

УДК 574.34(58.009)

**ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ  
*PULSATILLA HALLERI* (ALL.) WILLD. *SUBSP. TAURICA* (JUZ.) K. KRAUSE  
В ФИТОЦЕНОЗАХ ГОРНОГО КРЫМА**

*Вахрушева Л. П.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: vakhl@inbox.ru*

В фитоценозах петрофитных степей, исследованных в Горном Крыму, эндемичный подвид *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.), K. Krause. по фитоценотической роли – доминант или содоминант, развивает проективное покрытие 9–20 %, имеет коэффициент встречаемости 56–77 %; плотность особей в популяциях колеблется от  $2,1 \pm 0,4$  (№2) до  $5,2 \pm 0,6$  (№1) и  $6,8 \pm 1,3$  (№3) на 1 м<sup>2</sup>. Онтогенетические спектры популяции № 1 и № 3 – нормальные, полночленные, мономодальные; по «дельта-омега» популяция № 1 – молодая, приближающаяся к зреющей; № 3 – почти зрелая. Спектр популяции № 2 – неполночленный (отсутствуют проростки), бимодальный, по «дельта-омега» популяция – зреющая. Онтогенетические спектры всех популяций имеют левостороннюю тенденцию. **Ключевые слова:** *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.), K. Krause, популяция, фитоценоз, доминант, содоминант, онтогенетический спектр.

**ВВЕДЕНИЕ**

*Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.), K. Krause – эндемичный подвид, спорадично распространенный на сухих каменистых склонах, по опушкам сосновых и дубовых лесов Горного Крыма [1, 2]. По основной биоморфе – травянистый поликарпик, по экоморфе – ксеромезофит, литофит, гелиофит [3]. Произрастает в нижнем, чаще – в среднем и верхнем поясах Горного Крыма и горно-луговых степях яйл [4]. В Республике Крым природоохранный статус *Pulsatilla halleri subsp. taurica* соответствует III категории и охраняется в Ялтинском горно-лесном, Карадагском природных заповедниках; национальном парке «Крымский» (в прошлом – природный заповедник), в государственных природных заказниках «Большой каньон Крыма», «Урочище Караби-яйла», «Горный карст Крыма» [4]. Однако наличие природоохранного статуса у таксона и, даже сочетание его с заповедным статусом мест произрастания, не является достаточным для сохранения исчезающих видов растений, т. к. внутривидовые процессы вносят постоянные изменения в состояние фитоценозов и произрастающих в них популяций. Главной угрозой для генофонда редких и исчезающих видов на сегодняшний день остается антропогенная трансформация окружающей среды и фрагментация местообитаний, приводящая к уменьшению объема и численности популяций, с последующей их изоляцией [5].

Для эффективной организации охраны редких видов растений необходимо выяснение реального состояния локальных популяций. Для эндемичных таксонов сокращение численности популяций приводит к невосполнимой утрате видового разнообразия, потере структурных признаков самой популяции, к нарушению ценотической регуляции. Таким таксоном является *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.) K. Krause, произрастающий в уникальных, но, нередко, антропогенно трансформированных условиях Горного Крыма, особенно в его предгорной части. Исследование *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.) K. Krause на популяционном уровне было начато в 2004 г. [6, 7], биолого-экологические данные о виде обобщены в очерках [4]. Основным угрожающим фактором продолжает оставаться антропогенный: высокодекоративные цветки прострелов уничтожаются при сборе на букеты, выкапываются с корневой системой с целью дальнейшей продажи, горно-склоновые местообитания сон-травы разрушаются при террасировании склонов и при строительстве карьеров [8]. Данные о современной численности популяций и сведения, в первую очередь, об особенностях их онтогенетической структуры необходимы для получения полной популяционной характеристики вида и принятия необходимых мер, в случае обнаружения признаков регресса в их состоянии. Цель данного исследования – провести геоботаническое изучение фитоценозов, в составе которых произрастает *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.) K. Krause, определить ценотическую роль эндемичного субтаксона, установить численность, плотность и современную онтогенетическую структуру его популяций в фитоценозах Горного Крыма.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются три популяции *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. *subsp. taurica* (Juz.): популяция № 1 – произрастает в южной части окрестностей г. Симферополь, на восточном склоне куэсты; популяция № 2 – на восточном склоне Долгоруковской яйлы; популяция № 3 – на вершине, переходящей в юго-восточный склон останца (окр. с. Дружное Белогорского района). Геоботаническое исследование фитоценозов включало выявление флористического состава, проективного покрытия, встречаемости [9]. Численность и плотность особей вида устанавливались по общепринятым методам [10, 11]. На основе качественно-количественных морфологических признаков [6] производился подсчет особей разных возрастных состояний *P. halleri subsp. taurica* в 3 популяциях. Полученные возрастные спектры популяций анализировались по известным методикам [12, 13], производился расчет возрастности ( $\Delta$ ) и эффективной плотности популяций ( $\omega$ ) [14].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фитоценозы, избранные для изучения, характеризуются произрастанием в них *P. halleri subsp. taurica* в значительной численности. Популяция № 1 исследовалась на восточном равнинно-волнистом склоне куэсты (крутизна 20–30°), в окрестностях г. Симферополь, на щебнистом черноземе (рис. 1). Площадь популяции составляет

