

УДК 581.522.5:582.633.39

И.Н. Кубан
О.В. Дорогина

I.N. Kuban
O.V. Dorogina

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *RHAPONTICUM*
CARTHAMOIDES (WILLD) ILJIN ГОРНОГО АЛТАЯ**

**ANALYSIS OF STABILITY AND ASSESSMENT OF POPULATIONS *RHAPONTICUM*
SARTHAMOIDES (WILLD) ILJIN ALTAI MOUNTAINS**

Проведены популяционные исследования редкого вида *Rhaponticum carthamoides* в Горном Алтае. По результатам электрофореза – изменчивость *R. carthamoides* по запасным белкам в изучаемых ценопопуляциях можно охарактеризовать как невысокую. Был сделан вывод, что данные ЦП способны к самоподдержанию.

Важной частью общей проблемы охраны природы является восстановление и рациональное использование растительных ресурсов. В этом плане большой интерес представляют популяционные исследования. Многолетний цикл исследований позволяет получить полные данные о существовании популяций, динамике их численности, занимаемой ими территории, об особенностях их обитания в различных растительных сообществах; позволяет выявить степень негативных факторов на популяции и продолжительность последствий негативного влияния.

В последние годы возрос интерес к представителям рода *Rhaponticum* (семейство *Astraceae*) как к ресурсным видам – перспективным источникам фитоэкдистероидов (Володин, 2010). В то же время, многие представители этого рода являются редкими и исчезающими видами. К ним относится *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Pjlin – рапонтикум сафлоровидный (маралий корень). *Rhaponticum carthamoides* занимает средниазиатско-южносибирский ареал. В настоящее время вид включён в «Красную книгу Российской Федерации» (2008), «Редкие и исчезающие растения Сибири» (1980), в «Красную книгу Алтайского края» (1998). Категория угрожаемого состояния 2(V) – уязвимое. Маралий корень – ценное лекарственное, кормовое и медоносное растение. Поскольку рапонтикум сафлоровидный имеет узкий ареал и интенсивно используется, а после эксплуатации численность популяций восстанавливаются крайне медленно, необходима охрана этого вида. В результате интродукционных исследований маральего корня в различных районах страны было установлено, что этот вид обладает широким диапазоном адаптационных возможностей и может широко культивироваться.

Необходимым предварительным условием разработки стратегии сохранения редкого вида *R. carthamoides* является изучение биологических особенностей и состояния природных ценопопуляций (ЦП). Цель данной работы – мониторинг устойчивости и исследование состояния ценопопуляций *R. carthamoides*, произрастающих в разные годы на Семинском перевале и на г. Красной.

В качестве объекта данного исследования были взяты природные ценопопуляции *R. carthamoides*, произрастающие в Республике Алтай – в Онгудайском районе на Семинском перевале и в Усть-Канском районе на горе Красная, расположенной в окрестностях поселка Кайтанак. Наблюдения проводились на Семинском перевале в течение 2008–2010, 2012 гг., на горе Красной в 2010 г. Исследование ЦП *R. carthamoides* было проведено согласно «Программе и методике наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР» (1986). Онтогенетическая структура ЦП *R. carthamoides* изучалась с применением принятых в современной популяционной биологии растений методов и принципов, разработанных А.А. Урановым (1975). Для детальной характеристики ЦП использовались следующие демографические показатели: экологическая плотность (Одум, 1986), эффективная плотность (Животовский, 2001), индекс восстановления (Жукова, 1995), индекс старения (Глотов, 1998). Для оценки внутри и межпопуляционной изменчивости по биоморфологическим признакам в каждой ЦП изучали не менее 20 особей средневозрастного генеративного состояния по количественным показателям вегетативной и генеративной сферы. Исследовали такие морфологические признаки, как высота надземной части, число вегетативных и генеративных побегов, число стеблевых листьев, длина черешка розеточного листа, длина и ширина розеточного и стеблевого листа, диаметр корзинки, диаметр надземной части. Статистическую обработку полученных результатов произво-

дили в соответствии с методом вариационной статистики. Для каждого значения определяли среднее арифметическое, его ошибку, минимальное и максимальное значение признака, коэффициент вариации. Уровни изменчивости оценивали по величине коэффициента вариации (Мамаев, 1973).

Для определения уровня генетической изменчивости в изучаемых популяциях был использован метод SDS-электрофореза, где в качестве маркеров использовали запасные белки семян. SDS-электрофорез в 15% -ом ПААГ геле – по методике (Laemmli, 1970) в соответствии с модификациями О.В. Дорогиной и соавторов (1992). Для количественной оценки внутри- и межпопуляционного уровня изменчивости использовались коэффициенты сходства, вычисляемые по формуле (Ladizinsky, Hymowitz, 1979).

