

Особенности онтогенетических спектров ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask. как индикатор их современного состояния на Южном и Среднем Урале

А.Л. Кожевников, д.с.-х.н.; Е.А. Тишкина, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Уральский ГЛТУ; ФГБУН Ботанический сад УрО РАН

Антропогенная трансформация лесных насаждений Урала приводит к распаду на фрагменты ценопопуляций не только лесообразующих, но и подлесочных видов. Внутривидовая дифференциация в лесных экосистемах связана с сокращением ареала 110 аборигенных древесных видов [1] и его дизъюнктивностью. Особенности онтогенетических спектров ценопопуляций могут служить индикатором их современного состояния, инструментом прогноза их развития и стратегии сохранения генофонда лесных богатств России [2]. Местный исходный материал древесных видов является основой их успешной интродукции [3].

На Южном и Среднем Урале ранее нами установлена дифференциация ареала можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на локальные ценопопуляции, изучена их жизненная стратегия на основе возрастных состояний, типа, полночленности онтогенетических спектров, категорий жизненного состояния и способности к самоподдержанию [4].

Интересным видом подлеска подзоны южной тайги Урала является ракичник русский *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask. Он высоко ценится в фармакологии, так как содержит в надземной части хинолизидиновые алкалоиды (цитизин, лупулин и др.), которые обладают спазмолитической, холинэргической, анальгетической активностью и другими полезными свойствами.

Цитизин входит в состав комбинированного препарата «Геофедрин-н», который используется для лечения заболеваний лёгких и верхних дыхательных путей. Ещё более перспективны производные цитизина (основа гепатопротекторного средства, не уступающего препаратам «Эссенциале» и «Легалон»), а также получено производное вещество, обладающее высокой антиаритмической активностью при низкой токсичности [5]. Препарат «Табекс» на основе ракичника используется для борьбы с курением [6]. Исследование ценопопуляций данного вида после интенсивной лесозаготовки, определение их демографических признаков и типов являются актуальными.

Целью исследования являлось изучение возрастной структуры природных ценопопуляций ракичника русского как индикатора их состояния в различных эколого-ценотических условиях.

Материал и методы исследования. *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask. – невысокий, до 2 м, светолюбивый геоксильный кустарник со стержневой корневой системой со слабоветвящимися прямыми мелколиственными ветвями, относящийся к семейству бобовых (*Fabaceae* Lindl.). Побеги, цветущие до полного развития листьев, и листья покрыты серым мелким опушением. Цветы крупные с одноцветно окрашенным флагом. Цветёт в мае – июне. Плод – мохнатый боб. Данный вид широко распространён в разреженных сосняках и смешанных сосново-лиственных насаждениях Среднего и Южного Урала на почвах лёгкого механического состава [7, 8].

Исследование проведено в светлохвойных и лиственных насаждениях Свердловской области и Республики Башкортостан в 10 фрагментах ценопопуляций (ФЦП) раkitника русского на Среднем и Южном Урале (табл. 1). Типы леса определены по Б.П. Колесникову. Для установления плотности особей закладывали временные пробные площади (50×60 м) в различных типах леса. Для расчёта объёма кроны на каждой пробной площади у 30 генеративных особей измерены высота и диаметр кроны в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Категория жизненного состояния диагностируемых особей оценивалась визуально по пятибалльной шкале В.А. Алексеева: I – здоровые (жизненное состояние – 80–100%), II – умеренно ослабленные (50–79%), III – сильно ослабленные (20–49%), IV – усыхающие (менее 20%), V – сухой (0%) [9].

Работа выполнена на основе методологических подходов Т.А. Работнова [10] и А.А. Уранова [11]. Тип ценопопуляции установлен по О.В. Смирновой (1990) [12] и по классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [13]. При оценке устойчивости их ценопопуляций использованы индексы восстановления и замещения [14]. Энергетический индекс эффективности растений в каждом онтогенетическом состоянии и средняя эффективность ценопопуляции (энергетическая нагрузка на среду) рассчитаны по Л.А. Животовскому [13]. Полноценность фрагментов ценопопуляций соответствовала степени представленности в спектре возрастных состояний.

Онтогенетические состояния особей раkitника русского выявлены по М.Н. Гавриловой [15]. Нами выделено 6 возрастных состояний и 2 онтогенетических периода – прегенеративный (P + J + Im + V) и генеративный (G₁ + G₂ + G₃). При статистической обработке полученных данных применена стандартная программа Microsoft Excel.

