

**БИОИНДИКАЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L.
(*ALLIACEAE*) В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ**

В.А. Чадаева

ГКУ ДО «Эколого-биологический центр» Министерства образования,
науки и по делам молодежи КБР
balkarochka0787@mail.ru

На примере дикорастущих видов рода *Allium* показано, что знание особенностей стратегий выживания растений может служить основой биомониторинга состояния экосистем. Индикаторами при этом могут быть виолентны и эксплеренты, чутко реагирующие на изменение условий, а также виды, обладающие комбинированной стратегией выживания и способные к смене стратегии при изменении условий среды. В статье также выявлена значительная роль дикорастущих луков со смешанной жизненной стратегией в поддержании устойчивости экосистем.

Ключевые слова: *Allium*, стратегия выживания, ценопопуляция, биомониторинг, устойчивость экосистем.

**BIOINDICATIVE SIGNIFICANCE AND THE ROLE OF *ALLIUM* L. SPECIES
(*ALLIACEAE*) IN MAINTAINING OF ECOSYSTEMS STABILITY**

V.A. Chadaeva

Republican children's ecological-biological centre of the Ministry of a science and education
of Kabardino-Balkarian

It is shown by an example of *Allium* wild species that investigation of peculiarities in survival strategy of plants can be act as a guide for biomonitoring of ecosystems state. In such a case indicator plants would be violents and explerents which are sensitive to environmental changes as well as species with combined survival strategy are capable of strategy exchanges under the environmental variation. The significant role of *Allium* wild species with combined survival strategy in support of sustainability of ecosystems was revealed in this work.

Keywords: *Allium*, survival strategy, cenopopulation, biomonitoring, sustainability of ecosystems.

На фоне практически повсеместного интенсивного воздействия человека на природные экосистемы актуальными остаются вопросы, связанные с оценкой их состояния и перспектив развития. Одним из таких вопросов является выбор наиболее точных, комплексных, интегральных показателей, которые могли бы объективно оценить состояние окружающей среды. На сегодняшний день общепризнанными являются преимущества биоиндикационных методов, позволяющих получить информацию о комплексном воздействии всех присутствующих факторов в их взаимосвязи и взаимовлиянии и не требующих дорогостоящего оборудования.

Одним из интенсивно развивающихся направлений биоиндикации является диагностика состояния экосистем по автотрофному компоненту (фитоиндикация), четко реагирующему на изменение условий среды и обеспечивающему жизнедеятельность других биотических компонентов. В то же время, конкретной точкой приложения антропогенного влияния на растительный покров является ценопопуляция, а поэтому одним из наиболее перспективных можно считать популяционный биомониторинг. При этом выбор ценопопуляций – ин-

дикаторов состояния экосистем целесообразно осуществлять на основе оценки их роли в фитоценозе, которая определяется стратегией выживания вида.

Так, на индикаторное значение ценопопуляций ключевых видов, слагающих растительный покров, обращали внимание еще авторы коллективных монографий Ценопопуляции... [1]. К.В. Дорошенко [2] также считает, что вид-индикатор должен занимать доминирующие позиции в фитоценозе. С другой стороны автор утверждает, что увеличение в составе сообществ зависимых популяций в результате ухудшения экологических условий для доминантов растительного покрова может свидетельствовать о тенденциях к смене целого сообщества. По мнению А. И. Кирика [3], в качестве объектов наблюдений при биомониторинге наряду с ценопопуляциями эдификаторов и соэдификаторов стоит использовать ценопопуляции ассектаторов, обычно наиболее быстро реагирующих на изменения в экосистеме и могущих служить индикаторами ее перехода в другое состояние.

Таким образом, считается, что устойчивость доминирующих в фитоценозе климаксового сообщества видов виолентов, являющихся ядром консорции, может обеспечить устойчивость всей экосистемы (длительное существование с сохранением видового состава). Данное утверждение наиболее применимо к лесным биогеоценозам с относительно устойчивым к внешним воздействиям флористическим ядром (фанерофиты) или травянистым экосистемам в неизменных условиях существования. В то же время при постоянно имеющих место различных флуктуациях условий среды, приводящих к появлению локусов с разреженным растительным покровом, а также при усилении антропогенного давления возрастает роль входящих в состав сообщества видов эксплерентов и пациентов. Увеличение плотности рудеральных видов и фитоценотических пациентов на более-менее свободных площадках препятствует заселению новых видов, а возрастание численности особей экологических пациентов при изменении режима антропогенного воздействия обеспечивает переживание экосистемой неблагоприятного периода с сохранением прежнего флористического состава. При более выраженных изменениях условий произрастания виды с эксплерентной или стресс-толерантной стратегией могут на некоторое время занять доминирующие позиции в фитоценозе, пока не ослабнет сила или не исчезнет внешнее воздействие, после чего распространение вновь получают прежде преобладавшие виды виоленты. Таким образом, в изменчивых условиях среды устойчивость травянистого сообщества и экосистемы в целом обеспечивается не столько устойчивостью доминирующего вида, сколько наличием в составе фитоценоза видов с разной жизненной стратегией.

