

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИНТРОДУКЦИИ
СРЕДНЕАЗИАТСКИХ ВИДОВ РОДА ALLIUM
И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ УЧЕТА**

П.С. Булах

Центральный ботанический сад им. М.М.Гришка НАН Украины, м. Київ

**ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ІНТРОДУКЦІЇ СЕРЕДНЬОАЗІАТСЬКИХ ВИДІВ
РОДУ ALLIUM ТА КІЛЬКІСНІ ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ОБЛІКУ**

Підкреслено значення інтродукційного прогнозування. Розглядається екологічний метод відбору перспективних середньоазіатських видів роду «цибуля». В його основу покладено таксономічний аналіз систематичних категорій, що розроблені Є.С. Смирновим. Основні положення методу перероблені та автоматизовані відповідно до задач інтродукційного прогнозування. Результатом роботи є розподіл видів на дві групи. Для представників однієї з них характерні широка екологічна амплітуда та високі пристосувальні можливості. Види другої групи більш консервативні та менш перспективні для інтродукційної роботи.

Ключові слова: екологія, інтродукційний прогноз, Середня Азія, рід Allium.

P.E. Bulach

N.N. Gryshko Central Botanical Garden National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

**ECOLOGICAL PRECONDITIONS TO INTRODUCTION OF CENTRAL ASIAN SPECIES
FROM GENUS ALLIUM L. AND QUANTITATIVE PECULIARITIES
OF THEIR REGISTRATION**

Attention was given to importance of introductive prognostication. Ecological method for selection of perspective species of Central Asian onions was examined. The base of the method was taxonomic analysis of systematic categories, developed by E.S. Smirnov. The principal parts of the method were automatized and adapted to the problem of introductive prognostication. The result of the work is division of species into two groups. One group is characterized by wide ecological amplitude and high adaptability. Species of the second group are more conservative and less perspective for introduction.

Key words: ecology, introductive prognostication, Middle Asia, genus Allium.

Одним из важнейших разделов интродукции растений является интродукционный прогноз, необходимый для построения всей системы планирования действий человека по переселению растений. Только целенаправленный, научно обоснованный, поэтапно расписанный и предсказуемый интродукционный процесс может принести максимальный результат. Следует отметить, что интродукционное прогнозирование можно рассматривать в двух аспектах. Первый касается проблемы предварительного анализа растений в местах их естественного обитания. Строится прогноз еще не осуществленного события. Второй рассматривается в районе интродукции и предполагает прогнозирование развития интродуцента на дальнейших его этапах. Рассмотрим только первый аспект проблемы, где речь идет о прогнозе с целью отбора флористического материала. Осуществляется он при планировании и в результате экспедиционных работ. От его надежности зависит эффективность всего интродукционного процесса. Существует большое разнообразие методологических подходов изучения предпосылок интродукции растений. Одним из наиболее важных из них следует признать экологический метод отбора перспективных интродуцентов, позволяющий оценить приспособительные возможности растений. Он предполагает изучение амплитуды современных требований растений к среде и специфики условий их развития. Чем больше экологическая амплитуда вида, тем больше вероятность его успешного переселения. Эта методическая предпосылка очень распространена в работах в области прогнозирования успешности интродукции растений и в целом справедлива, но степень вероятности прогноза зависит от того, каким путем добывается нужная информация, и от множества других «побочных» причин, лежащих вне сферы действия экологических факторов.

Под понятием «экологическая амплитуда» мы понимаем возможность видов занимать вполне определенные местообитания, и их географическое распространение: «...размеры ареалов различных видов растений обусловлены в первую очередь связями соответствующих растений с определенными условиями существования» (Толмачев, 1962).

Таким образом, речь идет об эколого-географическом анализе распределения видов, который помогает судить о перспективах их интродукции.

Основные сведения, на которых базируется прогноз, могут быть настолько многогранны, что их учет будет слишком затруднителен. Искусственное их уменьшение приведет к снижению достоверности прогноза. Выход можно найти в использовании математических методов учета совокупности множества факторов. Кроме того, только количественные данные поддаются сравнению. Поиск и разработка точных методов интродукционного прогноза проводились в рамках интродукционного эксперимента по переселению среднеазиатских видов рода *Allium* в различные ботанико-географические районы Украины.

