



## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИОННОГО ПРОГНОЗА

П. Е. БУЛАХ

Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины  
Украина, 01014 Киев, ул. Тимирязевская, 1

*Интродукционный прогноз рассматривается как самостоятельное научное направление. Приводится схема способов прогнозирования и их характеристика. Предлагаются новые подходы к определению интродукционной способности растений.*

Одним из показателей зрелости науки является научное предвидение. Можно выделить три стадии развития науки – эмпирическую, теоретическую и прогностическую. Очевидно, что функция прогноза – неотъемлемая часть каждой науки. Вместе с тем она почти во всех случаях развита гораздо слабее, чем функции анализа (описания) и диагноза (объяснения), но это не является основанием для упразднения данной составной части указанного триединства.

В последние годы интерес к прогностологии значительно вырос. Из всего многообразием понятийного аппарата наиболее отвечают существу проблемы следующие определения.

*Прогноз* – вероятностное научно обоснованное суждение относительно наблюдаемого состояния объекта в какой-то момент времени или относительно возможных путей достижения такого состояния, определенно-го в качестве цели.

*Прогнозирование* – вид познавательной деятельности человека, направленной на формирование прогнозов развития объекта на основе анализа тенденции его развития.

Наряду с разработкой общих вопросов научного прогнозирования получило разви-

тие и создание частных теорий в различных сферах человеческой деятельности. Проблема интродукции и акклиматизации растений не является исключением. Причина повышения интереса к интродукционному прогнозированию состоит в осознании значения планирования интродукционного процесса. Прогнозирование – та часть деятельности человека, которая предшествует планированию; ее задача – подготовка исходных данных для разработки планов. Это – один из важнейших элементов предплановой подготовки. План следует рассматривать как результат конкретных решений, принятых на базе прогнозной информации. В основе взаимосвязи прогнозирования и планирования лежит идея, вытекающая из принятого понимания прогноза как комплекса оценок целей и путей их достижения. Таким образом, интродукционный прогноз необходим для построения всей системы планирования действий человека по переселению растений.

Интродукционный прогноз должен включать в себя объекты прогноза, постановку его цели и определение методов прогнозирования, а главным его принципом должен быть целостный системный подход. Сис-



темный анализ в данном случае – это широкий стратегический научный поиск оптимального способа прогнозирования.

Основу прогнозов в интродукции растений составляют методы, которые сопровождают любое научное исследование: анализ и синтез, дедукция и индукция, наблюдение, эксперимент, систематизация и классификация, интуитивное предвидение и гипотеза, аналогия, экстраполяция и моделирование. Прогноз обычно заканчивается определением его достоверности (верификацией). Следует отметить, что интродукционное прогнозирование можно рассматривать в двух аспектах. Первый касается проблемы предварительного анализа сведений о растениях в местах их естественного обитания, т. е. строится прогноз еще не осуществленного события. Второй аспект предполагает прогнозирование свершившегося события, т. е. развития интродуцента на дальнейших его этапах.

Интродукционное прогнозирование как составная часть прогностики подчиняется основным ее общим понятиям и обладает специфическими особенностями, связанными с изучением живых организмов. В этапе предварительного анализа выявляются особенности природы интродуцента, его требования к экологическим условиям, а отсюда – пути и методы его интродукции.

По мнению А.М.Гродзинского [6], фундаментальное содержание интродукции составляют два методологических подхода: прогнозирование успешности выращивания интродуцента и моделирование искусственных сообществ с участием интродуцентов и аборигенов. Научное прогнозирование не только гарантирует большой успех интродукционной работы, но также исключает необходимость множества безнадёжных попыток, так или иначе связанных со значительным расходом моральных и материальных ресурсов.

Интродукционное прогнозирование, как и любое другое, базируется на следующей информации о будущем:

1) условное продолжение в будущее тенденций, закономерностей, которые выявля-

ны в прошлом и хорошо известны в настоящем;

2) построение модели будущего состояния явления или системы на основе вскрытых закономерностей и имеющихся данных;

3) оценка будущего состояния прогнозируемого события на основе опыта, аналогии с известными явлениями и процессами.

Перечисленные три источника информации определяют и три основных способа прогнозирования: экстраполирование и интерполирование; моделирование; экспертные оценки.

Все известные методы интродукционного прогнозирования вполне укладываются в приведенную схему.

