — 4,1±0,18 шт, сенильные — 1,7±0,04 шт.

Вид скотом не поедается, однако сильно страдает от выпаса, поскольку вид образует крупные, хрупкие почки возобновления до 6–7 см высоты, которые обламываются при вытаптывании скотом, что приводит к истощению вида и выпадению из состава фитоценоза.

Сезонный ритм развития

Осенью под снег растения уходят с поверхностным расположением почек возобновления. В зимы с глубоким снежным покровом наблюдается подснежный рост. В фазу вегетации он вступает очень рано в первой декаде апреля, при среднесуточных температурах 2,9°. В годы с малым снеговым покровом и сильным промерзанием почвы вегетация начинается в третьей декаде апреля — в первой декаде мая, когда отмечаются среднесуточные температуры -4,5–8,5°. Интенсивный рост пиона уклоняющегося приходится на май месяц, к моменту распускания бутонов рост прекращается полностью.

Цветение обычно протекает дружно, оно наступает в конце мая — в начале июня. Для вступления в фазу цветения вид нуждается в повышенных положительных температурах +19,2°. Цветение заканчивается в середине июня. Продолжительность цветения одного цветка 5–7 дней. Пион уклоняющийся обладает широким диапазоном раскрытия цветков с 10 до 15 ч, более интенсивное приходится на утренние часы. Вскрытие пыльников отмечается еще в бутонах, до физиологической зрелости геницея и частично после раскрытия бутонов. Реальная семенная продуктивность сравнительно высокая — 90–220 семян на куст.

Вегетируют растения до наступления сильных заморозков — до конца сентября. После заморозков листья подсыхают, и надземная часть полностью отмирает. На сезонный ритм развития влияют метеорологические условия, так как в годы с холодной весной цветение запаздывает. Поздневесенние заморозки мешают оплодотворению. Затяжная дождливая погода в период цветения препятствует завязыванию плодов и удлиняет период их созревания. Сезонный ритм развития высокогорных популяций пиона уклоняющегося идет с отставанием на 10–15 дней, что объясняется поздним сходом снегового покрова.

Семена созревают в первой половине августа и рассеиваются вблизи материнского растения. Семена имеют овальную форму с глянцевой текстурой, черного цвета, с коричневым рубцом. Длина составляет 8,72±0,41 мм, ширина семян — 4,89±0,23 мм. Масса 1000 семян равнялась 140,58 г. Грунтовая всхожесть составляет 68 %. Зацветают сеянцы на 4–6 год. В культуре самым эффективным способом размножения пиона является семенной, позволяющий получить нужное количество посадочного материала. Семена следует высевать свежесобранными семенами. Всходы появляются в мае следующего года.

Семенная продуктивность

В естественных местах обитания вид размножается семенами и вегетативно. В фитоценозах альпийских лугов и разреженных лесов реальное семеношение на одну особь составляет 43,2±3,6 семянки, потенциальное — 102,8±5,8, коэффициент семинификации — 61,8 %; в загущенных лесных и кустарниковых фитоценозах реальное семеношение — 31,3±4,41, потенциальное — 132,74±6,3; коэффициент семинификации — 31,6 %. Вегетативное размножение осуществляется в результате распада корневища и образования клонов, что ведет к образованию плотных гнезд.

Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что *P. anomala* в исследуемом регионе растет по крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, зарастающим курумам, днищам межгорных логов, долинам рек в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. В природных местообитаниях пион размножается семенным способом, о чем свидетельствует достаточно высокое содержание генеративных особей в обследованных популяциях, а также наличие проростков. Наиболее оптимальные условия обитания для *P. anomala* — кедрово-лиственничные разреженные леса, где высота особей составляет 100,3±3,6 см, а масса подземных органов достигает до 1500 кг/га. К экстремальным условиям обитания следует отнести популяции в кустарниковых сообществах с участием *Salix viminalis* L., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera altaica* Pall. по долинам горных рек. Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося, приуроченных к субальпийским лугам и разреженным лесным фитоценозам, характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей 5,6±0,22 шт на 10 м², что объясняется значительной продолжительностью жизни растений. Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных мик-

росклонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях, характеризуются минимальным возрастным спектром. Естественные популяции эксплуатируются во время сбора букетов и при заготовке лекарственного сырья. Одними из лимитирующих факторов редкости вида являются низкая конкурентная способность сеянцев на ранних этапах развития и массовое уничтожение семян грызунами (особенно бурундуками). Для сохранения естественных популяций пиона уклоняющегося на Западном Алтае необходимы строгая охрана вида от обрывания на букеты и запрет на заготовку сырья. Необходимо разработать промышленные технологии выращивания вида в культуре.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP09561639).

