

## ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

УДК 574.34

### СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ADONIS WOLGENSIS* В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н. Н. Ермолаева, И. В. Шилова, Н. А. Петрова, А. О. Попова**

*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского,  
Учебно-научный центр «Ботанический сад»  
410010, г. Саратов, ул. Академика Навашина  
E-mail: dike08@rambler.ru*

Изучены две ценопопуляции *Adonis wolgensis* Stev. ex DC. из Марковского и Пугачёвского районов Саратовской области. Измерены морфологические параметры особей, определены изменчивость параметров, пространственная структура и онтогенетический спектр ценопопуляций, тип популяций по критерию « $\Delta - \omega$ ».

**Ключевые слова:** *Adonis wolgensis*, ценопопуляция, морфометрические параметры, изменчивость, пространственная структура, онтогенетический спектр, критерий « $\Delta - \omega$ ».

### THE STATUS OF THE POPULATION *ADONIS WOLGENSIS* IN THE SARATOV REGION

**N. N. Ermolaeva, I. V. Shilova, N. A. Petrova, A. O. Popova**

Studied two cenopopulation *Adonis wolgensis* Stev. ex DC. from Marx and Pugachev districts of the Saratov region. The measured morphological characteristics of the

individuals, defined: variability, spatial structure and ontogenetic range of populations, type of populations on the criterion of « $\Delta - \omega$ ».

**Key words:** *Adonis wolgensis*, cenopopulation, morphometric parameters, variability, spatial structure, ontogenetic spectrum, the criterion of « $\Delta - \omega$ ».

Вид *Adonis wolgensis* Stev. Ex DC. занесен в Красную книгу Саратовской области (2006) со статусом 2(V) – уязвимый вид. Исчезновению его способствуют сбор населением в качестве декоративного и лекарственного растения, распашка степей, биологические особенности вида (Красная..., 2006).

Для сохранения вида во флоре Саратовской области, а возможно, и увеличения численности его популяций необходимы исследования особенностей биологии и экологии, состояния популяций в их естественных местообитаниях и структуры фитоценозов, в которых они произрастают. Наличие этой информации позволит оперативно регулировать и увеличивать численность особей и популяций адониса на территории их естественного произрастания.

Цель данной работы – охарактеризовать состояние двух ценопопуляций (ЦП) *A. wolgensis* на территории Марковского и Пугачевского районов Саратовской области. Для этого были решены следующие задачи: измерены морфологические параметры особей, определены пространственная структура и возрастной спектр ЦП.

### Материал и методы

В вегетационный период 2014 г. были обследованы две ЦП *A. wolgensis*, а именно: в урочище «Три Мара» Марковского района и окрестностях с. Каменка Пугачевского района Саратовской области.

Для характеристики пространственной структуры ЦП руководствовались рекомендациями Г. И. Дохман, А. М. Якшиной, О. В. Шаховой (Воронов, 1973), а именно: измеряли расстояние от одного экземпляра (выбранного случайным образом), который принимали за центр, до четырех ближайших экземпляров того же вида. Проводили сто таких измерений. Данные промеров, выраженные в сантиметрах, разбивали на классы (по 100 см) и строили кривую их распределения. При построении кривой по горизонтальной оси наносили классы расстояний, а по вертикальной – число расстояний между экземплярами данного вида, относящимися к тому или иному классу.

Плотность ЦП понимали как число особей на единицу площади ( $100 \text{ м}^2$ ) и определяли по таблице Д. Экокса (Воронов, 1973) исходя из среднего расстояния между растениями.

Для определения онтогенетической структуры возрастные состояния выделялись по общепринятым методикам исходя из формы, размеров и количества вегетативных и генеративных органов, исключая уничтожение растений (Заугольнова, 1976; Правила ..., 1981.). Распределение особей по возрастным группам представлено в виде возрастного спектра.

Индекс восстановления определяли по формуле, рекомендованной Л. Б. Заугольновой и коллегами (Заугольнова и др., 1988). Коэффициент возрастности ( $\Delta$ ) определяли по формуле, рекомендованной А. А. Урановым (Уранов, 1975). Рассчитывали среднюю энергетическую эффективность популяции ( $\omega$ ), или индекс эффективности (Животовский, 2001).

Для определения типа ЦП использовали классификацию «дельта-омега» (Животовский, 2001).

