

УДК 581.524:632.937.2

**ВОЗРАСТНАЯ И ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА  
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *HYPERICUM PERFORATUM* L.  
НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА  
«ХВАЛЫНСКИЙ»**

© 2009 В.М. Пархоменко, А.С. Кашин \*

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов (Россия)  
parhomenko\_vm@mail.ru  
Поступила 21 ноября 2008 г.

Изучена возрастная и виталитетная структура ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. в национальном парке «Хвалынский».

Ключевые слова: ценопопуляции, *Hypericum perforatum* L., национальный парк «Хвалынский».

Одной из задач ООПТ является изучение состояния ценопопуляций как редких и охраняемых, так и типичных на территории видов. Особое внимание при этом следует уделять видам, важным в ресурсном отношении (лекарственным, медоносным, кормовым и т.д.).

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – широко распространенный евроазиатский вид, произрастающий в лесных, луговых и степных ценозах. Он входит в фармакопеи многих стран и используется в научной и народной медицине в качестве противовоспалительного, анальгезирующего, седативного и антидепрессантного средства (Соколов, 1985; Забалуев, 2000).

Цели общебиологического и экологического мониторинга могут быть достигнуты только с учетом популяционного уровня исследований, в первую очередь путем систематических наблюдений над виталитетным и возрастным составом популяций.

Целью данного исследования было изучение возрастной и виталитетной структуры *H. perforatum* на территории национального парка «Хвалынский».

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Исследования проводились в вегетационные периоды 2006–2008 гг. Материалом для исследования были шесть ценопопуляций (ЦП), находящихся в разных эколого-ценотических условиях:

– ЦП1 (2006 г.) – низинно-луговое сообщество на антропогенно-трансформированном местообитании (заросший садовый участок);

– ЦП2 (2006–2007 гг.) – лугово-степное сообщество на склоне мелового холма;

---

Василий Михайлович Пархоменко, аспирант, Александр Степанович Кашин, профессор.

– ЦПЗ (2006, 2008 гг.) – суходольно-луговое сообщество в основании меловых холмов;

– ЦП4 (2007–2008 гг.) – суходольно-луговое сообщество на антропогенно-трансформированном местообитании (старая залежь);

– ЦП5 (2008 г.) – суходольно-луговое сообщество на антропогенно-трансформированном местообитании (старая залежь) с участием подроста *Acer platanoides* L.;

– ЦП6 (2008 г.) – дубрава злаковая.

Для изучения возрастной структуры в каждой ценопопуляции, границы которой определяли общепринятыми методами (Смирнова, Заугольнова, 1976), закладывалось 10–20 модельных площадок. За особь мы принимали укоренившийся побег генеративного или вегетативного происхождения. Возрастное состояние определяли по методике Э.М. Гонтарь (2002). Тип ценопопуляции определили по Т.А. Работнову (1950) и классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского (2001).

Индекс возрастности определяли по формуле:

$$\Delta = \sum K_i m_i / \sum K_i,$$

где  $\sum K_i$  – сумма растений всех возрастных состояний,  $m_i$  – возрастность особей (Уранов, 1975).

Индекс эффективности определяли по формуле;

$$\omega = \sum p_i e_i,$$

где  $p_i = n_i/n$  – доля растений  $i$ -того состояния в данной популяции,  $n_i$  – абсолютное число растений  $i$ -того состояния,  $n = \sum n_i$  – общее число растений,  $e_i$  – энергетическая эффективность (Животовский, 2001).

Индекс восстановления определялся по формуле:

$$I = \sum j \rightarrow v / \sum g_1 \rightarrow g_3,$$

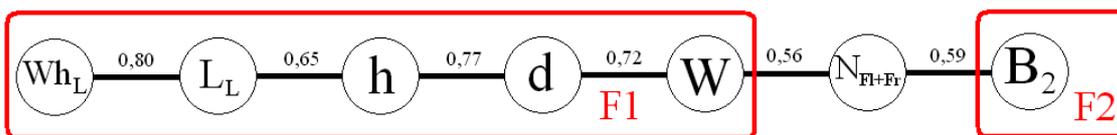
где  $\sum j \rightarrow v$  – сумма растений всех возрастных состояний прегенеративного периода,  $\sum g_1 \rightarrow g_3$  – сумма растений всех возрастных состояний генеративного периода (Жукова, 1987).

