*Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 39. С. 73–85*

УДК 581.52:582.572.225
doi: 10.17223/19988591/39/5

**О.А. Кононова[1], А.И. Кононов[2]**

*[1] Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Институт естественных наук, г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия*
*[2] Вологодский государственный университет, Педагогический институт, г. Вологда, Россия*

# Виталитетная структура ценопопуляций *Allium angulosum* L. (Alliaceae) в пойме верхнего течения р. Северная Двина (Вологодская область)

*Изучена виталитетная структура двух ценопопуляций Allium angulosum L., редкого вида, занесенного в Красную книгу Вологодской области. Установлено, что в разных сообществах поймы верхнего течения р. Северная Двина ценопопуляции данного вида, характеризующиеся сходными показателями численности, плотности и генеративности, существенно различаются виталитетными спектрами. Значения индексов виталитета Q и IVC для ценопопуляции, расположенной в прибрежной части поймы, свидетельствуют о существовании в ней более благоприятных условий для роста и развития растений. В этой ценопопуляции особи высшего и промежуточного классов виталитета составляют в совокупности 83%. Ценопопуляция, расположенная в центральной части поймы, на 77% состоит из особей низшего класса виталитета. Здесь менее благоприятные условия для вида. Разный уровень жизненности особей в этих ценопопуляциях обусловлен межвидовой конкуренцией, влияющей на условия среды (освещение и др.). Следствием ее является разный уровень семенной продуктивности особей и качества семян, формируемых растениями в этих условиях. В ценопопуляции с преобладанием особей высшего и промежуточного классов виталитета растения образуют в 1,5 раза больше семян. Их семена обладают более высокой энергией прорастания и всхожестью, что способствует увеличению роли семенного размножения в самоподдержании этой ценопопуляции.*

**Ключевые слова:** *Allium angulosum L.; редкий вид; ценопопуляция; виталитет; Вологодская область.*

## Введение

Сохранение биологического разнообразия всех уровней является одной из основных задач современной биологии [1]. Важную роль в выявлении устойчивости экосистем играют редкие виды, занесенные в Красные книги различного ранга. Они являются наиболее уязвимыми компонентами биоценозов и в первую очередь исчезают при их нарушениях [2]. Детальное

исследование биологии этих видов и особенностей их популяционной организации в ценозах разного типа позволяет решить проблему их сохранения и рационального использования, а также оценить степень устойчивости экосистем в целом [3–4]. В связи с этим комплексное исследование ценопопуляций редких видов, включающее оценку их общего жизненного состояния (виталитета), является актуальной задачей [5, 6]. Известно, что крупные особи обладают большим репродуктивным потенциалом и, как правило, вносят больший вклад в самоподдержание ценопопуляции [7–10].

Целью настоящего исследования является оценка виталитета ценопопуляций *Allium angulosum* L. в сообществах пойменного луга бассейна верхнего течения р. Северная Двина (северо-восточная часть Вологодской области).

## Материалы и методики исследования

Род *Allium* L. насчитывает около 800 видов, распространенных почти по всему Северному полушарию, главным образом в странах Средиземноморья, в Малой и Средней Азии [11].

*A. angulosum* – лук угловатый – вид с бореальным евросибирским ареалом, произрастающий в Средней Европе, европейской части России, юге Западной Сибири и в северной части Казахстана [12–15]. Данный вид находится под охраной более чем в 10 регионах России [16]. В Красную книгу Вологодской области он включен как вид, требующий биологического контроля на ее территории [17–18]. Это вид, обладающий хозяйственно-ценными свойствами, имеющий неясный характер распространения в пределах области и приуроченный к местообитаниям, быстро сокращающим свои площади на ее территории.

*A. angulosum* – многолетнее луковично-короткокорневищное растение с моноцентрической биоморфой [19].

Это ценное декоративное и пищевое растение. Его широко применяют для озеленения клумб [20], листья и луковицы в свежем виде используют в качестве приправы [21].

В Вологодской области *A. angulosum* изредка встречается в 16 районах, произрастает преимущественно в сообществах пойменных лугов низкого уровня и по берегам водоемов [22, 23]. Согласно шкалам Г. Элленберга [24] он относится к гелиофитам (заселяет хорошо освещенные участки (L = 8)), предпочитает влажные, но не мокрые почвы (F = 8) со слабощелочной и слабокислой реакцией среды (R = 8), способен расти на бедных азотом почвах (N = 2).

Маршрутные исследования с целью обнаружения ценопопуляций (ЦП) вида проведены в июле 2015 г. в пойме верхнего течения р. Северная Двина в пределах Шемогодского сельского поселения Великоустюгского муниципального района Вологодской области (60°45' с. ш., 46°25' в. д. – 60°50' с. ш., 46°30' в. д.).

Описания луговых сообществ в местах обитания вида выполнены с использованием методики Ю.Н. Нешатаева [25]. Оценка условий произрастания в них проведена на основе среднего балла экологических параметров местообитаний ($L_{\text{сообщества}}$) с учетом обилия (проективного покрытия) представленных в них видов, вычисленного по формуле [24]:

$$L_{\text{сообщества}} = \frac{L_1 \cdot S_1 + L_2 \cdot S_2 + \ldots + L_n \cdot S_n}{S_1 + S_2 + \ldots + S_n},$$

где $S_i$ – покрытие в баллах для $i$-го вида; $L_i$ – значение (балл) экологического фактора для $i$-го вида ($i = 1,\ldots, n$), $n$ – число видов.