Род *Allium* представляет большой интерес как в теоретическом, так и в практическом плане. Крупный полиморфный род до сих пор не нашел своего окончательного положения в филогенетической системе. В народном хозяйстве применение находит лишь незначительная часть видов. Это в основном лук репчатый, порей, шалот и батун. Однако опыт использования дикорастущих видов и многочисленные литературные источники свидетельствуют о несомненной пользе привлечения в культуру этой интересной группы растений. Многие виды природной флоры имеют пищевое, лекарственное и декоративное значение. Эти дикие сородичи культурных растений представляют интерес для селекции. Некоторые эндемичные, редкие и исчезающие виды нуждаются в охране. Эту тему отражают многочисленные научные публикации, среди которых особое место занимают монографические обзоры представителей рода (Байтулин, Рахимбаев, Каменецкая, 1986; Корневищные луки..., 1992; Булах, 1994).

Цель работы состояла в определении возможностей переселения в Украину луков Западного Тянь-Шаня и в разработке методических принципов количественного подхода к интродукционному прогнозированию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа является результатом исследований, проведенных во время экспедиционных поездок в отдельные районы Западного Тянь-Шаня. Результаты обработаны и проверены в ходе прямого интродукционного эксперимента в Центральном ботаническом саду НАН Украины (г. Киев). В интродукционное испытание включались виды рода «лук», имеющие пищевое значение, представляющие интерес как лекарственные растения и отличающиеся высокими декоративными качествами.

Приводим список видов рода «лук» с указанием их порядкового номера :

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. <i>A. barszewskii</i> Lipsky. | 9. <i>A. longiradiatum</i> (Regel) Vved. |
| 2. <i>A. caesium</i> Schrenk. | 10. <i>A. oreophilum</i> C.A. Mey. |
| 3. <i>A. caeruleum</i> Pall. | 11. <i>A. carolinianum</i> DC. |
| 4. <i>A. drobovii</i> Vved. | 12. <i>A. pskemense</i> B. Fedtsch. |
| 5. <i>A. fetisowii</i> Regel. | 13. <i>A. schoenoprasoides</i> Regel. |
| 6. <i>A. hymenorhizum</i> Ledeb. | 14. <i>A. sewerzowii</i> Regel. |
| 7. <i>A. inconspicuum</i> Vved. | 15. <i>A. talassicum</i> Regel. |
| 8. <i>A. karataviense</i> Regel. | 16. <i>A. verticillatum</i> Regel. |

В качестве методической основы проводимого анализа использован прочно вошедший в практику как зоологических, так и ботанических исследований (Шмидт, 1962, 1979; Осетров, 1969; Шретер, Осетров, 1980; Булах, 1994) метод строгого анализа систематических категорий, разработанный Е.С. Смирновым (1960, 1969). Метод, относящийся к разряду биометрических, нашел свое дальнейшее развитие в экологическом направлении и в зоологии был применен В.Е. Пичка (1965) при определении экологической амплитуды пауков Центральной Лесостепи. Нами показана возможность использования его модифицированного варианта при прогнозировании интродукционной способности растений (Булах, 1989, 1994).

Анализ метода Е.С. Смирнова (изначально созданного для целей систематики и получившего название «таксономический анализ») представлен в работах В.М. Шмидта (1979) и Г.Н. Зайцева (1984), математическое обоснование его можно найти у П.В. Тамарина (1971). При использовании метода не по прямому назначению в качестве признаков, характеризующих наши объекты, возьмем их экологические характеристики, а экологи-

ческую амплитуду видов определим на основании их учета. В соответствии с технологией метода признаки кодируются и обрабатываются по алгоритмам таксономического анализа. Результаты попарного сравнения видов по экологическим признакам получают в виде матрицы таксономических отношений. Их положительные значения свидетельствуют о сходстве сравниваемых видов по рассматриваемым признакам, отрицательные – о различии, абсолютная величина – о степени сходства или различия. Исходя из этих положений, путем анализа полученной матрицы достигается деление видов на две группы: виды с широкой и узкой экологической амплитудами. Представители первой группы характеризуются приспособленностью ко многим экологическим факторам, вероятность их успешного переселения выше. Виды второй группы имеют для интродукции ограниченное значение.

