

G. J. Sultangazina¹, A. N. Kuprijanov², O. A. Kuprijanov², R. S. Beyshev¹

¹A. Baitursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan;

²Kuzbass Botanical garden, Federal Research Center of Coal
and Coal Chemistry of SB RAS, Kemerovo, Russia.

E-mail: gul_sultan@mail.ru, kupr-42@yandex.ru

ONTOGENESIS AND AGE STRUCTURE OF THE *PULSATILLA MULTIFIDA* MILL POPULATIONS IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Abstract. The article provides the study results on the age-related stages of *Pulsatilla multifida* Mill. The materials have been gathered in the course of field research taking into account the literary data. The studies were carried out in the Pavlodar and Akmola regions during the season of mass flowering and seeds ripening (2018-2019). A rosette shoot is formed on the stage of seedlings out of 3-4 leaves of different complexity. On the juvenile stage the rosette shoot is formed out of 4-5(6) leaves. The leaves are tripartite, dissected into large lobes and in their turn are cut into prongs. The root system is represented by a stem-root and many roots of the second order. Immature individuals undergo the formation of an elongated rhizome. Leaf-blades are tripartite with deeply dissected lobes. 1-3 rosette shoots grow from resumption buds. The calendar age of an immature plant is 1-2 years. On the virginal stage, there is an increase of resumption buds and rosette modules, the formation of a powerful rhizome with numerous resumption buds on it. Leaves acquire a specificity: the number of prongs on the leaves becomes narrow, middle leaves develop a petiole of different lengths. Young generative plants have 1-3 peduncles and 1-3 rosette shoots. On average generative stage, the rhizome forms a many-headed caudex with numerous rosette shoots. In old age the number of rosette shoots decreases, the peduncles remain underdeveloped and do not start blooming. The leaves are cut into very narrow lobes with a large number of prongs, while the length of the petiole at the central lobe becomes minimal. In subsenile plants, there is a maceration of rhizomes to a greater depth with the formation of vegetative rosettes on separate parcels and they are represented by a system of dying rhizomes, with single vegetative sockets. The coenopopulations of *P. multifida* and *P. aggr. patens* are found in rocky habitats, except CP-1 (a glade between the rocks) where *P. multifida* grows on a dry meadow among steppe shrubs. All the studied populations are generative, the density of species is high enough to ensure the normal existence of the species in natural conditions.

Key words: *Pulsatilla multifida* Mill., coenopopulation, Northern Kazakhstan, age stages, age structure.

Introduction. There are three species of the *Pulsatilla* Mill genus in the flora of the north-western regions of Kazakhstan: *P. flavescens* (Zucc.) Juz., *P. multifida* (Pritz.) Juz., *P. patens* (L.) Mill. [1]. *P. uralensis* (Zäm) Tzvel., which is considered as a synonym for *P. flavescens* (Zucc.) Juz. grows in the adjacent territories of the Southern Urals including the Chelyabinsk region [2,3].

It is difficult to find *P. patens* in the south of Western Siberia and in Northern Kazakhstan. It is hybridized actively with *P. multifida* and *P. uralensis*, and possibly with a Trans-Ural species *P. angustifolia*. Obviously, therefore, when processing the *Pulsatilla* Mill. genus for Flora of Siberia, S.A. Timokhina (1993) believed that *P. patens* does not grow in Siberia, and is represented by two species: *P. flavescens* and *P. multifida* [4]. On the other hand, *P. patens* is tested well, despite a great polymorphism. The main morphological difference of *P. patens* is a palmately separate (long-shaped) leaf blade, while all other representatives of this genus have pinnatipartite dissected leaves [5].

Despite all the hybridity, *P. patens* retains its species features like pink-purple range of crown coloring, palmately separate leaf blade with sessile broad segments. The species is represented widely in Europe [2], it is widely represented in the northern regions of Kazakhstan [1].

Material and research methods. To process floristic descriptions we employed the IBIS program developed by A.A. Zverev (2007) [6]. Species names are given according to the summary of S.A. Adbulina (1999) considering modern data [7]. Age stages were worked out according to the guidelines [8-12]. A schematic describing scheme on age stages is given according to Kupriyanov A.N. (2013) [13].