В пределах каждой ЦП заложены пробные площадки размером 0,25 м$^2$ в количестве 30 штук регулярным или случайно-регулярным способом, на которых согласно общепринятым методикам выполняли учет особей для определения плотности и численности ЦП [26, 27]. В качестве счетной единицы приняты однопобеговые особи семенного происхождения (генеты) и части генет (раметы) – побеги вегетативного происхождения [28, 29].

Оценка виталитета ЦП проведена с использованием метода определения критерия Q Ю.А. Злобина [30] и метода определения коэффициента IVC А.Р. Ишбирдина и М.М. Ишмуратовой [31]. При вычислении показателя Q проведена двухмерная ранжировка 30 генеративных побегов из каждой ЦП на три класса виталитета ($a$ – с высоким, $b$ – средним, $c$ – низким виталитетом) на основе их дифференциации по таким биометрическим параметрам, как высота побега и количество цветков в соцветии, между которыми отмечена положительная корреляция. Индекс виталитета $Q$ определен по формуле:

$$Q = 1/2\,(a + b),$$

где $a$ – доля особей высшего класса виталитета; $b$ – доля особей среднего класса виталитета.

По значению индекса $Q$ определена степень благоприятности условий произрастания вида. Соотношения $½(a + b) > c$ и $½(a + b) \approx c$ свидетельствуют о благоприятных условиях произрастания; $½(a + b) < c$ – о неблагоприятных условиях произрастания.

Коэффициент виталитета IVC вычислен методом взвешивания средних значений на основе четырех признаков, характеризующих мощность вегетативной и генеративной сферы растения (высота побега, число цветков, число плодов и семян в них), согласно формуле

$$\text{IVC} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{\bar{x}_i}{\ddot{x}_i}}{N},$$

где $\bar{x}_i$ – среднее значение $i$-го признака для данной ЦП; $\ddot{x}_i$ – среднее значение $i$-го признака для всех ЦП; $N$ – число признаков.

Наибольшее значение индекса IVC отвечает наилучшему состоянию ЦП, что позволяет ранжировать их по уровню благоприятности условий.

Проведено проращивание свежих семян *A. angulosum*, собранных в начале августа 2016 г. Эксперимент по проращиванию проведен в августе–сен-

тябре 2016 г. в лабораторных условиях. Семена проращивали в чашках Петри при комнатной температуре, на свету, использовали дождевую воду. Для характеристики процесса прорастания семян выбраны показатели: лаг-время – время в днях между началом эксперимента и началом прорастания; конечное прорастание – процент проросших семян в конце эксперимента [32] (этот термин соответствует в отечественной литературе термину «лабораторная всхожесть») [33]; период прорастания – количество дней, в течение которых семена прорастают [32]; энергия прорастания – процент проросших семян на определенный, условно принятый день (в нашем случае десятые сутки) [33].

Для измерения морфометрических показателей использована линейка (ГОСТ 17435–72). Статистическая обработка материала проведена с применением стандартного пакета MS Excel '03. Для выявления пределов варьирования биометрических признаков определяли среднее арифметическое и ошибку среднего арифметического [34]. Определение координат проведено навигатором Garmin nüvi 1310 (США).

## Результаты исследования и обсуждение

В ходе проведенного маршрутного исследования выявлены две ЦП *A. angulosum* и три местонахождения с единичными экземплярами лука. Первая ЦП (ЦП1) расположена на прибрежной части поймы правого берега р. Северная Двина, в 9,5 км северо-восточнее слияния рек Сухона и Юг (60°47'50" с. ш., 46°26'20" в. д.). ЦП1 имеет длину 5 м и ширину 4 м. В ней насчитывается 311 побегов. Общее проективное покрытие сообщества 100%, кустарники занимают 15% площади. Средняя (максимальная) высота травостоя (см) – 51 (97). Количество видов на 100 м$^2$ – 38, доминирует *Galium boreale* L., содоминирует *Rumex acetosa* L. Имеет место умеренная рекреационная нагрузка в виде вытаптывания (рядом находится место для купания).

Вторая ЦП (ЦП2) находится на расстоянии 5 км от ЦП1, в центральной части поймы р. Северная Двина на берегу ее правого притока – р. Шемогса, на 14,5 км северо-восточнее слияния рек Сухона и Юг (60°50'37" с. ш., 46°29'35" в. д.). ЦП2 имеет длину 15 м и ширину 2 м. В ЦП2 насчитывается 298 побегов. Общее проективное покрытие сообщества 100%, кустарники занимают 15% площади. Средняя (максимальная) высота травостоя (см) – 60 (112). Количество видов на 100 м$^2$ – 46, доминируют *Galium boreale* L. и *Equisetum pratense* Ehrh. Количество общих видов в данных сообществах – 24. ЦП2 испытывает периодическое вытаптывание (место посещается рыбаками).

