

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНЫХ СОСТОЯНИЙ АСТРАГАЛА РОГОВОГО (*ASTRAGALUS CERATOIDES* VIEB.) НА ГРАНИЦЕ АРЕАЛА

А. Н. Курприянов, А. Ю. Овчинников

POPULATION STATUS AND AGE-RELATED FEATURES OF HORN Y ASTRAGALUS (*ASTRAGALUS CERATOIDES* VIEB.) AT THE EDGE OF THE AREAL

A. N. Kupriyanov, A. Yu. Ovchinnikov

Изучены возрастные состояния и структура популяции *Astragalus ceratoides*, на Караканском хребте (Кемеровская область), редкого, находящегося на северо-восточном краю ареала вида. Основной угрозой существования *Astragalus ceratoides* является разрушение местообитаний в результате хозяйственной деятельности, а также постоянных весенних палов в местах его произрастания. Численность особей в популяции высокая и достигает 100 шт/м². В структуре популяции преобладают средневозрастные и молодые генеративные особи, что свидетельствует об их нормальном состоянии. Исследования показали, что, несмотря на сильное антропогенное воздействие, популяция *Astragalus ceratoides* на Караканском хребте находится в стабильном состоянии.

The paper addresses the age-related condition and structure of *Astragalus ceratoides* population in the Karakansky ridge (Kemerovo region) of a rare species located on the northeastern edge of the areal. The main threat to the existence of *Astragalus ceratoides* is habitat destruction as a result of economic activity, as well as regular spring burning in places of origin. The number of plants in the population is high: 100 per m². The population structure is dominated by middle-aged and young generative plants, which proves their normal state. Studies have shown that despite the strong anthropogenic impact the population of *Astragalus ceratoides* on the Karakansky ridge is in a stable condition.

Ключевые слова: *Astragalus ceratoides*, ценопопуляция, онтогенез, онтогенетическая структура, морфология.

Keywords: *Astragalus ceratoides*, cenopopulation, ontogeny, developmental structure, morphology.

Популяционно-онтогенетические исследования являются неотъемлемой частью изучения современного состояния популяций, их демографических особенностей, особенности биологии вида в конкретных популяциях. Особенно актуальны такие исследования на границе ареала растений и в регионах с высокой техногенной и антропогенной нагрузкой.

Астрагалроговой – *Astragalus ceratoides* Vieb. (рис. 1) описан с Алтая и имеет Западно Сибирско-Казахстанский ареал (рис. 2): Кемеровская обл., юг Красноярского края, Западный Алтай, Хакасия [1], в Казахстане, встречается в Иртышском, Семипалатинском, Восточно-Казахстанском, Зайсанском, Тарбогатайском, флористических районах [2]. В Кемеровской области вид редок и обитает на Караканском хр. (окр. с. Каракан), гора Острая (окр. ст. Артышта), окр. с. Кузедеево, Зеньково; г. Прокопьевска [8].



Рис. 1. Внешний вид *Astragalus ceratoides*

Популяция астрагала рогового на Караканском хребте находится вблизи интенсивно развивающихся угольных месторождений и подвержена влиянию техногенного загрязнения [3] и весенними палами.

Исследований онтогенеза и структуры популяций астрагала рогового ранее не проводилось, поэтому целью нашей работы изучения строения популяций этого редкого, находящегося на северо-восточной окраине ареала виде.

Материал и методика

Исследована наиболее крупная популяция астрагала роговидного, находящаяся на северо-западном склоне Караканского хребта в окр. с. Каракан исследование проводилось с 2012 по 2014 г.

Онтогенетическую структуру и численность анализировали на учетных площадках площадью 1 м². Онтогенетические состояния выделены согласно методическим указаниям Т. А. Работнова и А. А. Уранова [13] (1975), О. В. Смирновой и др. [14], А. Н. Курприянова [5]. Изучение структуры популяции проводили в соответствии с «Программой и методикой наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР [9], в качестве счетной единицы использовали особь, парциальный куст и парциальный побег. Принятие той или иной счетной единицы определялись конкретной биоморфой, формируемой в конкретном местообитании. Онтогенетический спектр построен по общепринятой методике [15]. Тип ценопопуляции определен по классификации А. А. Уранова и О. В. Смирновой [14].



