

Экотопологическая структура ЛФ Западносибирской Арктики характеризуется высоким флористическим единством. Существенное сходство флористического состава ПФ различных типов экотопов вызвано пониженной гетерогенностью ландшафта и большой долей участия видов с широкой экологической амплитудой и повышенной ландшафтной активностью. В пределах каждой ЛФ типы экотопов существенно различаются по богатству своих ПФ, причем диапазон (15–75 видов) практически одинаков во всех исследованных пунктах. Наиболее благоприятные по условиям (прогреваемые солнцем, дренированные, с достаточным увлажнением) экотопы являются и самыми богатыми (57–76 видов). Таковыми в рассмотренной ЛФ являются длинные и короткие крутые склоны и «нивалы» подножия склонов

ЛИТЕРАТУРА

- Кожевников Ю.П.* География растительности Чукотки. Л.: Наука, 1989. 176 с.
- Хитун О.В.* Внутриландшафтная структура флоры низовьев р.Тиникяха (северные гипоарктические тундры, Гыданский п-ов) // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 8. С. 1–24.
- Хитун О.В.* Анализ внутриландшафтной структуры флоры среднего течения реки Хальмеряха (Гыданский п-ов) // Ботанический журнал. 2003. Т. 88. № 10. С. 21–39.
- Юрцев Б.А.* Флора Сунтар-Хаята. Л. 1968. 235 с. *Юрцев Б.А.* Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению / Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л.: Наука. 1987. С. 13–28.
- Юрцев Б.А.* О некоторых дискуссионных вопросах сравнительной флористики / Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб, 1994. С. 15–33.
- Юрцев Б. А., Сёмкин Б.И.* Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Ботан. журн. 1980. Т.65. № 12. С. 1706–1718.
- ter Braak, C.J.F., Smilauer, P.* 1998. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 352 pp.

СЕМЕННАЯ РЕПРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Ходачек Е. А.

Ботанический Институт им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург, Россия.
luna1807@yandex.ru

Познание систем репродукции на разных уровнях организации жизни: организменном, популяционно-видовом, ценогическом – одна из центральных проблем биологии. В развитии исследований по проблемам репродуктивной биологии цветковых растений можно выделить два перио-

да: первый – до конца 60-х годов минувшего века с господством парадигмы примата организменного уровня, когда наибольшее внимание уделялось биологии семенного размножения, т.е. изучению наследственных морфофизиологических особенностей организма, обеспечивающих его размножение. С 70-х годов прошлого столетия начался новый этап в истории данных исследований – этап «репродуктивной биологии», основная задача которой – всестороннее исследование процесса репродукции. В настоящее время «репродуктивная биология» («репродуктивная экология» за рубежом) представляет собой раздел ботанической науки, охватывающий биологию, экологию вида и возобновление популяции.

Особенности размножения являются признаком вида, представленного в природе совокупностью его особей – популяцией. Популяции растений в фитоценозе связаны сложными взаимоотношениями между собой и с окружающей средой. Эти взаимоотношения влияют на ритм, продолжительность и результат отдельных этапов размножения, и на весь процесс репродукции в целом. Размножение особей, поддерживающее уровень численности популяции – необходимое условие существования вида в ценозе. Но даже успешное размножение создает лишь потенциальные возможности для возобновления вида. Реализация этих возможностей определяется множеством факторов, среди которых решающими являются биоценотические (Левина, 1981). В связи с перечисленными аспектами проблемы, в настоящее время господствует парадигма примата надорганизменного уровня исследований репродуктивной биологии цветковых растений.

Изучение репродуктивного процесса у цветковых растений Арктики имеет особое значение, так как их репродуктивные структуры наиболее уязвимы к воздействию неблагоприятных факторов среды. Репродуктивные стратегии, в значительной степени, влияют на выживание цветковых растений на крайнем северном пределе их распространения. Они играют решающую роль в возобновлении растительного покрова, восстановлении нарушенных ценозов, влияя на устойчивое развитие тундровых экосистем и их биологическое разнообразие. В последнее время в Арктике особенно остро стоит проблема сохранения растительного покрова в связи с угрозой глобальных изменений климата и с усиливающимся антропогенным воздействием. В этих условиях сохранение растительного покрова зависит от степени стабильности популяций, которая в значительной степени, определяется особенностями репродукции. Репродукция представляет собой комплексный процесс, состоящий из строго последовательных этапов; главные из них: цветение и опыление, оплодотворение, плодоношение, формирование семян, их созревание, диссеминация, образование всходов. Результат всего репродуктивного процесса зависит

от успеха каждого отдельного этапа (Левина, 1981). Важно изучить основные стадии репродукции в их естественной последовательности и оценить процесс в целом. С перечисленных позиций нами изучалась семенная репродукция растений в условиях Арктики.