927 м<sup>2</sup>, численность *P.halleri subsp. taurica* – 4820 особей. В составе фитоценоза были обнаружены 50 видов из 14 семейств и 44 родов. Наиболее богаты видами семейства Роасеае (8 видов/16 %), Lamiaceae (8/16 %), Asteraceae (5/10 %). Проективное покрытие травостоя соответствует 70 %, из которых 15 % приходится на *P.halleri subsp. taurica*. Рангу содоминантов соответствуют *Teucrium chamaedrys* с проективным покрытием 14 %, а также *Festuca rupicola* и *Teucrium polium*, занимающие по 12 % площади. *P.halleri subsp. taurica* принадлежит ко II классу встречаемости (R=77 %). Следуя доминантной концепции синтаксономии, фитоценоз относится к ассоциации Pulsatilletum teucrieto-festucosum.



Рис.1. Популяция № 1 в составе асс. Pulsatilletum teucrieto-festucosum (Фото С. П. Иванова)

Популяция № 2 произрастает на скалисто-каменистой почве восточного склона крутизной 45°, на Долгоруковской яйле, занимая площадь 126 м<sup>2</sup> (рис. 2). Фитоценоз включает 53 вида цветковых растений из 11 семейств и 42 родов. В качестве доминирующих семейств выступают те же, что и в фитоценозе 1: Роасеае (11 видов/21 %), Lamiaceae (7/13 %), Asteraceae (6/11 %), а также Brassicaceae (6/11). Помимо травянистых растений, на участке встречаются карликовые деревья *Sorbus taurica* Zinserl., а по периферии пробной площади заросли кустарников из *Cotoneaster melanocarpus* Fisch.ex Blytt. и *Jasminum fruticans* L. На момент цветения прострела (февраль-середина апреля) поверхность почвы была свободна от большинства цветковых растений, но частично покрыта лишайниками из рода *Cladonia* L. и мхом *Tortula ruralis* (Hedw.) Crome. *Pulsatilla halleri subsp. taurica* относится к III классу встречаемости (R=56 %), общая численность особей в пределах популяции 265. Фитоценоз № 2 имеет проективное покрытие травостоя 72 %. Доминантную нишу в сообществе занимает *Festuca rupicola* с покрытием 14%, проективное покрытие *Teucrium chamaedrys* – 12 % и *P. halleri subsp. taurica* –

9 %, что позволяет отнести их к содоминантам и определить ассоциацию как *Festucetum teucrieto-pulsatillosum*.