Ontogenetic structure and number of plants in the coenopopulation were studied on registry fields with the area of 1 m². An individual plant, a partial bush, and a partial shoot were used as counting units. The adoption of one or another counting unit was determined by the specific biormorph formed in a particular location. The ontogenetic spectrum is built according to the conventional method (Plant Coenopopulations..., 1988) [12].

Based on the ratios of plants of different age stages in the CP, T.A. Rabotnov (1950) singled out invasive, normal and regressive coenopopulations [8]. Age ratios are determined by L.A. Zhivotovsky (2001) [14].

Results and discussion. We have conducted studies in the Pavlodar and Akmola regions during the period of mass flowering and seed ripening in the same coenopopulations (2018-2019) to determine systematic affiliation, to study the age stages of the *Pulsatilla multifida* (Pritz.) Juz. species with numerous hybrids combined in *P. aggr. patens* growing in Northern Kazakhstan (table 1).

Table 1 – Study of the *P. multifida* and *P. aggr. patens* coenopopulations in Northern Kazakhstan

CP	Species	Location	Habitat
CP-1	<i>P. multifida</i> (Pritz.) Juz.	Pavlodar region, Bayanaul village, the Bayanaul Mountains, 50.8299° N, 75.8000° W, 407 m above sea level 28.04. 2018; 12.06.2019	a glade between the rocks
CP-2	<i>P. aggr. patens</i>	Akmola region, the Ereimentau village, the Ereimentau mountains, 51.65717° N, 73.19056° W, h=320 m above sea level. 29.04.2018; 12.06.2019	the base of a small hill, gravelly soil
CP-3	<i>P. aggr. patens</i>	Akmola region, the Catarkol village, 52.93281° N, 70.49210° W, h=431 m above sea level. 03.05.2018; 13.06.2019	gravelly and stony hills
CP-4	<i>P. aggr. patens</i>	Akmola region, the Akylbai village, 53.10970° N, 70.12750° W, h=359 m above sea level. 04.05.2018; 13.06.2019	feather grass steppe
CP-5	<i>P. aggr. patens</i>	Akmola region, the Akylbai village, 53.12304° N, 70.18010° W, h=343 m above sea level 04.05.2018; 13.06.2019 the eastern slope of hills, the feather grass steppe	the eastern slope of hills, the feather grass steppe

Latent period. The fruits of *P. multifida* and *P. aggr. patens* begin to ripe in the first decade of June. After ripening in the third decade of June, they crumble. The nuts are equipped with spruce and can plan for a relatively long distance, but most seeds crumble in the diameter of 0.5 m around the mother plant. Seed productivity is 100-140 nuts/fruit. A medium-aged plant on a generative stage produces 450-600 nuts/plant.

Virginal period. Seedlings (p). As a rule, seeds do not have any rest period and can germinate at the end of the vegetative season. Germination of seeds is high, up to 50-60%. It is aboveground, the seeds do not have any period of rest, they can germinate in autumn, but most of all germinate the next year, at the end of April. Ground germination is high, about 50%, laboratory one is 85%. Germination is aboveground, the cotyledons have a wide-lanceolate shape of 0.5-0.6 cm long. Below the cotyledons, there is a hypocotyl, which turns into a primary stem root. The first true leaf is triple, about 0.5 cm in diameter. A rosette shoot is formed on the stage of seedlings out of 3-4 leaves of different complexity (figure 1, p).

On the juvenile stage (j) the rosette shoot is formed out of 4-5(6) leaves. The leaves are tripartite, dissected into large lobes and in their turn are cut into prongs. The root system is represented by a stem-root and many roots of the second order. In this age, there does not occur any isolation of petiole of the central lobe as a species-specific trait does not occur (figure 1, j). The plants of the first year winter in this state.

Immature plants (im), as well as *P. uralensis* undergo the formation of an elongated rhizome. The leaf blades are tripartite with deeply dissected lobes, their sizes are 1.5 times smaller than on subsequent age stages. Renewal buds located in the hollow of the lower true leaves form 1-3 rosette shoots. A multi-rosette and a short-rhizome plant are formed. The calendar age of an immature plant is 1-2 years (figure 1, im).