Исследование виталитетной структуры проводили по методике Ю.А. Злобина (Злобин, 1980, 1989а,б). Для этого случайным образом отбирались 50–100 особей зверобоя зрелого генеративного возрастного состояния. У исследуемых особей в разные года исследований измерялись следующие статистические морфометрические параметры:  $h$  – высота побега,  $W$  – воздушно-сухая фитомасса побега,  $d$  – диаметр  $3^{\text{го}}$  удлиненного междуузлия префлоральной части побега,  $N_m$  – число междуузлий,  $l$  – длина  $3^{\text{го}}$  удлиненного междуузлия префлоральной части побега,  $L_L$  – длина нижнего стеблевого листа,  $Wh_L$  – ширина нижнего стеблевого листа,  $V_1$  – число паракладиев  $1^{\text{го}}$  порядка,  $V_2$  – число паракладиев  $2^{\text{го}}$  порядка,  $V_{F1}$  – число паракладиев  $1^{\text{го}}$  порядка с цветками,  $N_{F1+F2}$  – число цветков и плодов на побеге,  $L_p$  – длина лепестка,  $Wh_p$  – ширина лепестка,  $L_s$  – длина чашелистика,  $Wh_s$  – ширина чашелистика,  $Wh_1$  – ширина соцветия. Символика обозначений параметров и их размерности являются общепринятыми (Злобин, 1989а,б). Для обработки количественных данных использовали методы математической статистики (интегрированная система Statistica версии 6.0).

Виталитетные спектры ценопопуляций строили на основе разделения исследуемых особей зверобоя на 3 класса градации: низший (с), средний (b) и высший (a). К процветающим ценопопуляциям относили ценопопуляции с преобладанием особей высшего класса ( $Q=1/2(a+b)>c$ ), к равновесным – при равной встречаемости особей всех классов ( $Q=1/2(a+b)=c$ ) и к депрессивным – ценопопуляции с господством особей, относящихся к низшему классу градации ( $Q=1/2(a+b)<c$ ) (Злобин, 1980).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Основные структурные единицы ценопопуляций - особи растений – в пределах каждой ценопопуляции неравноценны по строению и свойствам. Основными формами этой неравноценности является неравноценность жизненных состояний, возрастная и генетическая. Исходя из неравноценности особей, ценопопуляции подразделяются на ряд типов, которые качественно отличаются друг от друга. Наибольшую фитоценоотическую значимость имеют виталитетные типы ценопопуляций (депрессивные, равновесные или процветающие) и возрастные спектры (инвазионные, нормальные и регрессивные).



h – высота побега, W – воздушно-сухая фитомасса побега, d – диаметр  $3^{го}$  удлиненного междоузлия префлоральной части побега,  $L_L$  – длина нижнего стеблевого листа,  $Wh_L$  – ширина нижнего стеблевого листа,  $B_2$  – число паракладиев  $2^{го}$  порядка,  $N_{F1+F2}$  – число цветков и плодов на побеге. Над линиями приведены данные силы корреляционной связи.

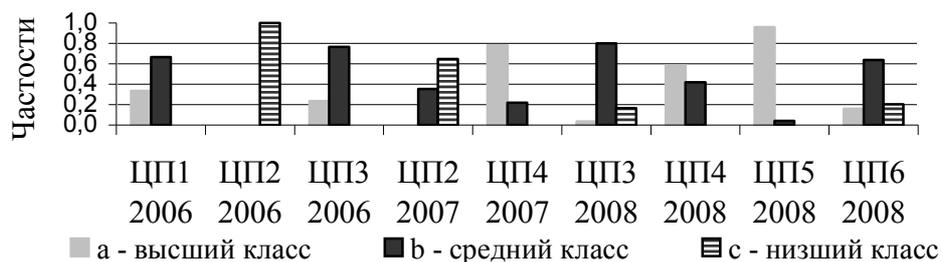
**Рис. 1. Корреляционные связи метрических параметров при  $|r| > 0,5$  и факторное решение**

Наиболее реагирующий показатель на изменение состояния ценопопуляций – их виталитетный состав. Именно он в первую очередь пригоден для оценки связей ценопопуляций с экологическими факторами и при анализе межпопуляционных отношений. Оценка состояния особей является основой любого популяционного исследования. Особи растений – многопризнаковые биологические системы, поэтому выбор признаков для оценки виталитетного состояния особей должен отвечать условию их высокой биолого-экологической информативности (Злобин, 1989б).