Рис. 2. Популяция № 2 в составе асс. *Festucetum teucrieto-pulsatillosum* (Фото автора)

На вершине останца, расположенного к западу от Долгоруковской яйлы (административное положение – окр. с. Дружное Симферопольского района), изучалась популяция № 3 (рис. 3), занимающая площадь 280 м<sup>2</sup>. Фитоценоз с этой популяцией объединяет 33 вида растений из 11 семейств и 29 родов. Преобладают по числу видов семейства: Poaceae (8 видов/24 %), Lamiaceae (7/21 %) и Fabaceae (4/12 %). Травостой достаточно однообразный, но с самыми высокими значениями проективного покрытия: общее – 93 %, *P. halleri subsp. taurica* достигает 20 % – наивысшее из всех 3-х изученных фитоценозов, *Festuca rupicola* и *Elytrigia stipifolia* имеют 16 и 15 %, соответственно, и 29 % – у *Carex humilis*. В 3-м, как и во 2-м фитоценозе доминирующей ценогической группой являются степанты: *Festuca rupicola*, *Elytrigia stipifolia*, *Koeleria cristata*, *Carex humilis*. Именно ценоморфа степантов обладает наиболее широким диапазоном экологической амплитуды, что позволяет этой группе выживать в суровых климатических условиях с сильными ветрами, сухостью и низким плодородием каменистых почв. Популяция *P. halleri subsp. taurica* в фитоценозе № 3 по значению коэффициента встречаемости ( $R=74\%$ ) соответствует 2 классу, численность составляет 265 особей. Наряду с прострелом, в этот же класс входят *Festuca rupicola*, *Elytrigia stipifolia*, *Teucrium polium*, *Carex humilis*. На основании количественного участия видов в составе фитоценоза он отнесен к ассоциации *Pulsatilletum caricosum*.



Рис.3. Популяция № 3 в асс. Pulsatilletum caricosum (Фото автора)

**Онтогенетическая структура популяций *P. halleri subsp. taurica***

Исследование возрастной структуры популяций *P.halleri subsp. taurica* проводилось в вегетационные сезоны 2019–20 г.г., что позволило установить следующие показатели плотности популяций и соотношения в них возрастных состояний (табл. 1).

**Таблица 1**

**Демографические данные о популяциях *P. halleri subsp. taurica***

Номер популяции	Участие, %								Плотность особей, шт./м <sup>2</sup>
	Возрастное состояние								
	<i>p</i>	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g<sub>1</sub></i>	<i>g<sub>2</sub></i>	<i>g<sub>3</sub></i>	<i>s</i>	
Популяция №1	5,5	4,5	17,3	16,0	43,6	9,0	1,8	2,3	5,2 ±0,6
Популяция №2	0,0	3,6	7,1	37,5	32,1	3,6	7,2	8,9	2,1 ±0,4
Популяция №3	3,6	6,4	25,5	21,8	9,1	30,0	1,8	1,8	6,8 ±1,3

Для получения интегральной характеристики возрастной структуры конкретной видовой популяции [13] были построены онтогенетические спектры для трех изученных популяций *P. halleri subsp. taurica* (рис. 4). Все популяции являются

нормальными, полночленными, за исключением популяции № 2, т.к. в ее составе отсутствуют проростки.