Для определения изменчивости морфологических параметров у взрослых генеративных особей в период массового цветения (в апреле) измеряли 15 морфологических параметров: высоту и диаметр куста, количество генеративных и вегетативных побегов, листьев на генеративном побеге и на его боковых побегах, длину генеративного побега, длину и диаметр второго снизу междоузлия, длину и ширину нижнего листа, высоту и диаметр цветка, длину и ширину лепестка. В связи с редкостью растений проводился прижизненный учет, исключая уничтожение растений (Правила..., 1981).

Оценку изменчивости изучаемых признаков проводили по значению коэффициента вариации ( $C_v, \%$ ) с учетом шкалы уровней изменчивости для травянистых растений (Мамаев, Чуйко, 1975; Озерская, 1981):  $C_v < 7\%$  – очень низкий,  $C_v = 7\text{--}15\%$  – низкий,  $C_v = 16\text{--}25\%$  – средний,  $C_v = 26\text{--}35\%$  – повышенный,  $C_v = 36\text{--}50\%$  – высокий,  $C_v > 50\%$  – очень высокий уровень.

Виталитетная структура популяций оценивалась по методике Ю. А. Злобина (2013).

Ранжированный по индексу виталитета (IVI) ряд особей разбивался на три класса виталитета – высший (*a*), средний (*b*) и низший (*c*). Выделение границ класса *b* проводилась в пределах границ доверительного интервала среднего значения ( $x_{cp} \pm \sigma$ ). Результаты представлены в виде виталитетных спектров ценопопуляций.

Виталитетный тип ЦП определялся с использованием критерия  $Q$  [Злобин, 2009]:

цветущие ЦП – ( $Q = 1/2(a+b) > c$ ,

равновесные ЦП – ( $Q = 1/2(a+b) = c$ ,

депрессивные ЦП – ( $Q = 1/2(a+b) < c$ .

Для оценки степени процветания или депрессивности ЦП использовали  $I_Q = (a+b)/2c$ . В этом случае значения выше единицы соответствуют процветающему состоянию, а значения ниже единицы – депрессивному. Степень отклонения от единицы, соответствующей равновесному состоянию, отражает степень процветания или депрессии.

Результаты измерений и подсчётов подвергались статистической обработке с помощью программы «Microsoft Excel». Данные достоверны при уровне значимости  $P \leq 0.95$  (Рокицкий, 1973; Гланц, 1999).

### Результаты и их обсуждение

ЦП адониса волжского в Марксовском районе находится на южном склоне (15–20°) холма. Почва под сообществом – тёмно-каштановая, неполноразвитая, со средней щелочностью (опока и кремль). В Пугачёвском районе ЦП находится в пойме реки – на аллювиальной дерновой насыщенной почве.

Как видно из рис. 1, растения адониса в обоих ЦП распределены неравномерно: на отдельных участках наблюдается высокая плотность особей, на других – лишь отдельно стоящие растения. В ЦП из Марксовского района расстояние между растениями чаще всего составляло от 200 до 400 см. Растения в скоплениях находились на расстоянии до 100 см. На разреженных участках расстояние до соседних особей достигало 14 м. Плотность ЦП оказалась крайне мала и составила около 7 растений на 100 м<sup>2</sup>. Однако, учитывая площадь данной ЦП, равную 6000 м<sup>2</sup>, общая численность растений здесь составила 420 кустов.

В ЦП из Пугачёвского района растения адониса произрастают гораздо компактнее – на расстоянии 100–150 см друг от друга, лишь отдельные экземпляры отстоят друг от друга на 2–7 м. Плотность данной ЦП была гораздо выше – 73 растения на 100 м<sup>2</sup>. При небольшой площади этой ЦП (120 м<sup>2</sup>) её численность достигла 88 кустов.

В ЦП из Марксовского района были обнаружены растения лишь генеративного периода развития: молодые ( $g_1$ ), средневозрастные, или зрелые ( $g_2$ ) и старые ( $g_3$ ). В то время как в ЦП из Пугачёвского района,