По результатам исследований 2006 (Пархоменко, 2008), 2007 (Пархоменко, Забалуев, 2008) и 2008 гг. на основе корреляционного и факторного анализов (рис. 1) для оценки жизненного состояния особей были выбраны 5 ключевых признаков: h – высота побега, W – воздушно-сухая фитомасса побега, d – диаметр  $3^{го}$  удлиненного междоузлия префлоральной части побега,  $L_L$  – длина нижнего стеблевого листа и  $Wh_L$  – ширина нижнего стеблевого листа.

Далее все особи зрелого генеративного состояния исследованных ценопопуляций ранжировались факторным анализом по ключевым признакам. На

основе ранжирования все особи были разделены на три класса градации. По частотам встречаемости особей того или иного класса виталитета были построены виталитетные спектры (рис. 2).



**Рис. 2. Виталитетные спектры изученных ценопопуляций *H. perforatum* в 2006–2008 гг.**

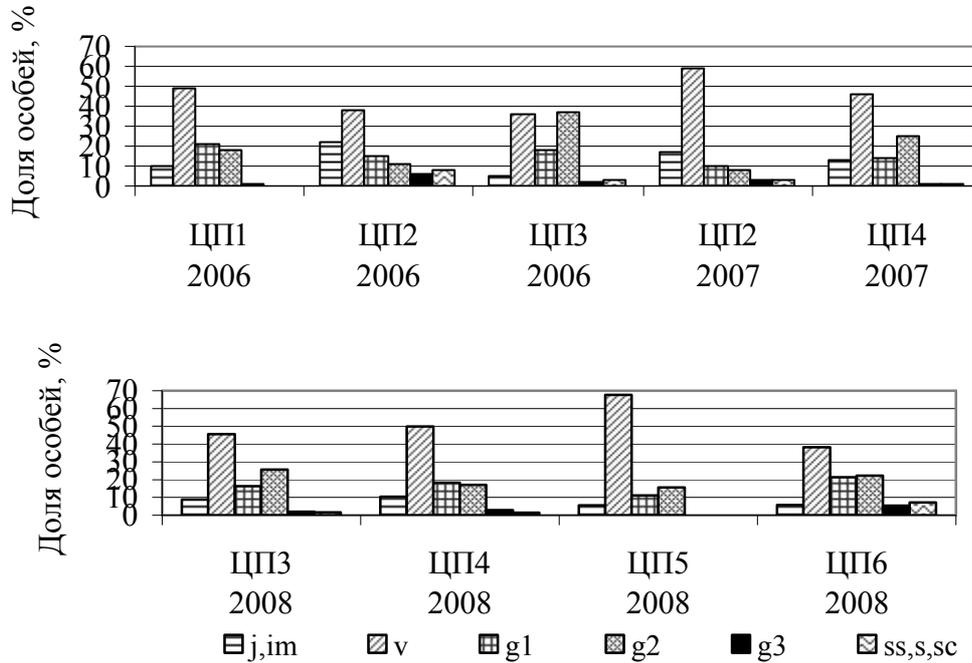
Анализ виталитетных спектров показал, что в различных эколого-ценологических условиях формируется разная виталитетная структура ценопопуляций, и позволил выделить следующие типы ценопопуляций: процветающие – ЦП1 ( $Q=0,500$ ), ЦП4 ( $Q=0,500$ ), ЦП5 ( $Q=0,500$ ) и ЦП3 ( $Q=0,500$  в 2006 г. и  $Q=0,476$  в 2008 г.), близкая к равновесной – ЦП6 ( $Q=0,398$ ) и депрессивная – ЦП2 ( $Q=0$  в 2006 г. и  $Q=0,176$  в 2007 г.). Как видно из рисунка 2, наибольшая доля особей высшего класса виталитета отмечалась в ценопопуляциях антропогенно-трансформированных местообитаний.

Так как экологическому оптимуму соответствуют процветающие ценопопуляции, то, судя по виталитетному состоянию исследуемых ценопопуляций, наиболее благоприятные условия для произрастания *H. perforatum* по результатам трех лет исследований складывались в ЦП4 и ЦП5, находящихся на естественно восстанавливающихся старых залежах. Также следует отметить, что наблюдается ухудшение жизненного состояния ценопопуляций *H. perforatum* в ряду антропогенно-трансформированные местообитания – суходольные луга – дубовые леса – луговые степи на мелу. Исходя из динамики виталитетных структур ценопопуляций по годам, можно предположить, что помимо экологических условий местообитаний на жизненное состояние и морфогенез зверобоя оказывают влияние также и климатические условия.