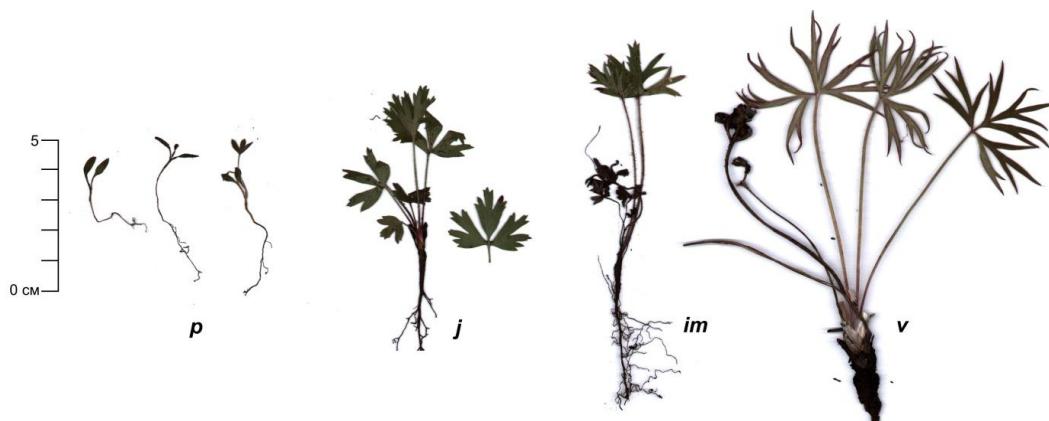


Figure 1 – Age stages of *P. multifida* and *P. aggr. patens*: p - seedlings, J - juvenile stage; im - immature stage, v - virginal stage

On the virginal stage (v), there is an increase of resumption buds and rosette modules, the formation of a powerful rhizome with numerous resumption buds on it. Leaves acquire a specificity: the number of prongs on the leaves becomes narrow, middle leaves develop a petiole of different lengths (figure 1, v).

The first flowers appear in some plants in the third year (about 10%) and in 4-5 years for the plants in natural habitats. Young generative plants (g_1) have 1-3 peduncles and 1-3 rosette shoots. Unlike *P. uralensis*, the rhizome is whole, unbranched in this age (figure 2, g_1).



Figure 2 – Age stages of *P. multifida* and *P. aggr. patens*: g_1 - young generative plants



Figure 3 – Age stages of *P. multifida* and *P. aggr. patens*: g_2 - middle-aged generative plant

On average generative stage (g_2) the rhizome forms a many-headed caudex with numerous rosette shoots (figure 3, g_2). The rhizome is loosely branched into separate parcels and in this respect, it is similar in this age to *P. patens* [15]. The plant remains vegetatively inactive.

In old age (g_3), the number of rosette shoots decreases and the flower stalks remain underdeveloped, they do not start flowering. The leaves are cut into very narrow lobes with a large number of prongs, while the length of the petiole at the central lobe becomes minimal. Systematic studies do not take into account the changes in leaf morphology depending on the age stage. The rhizome is branched into several parcels, but the number of rosette shoots decreases (figure 4, g_3).

Subsenile plants (s) undergo a maceration of rhizomes to a greater depth with the formation of vegetative rosettes on separate parcels and they are represented by a system of dying rhizomes, with single vegetative sockets. Leaf-blades retain their species specificity (figure 4, s).

According to the classification of life forms by I.G. Serebryakov (1962) *P. multifida* and *P. aggr. patens* are perennial herbaceous short-stem multi-headed polycarps and are similar in nature to *P. patens* more than to *P. uralensis*.



Figure 4 – Age stages of *P. multifida* and *P. aggr. patens*: g₃ - old-aged generative plant, s - subseñile plant

We have studied 5 CP of *P. multifida* and *P. aggr. patens* (table 1).

CP-1. The population area is 2000 m², total projective cover (TPC) is 100%, the TPC of *P. multifida* is 30%, the community has 20 species. The vegetation is formed by *Artemisia marschalliana*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Orostachys spinosa*, *Phleum phleoides*, *Potentilla bifurca*, *Stipa capillata*, *Veronica incana*.

CP-2. The population area is 2×10⁴ m², TPC is 60%, the TPC of *P. multifida* is 10%, the community has 23 species. The vegetation is formed by *Antennaria dioica*, *Artemisia austriaca*, *Bromopsis inermis*, *Gagea granulosa*, *Pentophylloides parvifolia*, *Potentilla humifusa*, *Spiraea hypericifolia*, *Stipa pennata*, *Tulipa patens*.