В пределах ареала основные популяции маральего корня сосредоточены на субальпийских и частично альпийских лугах и в гоной тундре (Постников, 1995). В условиях субальпийского пояса маралий корень как истинно высокогорный луговой вид отличается наибольшей мощностью и жизненностью особей (Положий, 1972). Оптимальными условиями произрастания являются субальпийские луга. Примером субальпийского луга с участием маральего корня может служить высокотравный луг на Семинском перевале, где он является основным доминантом и образует плотную популяцию. Участок занимает большую лесную поляну в кедровом лесу. Высота 1820 метров над уровнем моря. По нашим данным, на участке произрастания *R. carthamoides* общее проективное покрытие травостоя составило 95–98 %. В нем преобладали *R. carthamoides*, cop2-cop3, *Geranium albiflorum*, cop1, *Alchimilla vulgaris*, cop1, *Bupleurum aureum*, sp, *Poa palustris*, cop1-sp, *Trollius altaicus*, cop1, *Hedysarum neglectum*, sp. На альпийских лугах образует разреженные популяции. Примером такого альпийского луга может служить разнотравный луг на горе Красной на высоте 2471 м над ур. м. Проективное покрытие травостоя на данной территории составило около 50–60 % с преобладанием *R. carthamoides*, cop1-cop2, *Viola altaica*, cop1-sp, *Polygonum bistorta*, sp, *Ranunculus grandifolius*, cop1, *Trollius asiaticus*, sp-cop1, *Aguilegia glandulosa*, sp, *Geranium pratense*, sp, *G. sylvaticum*, cop1, *Sanguisorba officinalis*, sp-cop1, *Bupleurum aureum*, sp, *Alchimilla officinalis*, cop1.

Проведенный нами анализ средних значений биоморфологических признаков у зрелых генеративных растений изучаемой популяции на Семинском перевале в 2008–2009 гг. показал наличие некоторых различий. Так, количественные показатели (число генеративных и вегетативных побегов, число стеблевых листьев) в исследуемые вегетационные периоды были подвержены меньшему варьированию, чем линейные (высота надземной части, длина и ширина листочков). Наиболее стабильными в изучаемой популяции были признаки «число генеративных и вегетативных побегов». Растения маральего корня в 2008 г. были более крупными, диаметр и высота их надземной части были большими, чем в 2009 г. Сравнительное исследование морфологических признаков особей зрелого генеративного состояния из ЦП, произраставших на горе Красной и на Семинском перевале, позволяет отметить, что растения в разных местообитаниях несколько отличались друг от друга. Так, растения с горы Красной имели меньшую высоту и диаметр особи. По числу вегетативных и генеративных побегов были обнаружены существенные различия. На Семинском перевале число генеративных побегов колебалось от 1 до 7, а на горе Красной их насчитывалось от 1 до 2.

Исследование возрастной структуры проводили в 2008 г. на Семинском перевале и в 2010 г. на горе Красной. Возрастные состояния описаны на основе комплекса качественных и количественных признаков. Анализ демографических показателей популяции с горы Красной показал, что их онтогенетический спектр одновершинный, максимум приходился на средневозрастные генеративные особи. В данной ЦП отмечено небольшое число особей имматурного (около 3 %) и сенильного (2 %) возрастного состояния. Отсутствуют ювенильные особи. Изучаемая ЦП *R. carthamoides* по классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой (1969) – нормальная, неполночленная. Одной из причин неполночленности популяции *R. carthamoides* в ненарушенных популяциях, по нашему мнению, является слабая конкурентная способность ювенильных особей в ценозах, где доминантами являются взрослые растения этого вида с мощными подземными органами. Семенное размножение играет роль лишь в тех случаях, когда конкуренция со стороны взрослых особей ослаблена в силу каких-либо причин (нарушение популяций, например, при заготовке). В природных популяциях большое значение имеет вегетативное размножение, с появлением потомства имматурного и виргинильного онтогенетических состояний. Преобладание вегетативного размножения у растений вида в природных популяциях отмечено многими авторами (Сосков, 1963; Соколов, 1961; Положий, 1972). По классификации «Δ и ω» (Животовский, 2001) ЦП на горе Красной является зрелой. Данная ЦП характеризуется высокой плотностью генеративных особей. Сравнение индексов восстановления (Iв) и старения (Iс) (Жукова, 1995; Глотов, 1998) позволяет говорить о хорошем пополнении ценопопуляции, что способствует её устойчивости. В ЦП с Семинского перевала онтогенетический спектр также одновершинный, с максимумом на виргиниль-

нильных особях. В данной ЦП отмечено небольшое число особей ювенильного (около 1 %) и имматурного состояния (10 %). По классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой (1969), ЦП – нормальная, полночленная. По классификации «ω и Δ», является зрелой. Данная ЦП характеризуется достаточно высокой плотностью особей (до 23 %). Сравнение индексов восстановления (Iв) и (Iс) (Жукова, 1995; Глотов, 1998) позволяет говорить о хорошем пополнении ЦП, что способствует её устойчивости.