При катастрофических нарушениях, массовом истреблении фитофагами могут оказаться малоэффективными механизмы устойчивости не только виолентов, но и пациентов, эксплерентов, слагающих данный фитоценоз, что может привести к их полной элиминации из состава сообщества, а, в конечном счете – к смене экосистемы.

С учетом вышесказанного, целью данного исследования стало выявление видов рода *Allium*, являющихся в силу особенностей жизненных стратегий явными биоиндикаторами состояния биогеоценозов, и выяснение роли дикорастущих луков в поддержании устойчивости экосистем.

Материал и методика

Исследования проводились нами в период с 2008 по 2015 гг. на территории Кабардино-Балкарской и Карачаево-Черкесской Республик, Республик Северной Осетии-Алании, Ингушетии и Дагестан. Обследованы 221 ценопопуляция (ЦП) 20 видов рода *Allium*: *A. albidum* Fisch. ex M. Bieb., *A. paniculatum* L., *A. rotundum* L., *A. saxatile* M. Bieb., *A. atroviolaceum* Boiss., *A. pseudoflavum* Vved., *A. globosum* M. Bieb. ex Redoute, *A. fuscoviolaceum* Fomin., *A. Victorialis* L., *A. inaequale* Janka, *A. szovitsii* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. erubescens* C. Koch, *A. kunthianum* Vved., *A. ursinum* L., *A. gunibicum* Miscz. ex Grossh., *A. affine* Ledeb., *A. moschatum* L., *A. sphaerocephalum* L., *A. ruprechtii* Boiss.

Типы эколого-фитоценотической стратегии (С – виоленты, S – пациенты и R – эксплоренты) выделяли в рамках концепции Раменского-Грайма [4, 5]. Кроме того, в соответствии с рекомендациями Т.А. Работнова [6], выделяли пациенты экологические, произрастающие в неблагоприятных условиях за счет экологической специализации, и фитоценотические, выживающие под прессом виолентов. При определении стратегии выживания учитывали комплекс организменных и популяционно-онтогенетических механизмов устойчивости видов в природе: адаптивные онтогенетические тактики, онтогенетические и репродуктивные стратегии, характер изменчивости возрастной, виталитетной, пространственной и биоморфологической структур, плотности и численности, жизненного состояния ценопопуляций, ритмов фенологического развития [7, 8, 9].

Результаты и их обсуждение

Из 20 изученных нами видов рода *Allium* четыре (*A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*) обладают CSR-стратегией выживания, четыре (*A. saxatile*, *A. gunibicum*, *A. affine*, *A. paniculatum*) – S-стратегии (экологическая и фитоценотическая компонента), остальные – виды с SR-стратегией, причем для *A. moschatum* и *A. ruprechtii* характерна только экотопическая, а для *A. kunthianum* и *A. atroviolaceum* – только фитоценотическая пациентность.

Исследования показали, что при оценке роли видов растений в поддержании устойчивости биогеоценозов, при биомониторинге состояния экосистем необходимо учитывать сложный характер жизненных стратегий видов. Например, *A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*, виды с комбинированной CSR-стратегией выживания, в богатых ресурсами ненарушенных фитоценозах за счет виолентной составляющей стратегии доминируют и содоминируют в травянистом ярусе. Повышение ростовых показателей, интенсификацию партикуляции, возрастание плотности особей в ценопопуляциях данных видов (соответственно до 210, 100, 45, 70 особ./м²) можно считать индикаторами ненарушенности соответствующих экосистем. Угнетение партикуляции *A. victorialis* (ЦП8, ЦП10) и *A. ursinum* (ЦП6, ЦП8, ЦП10, ЦП12, ЦП13, ЦП14), снижение размеров вегетативных органов, незначительная представленность проростков в возрастных спектрах (до 2–5%) и левосторонность виталитетных спектров, низкая плотность особей (10–15 и 5–10 особ./м² соответственно) (признаки экологической пациентности) являются явными показателями негативных изменений, протекающих в экосистеме в ответ на усиление антропогенного давления. В то же время при некритических внешних воздействиях стресс-толерантная компонента стратегии этих видов обеспечивает им сохранение в составе экосистемы, способствуя поддержанию ее устойчивости.