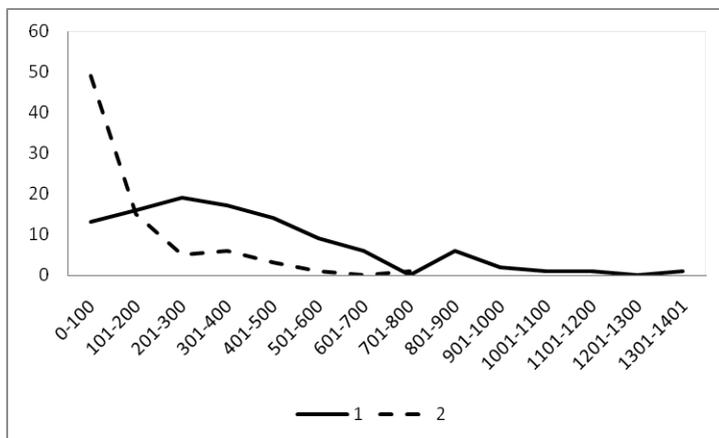


Рис. 1. Пространственная структура ценопопуляций *A. wolgensis*. По оси абсцисс – классы расстояний между соседними особями; по оси ординат – число расстояний между экземплярами данного вида, относящимися к тому или иному классу: 1 – ЦП из Марковского района, 2 – ЦП из Пугачёвского района

помимо генеративных, обнаружены растения прегенеративного периода – ювенильного возрастного состояния. Растений постгенеративного периода ни в одной из этих популяций обнаружено не было. Онтогенетические спектры изученных ЦП *A. wolgensis* представлены на рис. 2, из которого видно, что спектры обеих ЦП неполночленные. Это может быть связано с засушливыми сезонами в течение нескольких предыдущих лет вегетации. Неблагоприятные условия могли вызвать выпадение наименее устойчивых особей (прегенеративного и постгенеративного возрастных периодов). Выживание малочисленных ювенильных особей в ЦП из Пугачёвского района может быть связано с тем, что она расположена в более благоприятных условиях – среди древесных посадок в пойме реки.

Индекс восстановления в ЦП из Марковского района равен нулю, поскольку особей прегенеративного периода не обнаружено. Индекс восстановления ЦП из Пугачёвского района равен 0,1, то есть и эта популяция не способна к самовосстановлению.

Индекс возрастности ( $\Delta$ ) для ЦП из Марковского района составил 0.45, а индекс эффективности ( $\omega$ ) – 0.89. Для ЦП из Пугачёвского района  $\Delta = 0.41$ ,  $\omega = 0.76$ . Как видно из рис. 3, по критерию « $\Delta - \omega$ » ЦП из Марковского района оказалась зрелой, а из Пугачёвского – переходной.

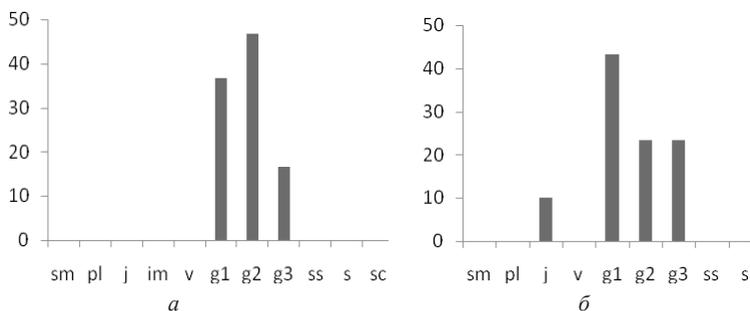


Рис. 2. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Adonis wolgensis* Саратовской области. По оси абсцисс – возрастные состояния особей, по оси ординат – доля особей отдельных возрастных состояний, %; а – ЦП из Марковского района, б – из Пугачёвского района

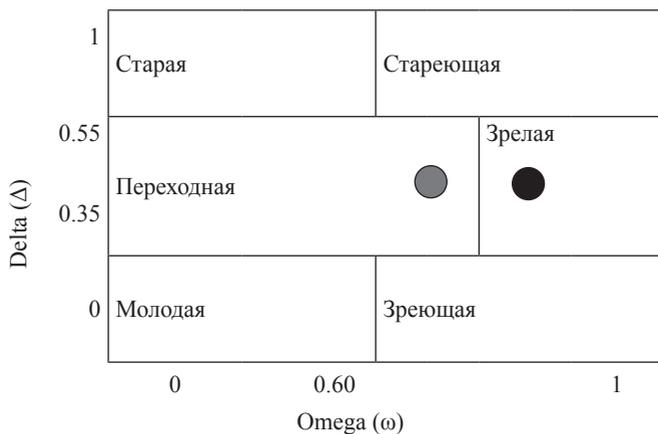


Рис. 3. Типы нормальных популяций, выделяемые критерием «дельта–омега» на основе значений индекса возрастности ( $\Delta$ ) и индекса эффективности ( $\omega$ ). Серым обозначена ЦП из Пугачевского района, черным – из Марковского