Основная особенность метода Е.С. Смирнова заключается в использовании принципа неравноценности признаков в систематике, в отличие от принципа их равноценности или адансоновского принципа. Признаки «взвешиваются», редкий признак получает больший вес, чем более распространенный. Предложенные автором алгоритмы подогнаны нами в соответствии со специфическим его использованием. Другие дополнения к методу, внесенные нами, связаны с его автоматизацией. Описанный выше методический подход легко осуществить лишь при условии, что в исследование включено небольшое количество видов, которые сравниваются по незначительному набору признаков. В противном случае достижение поставленной цели невозможно или представляет собой трудоемкий процесс, что ограничивает возможность метода. Использование вычислительной техники в данном случае помогает ликвидировать ограничения, повысить производительность метода и избежать возможных ошибок при расчетах по алгоритмам Е.С. Смирнова. Нами составлена универсальная программа вычислений матрицы таксономических отношений (программа «ТАКСОН») с последующим ее автоматическим анализом (программа «БИОТИП»).

Программа типа «ТАКСОН» ранее была реализована на ЭВМ второго поколения (Шретер, Осетров, 1980). В нашем варианте программы предусмотрена автоматическая проверка результатов вычисления таксономических отношений, аварийная остановка и преобразование матрицы таксономических отношений в матрицу расстояний, что необходимо для графической интерпретации результатов расчета (построение дендрита). Для вычисления таксономических отношений использована формула А.А. Дюльдина (1973), представляющая собой запись таксономического анализа в терминах булевых функций и удобная для программирования на ЭВМ. Программа «БИОТИП» предназначена для анализа матрицы таксономических отношений. В ее основу положен предложенный Е.С. Смирновым метод выделения «ядер» (Смирнов, Федосеева, 1967). Алгоритм выделения ядер легко реализуется программно. Предлагаемые программы написаны на языке БЕЙСИК (удобен для создания собственных программ классификации объектов по набору признаков и обеспечивает доступ ко всем возможностям персонального компьютера – графика, связь с внешними устройствами, манипулирование содержимым экрана) и пригодны для трансляции на персональных компьютерах разных модификаций.

Эколого-географические признаки, положенные в основу деления видов на две группы, учитывались после изучения соответствующих литературных источников (Кульгасова, 1952; Балашова и др., 1960; Коровин, 1962; Кармышева, 1973), а также уточнялись в ходе экспедиционных исследований и при анализе гербарных этикеток. Все используемые 35 признаков можно сгруппировать таким образом, чтобы данная группа признаков представляла определенное свойство. Опишем свойства и соответствующие признаки, а также для удобства дальнейшего пользования обозначим свойства буквами, а признаки – арабскими цифрами.

А. Распределение видов по отдельным регионам. Средняя Азия (номер не присваивается, так как все рассматриваемые виды относятся к этому региону и смысл признака теряется), Кавказ (1), Европейская часть (2), Западная Сибирь (3), Джунгария (4), Кашгария (5), Иран (6).

В. Распределение видов по высотным поясам: пустыни (7), предгорья (8), нижний пояс гор (9), средний пояс гор (10), высокогорья (11).

С. Присутствие видов в конкретных местообитаниях: трещины скал (12), каменистые склоны (13), щебнистые склоны (14), мелкоземистые склоны (15), выходы пестроцветных пород (16), подвижные известняковые осыпи (17), луга (18), солонцы (19).