Результаты исследования. На открытых местообитаниях фрагменты ценопопуляций раkitника представлены невысокими (от 0,25 до 0,60 м), но довольно раскидистыми, хорошо разветвлёнными кустарниками с мощным стволиком, с проекциями кроны 0,020–0,216 м² и её объёмом от 0,001 до 0,040 м³ (табл. 2). В светлохвойных и берёзовых фитоценозах с высокой сомкнутостью древесного полога из-за недостатка света особи раkitника имеют вытянутую форму кроны с малым количеством побегов. Во всех фрагментах ценопопуляций количество особей раkitника варьирует от 50 до 576 шт. В Калкановской ценопопуляции, несмотря на низкие значения по высоте (0,25 м), установлена самая высокая плотность раkitника (576 шт/0,09 га). Единичные экземпляры встречаются в экотоне агрофитоценоза и участка с бедным растительным составом травянистых растений из синатропных видов (Рудниковская ценопопуляция). Показатель жизненного состояния изменяется от 32 до 75% в зависимости от местообитания. В южноуральских ценопопуляциях раkitника русского определена вторая категория жизненного состояния (59–75%) с умеренно ослабленными экземплярами. В среднеуральских ценопопуляциях раkitника по-

1. Географическое положение и лесоводственная характеристика фрагментов ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus*

Ценопопуляция	Фрагмент ценопопуляции	Район расположения	Географические координаты (с.ш., в.д.)	Тип леса, растительное сообщество	Древостой	
					состав	сомкнутость древесного полога
Среднеуральские ценопопуляции						
Гусевская	1	Белоярский район Свердловской области	56° 42' 41", 61° 09' 09"	березняк разнотравно-злаковый	10Б	0,5
	2			березняк разнотравный	10Б	0,6
	3			сосняк разнотравный	5С5Б	0,5
Екатеринбургская	4	Лесопарк им. Лесоводов России, Октябрьский район, г. Екатеринбург, Свердловская область	56° 51' 27", 60° 36' 44"	сосняк брусничный	10С	0,4
	5			сосняк брусничный	10С	0,3
	6			сосняк черничный	10С	0,3
Южноуральские ценопопуляции						
Ургуновская	7	Учалинский район (Башкортостан)	54° 23' 51", 59° 23' 25"	лиственничник зелено-мошниковый	10Лт	0,3
Калкановская	8	Гора Калкан-тау, Учалинский район (Башкортостан)	54° 25' 57", 59° 21' 37"	кустарниковая каменистая степь	–	–
Учалинская	9	Лесопарковая зона, г. Учалы (Башкортостан)	54° 19' 00", 59° 23' 00"	березняк разнотравный	10Б	0,5
Рудниковская	10	Учалинский район (Башкортостан)	54° 18' 38", 59° 27' 19"	кустарниковая степь	–	–

казатель их жизненного состояния составляет от 32 до 47% (третья категория с сильноповреждёнными ослабленными особями). Это связано с повышенной антропогенной нагрузкой (тропа, костровища, дорога, бытовой мусор). Прессинг испытывает Екатеринбургская ценопопуляция ракитника, находящаяся в зоне рекреации. Исключением из среднеуральских ценопопуляций является Гусинская со второй категорией жизненного состояния, так как она находится под пологом соснового насаждения.

В возрастной структуре фрагментов ценопопуляций ракитника выделены два периода и шесть онтогенетических состояний (рис.1). Присутствие генеративных особей и отсутствие постгенеративных характерно для всех ценопопуляций. Они относятся к нормальным полночленным или прерывистым спектрам (табл. 3). Среднеуральские ценопопуляции определены как нормальные полночленные, несмотря на антропогенное влияние. Южноуральские (Ургуновская, Учалинская и Рудниковская) ценопопуляции оцениваются как нормальные с прерывистым спектром, так как онтогенетическое состояние представлено генеративной фракцией.

По классификации «дельта-омега» все среднеуральские ценопопуляции относятся к молодым (большая часть их особей не достигла генеративного

состояния), а южноуральские – к зрелым (ФЦП 7, 9) и зреющим (ФЦП 8, 10) (рис. 2).

Соотношение численности особей различного возрастного состояния позволила определить индекс возрастности фрагментов ценопопуляций. Чем он выше, тем старше ценопопуляция.