Многолетние исследования репродукции 122 видов цветковых растений, проведены автором на п-ве Таймыр в 3-х подзонах (в южных, типичных, арктических тундрах) и в высокоарктических тундрах (= полярных пустынях) архипелага Северная Земля (о-в Октябрьской Революции). В каждом из районов в течение 2–3-х летних сезонов в зональных и интразональных сообществах изучались: сезонное развитие растений, биология цветения и плодоношения, способы опыления, семенная продуктивность, особенности прорастания семян, число всходов на единице площади, запас жизнеспособных семян в почве (Ходачек, 1978, 1985, 1993). Каждый из этапов и процесс в целом оценивался с помощью системы показателей. Особое внимание уделялось семенной продуктивности растений. Результаты семенной репродукции, в значительной мере, определяются обилием семян. Для оценки этого обилия использовались следующие показатели: потенциальная семенная продуктивность (ПСП) – число семян на генеративный побег; реальная семенная продуктивность (РСП) – число зрелых семян, неповрежденных насекомыми и грибами, на генеративный побег; условно-реальная семенная продуктивность (УРСП) – общее число семян на генеративный побег, включая незрелые, шуплые и поврежденные грибами и насекомыми. ПСП является базовой величиной для оценки семенной репродукции. Она определяется генетической программой вида: типом гинецея, числом семян в завязи цветка и числом цветков на генеративном побеге. Эта величина мало зависит от внешних условий среды, она является верхним пределом семенной продуктивности вида и характеризует его потенциальные возможности к образованию семян. Наибольшие показатели ПСП (более 2000 семян на 1 ген. побег) имеют виды с многоцветковыми генеративными побегами и ценокарпным гинецеом (представители сем. *Saxifragaceae*, *Scrophulariaceae* и *Salicaceae*). К видам с высокой ПСП относятся и некоторые виды с одноцветковыми генеративными побегами (*Cassiope tetragona* и представители рода *Papaver*), а также виды с апокарпным гинецеом такие, как *Caltha arctica* и представители рода *Potentilla*. Низкую ПСП (менее 50 семян) имеют растения с малоцветковыми генеративными побегами и небольшим числом семян в завязи цветка (злаки, осоки, а также виды родов *Draba*, *Minuartia* и др.). РСП составлена зрелыми полноценными семенами, которые в благоприятных условиях обеспечивают возобновление вида в фитоценозе. На РСП влияет весь комплекс биотических и абиотических факторов среды. У видов с высокой потен-

циальной продуктивностью, все семена которых созревают и не поражаются насекомыми и грибами, в теплые годы РСП достигает 200–700 семян на 1 ген.побег. У большинства видов и в теплые годы она не превышает 100 семян. Кроме выше перечисленных величин, нами выделена промежуточная величина между ПСП и РСП – условно-реальная семенная продуктивность (**УРСП**). УРСП – это все семена, независимо от их качества, включая незрелые, недоразвитые, поврежденные насекомыми и грибами. Если ПП является чаще всего лишь теоретической границей семенной продуктивности, то УРСП характеризует степень реализации потенциальной способности вида к образованию семян, генетические его возможности. Сопоставление этой величины с ПСП показывает, какая часть семян развивается в семена. Она находится в непосредственной зависимости от факторов: опыления, питания и биологических особенностей вида, влияющих на оплодотворение (количество и качество пыльцы, скорость роста пыльцевых трубок, состояние рыльца в момент опыления и др.). Если пренебречь этой величиной и учитывать только реальную семенную продуктивность, то представление о характере плодоношения вида, возможности его репродукции и способах размножения может оказаться неточным или даже ошибочным. В случае несозревания семян в год наблюдения или сильного их поражения, можно сделать неверный вывод о неспособности данного вида к семенному размножению, хотя в других погодных условиях он образует зрелые, полноценные, неповрежденные семена. При успешном завязывании плодов УРСП наибольшая (500–800 семян на 1 ген.побег) у видов с высокой потенциальной продуктивностью (виды рода *Saxifraga* и представитель сем. Крестоцветных – *Erysimum pallasii*). Высокую УРСП (100–300) имеют ивы, норичниковые, виды рода *Papaver*, а также *Carex stans*, *Pachypleurum alpinum*. Для оценки результата репродукции не менее важны и относительные величины. Мы предлагаем использовать следующие коэффициенты: **Cs**- коэффициент семяобразования (отношение условно-реальной семенной продуктивности к потенциальной), который показывает, какая часть семян развивается в семена; **Cr** – коэффициент созревания (отношение реальной семенной продуктивности к условно-реальной) отражает долю созревших семян от общего их количества; **Cv** – коэффициент жизнеспособности показывает жизнеспособную часть среди созревших семян (Ходачек, 2000; Khodachek, 1995, 1997;). Для общей оценки репродукции разработан интегральный показатель – генеративная активность вида (**R**) : $R = N_0 / N \times d \times Cs \times Cr \times Cv$, где **N** – период наблюдений (в годах); **N₀** – число плодоносящих лет в периоде; **d** – число генеративных побегов на м²; **Cs**, **Cr**, **Cv** – коэффициенты. Этот показатель (выведен математически) включает все основные характеристики репродуктивного