CP-3. The population area is 6×10³ m², TPC is 80%, the TPC of *P. multifida* is 30%, the community has 22 species. The vegetation is formed by *Artemisia austriaca*, *A. latifolia*, *Carex supina*, *Centaurea sibirica*, *Galium verum*, *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, *Potentilla argentea*, *P. canescens*.

CP-4. The population area is 3×10³ m², TPC is 60%, the TPC of *P. multifida* is 25%, the community has 29 species. The vegetation is formed by *Festuca valesiaca*, *Goniolimon speciosum*, *Helichrysum arenarium*, *Medicago falcata*, *Phlomoides tuberosa*, *Silene chlorantha*, *Spiraea hypericifolia*, *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Valeriana tuberosa*.

CP-5. The population area is 6×10³ m², TPC is 80%, the TPC of *P. multifida* is 30%, the community has 25 species. The vegetation is formed by *Echinops ritro*, *Festuca valesiaca*, *Filipendula vulgaris*, *Gentiana fetisovii*, *Gypsophila altissima*, *Pilosella echioides*, *Spiraea hypericifolia*, *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Thymus marschallianus*.

The coenopopulations of *P. multifida* and *P. aggr. patens* are found in rocky habitats, except CP-1 (a glade between the rocks) where *P. multifida* grows on a dry meadow among steppe shrubs.

The highest density of 740-880 pcs/100 m² is on the rocky and gravelly hill slopes, nevertheless, the other habitats have a high density of 232-320 pcs/100 m² (table 2).

Table 2 – Characteristics of the *P. multifida* and *P. aggr. patens* coenopopulations

№ CP	TPC %	TPC of <i>P. multifida</i> и <i>P. aggr. patens</i> , %	Area of CP, m ²	Density of plants, pcs/100 m ²	Quantity of plants in CP, pcs	Δ	ω	I
CP-1	100	30	6×10 ⁴	290	174×10 ³	0.40	0.82	0.12
CP-2	60	10	2×10 ⁴	320	64×10 ³	0.40	0.93	0.14
CP-3	80	30	6×10 ³	740	44.4×10 ³	0.41	0.83	0.12
CP-4	60	25	3×10 ³	880	26.4×10 ³	0.33	0.65	0.70
CP-5	80	30	6×10 ³	232	13.9×10 ³	0.29	0.62	1.10

By the age, almost all the coenopopulations are young Δ , between 0.2 and 0.4. According to the "delta-omega" coefficient, most populations are maturing coenopopulations (table 3).

The recovery index (table 2) at *P. multifida* is very low 0.12-0.14; hybrid plants (*P. aggr. patens*) located in the national park have a quite high one (0.7-1.1).

Table 3 – CP stage of *P. multifida* and *P. aggr. patens* according to the age ratio and "delta-omega" (according to Zhivotovsky, 2001)

№ CP	Age stage	"delta - omega"
CP-1	Young	Maturing
CP-2	Young	Maturing
CP-3	Mature	Mature
CP-4	Young	Maturing
CP-5	Young	Maturing

All the coenopopulations of *P. multifida* and *P. aggr. patens* are normal with slight deviations. CP-4 and CP-5 located in the Akylbay village in the boundaries of the national park have an invasive nature. In these populations a large number of virginal plants form left-sided spectrums (table 4).

Table 4 – Population structure, number of plants, pcs/% of the Total

Age stages	Coenopopulations of <i>P. multifida</i> и <i>P. aggr. patens</i>				
	1	2	3	4	5
pl	0	0	0	0	0
J	0	0	0	10/1.1	0
Im	10/3.4	0	0	40/4.4	20/8.6
V	20/6.8	40/12.5	80/10.8	300/34.1	100/43.1
G ₁	110/37.9	120/37.5	250/33.8	220/25.0	35/15.1
G ₂	120/41.4	110/34.4	320/43.2	150/17.4	47/20.3
G ₃	20/6.8	50/15.6	70/9.5	130/14.7	30/12.9
Ss	10/3.4	0	10/1.4	20/2.2	0
S	0	0	10/1.4	10/1.1	0
Total	290	320	740	880	232

Conclusion. The study of the systematic and population species composition of the *Pulsatilla* genus has shown that there are several races and hybrids, which are difficult to distinguish and they can be attributed to *P. aggr. patens*. It should be noted, that all studied populations are usually generative, the species density is quite high which ensures normal existence of the species in natural conditions. Moreover, the populations of *P. aggr. patens* located near Akylbai village have populations of invasive nature, despite the existing anthropogenic load.