Одна из важнейших задач интродукции растений на данном этапе – разработка новых достаточно надежных методов прогноза. Не существует прямых методов, гарантирующих успешность интродукции. Прогноз выполняется по косвенным данным, к которым можно отнести учет почвенно-климатических, эколого-исторических и флористических особенностей как природного ареала, так и района интродукции. Важно выявить те закономерности, которым подчиняются растения при их переселении. По сути, все основные методы интродукции растений в чистом или модифицированном виде используются с целью прогнозирования, но на практике это происходит чрезвычайно редко, обычно только после завершения первых этапов интродукции дается теоретическое обоснование отбора интродуцентов. В таком случае интродукционный прогноз теряет смысл.

Вместе с тем в настоящее время сложились исключительно благоприятные условия для разработки методов интродукционного прогноза. Накоплен огромный экспериментальный материал, сделаны серьезные попытки интерпретации эксперимента. Все это благоприятствует проведению широких методических обобщений, их недостаточный объем на данном этапе можно объяснить недооценкой ботанико-географических исследований, игнорированием важности предварительного анализа интродуцентов, от-



существованием комплексных системных методологических подходов.

Для систематизации изложения методов интродукционного прогнозирования удобно рассмотреть их в соответствии с предложенной схемой.

**Методы экстраполяции.** К ним можно отнести большую и разнообразную группу приемов исследования, с помощью которых возможно осуществлять прогноз результатов интродукции для районов, находящихся за пределами естественных местообитаний растений. В эту группу входят все основные методы интродукции растений. Наиболее часто в прогностическом аспекте используются метод климатических аналогов, флорогенетический анализ и эколого-исторический метод. Следует оговорить, что в каждом конкретном случае допускается достаточно вольная их трактовка. Речь идет скорее не о методах, а о подходах и приемах прогнозирования. Существует большое количество их модификаций. Многие из них имеют недостатки; например, при использовании концепции климатической аналогии разные авторы отдают предпочтение разным показателям, что приводит к неоднозначным оценкам. Часто первостепенное значение приобретают субъективные факторы. Избежать этого можно путем учета их количества. Однако возникают чисто технические сложности (как и при выделении активных действующих доминирующих факторов). В данном случае следует применить математические методы и вычислительную технику (многофакторный эксперимент, регрессионный анализ, математическое моделирование). Подобное замечание относится и к другим упомянутым выше методам интродукции, используемым с целью прогнозирования интродукционной способности растений.

В группу экстраполяционных методов можно включить и методы, не попадающие в категорию методов интродукции растений, но представляющие несомненный интерес. Примером этому служит теория выносливости (толерантности) растений Д.Гуда [11]. Особое место среди методов экстраполяции занимают нетрадиционные подходы и

приемы исследования. В силу своей специфичности они не получили широкого распространения в среде ботаников-интродукторов, но заслуживают признания. Это прежде всего физиолого-биохимические и генетические предпосылки интродукции; нестандартные методические предложения содержатся в работах по интродукционному прогнозированию применительно к растениям закрытого грунта.

**Интерполяционные методы.** На базе использования экстраполяционных методов прогнозирования возникла целая сеть центров интродукции растений. Она создает прекрасную основу для развития и применения в целях интродукционного прогноза группы интерполяционных методов.

Принципиальное различие интерполяционных и экстраполяционных методов состоит в том, что в первом случае прогноз результатов интродукции осуществляется для экологических ситуаций, промежуточных с теми, которые уже были охвачены ранее созданными интродукционными пунктами. Прогнозирование при этом должно базироваться на материалах уже известных центров интродукции. Непременное условие использования интерполяционных методов – развитая и достаточно густая сеть таких центров, наличие в них многолетних эмпирических данных об испытаниях большого количества видов растений и определенный уровень знаний об экологическом разнообразии регионов. Хороший пример использования интерполяционных методов прогнозирования результатов интродукции древесных растений имеется в Казахстане [8].

Эффективное прогнозирование на основе методов интерполяции возможно лишь в случае координирования всех центров интродукции растений. Эта роль, вероятно, должна принадлежать Советам ботанических садов определенных регионов.