Рис. 2. Ареал *Astragalus ceratoides*

Дифференциация семян проведена согласно рекомендациям Т. А. Мякшиной и Д. А. Шауло [7], разработанными для всех видов астрагалов секции *Xiphidium*, куда относится астрагал роговой. Выделено три группы округло-почковидные, продолговато-эллиптические и ромбовидные.

Всхожесть семян изучали по стандартной методике, для преодоления твердосемянности семена помещали на 3 минуты в крутой кипяток.

Ценопопуляция описана в верхней части хребта на северо-западном склоне возле горы Малахай в составе мелководерновинной (настоящей перистоковыльной) степи с элементами петрофитной степи). Травостой относительно равномерный, довольно разреженный, высотой до 30 см. Доминируют дерновинные злаки, прежде всего ковыли (*Stipapennata*, *S. capillata*, *S. dasiphylla*) – а также *Koeleria cristata* и степные осоки – *Carex pediformis* и *C. supina*. Из разнотравья обычны *Scabiosa ochroleuca*, *Galatella angustissima*, *Artemisia commutata*, *Dianthus versicolor*. В небольшом обилии встречаются *Cotoneaster melanocarpa*, *Caragana frutex*, *Spiraea chamaedryfolia* с участием лугово-степных видов *Adonis vernalis*, *Allium nutans*, *Festuca pseudovina*, *Dianthus versicoller*, *Galium verum*, *Fragaria viridis* и др. Проективное покрытие невелико и составляет от 30 до 80 % по отдельным учетным площадкам. Видовая насыщенность невелика – 26 видов.

Результаты и их обсуждение

Жизненная форма *Astragalus ceratoides* в различных условиях изменяется в широких пределах. С. Н. Выдрин [1], относит к кустарничкам, а в Казахстане А. П. Гамаюнова и В. В. Фисюн [2] к многолетним травам. Т. А. Мякшина [6], относит этот вид к полукустарничкам.

Astragalus ceratoides на Караканском хребте коротко стержневой полукустарничек с моноциклическими и дициклическими удлиненными побегами. Вследствие частых палов одревесневающая часть побегов остается в приземной части на 5 – 7 см. Она представлена корнем и системой многолетних ризидов, образующих каудекс. Листья непарноперистые, листочки в числе 6 – 9 пар, продолговатые или почти ланцетные, 5 – 20 мм дл., 1 – 5 мм шириной, рассеянно прижато-волосистые. Цветки в числе 6 – 10 в укороченной, почти зонтиковидной или головчатой кисти. Прицветники яйцевидные, короче или равны цветоножкам. Венчик лилово-пурпуровый. Флаг 18 – 22 мм дл., продолговато-обратнояйцевидный, с легкой перетяжкой ниже середины, вверху выемчатый. Крылья несколько короче флага, на верхушке с выемкой, иногда слабо выраженной. Лодочка немного короче крыльев. Бобы вначале вверх обращенные, в зрелом состоянии отклоненные или даже поникающие, 25 – 35 мм дл., до 2 мм шир., прямые или несколько изогнутые, на поперечном разрезе трехгранные, двугнездные, покрыты прижатыми черными и белыми волосками.

Латентный период

Конечный этап латентного периода, начинающегося с зиготы, связан с материнским растением до момента распространения семян. Бобы астрагала рогового 2,5 – 3 см, двугнездные, с каждой стороны по 4 – 6 семян. Коэффициент завязываемости составил 60 %, повреждаемости вредителями 15 %. Семена 2 мм дл., 1 мм шир., зеленовато-серые с хорошо выраженным рубчиком, удлиненно-овальные. В одном бобе 4 – 6 семян. Семена вместе с надземной частью растений на Караканском хребте поедаются сурками.

Созревшие бобы раскрываются по брюшному шву, и семена рассеиваются вблизи растения или скатыва-

ются по склону на сравнительно небольшие расстояния. При анализе 327 плодов *Astragalus ceratoides*, собранных на вершине Караканского хребта, 28 % оказались округло-почковидными, 23 % – продолговато-эллиптическими, 28 % – ромбовидными, 21 % плодов не удалось отнести к какой-то из предыдущих групп.

Семена обладают экзо- и эндогенным покоем, всходы появляются не ранее, чем через 4 месяца хранения. Обработка семян кипятком незначительно улучшает всхожесть, которая остается чрезвычайно низкой 14 – 18 %. Форма семян не оказала значительного влияния на всхожесть семян. В естественных условиях семена проходят стратификацию в течение зимнего периода.