Важной характеристикой ценопопуляций является возрастной (онтогенетический) спектр, который представляет собой результат внутривидового распределения особей по возрастным (онтогенетическим) состояниям. Определенное соотношение возрастных групп в ценопопуляциях даёт достаточно четкое представление об общем жизненном состоянии популяции, ее способности к самовоспроизведению и перспективах развития (Гонтарь, Курочкина, 2005).

Возрастные спектры исследованных ценопопуляций представлена на рис. 3. Почти все ценопопуляции являются полночленными, за исключением ЦП1 и ЦП5. Типы их возрастных спектров в большинстве случаев одновершинные и левосторонние. Исключение составляет лишь ЦП3 в 2006 и 2008 гг., возрастной спектр которой является бимодальным с максимумами на виргинильных и взрослых генеративных особях. Все исследованные природные ценопопуляции *H. perforatum*, согласно классификации по спектрам воз-

растного состава, относятся к нормальным, так как способны к самоподдержанию семенным и / или вегетативным путем и не зависят от заноса зачатков извне. Они испытывают лишь обратимые изменения численности особей отдельных возрастных состояний характеризующаясь постоянным положением максимальных значений в спектре.



j – ювенильное, im – имматурное. v – виргинильное, g<sub>1</sub> – молодое, g<sub>2</sub> – зрелое и g<sub>3</sub> – старое генеративные, ss – субсенильное, s – сенильное, sc – полутруп.

**Рис. 3. Возрастные спектры исследованных ценопопуляций *H. perforatum* в 2006–2008 гг.**

Высокая доля особей прегенеративного периода развития отмечалась практически во всех изученных ценопопуляциях (от 54,36% в ЦП3 в 2008 г. до 76,37% в ЦП2 в 2007 г.), за исключением ЦП3 в 2006 г. (40,61%) и ЦП6 (43,92%). Доля виргинильных особей во всех ценопопуляциях превосходила долю особей остальных возрастных состояний, достигая своего максимума в ЦП5. Исключение составила ЦП3 в 2006 году, в которой доля виргинильных особей была немного меньше доли взрослых генеративных. Тот факт, что в ЦП1, ЦП4, ЦП5 велика доля виргинильных особей, говорит о том, что зверобой прорываемый активно размножается при естественном восстановлении антропогенно-трансформированных местообитаний.

По доле особей генеративного периода развития выделялись ЦП3 (56,77% в 2006 г. и 44,10% в 2008 г.) и ЦП6 (48,99%). Минимальное количество генеративных особей наблюдалось в ЦП2 в 2007 г. (20,53%). Среди особей данного периода развития во всех ценопопуляциях наблюдалось малое количество старых генеративных особей (0–6,31%). Доля особей молодого и взрослого генеративного состояния была примерно одинаковой, исключение составили ЦП3 и ЦП4 (2007 г.), в которых доля особей взрослого генеративного состояния более или менее превышала долю молодых генеративных особей.

Доля особей постгенеративного периода развития составляла незначительную часть в возрастных спектрах изученных ценопопуляций – от 8,41% в ЦП2 в 2006 г. до 0,72% в ЦП4 в 2007 г. В ЦП1 и ЦП5 особи постгенеративного периода отсутствовали, что указывает на их молодость.

По классификации «дельта-омега» ЦП1, ЦП2 и ЦП5 являются молодыми, ЦП4 – молодой, но близкой к зреющей, а ЦП3 и ЦП6 – зреющими. Максимальное значение индекса восстановления наблюдалось у ЦП2 в 2007 г. (3,72%), а минимальное – у ЦП3 в 2006 г. (0,72%) и у ЦП6 (0,90%). В остальных ценопопуляциях индексы восстановления были больше единицы и их значения колебались от 1,46 до 2,74 %. Индексы возрастности были близки у ЦП1, ЦП2 (2007 г.), ЦП2 (2007 г.), ЦП4 (2007–2008 гг.) ( $\Delta = 0,22-0,27$ ) и равными у ЦП2 (2007 г.) с ЦП5 и у ЦП3 (2006 г.) с ЦП6 ( $\Delta = 0,19\%$  и  $\Delta = 0,3\%$  соответственно).