Список литературы

- 1 Шипчинский Н.В. Род 507. Пион — *Paeonia* / Н.В. Шипчинский, В.Л. Комаров // Флора СССР: [В 30-и т.] / Гл. ред. акад. В.Л. Комаров; ред. тома Б.К. Шишкин. — Т. VII. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. — С. 24–35.
- 2 Тахтаджян А.Л. Цветковые растения / А.Л. Тахтаджян. — Т. 5. Ч. 2. — М.: Просвещение, 1981. — 512 с.
- 3 Павлов Н.В. Род 306. Пион — *Paeonia* / Н.В. Павлов // Флора Казахстана. — Т. IV. — Алма-Ата: АН КазССР, 1961. — С. 12, 13.
- 4 Wu S.H. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia* / S.H. Wu, D.G. Wu, Y.W. Chen // Chem. Biodivers. — 2010. — Vol. 41 (18). — P. 90 — 104.
- 5 Park S.G. Preventive effects of peony root extracts on oxidative stress, thrombosis and atherosclerosis / S.G. Park, M.J. Lee, H.J. Jung, H.S. Lee, H. Kim, S.T. Na, S.D. Park, W.H. Park // J Kor Oriental Med. — 2009. — Vol. 30(2). — P. 88 — 103.
- 6 He C.N. Phytochemical and biological studies of *Paeoniaceae* / C.N. He, Y. Peng, Y.C. Zhang, L.J. Xu, J. Gu, P.G. Xiao // Chemistry & Biodiversity. — 2010. — Vol. 7. — P. 805 — 838.
- 7 Wang D. Effects of paeoniflorin on neurobehavior, oxidative stress, brain insulin signaling, and synaptic alterations in intracerebroventricular streptozotocin-induced cognitive impairment in mice / D. Wang, L. Liu, S. Li, C. Wang // Physiol. Behav. — 2018. — Vol. 191. — P. 12–20.
- 8 Manayi A. Neuroprotective effects of paeoniflorin in neurodegenerative diseases of the central nervous system / A. Manayi, S. Omidpanah, D. Barreca, S. Ficarra, M. Daglia, S.F. Nabavi, S.M. Nabavi // Phytochem. Rev. — 2017. — Vol. 16 (6). — P. 1173–1181.
- 9 Qiu Z.K. Anxiolytic-like effects of paeoniflorin in an animal model of post traumatic stress disorder / Z.K. Qiu, J.L. He, X. Liu, J. Zeng, W. Xiao, Q.H. Fan, X.M. Chai, W.H. Ye, J.S. Chen // Metab. Brain Dis. — 2018. — Vol. 33 (4). — P. 1–11.
- 10 Ouyang J. Paeoniflorin exerts antitumor effects by inactivating s phase kinase-associated protein 2 in glioma cells / J. Ouyang, H. Xu, M. Li, X. Dai, F. Fu, X. Zhang, Q. Lan // Oncol. Rep. — 2018. — Vol. 39 (3). — P. 1052–1062.
- 11 Wang Z. Paeoniflorin inhibits migration and invasion of human glioblastoma cells via suppression transforming growth factor β -induced epithelial-mesenchymal transition / Z. Wang, Z. Liu, G. Yu, X. Nie, W. Jia, R.E. Liu, R. Xu // Neurochem. Res. — 2018. — Vol. 43 (3). — P. 760–774.
- 12 Yang J. Paeoniflorin inhibits the growth of bladder carcinoma via deactivation of STAT3 / J. Yang, Y. Ren, Z.G. Lou, X. Wan, G.B. Weng, D. Cen // Acta Pharm. — 2018. — Vol. 68 (2). — P. 211–222.
- 13 Xu H. Paeoniflorin ameliorates collagen-induced arthritis via suppressing nuclear factor- κ B signalling pathway in osteoclast differentiation / H. Xu, L. Cai, L. Zhang, G. Wang, R. Xie, Y. Jiang, H. Nie // Immunology. — 2018. — Vol. 154 (4). — P. 593–603.
- 14 Song S. Protective effects of Paeoniflorin against AOPP-induced oxidative injury in HUVECs by blocking the ROS-HIF-1 α /VEGF pathway / S. Song, X. Xiao, D. Guo, L. Mo, C. Bu, W. Ye, Q. Den, S. Liu, X. Yang // Phytomedicine — 2017. — Vol. 34. — P. 115–126.
- 15 Zapesochnaya G.G. A chemical study of the roots of *Paeonia anomala* / G.G. Zapesochnaya, V.A. Kurkin, E.V. Avdeeva, D.M. Popov, M.V. Kolpa Kova // Khimiya Prirodnykh Soedinenii. — 1992. — Vol. 1. — P. 55–59.
- 16 Li X. Chemical Constituents from *Paeonia anomala* / X. Li, S.H. Li, J.X. Pu, S.X. Huang, H.D. Sun // Acta Botanica Yunnanica. — 2007. — Vol. 28. — P. 259–262.
- 17 Liapina L.A. Comparative study of anticoagulants obtained from various extracts of *Paeonia anomala* / L.A. Liapina, M.V. Kondashevskaya, G.A. Ziadetdinova, M.S. Uspenskaia // Izvestiia Akademi nauk. Seriya biologicheskaya. — 2000. — № 3. — P. 345–349.
- 18 Ligaa U. Medicinal plants Q9 of Mongolia used in Western and Eastern medicine / U. Ligaa, B. Davaasuren, N. Ninjil. — Ulaanbaatar, 2006.
- 19 Ligaa U. Medicinal plants of Mongolia used in Western and Eastern medicine / U. Ligaa, B. Davaasuren, N. Ninjil. — Moscow: Rossel'hoz'akademii. — 2009. — 208 p.
- 20 Красная книга Казахстана. — 2-е изд., перераб. и доп. — Т. 2. Растения. — Астана: ТОО «Арт Print XXI», 2014. — 452 с.
- 21 Егорина А.В. Физическая география Восточного Казахстана / А.В. Егорина, Ю.К. Зинченко, Е.С. Зинченко. — Усть-Каменогорск: Альфа-Пресс, 2003. — 187 с.
- 22 Быков Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. — 287 с.