Проведенные по спискам видов, представленных в фитоценозах, расчеты показали, что абиотические условия в местах нахождения ЦП во многом сходны, наблюдаются лишь незначительные отличия во влажности (табл. 1). Однако биотические условия в сообществах различаются достаточно сильно: их видовой состав не совпадает более чем на треть (37% видов (14 растений), произрастающих в первом ценозе, не встречаются во втором сообще-

стве, и 48% видов (22 растения), произрастающих во втором сообществе, не встречаются в первом). Высота травостоя в первом ценозе в сравнении со вторым ниже на 9–15 см.

Таблица 1 [Table 1]

**Характеристика условий местообитаний *Allium angulosum* L. по шкалам Г. Элленберга (1991)**
**[Characteristics of *Allium angulosum* L. habitat conditions on H. Ellenberg's scale (1991)]**

| Названия шкал [Names of the scales] | Среднее значение экологического фактора [Mean value of the ecological factor] | |
|---|---|---|
| | ЦП1 [Coenopopulation 1] | ЦП2 [Coenopopulation 2] |
| Шкала освещенности (L) [The scale of lighting (L)] | 7,76 | 7,86 |
| Шкала влажности (F) [The scale of humidity (F)] | 4,28 | 5,74 |
| Шкала кислотности (R) [The scale of acidity (R)] | 7,29 | 7,72 |
| Шкала богатства почвы минеральным азотом (N) [The scale of mineral nitrogen presence in soil(N)] | 4,82 | 4.88 |

*Примечание.* Максимальные значения экологических факторов: L = 9, F = 12, R = 9, N = 9; значения для *A. angulosum*: L = 8, F = 8, R = 8, N = 4.
[*Note*: The maximum values of ecological factors: L = 9, F = 12, R = 9, N = 9; the values for *A. angulosum*: L = 8, F = 8, R = 8, N = 4].

Известно, что эколого-ценотическая обстановка в первую очередь влияет на виталитет (жизненное состояние) особей, так как он наиболее чувствителен к воздействию неблагоприятного фактора [35]. Снижение уровня жизненности особей является своеобразной адаптацией, которую можно рассматривать как защитный механизм преодоления конкуренции и поддержания численности в условиях повышенной напряженности внутривидовых [36] и межвидовых отношений [37], что подтверждено в ходе исследования виталитетной структуры данных ЦП *A. angulosum*. Установлено, что в разных ценотических условиях ЦП вида, характеризующиеся сходными показателями численности, плотности и генеративности (табл. 2), существенно отличаются виталитетными спектрами (табл. 3). ЦП1 подвержена более слабой межвидовой конкуренции, она имеет высокий уровень представленности особей высшего и промежуточного классов виталитета, которые в совокупности составляют 83%. ЦП2, расположенная в условиях более жёсткой межвидовой конкуренции в сообществе, включающем 46 видов травянистых растений со средней (максимальной) высотой травостоя 60 (112) см, на 77% состоит из особей низшего класса виталитета. Высокий уровень представленности ослабленных особей в ЦП2 связан с тем, что в её условиях ввиду конкуренции с другими видами растений для *A. angulosum* хуже условия освещения и, возможно, увлажнения и температурного режима. В данной ЦП менее благоприятные условия для развития генеративных особей, наблюдается их более быстрое старение, сопровождающееся усилением партикуля-

ции и снижением жизненности на фоне угнетения ростовых процессов. Это подтверждает оценка жизненности этих ЦП по индексу виталитета *Q* [30] и коэффициенту виталитета IVC [31].

Таблица 2 [Table 2]

**Демографические характеристики *Allium angulosum* L.**
**[Demographic characteristics of *Allium angulosum* L.]**

| Показатели [Parameters] | ЦП1 [Coenopopulation 1] | ЦП2 [Coenopopulation 2] |
|---|---|---|
| Площадь ЦП, м$^2$ [The coenopopulation area, m$^2$] | 20 | 30 |
| Численность побегов, экз. [The number of shoots, ind.] | 311 | 298 |
| Плотность ЦП, экз./м$^2$ [The coenopopulation density, ind./m$^2$] | 16 | 10 |
| Плотность генеративных побегов, экз./м$^2$ [The density of generative shoots, ind./m$^2$] | 8 | 5 |
| Плотность вегетативных побегов, экз./м$^2$ [The density of vegetative shoots, ind./m$^2$] | 7 | 6 |
| Коэффициент генеративности, % [The coefficient of generativity, %] | 52 | 41 |

Она свидетельствует о том, что особи в ЦП1 произрастают в значительно более благоприятных условиях, чем особи в ЦП2, так как индекс виталитета *Q* для ЦП1 в 2,5 раза больше доли особей низшего класса виталитета в ней, в то время как этот показатель для ЦП2 в 7 раз меньше доли особей низшего класса виталитета (см. табл. 3).