Исчезновение *A. victorialis* и *A. ursinum* из состава фитоценоза свидетельствует о дегрессивном состоянии экосистемы. Массовое возобновление *A. victorialis* семенным способом с активным захватом территории (R-компонента стратегии) может служить индикатором нарушения почвенного покрова и одновременно препятствует заселению на данную территорию новых видов.

Основным условием наиболее полной реализации ростовых и репродуктивных потенциалов *A. erubescens*, *A. rotundum* и *A. atroviolaceum*, видов с выраженной рудеральной составляющей жизненной стратегии, напротив, является повышенный уровень антропогенного давления. Резкое увеличение плотности особей данных видов (до 50, 90, 35 особ./м² соответственно) за счет семенного (песчано-каменистые склоны) или специализированного вегетативного (луговые фитоценозы) размножения в границах данного биогеоценоза или при заселении новых территорий является характерным признаком протекания в экосистемах деструктивных процессов. Высокая межвидовая конкуренция в ненарушенных луговых фитоценозах ограничивает рост, размножение и возобновление *A. erubescens* (ЦП1, ЦП3, ЦП8, ЦП10), *A. rotundum* (ЦП3, ЦП5, ЦП6, ЦП9, ЦП13) и *A. atroviolaceum* (ЦП1, ЦП4, ЦП8,

ЦП10), в связи с чем снижение параметров семенной продуктивности (рис. 1), доли ювенильных рамет в партикулах, левосторонность виталитетных спектров и относительно невысокую плотность особей (до 10 осб/м²) этих видов можно считать индикаторами устойчивости экосистем.