Д. Распределение видов по ботанико-географическим провинциям Средней Азии и Южного Казахстана: Туранская пустынная (20), Центрально-Казахстанская пустынная (21), Южно-Туркестанская горная (22), Джунгаро-Тяньшанская горная (23) и Центрально-Тяньшанская высокогорная (24). Фитогеографическое районирование проведено Е.П. Коровиным (1962) на основании сходства и различия во флоре и растительности определенных частей Средней Азии. В учет принималась значительная сложность исторических событий, которая по-разному сказалась на формировании растительности в отдельных частях равнин и гор Средней Азии.

Е. Распределение видов по климатическим районам Средней Азии: Кызылкумы (25), Северные Каракумы (26), Верхне-Амударьинский район (27), Ташкентско-Голодно-степский район (28), Северо-Тяньшанский район (29), Западный Памир (30), Восточный Памир (31), Южный окраинный Тянь-Шань (32), Южный Тянь-Шань (33), Западный Тянь-Шань (34) и Центральный Тянь-Шань (35).

В основе деления территории на климатические районы лежат такие характеристики, как режим увлажнения, особенности циркуляции атмосферы, другие физико-географические факторы, а также история формирования рельефа (Балашова и др., 1960).

Эколого-географические сведения о каждом подопытном виде можно было бы дополнить и другими факторами и это не сказалось бы на качестве и скорости решения задачи, а только повысило бы достоверность конечного результата благодаря автоматизации вычислений. Однако мы преследуем и чисто методическую цель, связанную с проверкой автоматизированной системы. Поэтому возникает необходимость сравнения результатов расчетов, полученных «вручную» (по алгоритмам Е.С. Смирнова) и с помощью предложенной системы автоматизации вычислений. Напомним, что алгоритмы Е.С. Смирнова (даже в их модифицированном виде) не предполагают возможности сравнения большого числа видов по значительному количеству признаков.

В соответствии с методикой закодируем вышеперечисленные признаки. В матрицу признаков запишем «единицы» или «нули» в зависимости от того, присутствует или отсутствует данный признак у данного вида. Код признаков выбран в связи с использованием вычислительных машин по предлагаемым программам. Их использование значительно ускоряет получение результатов и избавляет от механических ошибок в расчетах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительный визуальный анализ матрицы признаков исследуемых видов (табл. 1) позволяет делать некоторые ориентировочные выводы об экологической амплитуде луков Западного Тянь-Шаня. Например, виды под номерами 2 и 3 (соответственно *A. caesium* и *A. caeruleum*) отличаются большим количеством «единиц» (признак присутствует) и, следовательно, их экологический диапазон весьма широк. Однако в данном случае отсутствует количественная характеристика этого показателя и не принимается в учет частота встречаемости признаков (по Смирнову, редкие признаки «вешают» больше). Легко заметить, что наряду с часто встречающимися признаками (10, 22, 23, 34) существуют и редкие. Условимся такими называть те признаки, которыми обладают менее 50 % видов (1-9, 11, 12, 14-21, 24-26, 28, 33). Признаки 13, 27, 29, 30 и 35 нельзя отнести ни к той, ни к другой категории. Ими обладают восемь видов – половина объектов нашего исследования, что усложняет визуальную оценку матрицы признаков.

Отмеченные недостатки легко устраняются с помощью вычислительных операций. Соответствующие определенным видам закодированные признаки обрабатываются на ЭВМ (программа ТАКСОН) в соответствии с алгоритмами метода. Результат попарного сравнения видов по экологическим признакам получен в виде матрицы таксономических отношений (табл. 2). Цифры, расположенные по краям таблицы, означают порядковые номера сравниваемых видов.

Положительные значения таксономических отношений свидетельствуют о сходстве сравниваемых видов по эколого-географическим признакам, отрицательные – о различии, абсолютная величина – о степени сходства или различия. Использование

Матрица экологических признаков видов рода «Лук» Западного Тянь-Шаня

Виды	Признаки																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

методических положений Е.С. Смирнова в нашей интерпретации (автоматизированный анализ матрицы таксономических отношений – программа БИОТИП) приводит к разделению видов на две группы: виды с широкой и виды с узкой экологической амплитудой.