23 Работнов Т.А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе / Т.А. Работнов // Полевая геоботаника. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. — С. 132–145.

24 Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф / О.В. Смирнов // Ценопопуляция растений: Основные понятия и структура. — 1976. — С. 72–80.

25 Голубев В.Н. Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма / В.Н. Голубев, Е.Ф. Молчанов. — Ялта: ВАСХНИЛ; Гос. Никит. бот. сад, 1978. — 41 с.

С.А. Кубентаев, Ю.А. Котухов, К.С. Избастина,
А.К. Саркытбаева, М.Ж. Жумагул, С.К. Мухтубаева

Шығыс Қазақстандағы *Paeonia anomala* L. экологиялық-фитоценотикалық орайластырылуы және дамуының маусымдық ырғағы

Мақалада Шығыс Қазақстан облысындағы Қазақстан Алтайы аумағында *Paeonia anomala* L. популяцияларының экологиялық-биологиялық ерекшеліктері, фитоценотикалық құрылымы және маусымдық даму ырғағы сипатталған. Зерттеу нәтижелері бойынша түрлердің тіршілік ету ортасының экологиялық және геоморфологиялық шарттарымен шектелу заңдылықтары, түрдің сирек кездесу себебін анықтайтын шектеуші факторлар анықталды және табиғи популяцияларды сақтау бойынша ұсыныстар берілді. Зерттелетін аймақтағы *P. anomala* теңіз деңгейінен 700–1850 м биіктікте солтүстік экспозицияның тік орманды және бұталы беткейлерінде, өсіп кеткен қорымдарда, тау аралық жыралардың түбінде, өзен аңғарларында өсетіні анықталды. *P. anomala* үшін ең оңтайлы тіршілік ету ортасы балқарағай-жапырақты сирек ормандары. Кәдімгі таушымылдық популяцияларының жас спектрі генеративтік дарактардың абсолютті максимумымен сипатталады. Оңтүстік-батыс шағын беткейлердегі қалың орман мен бұталы тіршілік ортасы популяцияларындағы түрлер үшін қолайсыз экологиялық жағдай болып табылады. Гүл шоқтары, дәрілік шикізат ретінде жинау, мал жаю және дамудың алғашқы кезеңінде өскіндердің бәсекеге қабілеттілігінің төмендігі, сондай-ақ тұқымдарды кеміргіштердің жаппай бұзуы түрдің сирек болуын анықтайтын шектеуші факторлар болып табылады. Батыс Алтайда кәдімгі таушымылдық табиғи популяциясын сақтау үшін, гүл шоқтарын кесіп алудан қатаң қорғау керек, дәрілік шикізатты дайындауға тыйым салу, сондай-ақ түрді мәдени жағдайда өсірудің өнеркәсіптік технологияларын дамыту қажет.