Таблица 3 [Table 3]

**Характеристика виталитетной структуры ценопопуляций *Allium angulosum* L.**
**[Characteristics of the vitality structure of *Allium angulosum* L. coenopopulations]**

| Показатели виталитетной структуры [The parameters of vitality structure] | ЦП1 [Coenopopulation 1] | ЦП2 [Coenopopulation 2] |
|---|---|---|
| Доля особей высшего класса виталитета (*a*), % [The proportion of individuals of the highest class of vitality (*a*), %] | 26,67 | 3,30 |
| Доля особей среднего класса виталитета (*b*), % [The proportion of individuals of the intermediate class of vitality (*b*), %] | 56,67 | 20,00 |
| Доля особей низшего класса виталитета (*c*), % [The proportion of individuals of the lower class of vitality (*c*), %] | 16,67 | 76,70 |
| Индекс виталитета (качества) ЦП *Q* [The index of coenopopulation vitality (quality) *Q*] | 41,67 | 11,65 |
| Индекс виталитета ЦП IVC [The index of coenopopulation vitality IVC] | 1,12 | 0,88 |

Индекс IVC для ЦП1 больше, чем для ЦП2, что свидетельствует о на-

личии в ней лучших условий для формирования таких признаков, как высота побега, число цветков в соцветии, число плодов и семян. Эти тезисы подтверждаются средними значениями биоморфологических характеристик растений из этих ЦП (табл. 4).

Таблица 4 [Table 4]

**Биоморфологические характеристики *Allium angulosum* L.**
**[Biomorphological characteristics of *Allium angulosum* L.]**

| Показатели [Parameters] | ЦП1 [Coenopopulation 1] | ЦП2 [Coenopopulation 2] |
|---|---|---|
| Высота генеративной особи ($x \pm m_x$), см [The height of generative individuals ($x \pm m_x$), cm] | 45,7±4,9 | 44,8±3,5 |
| Количество цветков в соцветии ($x \pm m_x$), шт. [The number of flowers per inflorescence ($x \pm m_x$), items.] | 55,0±12,0 | 32,4±8,2 |
| Завязывание плодов ($x \pm m_x$), % [Formation of fetuses ($x \pm m_x$), %] | 65,6±10,3 | 63,3±12,8 |
| Семенификация ($x \pm m_x$), % [Formation of seeds ($x \pm m_x$), %] | 71,7±12,7 | 48,3±13,1 |
| Вес 1000 сухих семян, г [The weight of 1000 dry seeds, grams] | 1,23±0,14 | 1,1±0,06 |

*Примечание.* x – среднее значение, $m_x$ – среднее отклонение.
[*Note*. x - mean value ± deviation].

Генеративные побеги в ЦП1 образуют больше цветков, плодов и семян, чем побеги в ЦП2, их семена более полновесные, что положительно влияет на процесс прорастания. В ходе эксперимента по проращиванию семян установлено, что семена из ЦП1 имеют более высокую энергию прорастания, их лабораторная всхожесть в 2 раза выше, чем семян из ЦП2 (табл. 5).

Таблица 5 [Table 5]

**Основные показатели прорастания семян *Allium angulosum* L.**
**[Principal germination parameters of *Allium angulosum* L. seeds]**

| № ЦП [No Coenopopulation] | Лаг-время, сут [Lag-time, days] ($x \pm m_x$) | Период прорастания, сут [Germination period, days] ($x \pm m_x$) | Энергия прорастания, % [Germination energy, %] ($x \pm m_x$) | Лабораторная всхожесть, % [Laboratory germination, %] |
|---|---|---|---|---|
| ЦП1 [Coenopopulation 1] | 4,0±2,0 | 9,0±2,7 | 17,3±9,8 | 33,3±11,5 |
| ЦП2 [Coenopopulation 2] | 6,3±2,2 | 4,0±1,3 | 12,0±2,7 | 17,3±4,4 |

*Примечание.* x – среднее значение, $m_x$ – среднее отклонение.
[*Note*. x - mean value ± deviation].

## Выводы

В ходе исследований виталитетной структуры ЦП *A. angulosum* в условиях Вологодской области получены следующие результаты:

1) в сообществах пойменного луга в бассейне верхнего течения р. Северная Двина при слабом антропогенном воздействии *A. angulosum* образует

разрозненные ЦП площадью 20–30 м$^2$ с плотностью 10–16 побегов/м$^2$ и степенью генеративности 40–50%;

2) ЦП имеют разную виталитетную структуру: в условиях низкой напряженности конкурентных отношений особи высшего и промежуточного классов виталитета составляют в совокупности 83%, при высокой напряженности конкурентных отношений ЦП на 77% состоит из особей низшего класса виталитета;

3) главная причина разного уровня жизненности особей в этих ЦП – межвидовая конкуренция, влияющая на условия среды обитания (освещение и др.). Следствием ее является разный уровень семенной продуктивности особей и качества семян, формируемых в этих условиях. Семена растений в ЦП с преобладанием особей с высоким и средним уровнем жизненности обладают более высокой энергией прорастания и всхожестью, что способствует увеличению роли семенного размножения в самоподдержании этой ЦП.