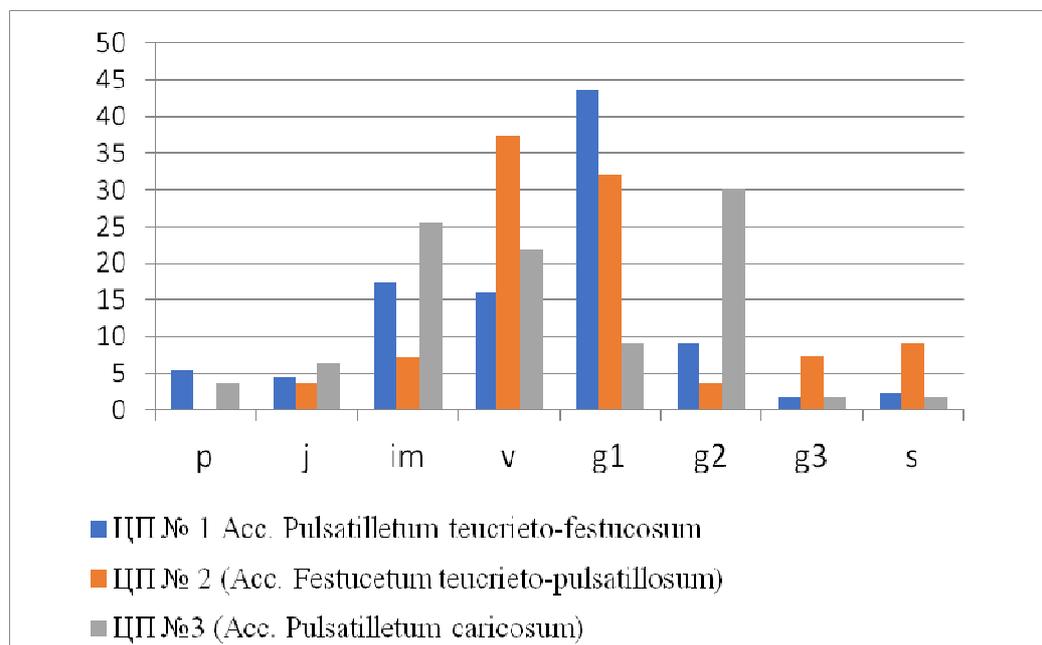


Рис. 4. Онтогенетические спектры популяций *P. halleri subsp. taurica* в составе 3-х ассоциаций.

Онтогенетический спектр популяции № 1 – мономодальный, с преобладанием генеративных особей, причем максимум приходится на молодые генеративные растения (рис. 4). Растений прегенеративного возраста также достаточно: в сумме их участие составляет 43 %, что говорит об оптимальности условий для успешности семенного возобновления и достаточной выживаемости молодых растений. По соотношению числа особей прегенеративных и генеративных возрастных состояний (1:1,3), возможно констатировать некоторую сбалансированность возрастной структуры данной популяции. Если таковой баланс сохранится в данном месте практически неизменным (до изменения условий существования), то популяцию № 1 есть основания отнести к дефинитивной.

Для популяции № 2 отмечается двувёршинный онтогенетический спектр, в котором абсолютный максимум приходится на особи виргинильного возраста, а также небольшой пик – на молодые генеративные растения (рис. 4). Установленная неполночленность популяции говорит о возможности ее самоподдержания в некоторые сезоны за счет вегетативного размножения. В таком случае положение абсолютного максимума зависит от наличия постоянного запаса зачатков в почве, а процессы самоподдержания популяции могут быть обеспечены только лишь при глубоком омоложении дочерних партикул, что у *P. halleri subsp. taurica* бывает

довольно редко. Количество атмосферных осадков в последние пять лет в Горном Крыму в среднем было ниже на 300 мм в год [15], чем в предыдущий, более влажный период. Это дает основания утверждать, что нарушены оптимальные условия для прорастания семян. Кроме того, полученный спектр также показывает, что популяция и в прошлом неоднократно переживала крайне неблагоприятные периоды своего существования, что обусловило малое число ювенильных и имматурных растений, а также своеобразный количественный «провал» особей зрелого возрастного состояния. Соотношение числа особей прегенеративных и генеративных возрастных состояний в популяции № 2 выглядит как 1:1 (без учета сенильных растений), т.е. вполне оптимистично для прогноза о ее будущем и свидетельствует, что *P. halleri subsp. taurica*, хотя и имеет в отдельные сезоны значительные потери особей различных возрастных состояний, но в целом хорошо адаптирована к экстремальному климату яйлы.

Популяция № 3 проявляет в онтогенетическом спектре заметную левостороннюю тенденцию и является, как и популяция № 1, полночленной (рис. 4). Четко выраженный пик отмечается на особях среднего генеративного возраста, менее выраженный на имматурных, которым в численности мало уступают и виргинильные растения. Наличие более двух максимумов в спектре свидетельствует о всплеске инспермации в некоторые периоды развития популяции, либо, наоборот, о ее кратковременном перерыве. Максимум на  $g_2$  показывает хорошую вероятность как вегетативного, так и семенного возобновления, что и выразилось в полночленности онтогенетического спектра. Соотношение числа особей прегенеративных и генеративных возрастных состояний в популяции № 3 выглядит как 1,4:1 (без учета сенильных растений). Резкое уменьшение численности особей постгенеративного периода во всех популяциях *P. halleri subsp. taurica* связано с отмиранием большей их части в старом генеративном возрасте, особенно в засушливые годы.