Прегенеративный период

Проросток (р) – состояние однобегового растения от прорастания семени до отмирания семядолей. Всходы появляются в середине июня, прорастание подземное. Первым формируется первичный корешок, затем появляются семядоли, первый настоящий лист тройчатый, состоящий из линейных листочков, корневая система представлена главным и боковыми корнями. Семядоли сохраняются до конца мая, после чего отмирают и растение переходит в ювенильное состояние. Большая часть проростков гибнет в мае в связи с сильной жарой и засухой, которые наблюдаются на северо-западном склоне Караканского хребта (рис. 3).

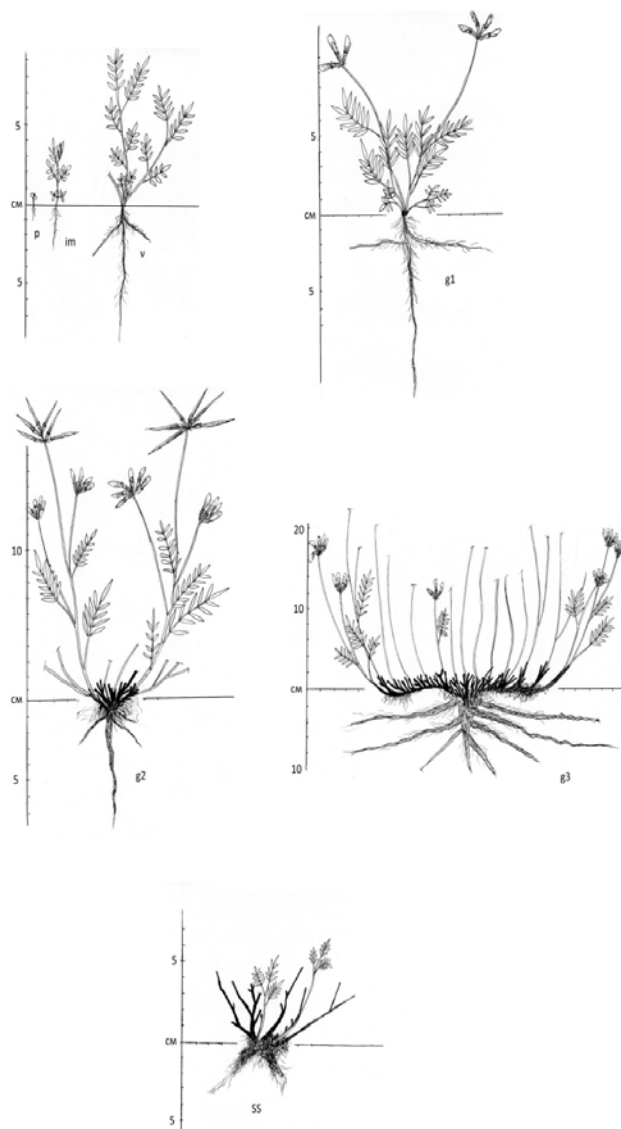


Рис. 3. Возрастные состояния *Astragalus ceratoides*

Ювенильное состояние (j) характеризуется моноподиальным ростом побега после отмирания семядолей. Это состояние характеризуется появлением 2 – 4 листьев с упрощенной листовой пластинкой: первый лист с одной парой листочков, второй и третий –

с двумя парами листовых долек. Листовые дольки овальные, несколько лопатчатые. Побег нарастает моноподиально, нижние междоузлия укороченные, но розетку не образуют, высота 3 – 4 см. Корень стержневой, короткий, ветвление слабое.

Имматурные особи (j_m) достигают высоты 5 – 6 см, продолжается незначительный рост побега, первые нижние листья отмирают, образуются верхние листья с тремя-четырьмя парами листочков, которые приобретают ланцетную форму, характерную для взрослых особей в данной популяции. Корень стержневой, корни второго порядка волосовидные, глубина проникновения 3 – 5 см.

Виргинильные состояние (v) начинается закладкой пазушных почек в нижних междоузлиях и образованием куста из вегетативных побегов. Растения продолжают увеличиваться в размерах, приобретая черты взрослого растения. При этом число листочков в структуре листа возрастает до 4, дольки становятся линейно-ланцетными. В подземной части формируется довольно мощный стержневой корень.