Данные о морфометрических и количественных показателях растений *A. wolgensis* в изученных ЦП приведены в таблице. Сравнивались растения среднеговзрастного состояния ( $g_2$ ), как наиболее развитые. Из таблицы видно, что растения ЦП из Марковского района по сравнению с растениями ЦП из Пугачёвского района были ниже и в диаметре куста меньше, с более многочисленными и длинными генеративными побегами, но корот-

кими и толстыми междоузлиями и, в результате, более многочисленными, но мелкими листьями и более многочисленными цветками. В обоих ЦП развивалось в среднем по два цветка на побеге. Размеры лепестков и цветков в целом у растений из Пугачёвского района были несколько больше по сравнению с таковыми у растений из Марковского района.

**Морфометрические и количественные показатели *A. wolgensis***

Признак	Ценопопуляция	
	Марковский р-н	Пугачёвский р-н
Высота куста, мм	109,86±4,67	127,86±8,30
Диаметр куста, мм	209,64±13,31	217,14±17,45
Кол-во генеративных поб., шт.	7,93±1,16	5,00±0,95
Кол-во вегетативных поб., шт.	0,73±0,34	1,42±0,97
Длина побега, мм	114,29±5,29	96,00±15,76
Длина междоузлия, мм	18,41±1,44	25,59±4,52
Диаметр междоузлия, мм	2,15±0,11	1,87±0,14
Количество листьев на генеративном побеге, шт.	8,07±0,99	4,72±0,99
Количество листьев на боковых побегах, шт.	8,43±1,96	15,86±1,93
Длина листа, мм	31,34±1,80	33,09±2,01
Ширина листа, мм	33,47±2,13	40,80±4,67
Количество цветков на растении, шт.	14,50±2,27	11,57±2,81
Диаметр цветка, мм	14,50±2,27	26,27±4,28
Высота цветка, мм	15,23±0,93	13,96±1,95
Длина лепестка, мм	19,61±0,95	20,56±0,89
Ширина лепестка, мм	7,00±1,89	7,13±0,36

На рис. 4 видно, что разные признаки варьируют в различной степени.

Из рис. 5 видно, что в обоих ЦП преобладают особи среднего класса виталитета. В ЦП из Марковского района особей низшего класса виталитета несколько больше, чем особей высшего класса. В ЦП из Пугачёвского района наблюдается противоположное соотношение: особей выс-

шего класса виталитета почти вдвое больше, чем особей низшего класса, по-видимому, из-за лучших условий существования в данной ЦП. При оценке ЦП с использованием критерия  $Q$ , обе они оказались процветающими. При этом степень процветания ЦП из Пугачевского района почти в 2,5 раза выше, чем ЦП из Марковского района ( $I_Q = 4,42$  и 1,95, соответственно).

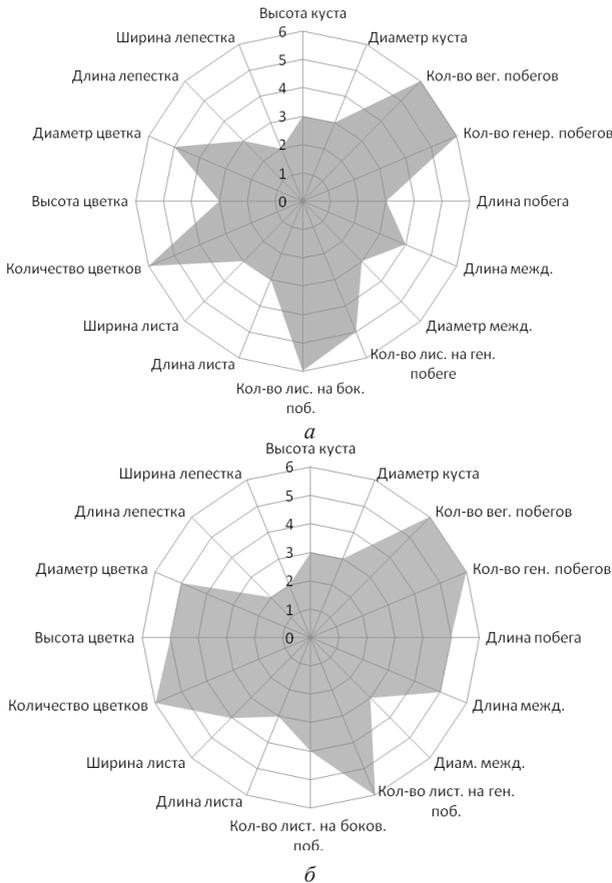


Рис. 4. Изменчивость признаков *A. wolgensis*. Цифрами обозначен уровень изменчивости: 1 – очень низкий, 2 – низкий, 3 – средний, 4 – повышенный, 5 – высокий, 6 – очень высокий: а – ЦП из Марковского района, б – из Пугачёвского района