## *Литература*

1. Савиных Н.П., Шишкина Н.И. Биоморфология *Centaurea sumensis* Kalen. с позиции охраны вида // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. № 2 (34). С. 69–86.
2. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М. : Мир, 1992. 184 с.
3. 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.
4. Чадаева В.А. Биоиндикационное значение и роль видов рода *Allium* L. (Alliaceae) в поддержании устойчивости экосистем // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2016. № 2. С. 68–73.
5. Елизарьева О.А., Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. Оценка жизненного состояния ценопопуляций *Astragalus kareliniamus* M. Pop. (Fabaceae) в Башкирском Зауралье // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий : материалы Всероссийской конференции с международным участием (Екатеринбург, 28 мая – 1 июня 2012 г.) / отв. ред. В.А. Мухин. Екатеринбург : Гощицкий, 2012. С. 153–155.
6. Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. Оценка жизненности популяций *Hedysarum grandiflorum* Pall. (Fabaceae) в республике Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 6 (167). С. 36–40.
7. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester : Whiley and Sons, 1979. 222 p.
8. Harper J.L., White J. The demography of plants // Annual review of ecology and systematics. 1974. Vol. 5. PP. 419–463.
9. Soldrig O.T., Mewell S.Y., Kincaid D.T. The population biology of the genus *Viola*. The Demography of *V. sororia* // Journal of Ecology. 1980. № 2. PP. 521–546.
10. Чадаева В.А., Шхагапсоев С.Х. Анализ стратегий выживания видов рода *Allium* L. российской части Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11, № 4. С. 104–118. doi: 10.18470/1992-1098-2016-1-104-118
11. Stearn W.T. How many species of *Allium* are known? // Kew Magazine. 1992. Vol. 9. PP. 180–182.

12. Meusel H., Jager E., Weinert E. Vergleichende chorologie der Zentraleuropaisachen Flora. Jena : Magnus Poser, 1964. Bd. 1. 583 s.
13. Флора европейской части СССР./ отв. ред. А.А. Федоров. Л. : Наука, 1979. Т. IV. С. 261.
14. Stearn W.T. *Allium* L., *Nectaroscordum* Lindley // Flora Europaea. Vol. 5 / eds by T.G. Tutin et al. Cambridge : Cambridge Univ. Press, 1980. PP. 49–69.
15. Ковтонюк Н.К., Баркалов В.Ю., Фризен Н.В. Конспект семейства Alliaceae Borkh. – Луковые флоры Азиатской части России // Turczaninowia. 2009. Т. 12, вып. 3. С. 31–39.
16. Плантариум. Определитель растений on-line. URL: http://www.plantarium.ru/page/view/item/1879.html (дата обращения: 20.07.2016).
17. Суслова Т.А., Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А., Ширяева О.С., Левашов А.Н. Второе издание Красной книги Вологодской области: изменения в списках охраняемых и требующих биологического контроля видов растений и грибов // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2013. Т. VII, № 3. С. 93–104.
18. Об учреждении Красной книги Вологодской области : Постановление правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125. URL: http://vologda-oblast.ru/dokumenty/zakony_i_postanovleniya/postanovleniya_pravitelstva / 393552 (дата обращения: 03.04.2015).
19. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М. : Наука, 1987. 207 с.
20. Кокорева В.А. Луки декоративные. М. : Армада-пресс. 2001. 32 с.
21. Черепнин В.Л. Пищевые растения Сибири. Новосибирск : Наука, 1987. С. 74–75.
22. Орлова Н.И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1993. Т. 77, вып. 3. 264 с.
23. Кононов А.И. Современное состояние изученности луков (*Allium* L.) в Вологодской области : материалы IX Межрегиональной научной конференции аспирантов и молодых ученых (24–25 ноября 2015 г). Вологда : ВоГУ, 2015. Ч. 1. С. 280–284.
24. Ellenberg H., Weber H. E., Düll R. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scriptageobotanica. 1991. Vol. 18. 248 p.
25. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. 192 с.
26. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465–483.
27. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : Ланар, 1995. 224 с.
28. Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф // Ценопопуляции растений: основные понятия и структура. М. : Наука, 1976. С. 72–80.
29. Harper J.L. Population biology of plants. London : Acad. press, 1977. 892 p.
30. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы : Университетская книга, 2009. 263 с.
31. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова, М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии : сб. материалов VII Всероссийского популяционного семинара (16–21 февр. 2004 г.). Сыктывкар. 2004. Ч. 2. С. 113–120.
32. Shipley B., Parent M. Germination responses of 64 wetland species in relation to seed size, minimum time to reproduction and seedling relative growth rate // Functional Ecology. 1991. Vol. 5. № 1. P. 111–118.
33. Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. Очерки по семеноведению. М. : Наука, 1981. 112 с.
34. Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов. М. : Высшая школа, 1990. 352 с.

35. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа : АН РБ, 2012. С. 102.
36. Стецук Н.П. К вопросу об оценке состояния ценопопуляций орхидных Южного Приуралья // Особь и популяция – стратегии жизни : материалы IX Всероссийского популяционного семинара (Уфа, 2–6 октября 2006 г.). Уфа : Вилли Окслер, 2006. Ч. 2. С. 361–365.
37. Кононова О.А. Оценка виталитетной структуры природных ценопопуляций *Gentiana cruciata* L. в Вологодской области // Перспективы науки. 2014. Т. 63, № 12. С.7–12.