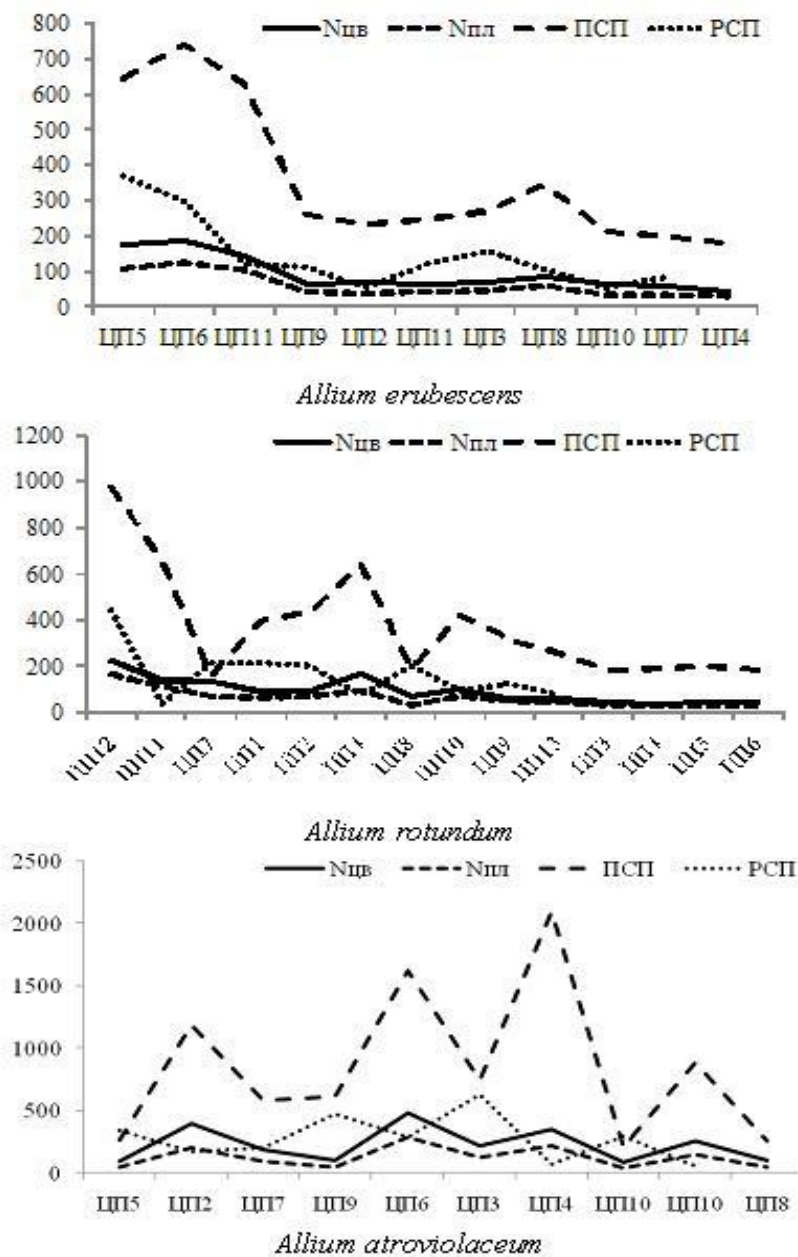


Рис. 1. Изменчивость показателей семенной продуктивности на эколого-ценотическом градиенте. Nцв и Nпл – число цветков и плодов на побеге, ПСП и РСП – потенциальная и реальная продуктивность семян.

Для *A. inaequale* на ненарушенных луговых склонах характерна активная партикуляция (фитоценотическая пациентность), при умеренном антропогенном воздействии в форме выпаса и вытаптывания – интенсивное семенное возобновление с активным захватом свободных участков (рудеральность), чрезмерное усиление антропогенного давления приводит к подавлению ростовых и репродуктивных процессов, резкому снижению плотности растений (1–2 осб/м²) (экологическая пациентность). *A. paniculatum* с выраженной пациентностью в ответ на усиление выпаса скота и вытаптывания значительно увеличивает плотность низкорослых особей семенного происхождения (до 45 осб/м²). При более выраженных нарушениях, приводящих к эрозии почвы (прокладка дорог, карьерные работы),

поддержание численности особей осуществляется в основном за счет интенсификации партикуляции, в целом не свойственной виду. Таким образом, тип возобновления и плотность особей *A. inaequale* и *A. paniculatum* могут служить индикаторами степени антропогенной нагрузки на экосистемы, а смешанный характер стратегии выживания данных видов способствует поддержанию устойчивости экосистем в нестабильных условиях существования.

A. pseudoflavum, на ненарушенных лугах (ЦП2 и ЦП8) проявляющий фитоценотическую пациентность (низкие ростовые и репродуктивные параметры (рис. 2), плотность особей 0.75–0.87 особ./м²), при снижении уровня задернованности почвы (ЦП1, ЦП3, ЦП6) активно захватывает освободившиеся площадки (до 20 особ./м²) за счет усиления семенного и вегетативного размножения (R-составляющая стратегии), являясь индикатором протекания в экосистеме эрозионных процессов.

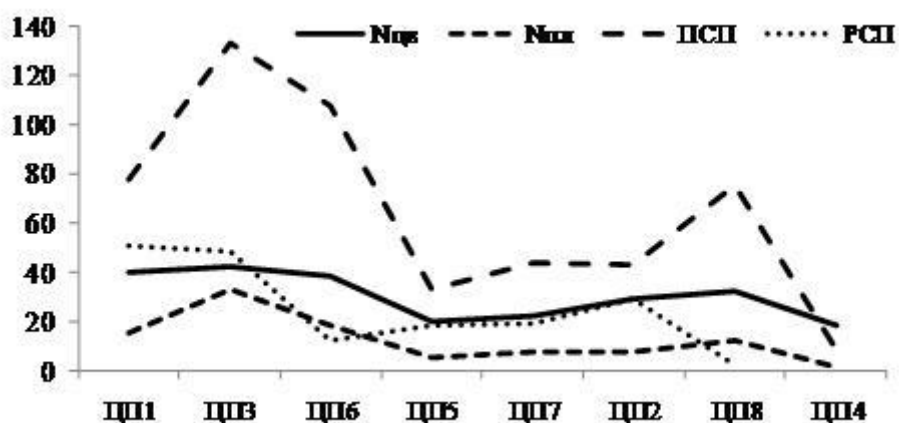


Рис. 2. Изменчивость показателей семенной продуктивности *A. pseudoflavum* на эколого-ценотическом градиенте (ЦП1-ЦП4). N_{цв} и N_{пл} – число цветков и плодов на побеге, ПСП и РСП – потенциальная и реальная продуктивность семян.