**Метод математического моделирования.** Выделяя основные этапы развития теории интродукции растений, Н.А.Базилевская и А.М.Мауринь [1] именуют последний из них, шестой, начавшийся в 1960-х годах, этапом моделирования и автоматизации исследований. И это не случайно. В силу об-



шей закономерности развития наук происходит неизбежная смена описательного (идиографического) периода ее становления номографическим, когда обобщаются факты и формируются теоретические положения. В этом периоде наиболее важное значение приобретают логика и затем, как ее следствие, математика, которую можно рассматривать как формализованное выражение логики.

Математическое моделирование в биологии коренным образом отличается от такового в «точных» науках. Биология чрезвычайно неудобна для построения разного рода моделей, но в ряде случаев моделирование представляет собой единственный метод исследования природных систем. Математическое моделирование чаще всего используется для ответа на вопрос: «Что будет, если...?» В области интродукции растений приведенный вопрос можно сформулировать так: «Что будет, если объект исследования (как правило, популяция конкретного вида) интродуцировать в необходимые нам районы его выращивания». При этом подразумевается достаточное наличие исходных данных (экологические особенности очага и районов интродукции и основные биологические особенности кандидатов в интродуценты). Прогностическая сущность данного вопроса и его ориентация на будущее сомнений не вызывают.

Общие положения использования методов математического моделирования достаточно хорошо известны. Отметим, что для моделирования отдаленных последствий каких-либо явлений или процессов необходима общая теоретическая основа. В области интродукции растений ею может быть теория оптимума [7], главные принципы которой нуждаются в строгой формализации.

**Метод экспертных оценок.** В классическом и наиболее простом понимании представляет собой ответы нескольких специалистов на вопросы анкеты (метод «Делфи»). В этом общепринятом понимании метод экспертных оценок не приемлем для целей интродукционного прогнозирования. Вероятно, он может быть использован не для прогнозирования реакции растений на но-

вые условия, а для выбора наиболее приемлемого метода достижения этой цели. И в самом деле, из всего многообразия существующих методов прогноза весьма затруднительно выбрать наиболее эффективный для данных объектов и условий проведения эксперимента. В каждом конкретном случае нужен свой методический подход или определенная группа методов прогноза. Для этого нужна их экспертная оценка, т. е. анализ с целью выбора наиболее оптимального подхода в конкретных условиях.

Нами перечислены основные способы прогнозирования. Для каждого из них можно искать наиболее эффективные методологические подходы. Приведенная выше схема помогает систематизировать и эффективно использовать все многообразие существующих методов оценки последствий интродукционного эксперимента. Вместе с тем существует еще одна группа методов, которую можно искусственно выделить и которая не вписывается в принятую нами схему способов прогнозирования, ибо представляет собой универсальный методический подход.

**Количественные методы интродукционного прогноза.** На современном этапе в области интродукционного прогнозирования доминирует качественная сторона процесса. Не отрицая всей положительной стороны описательных методов интродукции, нельзя не отметить необходимость формализации многих явлений. В самом термине «прогноз» заложена количественная характеристика, и основное требование к нему – достоверность – является предметом математической статистики. Основные сведения, на которых базируется прогноз, могут быть настолько многозначны, что их учет может быть затруднительным. Искусственное уменьшение количества сведений приведет к снижению достоверности прогноза. Выход можно найти в использовании специальных математических методов учета совокупности множества факторов. Кроме того, только количественные данные поддаются сравнению. Таким образом, поиск и разработка количественных методов интродукционного прогноза представляют собой актуальную



задачу. Она решалась нами в рамках интродукционного эксперимента по переселению в Украину (рассмотрены отдельные ботанико-географические районы) видов рода *Allium* L. Западного Тянь-Шаня. Основу предлагаемых методических приемов составляют два широко используемых в ботанике способа познания: эколого-географический и флористический анализы.

**Эколого-географические предпосылки интродукции растений.** В качестве методической основы экологического анализа предлагается использовать давно вошедший в практику ботанических и зоологических исследований таксономический анализ, разработанный Е.С.Смирновым [10]. В нашей интерпретации [2, 3] этот биометрический метод развит в экологическом направлении. При его использовании не по прямому назначению, т. е. не в целях систематики, в качестве признаков объектов исследования предложено брать их экологические характеристики, а экологическую амплитуду определять на основании их учета в соответствии с алгоритмами метода. По широте экологической амплитуды можно судить об интродукционной возможности растений. Между этими понятиями существует прямая зависимость. Метод автоматизирован, имеет программное обеспечение с необходимыми сервисными функциями, его трансляция на персональных компьютерах устраняет субъективизм в исследованиях, а также значительно упрощает и ускоряет процедуру определения интродукционной способности растений.