*Поступила в редакцию 09.10.2016 г.; повторно 14.03.2017 г.; принята 26.05.2017 г.; опубликована 22.09.2017 г.*

**Авторский коллектив:**
***Кононова Ольга Анатольевна*** – соискатель ученой степени канд. биол. наук каф. биологии Института естественных наук Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина (Россия, 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, пр. Октябрьский, 55); учитель биологии и английского языка, МБОУ «Аристовская основная общеобразовательная школа» (Россия, 162386, Вологодская область, Великоустюгский район, д. Аристово).
E-mail: olga-aristovo@inbox.ru
***Кононов Анатолий Иванович*** – студент IV курса естественно-географического факультета (специальность: 06.03.01 (биология), профиль: биоэкология) Педагогического института Вологодского государственного университета (Россия, 162000, г. Вологда, пр. Победы, д. 37).
E-mail: tolya-kononov@mail.ru

**For citation:** Kononova OA, Kononov AI. Vitality structure of *Allium angulosum* L. (Alliaceae) coenopopulations in the floodplain of the upper reaches of the Severnaya Dvina River (Vologda region). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology.* 2017;39:73-85. doi: 10.17223/19988591/39/5 In Russian, English Summary

**Olga A. Kononova[1], Anatoliy I. Kononov[2]**

*[1] Syktyvkar State University, Institute of Natural Sciences, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation*
*[2] Vologda State University, Pedagogical Institute, Vologda, Russian Federation*

## Vitality structure of *Allium angulosum* L. (Alliaceae) coenopopulations in the floodplain of the upper reaches of the Severnaya Dvina River (Vologda region)

A comprehensive research of rare and endangered species plays an important role in the conservation of biological diversity. They are the most vulnerable components of biocenosis. An important part of their comprehensive research is the assessment of the coenopopulation vitality. Vitality of individuals is the most sensitive to adverse factors. The investigation of *Allium angulosum* L. is an acute task. It is a rare species included in the Red Data Book of Vologda region. It needs biological control in its territory. The aim of this work was to assess the vitality of *A. angulosum* coenopopulations in the communities of the floodplain of the upper reaches of the Severnaya Dvina river (North-Eastern part of Vologda region).

During the search routes, we discovered two *A. angulosum* coenopopulations. One of them is located on the right bank of the Severnaya Dvina river (60°47'50"N, 46°26'20"E). Another coenopopulation is located on the right bank of the Shemogsa river (60°50'37"N, 46°29'35"E). We described the communities in the locations of the coenopopulations using the method of YuN Neshataev (1987). We estimated ecological conditions of habitats using H. Ellenberg's scales (1991), on the basis of the projective cover of the species found in the communities. We investigated the number and density of the coenopopulations using traditional methods (Rabotnov, 1950; Zhukova, 1995).The cenopopulation vitality structure

was investigated using the method of calculating the IVC index (Ishbirdin, Ishmuratova, 2004) and the method of calculating the Q index (Zlobin, 2009).

The areas of *A. angulosum* coenopopulations are about 20-30 square meters. They have similar demographic structure. Their number is about 300 shoots and their density is 10-16 shoots per one square meter, the coefficient of generativity is from 40 to 50%. They are located in communities characterized by different biotic conditions. The values of the IVC indexes of these coenopopulations indicate that the conditions for this species are more favorable in the community, where the first coenopopulation is located (See Table 2). In this coenopopulation the individuals of the higher and intermediate class vitality constitute 83%. The Q index of the vitality of this coenopopulation is greater than the proportion of the individuals of the lower class vitality in it (See Table 2). It shows favorable conditions for the growth of the species in this community. In another coenopopulation the individuals of lower-class vitality constitute 77%. The Q index of the vitality of this coenopopulation is 7 times less than the proportion of individuals of the lower class vitality in it (See Table 2). This indicates unfavorable conditions for the growth of the species in this community. The main reason for different level of individual vitality in these populations is interspecific competition influencing the conditions of the environment (lighting and other). The consequence of it is a different level of seed productivity of individuals and the quality of seeds they produce in these conditions (See Table 4). In the first coenopopulation *A. angulosum* seeds have higher germination and germination energy than its seeds in the second coenopopulation (See Table 5). It increases the role of seed reproduction in the self-maintenance of this coenopopulation.