Изучение генетической структуры является важным условием для оценки и прогноза состояния популяции, проведения реинтродукции максимального количества генотипов, что необходимо для разнообразия (Алтухов, 2003). Виды и популяции рассматриваются как функциональные единицы эволюции, а их генетическая структура считается устойчивой, эволюционно сложившейся характеристикой, нарушение которой может повлечь за собой необратимые последствия. Так, при антропогенных воздействиях в природных популяциях может нарушаться эволюционно сложившееся соотношение компонент, характеризующих внутри- и межпопуляционную изменчивость. Если при этом генетический материал перераспределяется таким образом, что внутривидовая компонента уменьшается, а межпопуляционная нарастает, то это может привести к деградации популяций (Журавлёв и др., 1999).

По результатам электрофореза – изменчивость *R. carthamoides* по запасным белкам в изучаемых ЦП можно охарактеризовать как невысокую. Так, изменчивость спектров запасных белков семян в ЦП, произрастающей на г. Красной, составила 48,7 %, а на Семинском перевале – 54,2 %.

Таким образом, можно заключить, что исследуемые ЦП способны к самоподдержанию. Одна из основных причин сокращения численности ЦП, по нашему мнению, – интенсивная, неконтролируемая эксплуатация при сборе корней. Рекомендуемая мера охраны – отсутствие антропогенной нагрузки в данных местообитаниях. Необходима дальнейшая организация контроля состояния ценопопуляций этого редкого вида.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Интеграционного проекта между академиями РАН № 20 и № 12-С-4-1028 и Программы «Биологическое разнообразие» № 30 Президиума РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Агафонов А.В., Агафонова О.В. (Дорогина О.В.)** SDS-электрофорез белков эндосперма видов *Elymus* с различной геномной структурой // Сиб. биол. журн., 1992. – Вып. 3. – С. 7–12.
- Алтухов Ю.П.** Генетические процессы в популяциях. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.
- Володина С.О., Володин В.В., Чадин И.Ф.** Ресурсы, биотехнология и использование экидистероидсодержащих растений // Известия Самарского научного центра РАН, 2010. – Т. 12, № 1 (3).
- Глотов Н.В.** Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. – Йошкар-Ола, 1998. – Ч. 1. – С. 146–149.
- Животовский А.А.** Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, 2001. – № 1. – С. 3–7.
- Жукова Л.А.** Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «ЛАНАР», 1995. – 223 с.
- Журавлёв Ю.Н., Корень О. Г., Музарок Т.И.** Молекулярные маркёры для сохранения редких видов растений Дальнего Востока // Физиол. растений, 1999. – Т. 46, вып. 6. – С. 953–964.
- Красная книга растений Алтайского края. – Барнаул: Изд-во Алтайского госун-та, 1998. – 306 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Мамаев С.А.** Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1973. – 283 с.
- Одум Ю.** Экология. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
- Положий А. В., Суров Ю. П.** Ареалы, фитоценотическая приуроченность и прогнозы запасов левзеи сафлоровидной и родиолы розовой в Южной Сибири // Ресурсы дикорастущих лекарств. растений СССР. – М., 1972. – С. 113–116.
- Постников Б.А.** Маралий корень и основы введения его в культуру. – Новосибирск, 1995. – 276 с.
- Редкие и исчезающие растения Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1980. – 223 с.
- Соколов В.С., Никитин А.А., Федоров А.А.** Большеголовник сафлоровидный (*Rhaponicum cartamoides* (Willd.) Pjin) – ценное лекарственное растение // Тр. ботан. ин-та АН СССР, 1961. – Сер. 5, вып. 9. – С. 347–363.
- Сосков Ю.Д.** Маралий корень (его систематическое положение и биология): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1956. – 17 с.
- Уранов А.А.** Возрастной спектр фенотипопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки, 1975. – № 2. – С. 7–34.
- Laemmli U.K.** Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature, 1970. –

Vol. 227, № 5259. – P. 680–685.

SUMMARY

Population studies of rare species *Rhaponticum carthamoides* in the Altai Mountains have been conducted. According to the results of electrophoresis – the variability of *R. sarthamoides* in the studied spare coenopopulations proteins can be described as low. It was concluded that these coenopopulations are capable in self-renewal.