Индекс возрастности южноуральских ценопопуляций варьирует от 0,22–0,52, в среднеуральских – 0,15 до 0,24 соответственно. По индексу восстановления (1–5) и индексу замещения (1–5)

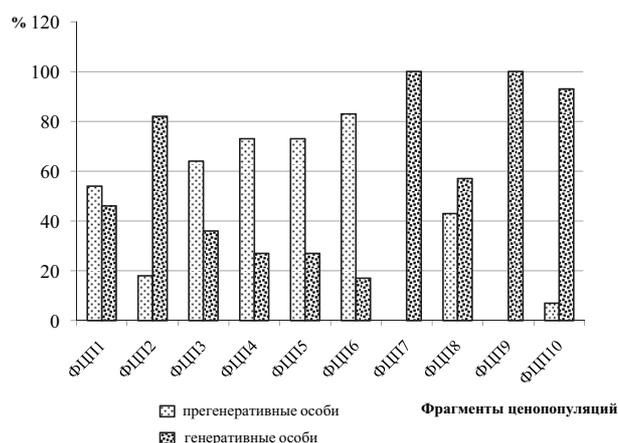


Рис. 1 – Онтогенетический состав фрагментов ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus*

2. Характеристика средне- и южноуральских фрагментов ценопопуляций ракитника русского

Ценопопуляция	Фрагмент ценопопуляции	Фрагменты ценопопуляции				
		плотность, шт/0,09 га	показатель жизненного состояния, %	морфологические показатели особей		
				высота, м	площадь проекции кроны, м ²	объём кроны, м ³
Гусевская	1	382	47	0,58±0,03	0,119	0,023
	2	276	53	0,64±0,04	0,068	0,014
	3	409	54	0,68±0,03	0,107	0,024
Екатеринбургская	4	425	39	0,51±0,03	0,068	0,011
	5	342	32	0,60±0,03	0,073	0,014
	6	196	38	0,70±0,03	0,101	0,023
Ургуновская	7	185	60	0,54±0,02	0,216	0,040
Калкановская	8	576	75	0,25±0,01	0,020	0,001
Учалинская	9	150	59	0,68±0,03	0,113	0,025
Рудниковская	10	50	62	0,40±0,02	0,082	0,011

3. Показатели состояния фрагментов ценопопуляций ракитника русского

Номер фрагмента ценопопуляции	Индекс восстановления	Индекс замещения	Индекс возрастности	Индекс эффективности	Тип и спектр фрагментов ценопопуляции
1	1,14	1,14	0,24	0,58	нормальный, полночленный
2	1,5	1,5	0,23	0,57	нормальный, полночленный
3	1,72	1,72	0,22	0,57	нормальный, полночленный
4	2,75	2,75	0,20	0,47	нормальный, полночленный
5	2,75	2,75	0,21	0,51	нормальный, полночленный
6	5	5	0,15	0,48	нормальный, полночленный
7	0	0	0,52	0,88	нормальный, прерывистый
8	0,76	0,76	0,22	0,60	нормальный, полночленный
9	0	0	0,49	0,86	нормальный, прерывистый
10	0,07	0,07	0,37	0,82	нормальный, прерывистый

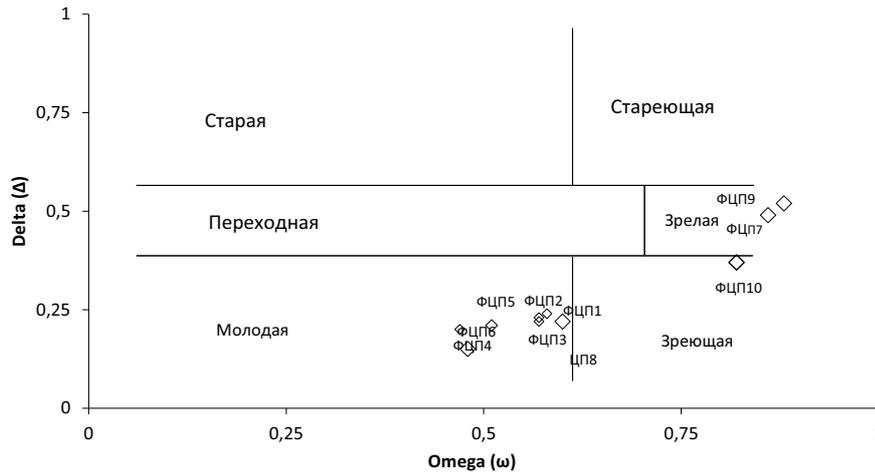


Рис. 2 – Распределение южно- и среднеуральских ценопопуляций раkitника русского по классификации «дельта – омега»