The Red Book of Kazakhstan (2014) contains *Pulsatilla patens* (L.) Mill as a rare plant (category II. Rare species) and *P. flavescens* (Zuccar.) Jus. (category III. Decreasing species) [16]. We have not confirmed any presence of a "pure" *P. patens* in the territory of research. On the other hand, the nomenclature of *P. flavescens* has changed. This name turned out to be a late homonym and cannot be used [17]. The name of *P. uralensis* (Zam.) Tzvel is adopted to refer to yellow-flowered plants. To sum up, we believe that more floral studies should be carried out to determine more accurate localization of *P. patens* in Kazakhstan, to exclude *P. flavescens* from the list of rare plants of Kazakhstan, but to put *P. uralensis* to the Red Book of Kazakhstan.

The research was carried out within the framework of grant financing project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2018-2020. "Molecular genetic analysis of gene pools of rare plant species populations in Northern Kazakhstan" № AP05132458, number of the state registration is 0118RK00404.

Г. Ж. Сұлтанғазина¹, А. Н. Куприянов², О. А. Куприянов², Р. С. Бейшов¹

¹А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай, Қазақстан;

²РФА СБ Көмір және көмір химиясы федеральді зерттеу орталығы,
Кузбасс ботаникалық бағы, Кемерово, Ресей

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ *PULSATILLA MULTIFIDA* MILL. ПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ОНТОГЕНЕЗИ ЖӘНЕ ЖАС ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Мақалада Солтүстік Қазақстанда өсетін *Pulsatilla* тұқымдас түрлерінің жүйелілігі, жас жағдайын зерттеу нәтижелері келтірілген. Материалдар далалық зерттеулер нәтижесінде алынды, әдеби мәліметтер ескерілді. Зерттеулер Павлодар, Ақмола облыстарының аумағында жаппай гүлдену және тұқымдардың пісіп жетілуі кезеңінде (2018-2019 жж.) жүргізілді.

Қазақстанның флорасында солтүстік-батыс облыстары үшін *Pulsatilla* Mill тұқымдасының мынадай үш түрі келтірілген: *P. flavescens* (Zucc.) Juz., *P. multifida* (Pritz.) Juz., *P. patens* (L.) Mill. [1]. Оңтүстік Оралдың аралас аумағы үшін, оның ішінде Челябині облысында *P. uralensis* (Zäm.) Tzvel келтіріледі.

Латентті кезең. *P. multifida* және *P. aggr patens* жемісі маусымның бірінші онкүндігінде піседі. Бір жемісте тұқым өнімділігі – 100-140 жаңғақша. Орташа жастағы генеративтік күйдегі өсімдікте 450-600 жаңғақша түзіледі.

Виргинилді кезең. Өскіндер (р). Тұқымның өнгіштігі 50-60% дейін жоғары. Топырақ өнгіштігі жоғары – 50%, зертханалық 85%. Өскін жағдайында 3-4 күрделі жапырақтан тұратын шоғыр түзеді.

Ювенилді жағдайда (j) 4-5(6) жапырақтан тұратын шоғыр қалыптасады. Жапырақтар үш бөлікті, үлкен үлеске бөлінген, олар өз кезегінде тісшелерге кесілген. Тамыр жүйесі кіндік тамырмен және екінші ретті көптеген тамыр арқылы ұсынылған. Бұл жас күйінде жапырақтың орталық бөлігі сағақсыз. Бірінші жыл өсімдіктер осы күйде қыстайды.

Имматурлы дарақтарда (im), *P. uralensis*-дегідей ұзартылған тамырсабақ пайда болады. Үш бөлікті жапырақ такта өлшемдері келесі жас жағдайына қарағанда 1,5 есе аз. Төменгі нағыз жапырақ қолтығындағы бүршіктерден 1-3 розеткалы өркендер пайда болады. Имматурлық өсімдіктің күнтізбелік жасы – 1-2 жыл.