Сила энергетической нагрузки, оказываемой особями зверобоя продырявленного на окружающую среду, в изученных ценопопуляциях примерно одинакова (от 0,47 до 0,64%). Максимальная сила энергетической нагрузки ЦП3 и ЦП5 объясняется наличием большего числа особей генеративного периода развития.

Динамика индексов возрастности и восстановления и силы энергетической нагрузки по годам наблюдения практически отсутствует в ЦП4, что говорит о благоприятных условиях местообитания. Напротив, динамика вышеперечисленных параметров по годам в ЦП2 и ЦП3 указывает на неблагоприятность экоценотических условий. В ЦП3 это, вероятнее всего, связано с динамикой видового состава растительного сообщества данного местообитания, а в ЦП2 – с жесткими экологическими условиями и постоянной рекреационной нагрузкой.

## ВЫВОДЫ

Все исследованные ценопопуляции *H. perforatum*, относятся к нормальным, типы спектров одновершинные и левосторонние. По классификации «дельта-омега» выделены молодые (ЦП1, ЦП2 и ЦП5), зреющие (ЦП3, ЦП6) и близкая к зреющей (ЦП4) ценопопуляции.

По жизненному состоянию выделено три типа ценопопуляций: депрессивная (ЦП2), близкая к равновесной (ЦП6) и процветающие (ЦП1, ЦП4, ЦП5 и ЦП3). Наибольшая доля особей высшего класса виталитета отмечалась в ценопопуляциях антропогенно-трансформированных местообитаний. Наиболее благоприятные условия для произрастания *H. perforatum* складывались в ценопопуляциях, находящихся на естественно восстанавливающихся старых залежах. Наблюдается ухудшение жизненного состояния ценопопуляций в ряду антропогенно-трансформированных местообитаний – суходольные луга – дубовые леса – луговые степи на мелу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гонтарь Э.М. Онтогенез зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 2002. С. 206-213. - Гонтарь Э.М., Курочкина Н.Ю. Возрастная структура ценопопуляций *Hypericum perforatum* (Clusiaceae), *Polemonium caeruleum* (Polemoniaceae) и *Primula macrocalyx* (Pri-

mulaceae) в Хакасии, на Алтае и в Восточном Казахстане // Растительные ресурсы. 2005, Вып. 2. Стр. 17-28.

**Животовский Л.А.** Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, 2001. № 1. С. 3-7. - **Жукова Л.А.** Динамика ценопопуляций луговых растений в естественных фитоценозах // Динамика ценопопуляций травянистых растений. Киев: Наукова думка, 1987. С. 9-19.

**Забалуев А.П.** Ресурсы лекарственных растений Саратовской области. Саратов: Сарат. гос. агр. ун-т им. Н.И. Вавилова, 2000. 144 с. - **Злобин Ю.А.** Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989а. 147 с. - **Злобин Ю.А.** Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляции растений // Ботанический журнал, 1989б. Т.74, №6. С. 769-780. - **Злобин Ю.А.** Ценопопуляционная диагностика экотопа // Экология, 1980. №2. С. 22-30.

**Пархоменко В.М.** Состояние ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. на территории Саратовской области // Исследования молодых ученых и студентов в биологии: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008. Вып. 5. С. 46-49. - **Пархоменко В.М., Забалуев А.П.** Возрастная и виталитетная структура ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сборник научных статей. Саратов, 2008. Вып. 10. С. 72-75.

**Работнов Т.А.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР, 1950. Сер. 3. Вып. 6. С. 7-204.

**Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б.** Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с. - **Соколов П.Д.** Растительные ресурсы: цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Раеониасеае – Тhymеласеае. Л.: Наука, 1985. С. 16-18.

**Уранов А.А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки, 1975. № 2. С. 7-33.

## **AGE AND VITALITY STRUCTURE OF CENOPOPULATION *HYPERICUM PERFORATUM* L. IN TERRITORY OF NATIONAL PARK «HVALYNSKY»**

**© 2009 V. M. Parhomenko, A.S. Kashin**

The age and vitality structure of cenopopulation *Hypericum perforatum* L in national park «Hvalynsky» is studied.

*Key words:* cenopopulation, *Hypericum perforatum* L., national park «Hvalynsky».