к самоподдержанию способны среднеуральские ценопопуляции. Особи прегенеративных фракций данных фрагментов могут полностью замениться особями генеративной фракции. Южноуральские ценопопуляции раkitника русского имеют низкий уровень самовосстановления. Доля прегенеративных особей в ценопопуляциях незначительна или полностью отсутствует, поэтому индексы замещения и восстановления имеют низкие значения (0,07–0,76). Индекс эффективности в ценопопуляциях изменяется от 0,47 до 0,88. Это свидетельствует о том, что раkitник расходует большое количество энергии и оказывает нагрузку на энергетические ресурсы среды, что подтверждает устойчивость и способность ценопопуляции к самоподдержанию.

Выводы. При введении в культуру перспективного вида раkitника русского актуально изучение его фрагментов ценопопуляций (онтогенетические спектры, тип популяций, жизненное состояние) в природных условиях Южного и Среднего Урала. Раkitник русский интересен как декоративное, лекарственное, медоносное и мелиоративное древесное растение.

В южно- и среднеуральских ценопопуляциях данный вид может занимать позиции подлесочного доминанта. Индикатором жизненного состояния фрагментов ценопопуляций является их онтогенетический спектр. Он отражает состояние ценопопуляций в определённый период времени. За счёт регулярной смены поколений раkitник русский способен удерживать занятую им территорию. Нарушенность ценопопуляций является следствием изменения их возрастного спектра. Среднеуральские ценопопуляции раkitника русского, несмотря на антропогенное воздействие, устойчивы и способны к самоподдержанию. Отдельные южноуральские ценопопуляции оцениваются как зрелые с прерывистым спектром, сокращающиеся и неустойчивые.

Являясь представителем семейства Fabaceae, раkitник способен самостоятельно накапливать азот в почве, расселяясь на бедных субстратах,

предпочитая экотоны. Он может быть постоянным компонентом лесных экосистем, увеличивая их продуктивность за счёт обогащения почвы азотом.

Литература

1. Мамаев С.А., Кожевников А.П. Деревья и кустарники Среднего Урала. Справочник-определитель. Екатеринбург: Сократ, 2006. 272 с.
2. Ильина В.Н. Онтогенетическая структура популяций *Atraphaxis brutesuns* (L.) С. Koch (*Polygonaceae*) вблизи северной границы ареала (Самарская область) // Вестник Удмуртского ун-та. Серия «Биология. Науки о Земле». 2017. Т.27. Вып. 3. С. 271–277.
3. Кожевников А. П. Теория и практика интродукции древесных растений. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 216 с.
4. Кожевников А.П., Тишкина Е.А. Комплексная оценка состояния природных ценопопуляций *Juniperus communis* L. на Среднем Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 78–80.
5. Экология и фитоценологический ареал вида *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz) Klaskova на Южном Урале / С.Н. Жигунова, Н.И. Фёдоров, Я.О. Гуркова [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». 2012. № 9 (128). Вып. 19. С. 9–13.
6. Гаврилова М.Н., Жукова Л.А., Закамская Е.С. Онтогенез раkitника русского (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova) // Онтогенетический атлас растений. 2007. С. 47–53.
7. Фёдоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И. Методологические основы оптимизации ресурсного использования лекарственной флоры Южного Урала. М.: Наука, 2013. 212 с.
8. Пасынкова М.В., Спицина С.И. Развитие раkitника русского (*Cytisus ruthenicus* Fisch.) в различных условиях произрастания // Растения и промышленная среда. 1976. Вып. 4. С. 63–69.
9. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
10. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники: сб. статей. 1950. Вып. 1. С. 465–483.
11. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
12. Смирнова О.В., Чистякова А.А., Попадюк Р.В., Евстигнеев О.И., Коротков В.Н., Митрофанова М.В., Пономаренко Е.В. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). Пушино: Пушинский Научный центр РАН, 1990. 92 с.
13. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
14. Жукова Л.А. Внутрипопуляционное биоразнообразие травянистых растений // Экология и генетика популяций. 1998. С. 35–47.
15. Гаврилова М.В. Экологические и онтогенетические особенности дрека красильного и раkitника русского: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 20 с.