Виргинилді жағдайда (v) өсу бүршігі мен шоғырланған модульдер санының өсуі, көптеген бүршігі бар қуатты тамырсабақ түзіледі. Жапырақтары келесідей түрлік ерекшелікке ие болады: жапырақтар бөлігінің тісшелер саны артады және жапырақ бөліктері ұсақ күйге айналып, ортаңғы жапырақ сағағының ұзындығы әртүрлі.

Жас генеративті дарақтарға (g₁) 1-3 гүлсауыты және 1-3 шоғырланған өскіндер жатады. Бұл жастағы *p. uralensis*-ке қарағанда тамырсабағы бүтін, тармақталмаған. Орташа генеративті жағдайда (g₂) тамырсабағы көптеген шоғырланған өркені бар каудекс түзеді.

Ескі жас жағдайында (g₃) шоғырланған өркен саны азаяды, түзілетін гүлдер дамымайды және гүлденуге кіріспейді. Жапырақ тілімдері ұсақталған бөліктерге бөлінген, бұл ретте орталық жапырақ сағағының ұзындығы кішірейеді.

Субсенилді дарақтарда (s) тамырсабақтары үлкен тереңдікте орналасады. Парцеллдерде жеке вегетативтік розеткалар мен тамырсабақтардың қурайтыны байқалады. Жапырақ тактасы түрлік ерекшелікті сақтайды.

Ақмола және Павлодар облыстарында орналасқан *P. multifida* және *P. aggr patens* 5 ценопопуляциясы зерттелді. *P. multifida* және *P. aggr. patens* тасты мекендейтін жерлерге негізделген, ерекшесі 1-ЦП (жартастар арасындағы алан) болып саналады, мұнда *P. multifida* дала бұталарының арасында құрғақ шалғындар кездеседі.

Pulsatilla тұқымдас түрлердің систематикалық және популяциялық құрамын зерттеу мұнда *P. aggr patens* шартты түрде жатқызуға болатын бірнеше күрделі ажыратылатын нәсіл мен будандар бар екенін көрсетті. Барлық зерттелген популяциялар әдетте толық, түрлердің тығыздығы өте жоғары, бұл түрдің табиғи жағдайда қалыпты болуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, Ақылбай ауылының жанында орналасқан *p. aggr patens* популяциясының антропогендік жүктемесі бола тұра, инвазиялық сипаттағы популяцияға ие.

Қазақстанның Қызыл кітабына (2014) *Pulsatilla patens* (L.) Mill. (II санат. Сирек түрі) және *P. flavescens* (Zuccar.) Jus. (III санат. Жойылып бара жатқан түр) сирек өсімдіктер ретінде енгізілген [16]. Зерттеу аймағында «таза» *p. Patens*-ті біз растамадық. Басқа жағынан *p. flavescens* номенклатурасы өзгерді, бұл атау кейінірек ононимді болып шықты және қолданылуы да мүмкін емес [17]. Сары түсті өсімдіктерді белгілеу үшін *P. uralensis* (Zam.) Tzvel атауы қолданылады. Жоғарыда айтылғандарға байланысты біз Қазақстанның сирек кездесетін өсімдіктер тізімінен *P. flavescens*-ті қоспағанда, сондай-ақ *P. uralensis*-ті Қазақстанның Қызыл кітабына қосу арқылы Қазақстан аумағында *P. patens* неғұрлым дәл орналасқанын анықтау бойынша қосымша флористикалық зерттеулер жүргізу қажет деп есептейміз.

Түйін сөздер: *Pulsatilla multifida* Mill., ценопопуляция, Солтүстік Қазақстан, жас ерекшеліктері.

Г. Ж. Султангазина¹, А. Н. Куприянов², О. А. Куприянов², Р. С. Бейшов¹

¹Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, Костанай, Казахстан;

²Кузбасский ботанический сад, Федеральный исследовательский центр Угля и углехимии СО РАН, Кемерово, Россия

ОНТОГЕНЕЗ И ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *PULSATILLA MULTIFIDA* MILL. В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье приведены результаты изучения систематической принадлежности, возрастных состояний видов рода *Pulsatilla*, произрастающих в Северном Казахстане. Материалы получены в результате полевых исследований, учтены литературные данные. Исследования проведены на территории Павлодарской, Акмолинской областей в период массового цветения и созревания семян в одних и тех же ценопопуляциях (2018-2019 гг.).