Почки возобновления на первых укороченных междоузлиях прорастают, образуя 1 – 2 ортотропных моноциклических побега. В этом состоянии растение может находиться до осени или до весны следующего года. Базальная часть ортотропного побега частично втягивается в почву за счет котрапильности главного и боковых корней, одревесневает, на ней закладываются многочисленные почки возобновления, сохраняющиеся в зимний период. Для виргинильных особей характерно развитие побегов обогащения, что увеличивает размеры всего куста. Следует отметить, что приживаемость и сохранность виргинильных растений крайне низкая. Прежде всего, это связано с весенними палами, которые происходят регулярно – через 1 – 2 года. Практически все виргинильные особи после пала погибают.

Генеративный период

Молодое генеративное растение (g_1) формируется с началом образования генеративных органов. По нашим наблюдениям растение вступают в это состояние на третий год. На базальной части одревесневших побегов формируются розеточные укороченные и плодущие удлинённые побеги, на которых образуется укороченное соцветие, из 3 – 5 цветков. В этом возрасте побеги не ветвятся. Листья состоят из пяти пар листочков, несколько увеличивающихся к соцветию. Высота надземной части растения 8 – 12 см. В этом состоянии растение может существовать 2 – 3 года, наращивая количество побегов, высота одревесневшей части составляет 1 – 2 см, количество плодущих побегов – 2 – 7 шт.

Средневозрастное генеративное растение (g_2) достигает максимальной жизнеспособности и развития, что выражается в формировании на побеге 2 – 3 цветоносов, а общее количество цветущих побегов достигает до 40 на куст, максимального числа цветков в соцветии (5 – 10) формирования значительного количества многолетних одревесневших побегов и рыхлой дернины из укороченных вегетативных побегов. Высота растений достигает 18 – 24 см. Листья 5 – 6 парные. Подземная часть представлена довольно тонким стержневым корнем с многочисленными боковыми корнями, охватывающими большую толщу почвы.

У старого генеративного растения (g_3) происходит постепенное отмирание центральной части куста, там побеги становятся более низкими, уменьшается количество цветков в соцветии. Но угнетение центральных побегов в этом возрастном состоянии компенсируется мощным развитием боковых наземных одревесневших побегов, которые имеют плагиотропное расположение с едва заметным образованием на них придаточных корней. Мацерации главного корня не происходит, поэтому разделения материнского растения на парциальные особи так же не происходит. В надземной части накапливается большое количество отмерших побегов. В подземной части роль главного стержневого корня утрачивается, формируется несколько равноценных толстых боковых корней, располагающихся поникло вглубь почвы. Тип корневой системы напоминает ветвистую корневую систему у древесных растений.