Параллельно осуществлялась проверка двух наших программ по традиционным алгоритмам метода. Этот трудоемкий этап операционных действий приводит к аналогичному результату. Получены две довольно четкие группы видов:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 2. <i>A. caesium</i> . | 1. <i>A. barszewskii</i> . |
| 3. <i>A. caeruleum</i> . | 4. <i>A. drobovii</i> . |
| 5. <i>A. fetisowii</i> . | 7. <i>A. inconspicuum</i> . |
| 6. <i>A. hymenorhizum</i> . | 8. <i>A. karataviense</i> . |
| 10. <i>A. oreophilum</i> . | 9. <i>A. longiradiatum</i> . |
| 11. <i>A. carolinianum</i> . | 12. <i>A. pskemense</i> . |
| 13. <i>A. schoenoprasoides</i> . | 14. <i>A. sewerzowii</i> . |
| 15. <i>A. talassicum</i> . | 16. <i>A. verticillatum</i> . |

Для представителей первой группы характерна приспособленность ко многим эколого-географическим факторам. Это виды с широкой экологической амплитудой. Вероятность их успешного переселения выше.

Таблица 2

Матрица таксономических отношений видов рода «лук» Западного Тянь-Шаня

Виды	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,54															
2	-0,46	2,11														
3	-0,58	1,38	3,10													
4	0,11	-0,52	-0,65	0,55												
5	-0,02	-0,20	-0,06	-0,10	0,73											
6	-0,13	-0,01	-0,13	-0,21	0,25	1,31										
7	0,10	-0,53	-0,53	0,30	-0,11	-0,34	0,80									
8	-0,04	-0,21	-0,21	0,06	-0,01	-0,23	0,04	0,98								
9	0,05	-0,46	-0,46	0,25	-0,16	-0,39	0,75	0,11	0,31							
10	0,05	-0,13	-0,25	-0,13	-0,04	0,08	-0,26	-0,17	-0,31	0,99						
11	0,01	0,13	0,01	-0,18	-0,09	0,03	-0,31	-0,21	0,36	0,46	0,72					
12	0,11	-0,52	-0,53	0,28	-0,09	-0,20	0,15	0,02	0,22	-0,25	-0,30	0,89				
13	-0,14	-0,02	-0,14	-0,09	-0,01	0,38	-0,23	-0,36	-0,28	0,31	0,57	-0,21	0,92			
14	0,16	-0,36	-0,49	0,21	0,07	-0,15	0,19	0,06	0,26	-0,32	-0,37	0,33	-0,29	0,49		
15	0,09	-0,21	-0,21	0,02	-0,12	0,01	-0,11	-0,01	-0,16	0,19	0,14	0,03	-0,01	-0,05	0,46	
16	0,14	-0,01	-0,25	0,08	-0,05	-0,28	0,08	0,17	0,14	-0,22	-0,26	0,08	-0,41	0,24	-0,07	0,60

Вторая группа видов характеризуется узкой экологической амплитудой. Их приспособительные возможности ограничены. Для интродуктора эти виды представляют меньший интерес.

Установленные группы не совсем однородны. Например, виды 2 и 3 первой группы (*A. caesium* и *A. caeruleum*) даже по сравнению с остальными видами этой же группы отличаются повышенными интродукционными возможностями. Экологическая амплитуда этих видов значительно шире. Виды 15 (*A. talassicum* – первая группа) и 1 (*A. barszewskii* – вторая группа), строго говоря, составляют промежуточную группу. Виды 7 и 9 второй группы (*A. inconspicuum* и *A. longi-radiatum*) отличаются наибольшим экологическим консерватизмом; их характеризует малое число признаков, многие из которых являются редкими.