Во флоре Казахстана для северо-западных областей приводится три вида рода *Pulsatilla* Mill.: *P. flavescens* (Zucc.) Juz., *P. multifida* (Pritz.) Juz., *P. patens* (L.) Mill. [1]. Для смежных территорий Южного Урала, в том числе Челябинской области приводится *P. uralensis* (Zäm.)Tzvel., который рассматривается как синоним *P. flavescens* (Zucc.) Juz. [2,3].

Латентный период. Плоды *P. multifida* и *P. aggr. patens* начинают созревать в первой декаде июня. Семенная продуктивность – 100-140 орешков на плод. На растении, находящемся в средневозрастном генеративном состоянии, образуется 450–600 орешков.

Виргинильный период. Проростки (р). Всхожесть семян высокая до 50-60%. Грунтовая всхожесть высокая, около 50%, лабораторная – 85%. В состоянии проростков формируется розеточный побег из 3-4 листочков разной сложности.

В ювенильном состоянии (j) формируется розеточный побег из 4-5(6) листьев. Листья трехраздельные, рассеченные на крупные доли, которые в свою очередь надрезаны на зубцы. Корневая система представлена стержневым корнем и многочисленными корнями второго порядка. В этом возрастном состоянии обособления черешка центральной доли как видоспецифического признака не происходит. В этом состоянии растения первого года зимуют.

У иматурных особей (im), так же как и у *P. uralensis* происходит формирование удлиненного корневища. Листовые пластинки трехраздельные с глубоко рассеченными долями, их размеры, в 1,5 раза меньше, чем у последующих возрастных состояний. Из почек возобновления, находящихся в пазухе нижних настоящих листьев образуется 1-3 розеточных побегов. Календарный возраст иматурного растения 1–2 года.

В виргинильном состоянии (v) происходит нарастание количества почек возобновления и розеточных модулей, формирование мощного корневища с многочисленными почками возобновления. Листья приобретают видоспецифичность: увеличивается количество зубцов, доли листьев становятся узкими, у среднего листочка развивается разной длины черешочек.

К молодым генеративным особям (g₁) относятся растения с 1-3 цветоносами и 1-3 розеточными побегами. В отличие от *P. uralensis* в этом возрасте корневище цельное, неразветвленное. В среднем генеративном состоянии (g₂) корневище образует многоглавый каудекс с многочисленными розеточными побегами. В старом возрастном состоянии (g₃) уменьшается количество розеточных побегов, образующиеся цветоносы остаются недоразвитыми и не приступают к цветению. Листья рассечены на очень узкие доли с большим количеством зубцов, при этом длина черешочка у центральной доли становится минимальным.

У субсенильных особей (s) происходит мацерация корневищ на большую глубину с образованием вегетативных розеток на отдельных парцеллах и представлены системой отмирающих корневищ, с одиночными вегетативными розетками. Листовые пластинки сохраняют видовую специфичность.

Изучено 5 ценопопуляций *P. multifida* и *P. aggr. patens*, расположенных в Акмолинской и Павлодарской областях. Ценопопуляции *P. multifida* и *P. aggr. patens* приурочены к каменистым местообитаниям, некоторым исключением является ЦП-1 (поляна между скалами), где *P. multifida* встречается на суходольном лугу среди степных кустарников.

Изучение систематического и популяционного состава видов рода *Pulsatilla* показало, что здесь имеется несколько трудно различимых рас и гибридов, которые можно условно отнести к *P. aggr. patens*. Необходимо отметить, что все изученные популяции, как правило, полночленные, плотность видов достаточно высокая, что обеспечивает нормальное существование вида в природных условиях. Более того, популяции *P. aggr. patens*, расположенные возле с. Акылбай, несмотря на имеющуюся антропогенную нагрузку, имеют популяции инвазионного характера.