*The article contains 5 Tables, 37 References.*

**Key words**: *Allium angulosum* L.; rare species; coenopopulation; vitality; Vologda region.

## *References*

1. Savinykh NP, Shishkina NI. *Centaurea sumensis* Kalen. biomorphology from the perspective of species protection. *Tomsk State University Journal of Biology.* 2016;2(34):69-86. doi: 10.17223/19988591/34/5 In Russian, English Summary
2. Magurran E. Ecological diversity and its measurement. Translated from English by NV Matveeva. Chernov YI, editor. Moscow: Mir Publ.; 1992. 161 p. In Russian
3. Doroshenko KV. Vozmozhnosti ispol'zovaniya parametrov populyatsiy rasteniy dlya otsenki sostoyaniya ekosistem [Possibilities of using the parameters of plant populations for assessing the state of ecosystems]. In: *Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya populyatsionnoy biologii* [Current state and ways of development of population biology. Proc. of the X All-Russian Population Seminar (Izhevsk, Russia, 17-22 November, 2008)]. Izhevsk: Izhevsk Publ.; 2008. pp. 251-254. In Russian
4. Chadaeva VA. Bioindicative significance and the role of *Allium* L. species (Alliaceae) in maintaining of ecosystems stability. *Botanicheskiy vestnik Severnogo Kavkaza = Botanical Bulletin of the North Caucasus*. 2016;2:68-73. In Russian, English Summary
5. Elizaryeva OA, Muldashev AA, Maslova NV, Galeeva AKh. Otsenka zhiznennogo sostoyaniya tsenopopulyatsiy *Astragalus kareliniamus* M. Pop. (Fabaceae) v Bashkirskom Zaural'e [Assessment of the life condition of *Astragalus kareliniamus* M. Pop. (Fabaceae) cenopopulations in the Bashkir Trans-Urals]. In: *Biologicheskoe raznoobrazie rastitel'nogo mira Urala i sopredel'nykh territoriy* [Biological diversity of the plant world of the Urals and adjacent territories. Proc. of the All-Russian Conf. with Int. Participation (Yekaterinburg, Russia, 28 May-1 June, 2012)]. Mukhin VA, editor. Yekaterinburg: Goshchitskiy Publ.; 2012. pp. 153-155. In Russian
6. Muldashev AA, Elizaryeva OA, Maslova NV, Galeeva AKh. Vitality structure of populations *Hedysarum grandiflorum* Pall. (Fabaceae) of Bashkortostan republic. *Vestnik*

*Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Orenburg State University* 2014;6(167):36-40. In Russian
7. Grime JP. Plant strategies and vegetation processes. Chichester: Whiley and Sons Publ.; 1979. 222 p.
8. Harper JL, White J. The demography of plants. *Annual review of ecology and systematics*. 1974;5:419-463. doi: 10.1146/annurev.es.05.110174.002223
9. Soldrig OT, Mewell SY, Kincaid DT. The population biology of the genus *Viola*. The Demography of *V. sororia*. *Journal of Ecology*. 1980;2:521-546. doi: 10.1111/j.1558-5646.1981.tb04977.x
10. Chadaeva VA, Shkhagapsoev SKh. Analysis of survival strategies of species *Allium* L. in the Russian Caucasus. *South of Russia: Ecology, development*. 2016;11(4):104-118. doi: 10.18470/1992-1098-2016-1-104-118 In Russian
11. Stearn WT. How many species of *Allium* are known? *Kew Magazine*. 1992;9:180-182.
12. Meusel H, Jager E, Weinert E. Vergleichende chorologie der Zentraleuropaisachen Flora. Jena: Magnus Poser Publ.; 1964. Bd. 1. 583 p.
13. *Flora evropeyskoy chasti SSSR.* Tom IV [Flora of the European part of the USSR. Vol. IV]. Fedorov AA, editor. Leningrad: Nauka Publ.; 1979. 261 p. In Russian
14. Stearn WT. *Allium* L., *Nectaroscordum* Lindley. Flora Europaea. Tutin TG et al. editors. Cambridge: Cambridge Univ. Press; 1980. pp. 49-69.
15. Kovtonyuk NK, Barkalov VJu, Friesen NV. Synopsis of the family Alliaceae Borkh. (Onions) of Asian part of Russia. *Turczaninowia*. 2009;12(3-4):31-39 p. In Russian
16. Plantarium. Determinant of plants on-line. *Allium angulosum* L. [Electronic resource]. Available at: http://www.plantarium.ru/page/view/item/1879.html (accessed 20.07.2016).
17. Suslova TA, Czhobadze AB, Philippov DA , Shiryaeva OS, Levashov AN. The second edition of Red Data Book of the Vologda region: Revisions in lists of protected and biological control required species of plants and fungi. *Fitoraznoobrazie Vostochnoy Evropy = Phytodiversity of Eastern Europe*. 2013;7(3):93-104. In Russian
18. Decree of the Government of Vologda Region No. 125 of 24.02.2015 "On the Establishment of the Red Book of Vologda Region" [Electronic resource]. Available at: http://vologda-oblast.ru/dokumenty/zakony_i_postanovleniya/postanovleniya_pravitelstva / 393552 (accessed 03.04.2015).
19. Smirnova OV. Struktura travyanogo pokrova shirokolistvennykh lesov [Structure of the grass cover of broad-leaved forests]. Moscow: Nauka Publ.; 1987. 207 p. In Russian
20. Kokoreva VA. Luki dekorativnye [Decorative onions]. Moscow: Armada-Press Publ.; 2001. 32 p. In Russian
21. Cherepnin VL. Pishchevye rasteniya Sibiri [Food plants of Siberia]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1987. pp. 74-75. In Russian
22. Orlova NI. Konspekt flory Vologodskoy oblasti. Vysshie rasteniya [The Conspectus of Vologda Region's Flora (Higher Plants)]. In: *Trudy Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytateley* [Proc. of the St. Petersburg Society of Naturalists]. 1993;77(3):1-264. In Russian
23. Kononov AI. Sovremennoe sostoyanie izuchennosti lukov (*Allium* L.) v Vologodskoy oblasti [Current state of the study of onions (*Allium* L.) in Vologda region]. In: *Materialy IX mezhregional'noy nauchnoy konferentsii aspirantov i molodykh uchenykh* [Proc. of the IX Interreg. Sci. Conf. of Graduate Students and Young Scientists (Vologda, Russia, 24-25 November, 2015)]. Vologda: Vologda State University Publ.; 2015. Vol. 1. pp. 280-284. In Russian
24. Ellenberg H, Weber HE, Düll R, Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*. 1991;18:9-166. In German
25. Neshataev YuN. Metody analiza geobotanicheskikh materialov [Methods for analyzing geobotanical materials]. Leningrad: Leningrad State University Publ.; 1987. 192 p. In Russian
26. Rabotnov TA. Voprosy izucheniya sostava populyatsiy dlya tseley fitotsenologii [Questions of studying the composition of populations for the purposes of phytocenology]. *Problemy*