Хорошим дополнением к эколого-географическому анализу может явиться эколого-фитоценотическая характеристика видов. Эти данные, собранные в ходе экспедиционных исследований, помогут в условиях культуры создать необходимые условия, соответствующие потребности растений. Особое значение такая задача приобретает в ботанических садах, где экспозиции представлены в виде искусственных фитоценозов, построенных по принципу их природных эталонов. Например, ассортимент растений для экспозиций с включением западно-тяньшанских луков мы подбирали путем их фитоценотического изучения, а проектировали участки – с учетом возможности видов произрастать в тех или иных условиях. На эти моменты необходимо обращать внимание при

изучении растений в природе. Особенно это касается видов с узкой экологической амплитудой, приспособительные возможности которых ограничены. Создание в культуре специальных эколого-фитоценологических условий способствует их успешному переселению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение возможностей переселения в Украину среднеазиатских видов рода *Allium* проведено на базе экологического исследования в местах их естественного произрастания. В качестве методической основы предлагается использование принципов таксономического анализа, разработанного Е.С. Смирновым (1960, 1969). Основные положения метода переработаны применительно к задачам интродукционного прогнозирования. Автоматизация исследований по разработанным программам обеспечивает целый ряд существенных преимуществ и значительно упрощает проведение расчетов.

Результатом работы явилось разделение видов рода «лук» на две группы. Представители одной из них характеризуются широкой экологической амплитудой и высокими приспособительными возможностями. Виды второй группы более консервативны и менее перспективны для интродукционной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Байтулин И.О., Рахимбаев И.Р., Каменецкая И.И. Интродукция и морфогенез дикорастущих луков Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 156 с.
- Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. Климатическое описание республик Средней Азии. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1960. – 242 с.
- Булах П.Е. Экологические предпосылки интродукции растений // Интродукция и акклиматизация растений. – 1989. – Вып. 11. – С. 24-25.
- Булах П.Е. Луки природной флоры Средней Азии и их культура в Украине. – К.: Наук. думка, 1994. – 124 с.
- Дюльдин А.А. Булевы функции в таксономическом анализе Е.С. Смирнова // Журн. общ. биологии. – 1973. – Т. 34, № 5. – С. 745-751.
- Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
- Кармышева Н.К. Флора и растительность заповедника Аксу-Джабаглы. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 178 с.
- Корневищные луки Северной Азии: Биология, экология, интродукция / В.А. Черемушкина, Ю.М. Днепровский, В.П. Гранкина, В.П. Судобина. – Новосибирск: Наука, 1992.
- Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962. – 547 с.
- Культиасова Г.М. Луки в растительном покрове заповедника Аксу-Джабаглы // Бюл. ГБС АН СССР. – 1952. – Вып. 12. – С. 104-108.
- Осетров В. Д. О графической интерпретации метода таксономического анализа Е.С. Смирнова // Журн. общ. биологии. – 1969. – Т. 30, № 2. – С. 186-190.
- Пичка В.Е. Об экологии пауков Центрального лесостепья // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 4. – С. 527-535.
- Смирнов Е.С. Таксономический анализ рода // Журн. общ. биологии. – 1960. – Т. 21, № 2. – С. 89-103.
- Смирнов Е.С. Таксономический анализ. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1969. – 188 с.
- Смирнов Е.С., Федосеева Л.И. Таксономическая структура рода *Meromyza* Meig. // Журн. общ. биологии. – 1967. – Т. 28, № 5. – С. 604-611.
- Тамарин П.В. Анализ математических методов систематизации // Журн. общ. биологии. – 1971. – Т. 32, № 3. – С. 277-286.
- Толмачев А.И. Основы учения об ареалах. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1962. – С. 24.
- Шмидт В.М. О методе таксономического анализа Е.С. Смирнова и некоторых возможностях его применения в ботанике // Ботан. журн. – 1962. – Т. 47, № 11. – С. 1648-1654.
- Шмидт В.М. О двух важных направлениях развития отечественной биометрии // Журн. общ. биологии. – 1979. – Т. 40, № 3. – С. 219-228.
- Шретер А.И., Осетров В.Д. Таксономический метод отбора с помощью ЭВМ перспективных для медико-биологического и химического изучения лекарственных растений // Растит. ресурсы. – 1980. – Т. 16, № 1. – С. 151-156.

Надійшла до редколегії 10.01.02