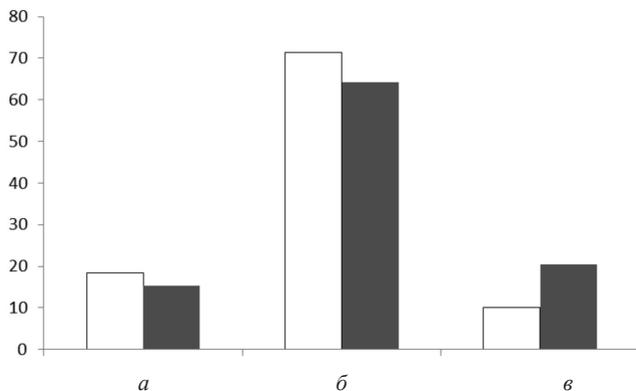


Рис. 5. Виталитетная структура ценопопуляций *A. wolgensis*. По оси абсцисс – классы виталитета особей (а – высший, б – средний, в – низший). По оси ординат – относительное количество особей данного класса в популяции (%). Серым обозначены данные популяции из Марковского района, белым – из Пугачёвского района Саратовской области

### Заключение

Пространственная структура ЦП *A. wolgensis* неоднородная: встречаются как скопления растений, так и отдельно стоящие экземпляры. Большинство растений в ЦП из Марковского района находилось на расстоянии от 200 до 400 см, а в ЦП из Пугачёвского района – на расстоянии 100–150 см друг от друга. Плотность популяции в первом случае составила около 7 растений на 100 м<sup>2</sup>, а во втором – 73 растения на 100 м<sup>2</sup>.

У растений в ЦП из Пугачёвского р-на, произрастающих в более благоприятных условиях, более развита вегетативная сфера: более крупные кусты за счёт большего количества вегетативных побегов, более облиственны боковые побеги, крупнее листья на генеративных побегах, меньшее количество более крупных цветков.

Характер изменчивости морфометрических признаков в обеих ЦП очень сходен, но при этом уровень изменчивости в ЦП из Пугачёвского района несколько выше. В обеих ЦП низкий уровень изменчивости присущ мерным признакам, причём генеративных органов (ширина и длина лепестка), а очень высокий – количественным (количество побегов, листьев и цветков).

В данный момент времени обе ЦП *A. wolgensis* являются в той или иной степени процветающими, но неполночленными, не способными к самовосстановлению (индекс восстановления – 0,0 и 0,1), по критерию «Δ – ω» ЦП из Марковского района оказалась зрелой, а из Пугачевского – переходной.

*Список литературы*

- Воронов А. Г.* Геоботаника. М. : Высш. шк., 1973. 384 с.
- Гланц С.* Медико-биологическая статистика. М. : Практика, 1999. 459 с.
- Животовский Л. А.* Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
- Заугольнова Л. Б.* Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопопуляции растений. М. : Наука, 1976. С. 81–91.
- Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В.* Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
- Злобин Ю. А.* Популяционная экология растений : современное состояние, точки роста. Сумы : Универ. кн., 2009. 263 с.
- Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А.* Популяции редких видов растений : теоретические основы и методика изучения. Сумы : Универ. кн., 2013. 439 с.
- Красная книга Саратовской области: Грибы, лишайники, растения, животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
- Мамаев С. А., Чуйко Н. М.* Индивидуальная изменчивость признаков листьев у дикорастущих видов костянки // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск : УрНЦ АН СССР, 1975. С. 114–118.
- Озёрская Е. С.* Изменчивость морфологических признаков в популяциях двух видов семейства кувшинковых на Среднем Урале // Исследование форм внутривидовой изменчивости растений. Свердловск : УрНЦ АН СССР, 1981. С. 110–116.
- Правила сбора редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений (для ботанических садов) / Комиссия по охране растений Совета ботанических садов СССР // Бюл. Глав. бот. сада. 1981. Вып. 119. С. 94–96.
- Рокицкий П. Ф.* Биологическая статистика. Минск : Вышэйш. шк., 1973. 320 с.
- Уранов А. А.* Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. наука. 1975. № 2. С. 7–33.