На основе полученных онтогенетических спектров были рассчитаны коэффициенты возрастности ( $\Delta$ ), индексы эффективности ( $\omega$ ), а также изученные популяции *P. halleri subsp. taurica* классифицированы по критерию «дельта-омега» (табл. 2, рис. 5).

Небольшой диапазон коэффициента возрастности и его невысокие значения (табл. 2) свидетельствуют о заметной общей доле особей молодой части популяции. Полученные значения критерия «дельта-омега» позволяют в нашей выборке выделить 2 типа популяций: популяция № 1 – молодая, но по значениям «дельта-омега» близка к зреющей; популяции № 2 и № 3 по значению этого же критерия – зреющие, при этом популяция № 2 – уже близка к зрелым (табл. 2). Такое положение в классификации, вероятнее всего, объясняется заметным наличием во всех популяциях достаточного количества молодых особей, но при сохранении преобладающего числа генеративных растений.

Таблица 2

Характеристики популяций *P. halleri subsp. taurica* по онтогенетическим индексам

Номер популяции	Индекс возрастности (по А. А. Уранову)	Индекс эффективности (по Л. А. Животовскому)	Тип популяции по классификации «дельта-омега»
	$\Delta$	$\omega$	
Популяция №1	0,23	0,55	Молодая
Популяция №2	0,31	0,96	Зреющая
Популяция №3	0,26	0,61	Зреющая

Классификация «дельта-омега» дополняет характеристику популяций и показывает перспективу развития каждой из них (рис. 5).

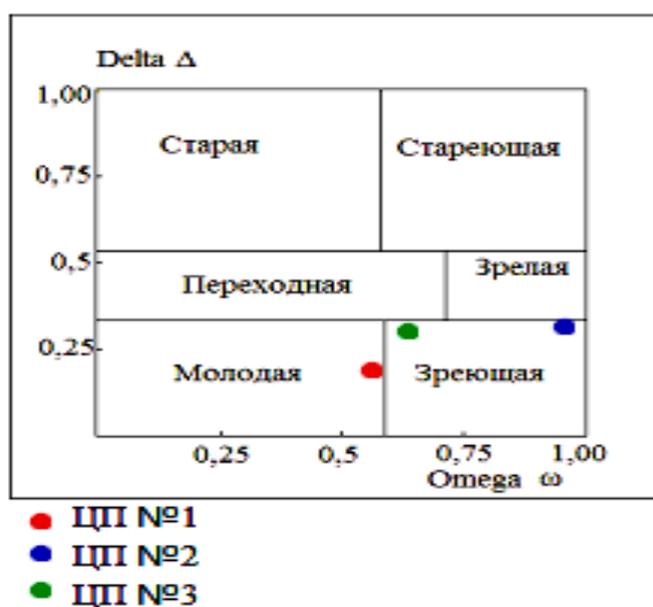


Рис. 5. Классификация популяций *P. halleri subsp. taurica* по критерию «дельта-омега»