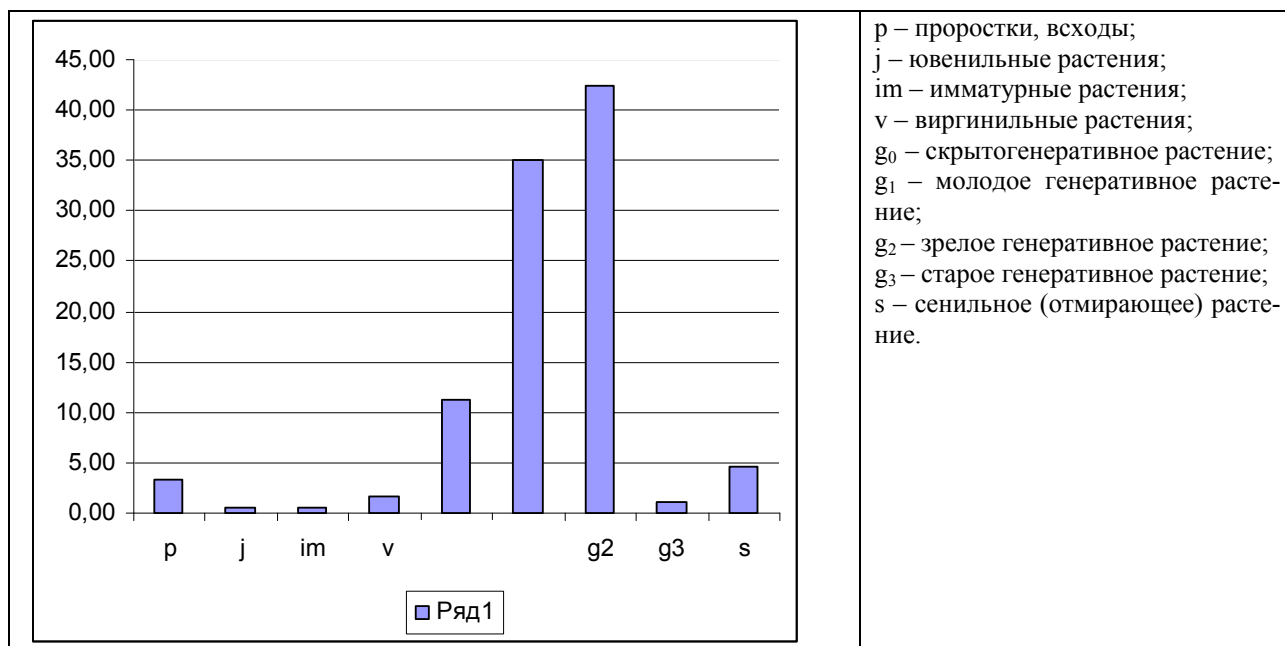
Постгенеративный период

Сенильное онтогенетическое состояние (s) завершает онтогенез *Astragalus ceratoides*. Главный корень мацерируется, распадается на несколько дочерних особей. Корень толстый, большей частью с отмершими тканями. Наземные побеги не многочисленны и представлены удлинёнными малолиственными побегами. Пластинка листа несколько редуцируется, что выражается в уменьшении количества и размера листовых листочков. Высота растений 5 – 6 см, листья 3 – 4 парные.

В ценопопуляции астрагала роговидного преобладают средневозрастные и молодые генеративные особи, на их долю приходится 87,5 % всех особей. Наблюдения проводились в конце мая и в результате отмечено достаточно большое количество всходов, их доля составила 3,3 %. В дальнейшем все всходы погибли в результате высоких летних температур. Обращает на себя внимание некоторое увеличение отмирающих сенильных особей 1 – 4,7 %. Это связано с тем, что западные склоны практически ежегодно подвергаются палам и многие растения повреждаются огнем, что вызывает ускоренное старение и гибель особей (рис. 4).

Численность популяции астрагала роговидного на пробных площадках довольно высокая более 100 шт/м². Размещение на хребте пятнами, не регулярное. На численность оказывают большое влияние весенние палы, которые случаются практически ежегодно. При этом повреждаются наиболее мощные растения, у подавляющего количества особей весенние палы стимулируют побегообразование из базальных частей одревесневших побегов. За изучаемый период плотность популяций практически не изменилась, границы популяции не увеличились, но и не сократились. Жизненное состояние среднее.

Проведенные наблюдения свидетельствуют, что состояние популяции астрагала рогового удовлетворительное, угрозы могут возникнуть только при катастрофическом разрушении местообитаний (таблица).



р – проростки, всходы;
 j – ювенильные растения;
 im – имматурные растения;
 v – виргинильные растения;
 g₀ – скрытогенеративное растение;
 g₁ – молодое генеративное растение;
 g₂ – зрелое генеративное растение;
 g₃ – старое генеративное растение;
 s – сенильное (отмирающее) растение.

Рис. 4. Онтогенетический спектр астрагала роговидного

Таблица

Оценка состояния популяции

<i>Критерий</i>	<i>Состояние</i>	<i>Тенденция изменения</i>
Численность	Высокая	Увеличивается стабильно, что вероятнее связано с постоянными весенними палами и снижения конкуренции при выживаемости всходов.
Темп изменения численности популяции	Низкий	Стабилен. Идет два процесса – убывание особей с сильно одревесневшими побегами и искусственное «омоложение» в результате палов.
Популяционная структура вида	Сложная	Стабильна. Наблюдения показали, что плотность особей в популяции за изучаемый период 2012 – 2014 не изменилась.
Плотность	Многочисленный	Стабильна.
Размеры ареала	Узкий	Расширяется в пределах степных склонов.
Физиологическое состояние организма	Стабильное	Стабильное, жизненность средняя, близкая к норме, плодоношение ежегодное, обильное, угроза семеношению составляют сурки, которые объедают цветоносы с незрелыми плодами.
Структура ареала	В пределах области точечный	Фрагментация сплошного ареала за счет горных работ на Караканском хребте, Баятских сопках, а также других степных участках, подвергшихся техногенному воздействию.
Экологическая валентность	Стенобиотный по одному фактору	Уменьшается количество местообитаний. Стенобиотность связана с небольшим количеством хорошо дренированных, прогреваемых участков со средним загрязнением.
Генетическая структура популяции	Низкое разнообразие	Не изучалось.
Половая, возрастная структура популяции	Удовлетворительное	Стабильна.
Отношение к человеку	Антропофобия	При дальнейшей напряженности экологического фактора скорее всего будет снижать свою численность.
Состояние местообитаний	Критическое	Деградируют.