*botaniki* [*Problems of Botany*]. 1950;1:465-483. In Russian
27. Zhukova LA. Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rasteniy [Population life of meadow plants]. Yoshkar-Ola: RIIK "Lanar" Publ.; 1995. 223 p. In Russian
28. Smirnova OV. Ob"em schetnoy edinitsy pri izuchenii tsenopopulyatsiy rasteniy razlichnykh biomorf [The volume of a countable unit in the study of cenopopulations of plants of different biomorphs]. In: *Tsenopopulyatsii rasteniy: Osnovnye ponyatiya i struktura* [Plants coenopopulations: Basic concepts and structure]. Moscow: Nauka Publ.; 1976. pp. 72-80. In Russian
29. Harper JL. Population biology of plants. London: Acad. Press; 1977. 892 p.
30. Zlobin YuA. Populyatsionnaya ekologiya rasteniy: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta [Population Ecology of Plants: Current state, growing points]. Sumy: Universitetskaya kniga Publ.; 2009. 263 p. In Russian
31. Ishbirdin AR, Ishmuratova MM. Adaptivnyy morfogenez i ekologo-tsenoticheskie strategii vyzhivaniya travyanistykh rasteniy [Adaptive morphogenesis and ecological and cenotic life strategies of herbaceous plants]. In: *Metody populyatsionnoy biologii.* [Methods of population biology. Proc. of the VII All-Russian Population Seminar (Syktyvkar, Russia, 16-21 February, 2004)]. Syktyvkar: Syktyvkar State University Publ.; 2004. Pt. 2. pp. 113-120. In Russian
32. Shipley B, Parent M. Germination responses of 64 wetland species in relation to seed size, minimum time to reproduction and seedling relative growth rate. *Functional Ecology*. 1991;5(1):111-118. doi: 10.2307/2389561
33. Poptsov AV, Nekrasov VI, Ivanova IA. Ocherki po semenovedeniyu [Essays on seed production]. Moscow: Nauka Publ.; 1981. p. 112. In Russian
34. Lakin GF. Biometriya: Uchebnoe posobie dlya biologicheskikh spetsial'nostey vuzov [Biometrics: Textbook for Biological specialities of Universities]. Moscow: Vysshaya shkola Publ.; 1990. 352 p. In Russian
35. Mirkin BM, Naumova LG. Sovremennoe sostoyanie osnovnykh kontseptsiy nauki o rastitel'nosti [Current state of the main concepts of vegetation science]. Ufa: ANRB, Gilem Publ.; 2012. 488 p. In Russian
36. Stetsuk NP. K voprosu ob otsenke sostoyaniya tsenopopulyatsiy orkhidnykh Yuzhnogo Priural'ya [On assessing the condition of orchid cenopopulations in the Southern Cisurals]. In: *Osob'i populyatsiya – strategii zhizni* [Individual and population as life strategies. Proc. of the IX All-Russian Population Seminar (Ufa, Russia, 2-6 October, 2006)]. Ufa: Villi Oksler Publ.; 2006. Pt. 2. pp. 361-365. In Russian
37. Kononova OA. The estimation of vital structure of gentiana *Cruciata* L. of natural cenopopulations in the Vologda region. *Perspektivy nauki = Science Prospects*. 2014;63(12):7-12. In Russian

*Received 09 October 2016; Revised 14 March 2017;*
*Accepted 26 May 2017; Published 22 September 2017*

**Author info:**
**Kononova Olga A,** Applicant for the Cand. Sci. (Biol.) degree, Department of Biology, Institute of Natural Sciences, Syktyvkar State University, 55 Oktyabr'skiy Prospect, Syktyvkar 167001, Komi Republic, Russian Federation; Biology and English teacher, Aristovskaya school, 14 Tsentral'naya Str., Aristovo 162386, Velikiy Ustyug district, Vologda region, Russian Federation.
E-mail: olga-aristovo@inbox.ru
**Kononov Anatoliy I,** Student, Faculty of Natural Sciences and Geography, Pedagogical Institute, Vologda State University, 37 Pobeda Pr., Vologda 162000, Russian Federation.
E-mail: tolya-kononov@mail.ru