В данном случае критерий «дельта-омега» подтвердил характеристику популяций, полученную по критериям, приведенным в табл. 2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изученные фитоценозы с произрастанием *Pulsatilla halleri subsp. taurica* занимают площади от 280 м<sup>2</sup> (№ 3) до 927 м<sup>2</sup> (№ 1) и популяции вида достигают следующей численности: № 1 – 4820 особей, № 2 – 265 особей и № 3 – 1904. Плотность особей колеблется от минимальной  $2,1 \pm 0,4$  (№2) до  $5,2 \pm 0,6$  (№ 1) и  $6,8 \pm 1,3$  на 1 м<sup>2</sup>.
2. *Pulsatilla halleri subsp. taurica* по фитоценотической роли в исследуемых сообществах является доминантом или содоминантом, развивая в каждом из фитоценозов проективное покрытие от 9 до 20 % и показывая достаточно равномерное распределение, поскольку принадлежит ко II и III классам встречаемости.
3. Онтогенетический спектр популяции № 1 – нормальный, полночленный, мономодальный; по классификации «дельта-омега» популяция молодая, приближающаяся к зреющей; спектр популяции № 2 – неполночленный (отсутствуют проростки), бимодальный (пики на виргинильных и молодых генеративных особях), по «дельта-омега» – зреющая. Спектр популяции № 3 – нормальный, полночленный, мономодальный с численным преобладанием имматурных и средневозрастных генеративных особей, по индексу возрастности – почти зрелая.
4. Наибольшая антропогенная угроза существует для популяции № 1, т.к. рядом с ней (на расстоянии 50 м), на плато куэсты, в 2019 г. появились участки под индивидуальную застройку территории. Популяция на Долгоруковской яйле произрастает в самых экстремальных экотопических условиях, поэтому ее развитие в будущем зависит от динамики структурно-функциональных и адаптивных реакций особей популяции. Возрастные спектры всех популяций имеют левостороннюю тенденцию, что дает надежду на их успешное существование, при малой вариабельности внешних условий.

### Список литературы

1. Определитель высших растений Крыма / под ред. Рубцова Н. И. – Ленинград: изд-во Наука, 1972. – 549 с.
2. Ена Ан. В. Природная флора крымского полуострова / Ан. В. Ена. – Симферополь: изд-во Н. Орианда, 2012. – 231 с.
3. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма / В. Н. Голубев – Второе изд. – Ялта: ГНБС, 1996. – 96 с.
4. ККРК Красная книга Республики Крым: Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. д.б.н., проф. А. В. Ена и к.б.н. А. В. Фатерыга. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
5. Schnabel A. Conservation genetics and evolutionary history of *Gleditsia caspica*: Inferences from allozyme diversity in populations from Azerbaijan. / Schnabel A., Krutovskii K. V. // Conservation Genetics – 2004. – 5. – 195–204.
6. Вахрушева Л. П. Возрастная структура ценопопуляции *Pulsatilla taurica* на Долгоруковской яйле (Крым) // Л. П. Вахрушева, О. Л. Имрякова // Матер. III науч. Конф. «Заповедники Крыма. Биоразнообразие, экоразнообразие». Ч. 1, география, 2005. – С.151–154.

7. Вахрушева Л. П. Состояние ценопопуляций *Pulsatilla taurica* Juz. в условиях естественного и антропогенно преобразованного экотопа // Л. П. Вахрушева. // Междунар. научная конференция «Проблемы биологии, экологии, географии и образования: история и современность», Санкт-Петербург, 4–7 июля, 2008. – С. 22–25.
8. Флора восточной Европы / ред Н. Н. Цвелев. – С.-Петербург: Мир и семья – 95,1996. – Т. IX. – С. 315–316.
9. Шенников А. П. Введение в геоботанику. / Шенников А. П. – Л., 1964. – 447 с.
10. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Труды БИН АН СССР; Сер. 3. Геоботаника. – М.; Л., 1950. – Вып. 6. – С. 179–196.
11. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы: Университетская книга, 2009. – 266 с.
12. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. – 1975. – No 2. – С. 7–34.
13. Заугольнова Л. Б. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). / Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. – М., 1988. – 184 с.
14. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л. А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
15. [http://www.pogodaiklimat.ru/history/33958\\_2.htm](http://www.pogodaiklimat.ru/history/33958_2.htm)

**ONTOGENETIC STRUCTURE OF *PULSATILLA HALLERI* (ALL.) WILLD.  
SUBSP. TAURICA (JUZ.) K. KRAUSE POPULATIONS IN PHYTOCOENOSIS OF  
CRIMEAN MOUNTAIN**

*Vakhrusheva L. P.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: vakhl@inbox.ru*

*Pulsatilla halleri* (All.) Willd. subsp. *taurica* (Juz.), K. Krause – an endemic subspecies, sporadically distributed on dry rocky slopes, along the edges of pine and oak forests of Mountain Crimea. The purpose of this study is to conduct a geobotanical study of phytocoenosis in which *P. halleri* (All.) Willd. subsp. *taurica* (Juz.) K. Krause grows, to determine the coenotic role of the endemic subtaxon, to establish the number, density and modern ontogenetic structure of its populations in the phytocoenosis of the Mountainous Crimea.