процесса. Отношение No/N характеризует регулярность процесса плодоношения; Cs – коэффициент семяобразования – отражает суммарный результат всех стадий формирования семени; выражение $d \times Cs$ – характеризует успех семеношения популяции; Cr и Cv – качественные характеристики семян (результат влияния биотических и абиотических факторов на семенную репродукцию). Показатель R , характеризующий процесс семенной репродукции в целом, отражает определенную тенденцию семенного размножения вида, показывает генетические возможности его репродукции и их реализацию в определенных эколого-ценотических условиях. Он может быть использован для сравнения семенной репродукции разных видов, популяций, ценозов в пределах одной природной (растительно-климатической зоны), для сравнительной оценки репродуктивного процесса у видов с широким географическим ареалом, у растений разных природных зон; служить критерием для отнесения данного вида к какому либо типу жизненных стратегий. Среди изученных видов наиболее высокие показатели R (7–15) отмечены у *Dryas punctata*, *Cassiope tetragona*, *Potentilla stipularis*, *Hierochloë pauciflora*, *Cerastium maximum*, *Papaver pulvinatum*, *Polemonium boreale*, *Myosotis asiatica*, *Arnica iljinii*, несколько ниже R (1–6) – у многих злаков (*Poa arctica*, *P. alpigena*, *Trisetum sibiricum* subsp. *litoralis*), видов родов *Carex*, *Salix*, *Oxytropis*. Низкую генеративную активность ($R < 1$) имеют *Juncus biglumis*, *Luzula nivalis*, *Salix pulchra*, *Minuartia arctica*, *Androsace septentrionalis*, *Parrya nudicaulis*, виды рода *Draba*

Использованный подход создает возможность изучить популяционные и ценотические аспекты репродукции, отразить роль репродукции растений в создании стабильных популяций, фитоценозов, устойчивого развития арктических экосистем, в сохранении их биологического разнообразия. Знание особенностей репродукции основных элементов растительного покрова поможет разработать систему мер, направленных на сохранение устойчивого равновесия природных экосистем и их восстановление после разного рода нарушений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-49583.

ЛИТЕРАТУРА

Левина П.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы. М.: Наука 1981. 96 с.

Ходачек Е.А. Семенная продуктивность арктических растений Западного Таймыра // Структура и функции биогеоценозов Таймырской тундры. Л. «Наука», 1978. С. 166–197.

Ходачек Е. А. Запас семян в почвах тундр Таймыра и полярных пустынь Северной Земли // Бот. журн. 1985. Т. 70. № 7. С. 896–908.

Ходачек Е.А. Особенности прорастания семян арктических растений // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 2. С. 15–274.

Ходачек Е.А. Популяционные и ценотические аспекты изучения репродукции растений в условиях Арктики // Эмбриология цветковых растений (терминология и концепции). 2000. СПб. Т. III. Изд-во «Мир и Семья». С. 432–439.

Khodachek E. A. Reproductive strategies of plants in Arctic Environments // Global change and Arctic terrestrial ecosystems. ECSC-ES-EAE. 1995. Brussels; Luxembourg. P. 69–79.

Khodachek E.A. Seed reproduction in Arctic environments // Opera Botanica. 1997. V. 132. Copenhagen. P. 129–136.

К ВОПРОСУ О ЗОНАЛЬНОМ ДЕЛЕНИИ АРКТИКИ (ЗАПАДНЫЙ ТАЙМЫР, БАСЕЙН Р. ЛЕНИВОЙ)

Ходачек Е. А.

Ботанический Институт им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург, Россия.

luna1807@yandex.ru

В результате ботанико-географических и флористических исследований на Северо-Западном побережье п-ва Таймыр в долине р. Ленивой получены дополнительные, к имеющимся в литературе (Матвеева, Заноха, 1997; Матвеева, 1998), сведения по подзональному делению арктических тундр Западного Таймыра. Обследована территория общей протяженностью около 150 км по широтному профилю с севера на юг: от берега Карского моря (в районе м. Стерлегова), далее в глубь материка до северных предгорий Западной Бырранги. В ряде маршрутов на удалении 10, 25, 50, 75, 90, 123, 136 км от берега Карского моря до озера Сожаления (Западная Бырранга, гряда Бегичева) проведены наблюдения за подзональными изменениями растительности и флористические сборы. Получены материалы о растительности в каждом из перечисленных пунктов, отмечены изменения в видовом составе зональных и интразональных сообществ с продвижением с севера на юг, составлен список видов и подвидов сосудистых растений бассейна р. Ленивой с указанием пунктов их местонахождений. Список содержит 187 видов и подвидов, относящихся к 16 семействам и 72 родам. Первые сборы цветковых растений (68 видов) на побережье в районе мыса Стерлегова сделаны Б.А. Тихомировым (1948); позднее были опубликованы сведения по флоре устья р. Непонятой (среднее течение р. Ленивой) -111 видов цветковых растений (Матвеева, Заноха, 1997; Матвеева, 1998). Нами работа проводилась методом конкретных флор (Толмачев, 1931) с использованием количественных мето-