Выводы

1. *Astragalus ceratoides* – степной вид с азиатским ареалом, находящийся в Кемеровской области на северной границе ареала. Основной угрозой существования вида является разрушение местообитаний в результате хозяйственной деятельности. Второстепенной угрозой являются регулярные весенние палы юго-западных склонов Караканского хребта.

2. Численность особей в популяции на Караканском хребте высокая и достигает 100 шт/м². В структуре популяции преобладают средневозрастные и молодые генеративные особи, на их долю приходится 87,5 % всех особей, что свидетельствует о нормальном состоянии изученных популяций.

3. Прегенеративный период заканчивается формированием в подземной части довольно мощного стержневого корня и длинных боковых побегов, а также заложением почек возобновления на первых укороченных междоузлиях, начинается ветвление вегетативных побегов в подземной части. Максимального развития растения достигают в 4 – 5 лет. В этом возрасте происходит формирование значительного количества многолетних одревесневших побегов, рыхлый каудекс с укороченными и удлинненными побегами. Постгенеративный период сильно растянут во времени и характеризуется сильным ослаблением ростовых процессов.

4. Популяция *Astragalus ceratoides* на Караканском хребте находится в стабильном состоянии.

Литература

1. Выдрина С. Н. *Astragalus* L. – Астрагал // Флора Сибири. Новосибирск, 1994. Т. 9. С. 20 – 74.
2. Гамаюнова А. П., Фисюн В. В. Подрод *Cercidotrix* рода астрагал // Флора Казахстана. Алм-Аата. 1961. Т. 5. С. 195 – 298.
3. Голохваст К. С., Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Чекрыжов И. Ю., Поселюжная А. В., Семенихин В. А. Редкоземельные минералы в атмосферных взвешках Караканского угольного разреза Кузбасса по данным загрязнения снежного покрова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2014. № 52. С. 91 – 96.
4. Ключевые ботанические территории Кемеровской области / под ред. А. Н. Куприянова. Кемерово, 2009. 120 с.
5. Куприянов А. Н. Теория и практика интродукции растений. Кемерово, 2013. 165 с.
6. Мякшина Т. А. Секция *Xiphidium* рода *Astragalus* L. в Азиатской России: состав и хорология: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 2012. 16 с.
7. Мякшина Т. А. Шауло Д. Н. Типы жизненных форм астрагалов секции *Xiphidium* и их значение для систематики рода // Вестник Томского университета. 2011. № 2. С. 7 – 15.
8. Определитель растений Кемеровской области. Новосибирск. 2001. 360 с.
9. Программа и методика за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М., 1986. 34 с.
10. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в лесных ценозах. «Тр. БИНа АН СССР». Сер. 3. 1950. Вып. 6. М.; Л. С. 7 – 204.
11. Растительный мир Караканского хребта / под ред. А. Куприянова. Кемерово, 2011. 120 с.
12. Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Торопова Н. А., Фаликов Л. Д. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений разных биоморф // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. С. 14 – 44.
13. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7 – 34.
14. Уранов А. А., Смирнова О. В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Отд. МОИП. Отд. Биология. 1969. Т. 74. Вып. 2. С. 119 – 134.
15. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. 184 с.

Информация об авторах:

Куприянов Андрей Николаевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением Кузбасского ботанического сада Института экологии человека СО РАН, Kupr-42@yandex.ru.

Andrey N. Kupriyanov – Doctor of Biology, Full Professor, Head of the Department at Kuzbass Botanical Garden of Institute of Human Ecology of SB RAS.

Овчинников Андрей Юрьевич – магистрант биологического факультета КемГУ, andrew_ovchinnikov_92@mail.ru.

Andrey Yu. Ovchinnikov – Master's Degree student at the Faculty of Biology, Kemerovo State University. (Научный руководитель – А. Н. Куприянов). (Academic advisor – A. N. Kupriyanov).

Статья поступила в редколлегию 18.12.2014 г.