Кілт сөздер: кәдімгі таушымылдық, фитоценоз, фенология, сирек кездесетін түрлер, Қазақстан Алтайы, Орталық Азия.

S.A. Kubentayev, Yu. A. Kotukhov, K.S. Izbastina,
A.K. Sarkytbayeva, M. Zh. Zhumagul, S.K. Mukhtubayeva

Ecological-phytocenotic confinement and seasonal rhythm of development of *Paeonia anomala* L. in East Kazakhstan

The article describes the ecological and biological features, phytocenotic structure and seasonal rhythm of development of *Paeonia anomala* L. populations on the territory of Kazakhstan, Altai, in the East Kazakhstan region. According to the research results, the regularities of the species confinement to the ecological and geomorphological conditions of the habitat were revealed, the limiting factors determining the rarity of the species were identified and recommendations were given for the preservation of the natural populations of the species. It was found that *P. anomala* in the studied region grows on steep forest and shrub slopes of northern exposure, overgrown kurums, bottoms of inter-montane ravines, river valleys at an altitude range of 700–1850 m above sea level. The most optimal habitat conditions for *P. anomala* are cedar-larch sparse forests. The age spectrum of the *Paeonia anomala* populations is characterized by the absolute maximum of generative individuals. Populations in thickened forest and shrub habitats on the southwestern micro-slopes are in unfavorable ecological conditions for the species. The limiting factors that determine the rarity of seeing are the collection of bouquets, the procurement of medicinal raw materials, grazing and the low competitive ability of seedlings in the early stages of development, as well as the massive destruction of seeds by rodents. To preserve the natural populations of the peony evading in Western Altai, it is necessary to strictly protect the species from being cut into bouquets, prohibit the procurement of medicinal raw materials, as well as develop industrial technologies for growing the species in culture.

Keywords: Peony evading, phytocenosis, phenology, rare species, Kazakhstan Altai, Central Asia.