**Флористические предпосылки интродукции растений.** Сравнение видового состава различных флор с целью определения степени их сходства или различия является основанием для прогнозирования интродукционной способности растений. Это утверждение подтверждается на практике и не требует доказательств. Использование количественных флористических методов позволяет эффективно решать задачи интродукционного прогноза. Однако все алгоритмы сравнительной флористики (коэффициенты Жаккара, Серенсена – Чекановского, Экмана, Стургена – Радулеску; показатели

Престона, Василевича и их модификации) имеют один общий недостаток. Их применение предполагает учитывать принципы приблизительного равенства территорий (иначе теряется биологический смысл сопоставления флор). Для разновеликих в видовом отношении флор нивелируется такой важный показатель, как количество специфичных для каждой флоры видов. По нашему мнению, наиболее объективно оценивают степень сходства флор по видовому составу меры включения, предложенные Б.И.Семкиным и Т.А.Комаровой [9]. В данном случае отношения между флорами описываются двумя мерами включения.

Преимущество этих показателей и возможность их использования в интродукционной работе отмечены нами [4, 5] при сравнении разновеликих флор Средней Азии (Копетдаг, Западный Памир, Заилийский Алатау, Зеравшанский хребет, Таласский Алатау) и Украины (Крым и Карпаты). Показаны достоинства метода (его объективность и графическое воплощение) при поиске наиболее перспективных природных очагов и районов интродукции.

На сегодня многие методологические вопросы даже в общей прогностике находятся на стадии становления, поэтому трудно ожидать от интродукционного прогнозирования на данном этапе окончательного решения возникающих проблем. Интродукционный прогноз как самостоятельное научное направление или раздел интродукции растений еще окончательно не сформировался и находится на пути к этой неизбежности. Приблизить ее на базе критического анализа, обобщения и развития отдельных теоретических и методологических положений прогнозирования – основная задача данного этапа развития интродукции растений как науки.

1. *Базилевская Н. А., Мауринь А. М.* Интродукция растений. Теории и практические приемы. – Рига: Изд-во Латв. ун-та, 1984. – 91 с.
2. *Булах П. Е.* Экологические предпосылки интродукции растений // Интродукция и акклиматизация растений. – 1989. – Вып. 11. – С. 24–25.
3. *Булах П. Е.* Луки природной флоры Средней Азии и их культура в Украине. – Киев: Наук. думка, 1994. – 124 с.



4. Булах П. Е. Использование методов сравнительной флористики в интродукционном прогнозе // Интродукция и акклиматизация растений. – 1994. – Вып. 21. – С. 13–15.
5. Булах П. Е., Казанская Н. А. Использование мер включения в интродукционном прогнозе // Там же. – 1994. – Вып. 19. – С. 7–9.
6. Гродзинский А. М. Некоторые методологические вопросы интродукции растений // Там же. – 1984. – Вып. 2. – С. 3–5.
7. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений. – М.: Наука, 1983. – 269 с.
8. Проскуряков М. А., Рубаник В. Г. Опыт и перспективы прогнозирования результатов интродукции древесных растений в Казахстане // Бюл. Главн. ботан. сада. – 1986. – Вып. 140. – С. 55–58.
9. Семкин Б. И., Комарова Т. А. Анализ фитоценологических описаний с использованием мер включения // Ботан. журн. – 1977. – 62, № 1. – С. 54–63.
10. Смирнов Е. С. Таксономический анализ. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 188 с.
11. Good D. O. A theory of plant geography // The new phytologist. – 1931. – 30, N 5. – P. 99–108.

Поступила 11.06.99

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ  
ІНТРОДУКЦІЙНОГО ПРОГНОЗУ

П. Є. Булах

Національний ботанічний сад  
ім. М. М. Гришка НАН України, Київ

Інтродукційний прогноз розглядається як самостійний науковий напрям. Наведено схему способів прогнозування та їх характеристику. Запропоновано нові підходи до визначення інтродукційної здатності рослин.

METHODOLOGICAL ASPECTS  
OF PROGNOSTICATION OF PLANT INTRODUCTION

P. E. Bulakh

M. M. Grishko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Prognostication of plant introduction is studied as a separate scientific trend. Methods of prediction and their characteristics are given. New approaches to determination of the plants ability to introduction are suggested.