Показателями нарушений, приводящих к снижению степени сомкнутости растительного покрова в луговых фитоценозах, является также внедрение в биогеоценозы видов с отсутствующей фитоценотической пациентностью в стратегии выживания. Так интенсификация выпаса скота сопровождается появлением в составе фитоценоза *A. ruprechtii*, заселяющего луга со средним уровнем задернения за счет активной партикуляции, и *A. moschatum*, активно возобновляющегося семенным и вегетативным способом при снижении конкуренции со стороны доминирующих злаков (R-компонента стратегии).

Выводы

Таким образом, знание особенностей стратегий выживания дикорастущих луков может служить важным инструментом при проведении биомониторинга состояния экосистем. Индикаторами при этом могут быть как виды с выраженными виталитетной и/или эксплерентной составляющими жизненной стратегии, чутко реагирующие на изменение условий произрастания, так и все виды с комбинированной стратегией выживания, способные к смене типа популяционного поведения в ответ на внешние воздействия. Индикаторное значение имеют также появление или исчезновение из состава биогеоценоза отдельных видов.

Устойчивость экосистемы в изменчивых условиях среды достигается за счет наличия в составе фитоценоза видов со смешанной жизненной стратегией, разные компоненты которой, проявляющиеся и/или усиливающиеся в определенных условиях, обеспечивают сохранение видового состава экосистемы при дестабилизирующих воздействиях.

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность профессору МГУ Владимиру Гертрудовичу Онипченко и сотрудникам Горного ботанического сада ДНЦ РАН в лице директора Загирбека Магомедовича Асадулаева за помощь, оказанную в организации полевых исследований и сбора материала на территории Карачаево-Черкесской Республики и Республики Дагестан.

Литература (References)

1. *Cenopopulations of plants (essays of population biology)*. Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Moscow: Science, 1988. 184 p. (in Russian). *Ценопопуляции растений* (очерки популяционной биологии): сб. науч. тр. АН СССР. М., 1988. 184 с.
2. *Doroshenko K.V.* Possibility of using parameters of plant populations to assess the state of ecosystems. Current state and development of population biology: Abstracts of the X All-Russian population seminar. Izhevsk, 2008. P. 251–254 (in Russian). *Дорошенко К.В.* Возможности использования параметров популяций растений для оценки состояния экосистем // Современное состояние и пути развития популяционной биологии: сб. материалов X Всероссийского популяционного семинара. Ижевск, 2008. С. 251–254.
3. *Kirik A.I.* Some principles of population biomonitoring of meadow ecosystems. Successes of modern science. 2004. № 4. P. 143–144 (in Russian). *Кирик А.И.* Некоторые принципы организации популяционного биомониторинга луговых экосистем // Успехи современного естествознания. 2004. № 4. С. 143–144.
4. *Ramenskij L.G.* About fundamental directions, basic concepts and terms of land production typology. Modern botany. 1935. №. 4. P. 25–42 (in Russian). *Раменский Л.Г.* О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель // Современная ботаника. 1935. № 4. С. 25–42.
5. *Grime J.P.* Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties. Second Edition. N. Y.: Wiley, 2001. 417 p.
6. *Rabotnov T.A.* Phytocenology. Moscow., 1978. 384 p (in Russian). *Работнов Т.А.* Фитоценология. М., 1978. 384 с.
7. *Chadaeva V.A.* Formation of *Allium rotundum* L. survival strategy as a way to achieve the stability in nature. Bulletin of Bashkir University. 2015. № 2. P. 467–471 (in Russian). *Чадаева В.А.* Формирование стратегии выживания *Allium rotundum* L. как способ достижения устойчивости вида в природе // Вестник Башкирского университета. 2015. № 2. С. 467–471.
8. *Shhagapsoev S.H., Chadaeva V.A.* Stability mechanisms of plant species on example of *Allium albidum* Fisch. ex Bieb. of Central Caucasus. Ecology. 2015. №. 2. P. 103–109 (in Russian). *Шхагапсоев С.Х., Чадаева В.А.* Механизмы устойчивости видов растений на примере *Allium albidum* Fisch. ex Bieb. Центрального Кавказа // Экология. 2015. № 2. С. 103–109.
9. *Shhagapsoev S.H., Chadaeva V.A.* Survival strategy and stability structure of *Allium atroviolaceum* Boiss. in flora of Caucasus. News of Gorsky State Agrarian University. 2015. № 2. P. 253–258 (in Russian). *Шхагапсоев С.Х., Чадаева В.А.* Стратегия выживания и структура устойчивости *Allium atroviolaceum* Boiss. во флоре Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 253–258.