В Красную Книгу Казахстана (2014) в качестве редких растений включены *Pulsatilla patens* (L.) Mill. (II категория. Редкий вид) и *P. flavescens* (Zuccar.) Jus. (III категория. Сокращающийся вид) [16]. Наличие

«чистого» *P. patens* на территории исследований нами не подтверждено. С другой стороны, изменилась номенклатура *P. flavescens*, это название оказалось поздним ононимом и не может быть использовано [17]. Для обозначения желтоцветковых прострелов принято название *P. uralensis* (Zam.) Tzvel. В связи с вышеизложенным мы считаем, что следует провести дополнительные флористические исследования по определению более точной локализации *P. patens* на территории Казахстана, исключением *P. flavescens* из списка редких растений Казахстана, а также включением *P. uralensis* в Красную Книгу Казахстана.

Ключевые слова: *Pulsatilla multifida* Mill., ценопопуляция, Северный Казахстан, возрастные состояния, возрастная структура.

Information about authors:

Sultangazina G.J., candidate of biological sciences, assistant professor, Head of the Department of Biology and Ecology of A. Baitursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan; gul_sultan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4160-7090>

Kuprijanov A.N., Doctor of Biological Sciences, professor, Chairman of the Council of Botanical Gardens of Siberia and the Far East, director of Kuzbass Botanical garden, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, Kemerovo, Russia; kupr-42@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-2129-3497>

Kuprijanov O.A., candidate of biological sciences, Researcher, Laboratory for Environmental Assessment and Biological Diversity Management, Kuzbass Botanical garden, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, Kemerovo, Russia; kuproa@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2510-1484>

Beyshov R.S., doctoral student 6D060700-Biology, A. Baitursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan; mr.rvs.kvn@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9240-3856>

REFERENCES

- [1] Gamayunova A.P. *Pulsatilla* genus - *Pulsatilla* Mill. // Flora of Kazakhstan. Part 4. Alma-Ata. 1961. P. 66-70.
- [2] Tsvelev N.N. Triba 7. Anemoneae DC. // Flora of Eastern Europe. M.; Spb.: World and family, 2001. Part 10. P. 77-95.
- [3] Kulikov P.V. Determinator of vascular plants in the Chelyabinsk region. Ekaterinburg. 2010. 968 p.
- [4] Timokhina S.A. *Pulsatilla* Miller // Flora of Siberia. Novosibirsk: Science, 1993. Part 6. P. 149-155.
- [5] Pavlova T.A. Pasque-flower (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) in nature and culture. Preprint. Novosibirsk: 1990. 78 p.
- [6] Zverev A.A. Information technologies in the study of vegetation. Tomsk, 2007. 304 p.
- [7] Abdulina S.A. Vascular plants of Kazakhstan / Ed. by R.W. Cameline. Almaty, 1999. 187 p.
- [8] Rabotnov T.A. Life cycle of perennial herbaceous plants in forest coenoses. BIN, USSR Academy of Sciences. 1950. Vol. 3. Part 6. M.L. P. 7-204.
- [9] Uranov A.A. Ontogenesis and age composition of populations // Ontogenesis and the age composition of flowering plant populations. M.: Science. 1967. P. 3-8.
- [10] Uranov A.A. Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy processes // Biological Sciences. 1975. N 2. P. 7-34.
- [11] Zagolugova L.B., Smirnova O.V. Age structure of coenopopulations of perennials and its dynamics // Journal of General Biology. 1978. Vol. 39. P. 849-858.
- [12] Plants coenopopulations (basic concepts and structure). M.: Science. 1976. 217 p.
- [13] Kuprijanov A.N. Introduction of plants (educational manual). Kemerovo. 2013. 163 p.
- [14] Zhivotovsky L.A. Ontogenetic spectra, effective density, and classification of plant populations // Ecology, 2001. N 1. P. 3-7.
- [15] Sivtseva E.A. Modular organization and shoot models of *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz и *Pulsatilla multifida* (G. Printz.) Juz. in Yakutia // Vestnik of North-Eastern Federal University. 2019. N 2 (70). P. 19-25.
- [16] Red Book of Kazakhstan (revised and updated 2nd ed.) Plants. Astana: LLP АртPrintXXI, 2014. Vol. 2. 452 p.
- [17] Sultangazina G.J., Kuprijanov A.N., Kuprijanov O.A., Beyshov R.S. Coenoflora *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s.l. in northern Kazakhstan // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2019. Vol. 4, N 380. P. 83-92. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.95>