The object of the study is three populations of *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. subsp. *taurica* (Juz.). Population No. 1 was studied on the eastern flat-wavy slope of cuesta (steepness 20–30 °), near of Simferopol. The population area is 927 m<sup>2</sup>, the abundance of *P. halleri* subsp. *taurica* – 4820 individuals. The phytocoenosis included 50 species from 14 families and 44 genus. The richest in species of the family Poaceae (8 species / 16 %), Lamiaceae (8/16 %), Asteraceae (5/10 %). The projective cover is 70 %, of which 15 % is *P. halleri* subsp. *taurica*. The rank of codominants corresponds to *Teucrium chamaedrys* with a projective cover of 14 %, as well as *Festuca rupicola* and *Teucrium polium*, each occupying 12 % of the area. *P. halleri* subsp. *taurica* belongs to the II class of occurrence

( $R = 77\%$ ). Following the dominant concept of syntaxonomy, the phytocoenosis belongs to the *Pulsatilletum teucrietio-festucosum* association.

Population No. 2 grows on the rocky-stony soil of the eastern slope with a steepness of  $45^\circ$ , on the Dolgorukovskaya jaila, occupying an area of  $126\text{ m}^2$  (Fig. 2). The phytocoenosis includes 53 plant species from 11 families and 42 genus. Families predominate: Poaceae (11 species / 21%), Lamiaceae (7/13%), Asteraceae (6/11%), and Brassicaceae (6/11). *Pulsatilla halleri* subsp. *taurica* belongs to the III class of occurrence ( $R = 56\%$ ), the total number of individuals in the population is 265. Phytocoenosis No. 2 has a projective cover of 72%. *Pulsatilla halleri* subsp. *taurica* – 9%, which makes it possible to classify them as codominants. Following the dominant concept of syntaxonomy the phytocoenosis belongs to the *Pulsatilletum teucrietio-festucosum* association.

At the top, located to the west of Dolgorukovskaya jaila (near village of Druzhnoe, Simferopol region), population No 3 was studied (Fig. 3), occupying an area of  $280\text{ m}^2$ . The phytocoenosis with this population unites 33 plant species from 11 families and 29 genus. Dominated by the number of species of the family: Poaceae (8 species / 24%), Lamiaceae (7/21%) and Fabaceae (4/12%). The grass stand is rather uniform, but with the highest projective cover values: total – 93%, *Pulsatilla halleri* subsp. *taurica* reaches 20% – the highest of all 3 studied phytocoenosis, *Festuca rupicola* and *Elytrigia stipifolia* have 16 and 15%, respectively, and 29% have *Carex humilis*. The *Pulsatilla halleri* subsp. *taurica* in phytocoenosis № 3 corresponds to class 2 in terms of the frequency of occurrence ( $R = 74\%$ ), the number is 265 individuals. On the quantitative participation of species in the phytocoenosis, it was assigned to the *Pulsatilletum caricosum* association.

The ontogenetic spectrum of population No. 1 is monomodal, with a predominance of generative individuals (Fig. 4.). Plants of pregenerative age are sufficient: in total their participation is 43%. According to the ratio of the number of individuals of pregenerative and generative age states 1: 1,3.

Population No. 2 has a bimodal ontogenetic spectrum, in which the absolute maximum falls on individuals of virginal age, as well as a small peak – on young generative plants (Fig. 4.). There are few juvenile, immature and mature generative plants in the population.

The ratio of the number of individuals of pregenerative and generative age states in population No. 2 looks like 1: 1 (excluding senile plants), it is quite optimistic for the forecast of its future and indicates that *P. halleri* subsp. *taurica*, although it has significant losses in individual seasons of individuals of various age states, is generally well adapted to the extreme climate of the jaila.