References

- 1 Shipchinsky, N.V. & Komarov, V.L. (1937). Rod 507. Pion — *Paeonia* [Genus 507. Peony — *Paeonia*]. *Flora SSSR — Flora of the USSR. Ch. ed. acad. V.L. Komarov; Ed. volumes by B.K. Shishkin*. Moscow–Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR [in Russian].
- 2 Takhtadzhan, A.L. (1981). *Tsvetkovye rasteniia [Flowering plants]*. Moscow: Prosveshchenie [in Russian].
- 3 Pavlov, N.V. (1961) Rod 306. Pion *Paeonia* [Genus 306. *Paeonia*]. *Flora Kazakhstana — Flora of Kazakhstan*. Alma-Ata: AN KazSSR [in Russian].
- 4 Wu, S.H., Wu, D.G. & Chen Y.W. (2010). Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia*. *Chem. Biodivers.*, 41 (18); 90–104.
- 5 Park, S.G., Lee, M.J., Jung, H.J., Lee, H.S., Kim, H. & et al. (2009). Preventive effects of peony root extracts on oxidative stress, thrombosis and atherosclerosis. *J Kor Oriental Med.*, 30(2); 88–103.
- 6 He, C.N., Peng, Y., Zhang, Y.C., Xu, L.J., Gu, J. & Xiao, P.G. (2010). Phytochemical and biological studies of *Paeoniaceae*. *Chemistry & Biodiversity*, 7; 805–838.
- 7 Wang, D., Liu, L., Li, S. & Wang, C. (2018). Effects of paeoniflorin on neurobehavior, oxidative stress, brain insulin signaling, and synaptic alterations in intracerebroventricular streptozotocin-induced cognitive impairment in mice. *Physiol. Behav.*, 191; 12–20.
- 8 Manayi, A., Omidpanah, S., Barreca, D., Ficarra, S., Daglia, M., Nabavi, S.F. & et al. (2017). Neuroprotective effects of paeoniflorin in neurodegenerative diseases of the central nervous system. *Phytochem. Rev.*, 16 (6); 1173–1181.
- 9 Qiu, Z.K., He, J.L., Liu, X., Zeng, J., Xiao, W., Fan, Q.H. & et al. (2018). Anxiolytic-like effects of paeoniflorin in an animal model of post traumatic stress disorder. *Metab. Brain Dis.*, 33 (4); 1–11.
- 10 Ouyang, J., Xu, H., Li, M., Dai, X., Fu, F., Zhang, X. & et al. (2018). Paeoniflorin exerts antitumor effects by inactivating s phase kinase-associated protein 2 in glioma cells. *Oncol. Rep.*, 39 (3); 1052–1062.
- 11 Wang, Z., Liu, Z., Yu, G., Nie, X., Jia, W., Liu, R.E. & et al. (2018). Paeoniflorin inhibits migration and invasion of human glioblastoma cells via suppression transforming growth factor β -induced epithelial-mesenchymal transition. *Neurochem. Res.*, 43 (3); 760–774.
- 12 Yang, J., Ren, Y., Lou, Z.G., Wan, X., Weng, G.B. & Cen, D. (2018). Paeoniflorin inhibits the growth of bladder carcinoma via deactivation of STAT3. *Acta Pharm.*, 68 (2); 211–222.
- 13 Xu, H., Cai, L., Zhang, L., Wang, G., Xie, R., Jiang, Y. & et al. (2018). Paeoniflorin ameliorates collagen-induced arthritis via suppressing nuclear factor- κ B signalling pathway in osteoclast differentiation. *Immunology*, 154 (4); 593–603.
- 14 Song, S., Xiao, X., Guo, D., Mo, L., Bu, C., Ye, W. & et al. (2017). Protective effects of Paeoniflorin against AOPP-induced oxidative injury in HUVECs by blocking the ROS-HIF-1 α /VEGF pathway. *Phytomedicine*, 34; 115–126.
- 15 Zapesochnaya, G.G., Kurkin, V.A., Avdeeva, E.V., Popov, D.M. & Kolpa Kova, M.V. (1992). A chemical study of the roots of *Paeonia anomala*. *Khimiya Prirodnykh Soedinenii*, 1; 55–59.
- 16 Li, X., Li, S.H., Pu, J.X., Huang, S.X. & Sun, H.D. (2007). Chemical Constituents from *Paeonia anomala*. *Acta Botanica Yunnanica*, 28; 259–262.
- 17 Liapina, L.A., Kondashevskaya, M.V., Ziadetdinova, G.A. & Uspenskaia, M.S. (2000). Comparative study of anticoagulants obtained from various extracts of *Paeonia anomala*. *Izvestiia Akademii nauk. Seriya biologicheskaya. Rossiiskaia akademiia nauk*, 3, 345–349.
- 18 Ligaa, U., Davaasuren, B. & Ninjil, N. (2006). Medicinal plants Q9 of Mongolia used in Western and Eastern medicine. Ulaanbaatar.
- 19 Ligaa, U., Davaasuren, B. & Ninjil, N. (2009). Medicinal plants of Mongolia used in Western and Eastern medicine. Moscow: Rosselkhozakademiia.
- 20 (2014). *Krasnaia kniga Kazakhstana. Rasteniia [Red Book of the Republic of Kazakhstan. Plants]*. Astana: Ltd «Art Print XXI» [in Russian].
- 21 Egorina, A.V., Zinchenko, Yu. K. & Zinchenko, E. S. (2003). *Fizicheskaya geografiia Vostochnogo Kazakhstana [Physical geography of the Eastern Kazakhstan]*. Ust-Kamenogorsk: Alfa-Press [in Russian].
- 22 Bykov, B.A. (1957). *Geobotanika [Geobotany]*. Almaty: AN KazSSR [in Russian].
- 23 Rabotnov, T.A. (1964). Opredelenie vozrastnogo sostava populatsii vidov v soobshchestve [Definition of age structure of species populations in the community]. In book *Polevaia geobotanika [Field geobotany]*. Moscow–Leningrad: AN SSSR [In Russian].
- 24 Smirnova, O.V. (1976). Obem schetnoi edinitsy pri izuchenii tsenopopulatsii rastenii razlichnykh biomorf [Volume of the counting unit in the study of coenopopulations of plants of various biomorphes]. *Tsenopopulatsiia rastenii: Osnovnye poniatia i struktura — Coenopopulation of plants: Basic concepts and structure*. Moscow: Nauka, 72–80 [in Russian].
- 25 Golubev, V.N. & Molchanov, E.F. (1978). *Metodicheskie ukazaniia k populatsionno-kolichestvennomu i ekologo-biologicheskomu izucheniiu redkikh, ischezaiushchikh i endemichnykh rastenii Kryma [Guidelines for population-based quantitative and ecological and biological study of rare, endangered and endemic plants of the Crimea]*. Yalta: VASHNIL; Gosudarstvennyi Nikitinskii botanicheskii sad [in Russian].