Ontogenetic spectrum population No. 3 left-sided, full-member (Fig. 4.). The peak is observed in individuals of middle generative age, less pronounced on immature and virgin plants. The ratio of the number of individuals of pregenerative and generative age states in population No. 3 looks like 1.4: 1 (excluding senile plants)/

Age coefficients ( $\Delta$ ) and efficiency indices ( $\omega$ ) were calculated, as well as the studied populations of *P.halleri* subsp. *taurica* are classified according to the delta-omega criterion (table 2; Fig. 5). According to the "delta-omega" criterion, there are 2 types of populations in this sample: population No. 1 is young, according to the "delta-omega"

values, it is close to maturing; populations No. 2 and No. 3, according to the value of the same criterion, are maturing (table 2).

The greatest anthropogenic threat exists for population No. 1, because next to it (at a distance of 50 m), on the cuesta plateau, in 2019, plots for individual development of the territory appeared. The population on the Dolgorukovskaya jaila grows in the most extreme ecotopic conditions, therefore, the forecast of its development depends on the dynamics of the structural, functional and adaptive responses of individuals of the population. The age spectra of all populations have a left-sided tendency, which predicts their successful existence, with little variability of external conditions.

**Keywords:** *Pulsatilla halleri* (All.) Willd. subsp. *taurica* (Juz.), K. Krause, population, phytocenosis, dominant, codominant, ontogenetic spectrum.

### References

1. Ed. Rubtsova N. I. *Key for higher plants of Crimea*, 549 p. (Publishing House of Science, Leningrad, 1972).
2. Yena A. V. *Spontaneous flora of the Crimean Peninsula*, 232 p. (N. Orianda, Simferopol, 2012).
3. Golubev V. N. *Biological flora of the Crimea*, 125 p (Yalta, NBS-NSC, 1996).
4. Ed. by Dr. Sci., Prof. Yena A. V. & Dr. Fateryg A. V., *Red book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi*, 480 p (ARIAL LLC, Simferopol, 2015).
5. Schnabel A., Krutovskii, K. V. Conservation genetics and evolutionary history of *Gleditsia caspica*: Inferences from allozyme diversity in populations from Azerbaijan, *Conservation Genetics* **5**, 195 (2004).
6. Vakhrusheva L. P., Imrjakova O. L. Age structure of *Pulsatilla taurica* coenopopulation on Dolgorukovskaja jaila (Crimea ), *III Scientific Conferense «Reserves of Crimea. Biodiversity, ecodiversity»*. P. 1, *geography*, 151 (2005).
7. Vakhrusheva L. P. State of *Pulsatilla taurica* Juz. coenopopulations in a natural and anthropogenically transformed, *International Scientific Conferense «Problems of biology, ecology, geography and education: history and modernity »*, 22 (St. Petersburg, July 4-7, 2008).
8. *Flora of Eastern Europe*, Ed. N. N. Tzvelev, **IX**, 315 (SPb .: Peace and Family-95, 1996).
9. Shennikov A. P. *Introduction to geobotany*, 447 p. (L., 1964).
10. Rabotnov T. A. The Life Cycle of Perennial Herbaceous Plants in Meadow Cenoses, *Works of BIN AN SSSR*, **3, 6, 7** (1950).
11. Zlobin Y. A., Sklyar V. G., Klimenko A. A. *Populations of rare plant species: theoretical foundations and research methods*, 263 p. (Universitetska kniga, Sumy, 2013)
12. Uranov A. A. Age range of coenopopulations as a function of time and energy wave processes, *Biological Sciences*, **2, 7** (1975).
13. Zaugolnova L. B., Zhukova L. A., Komarov A. S., Smirnova O. V. *Coenopopulations of Plants (notes of population biology)*, 184 p. (M., 1988).
14. Zhivotovsky L. A. Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations, *Ecology*, 21 (2001).
15. [http://www.pogodaiklimat.ru/history/33958\\_2.htm](http://www.pogodaiklimat.ru/history/33958_2.htm)