

Динамика онтогенетической структуры ценопопуляции *Jurinea cyanooides* (Asteraceae) в Медведском бору (Кировская область)

Dynamics of the ontogenetic structure *Jurinea cyanooides* (Asteraceae) coenopopulation in the Medvedskij Bor (Kirov region)

Шабалкина С. В., Пересторонина О. Н.

Shabalkina S. V., Perestoronina O. N.

Вятский государственный университет, г. Киров, Россия. E-mail: Nasturtium2017@yandex.ru, olgaperest@mail.ru
Vyatka State University, Kirov, Russia

Реферат. Приводятся данные по динамике онтогенетической структуры одной ценопопуляции *Jurinea cyanooides* (L.) Reichenb. за период 2014–2019 гг. в связи с условиями среды. Показано, что эффективность освоения экологического пространства наибольшая по факторам континентальности климата и термоклиматическому, наименьшая – по увлажнению и кислотности почвы, омброклиматическому аридности-гумидности. Онтогенетические спектры единообразны по годам: максимумы приходятся на особи ювенильного, виргинильного и субсенильного онтогенетических состояний, минимум – на растения генеративного периода в совокупности. По классификации «дельта-омега» исследуемая ценопопуляция претерпевает развитие от молодой к переходной.

Ключевые слова. Онтогенетическая структура, ценопопуляция, экологическая ниша, экологический фактор, *Jurinea cyanooides*.

Summary. Data on the dynamics of the ontogenetic structure of one coenopopulation *Jurinea cyanooides* (L.) Reichenb. are presented for the period 2014–2019 due to environmental conditions. It is shown that the efficiency of the development of ecological space is the highest in terms of climate continentality and thermoclimatic factors, the lowest in terms of soil moisture and acidity, ombroclimatic aridity-humidity. The ontogenetic spectra are uniform over the years: the maximum fall on individuals of the juvenile, virginal and subsenile ontogenetic states, and the minimum is on the plants of the generative period in aggregate. According to the «delta-omega» classification, the studied coenopopulation undergoes development from young to transitional.

Key words. Coenopopulation, ecological factor, ecological niche, *Jurinea cyanooides*, ontogenetic structure.

Jurinea cyanooides (L.) Reichenb. – европейско-западносибирский лесостепной псаммофильно-боровой вид (Сосудистые растения..., 2010), имеющий непрерывный ареал в Украине, Белоруссии, Казахстане; встречается на западе, юге и в центральной части России, простирается до Горного Алтая в Сибири (Meusel, Jäger, 1992; Чернева, 1994). В Центральной Европе – это пребореальный реликтовый вид с разобщённым распространением, иммигрировал на территорию вместе с ледниковой степью. *J. cyanooides* включена в Приложение I Бернской конвенции (Janšta et al., 2015), Красные книги Украины и 10 субъектов Российской Федерации (Plantarium URL: <https://www.plantarium.ru>). В связи с описанием сокращения указываемых ранее местообитаний (Kubát, 2004; Klaudivsová, 2009; Manderbach, 2009; Klaudivsová et al., 2011), актуальным становится длительное наблюдение за состоянием ценопопуляций (ЦП), прежде всего на особо охраняемых природных территориях.

В Кировской области этот вид является редким с III категорией статуса, отмечен только в Кильмезском и Нолинском районах, где сохраняется соответственно на территории памятников природы «Бор на Лобани» и «Медведский бор» (Красная книга..., 2014). Здесь *J. cyanooides* произрастает на песчаной почве антропогенно нарушенных участков остепнённых сосновых лесов. В данной работе проанализированы результаты шестилетнего (2014–2019 гг.) мониторинга плотности и онтогенетической структуры одной ЦП, находящейся в Медведском бору, в связи с условиями среды.

Исследование проводили с использованием программы и методики изучения ЦП видов, внесённых в Красную книгу СССР (Денисова и др., 1986): в границах конкретного участка фитоценоза закладывали пробную площадь и в её пределах – учётные площадки размером 1 м² регулярным способом. В месте произрастания ЦП описывали растительное сообщество в соответствии с общепринятыми геоботаническими методами (Методы изучения ..., 2002) и более подробным выявлением флористического состава. Оценку биотопа провели с использованием амплитудных шкал Д. Н. Цыганова (1983) и методических разработок Л. А. Жуковой с соавт. (2010). За счётную единицу в исследовании онтогенетической структуры *J. cyanoides* принята особь. Возрастные (онтогенетические) состояния выделяли по комплексу признаков, описанных Е. В. Пичугиной (2007), без выкапывания растений. Динамические процессы оценивали посредством индексов восстановления и замещения (Жукова, 1995), возобновляемости, генеративности и старения (Коваленко, 2005). Тип ЦП определяли по классификации «дельта-омега» (Животовский, 2001) на основе индексов возрастности (Δ) и эффективности (ω).

Наблюдаемая ежегодно с 2014 г. ЦП *J. cyanoides* расположена на юго-восточном склоне дюны в сосняке зеленомошно-лишайниковом (посадки). Проективное покрытие мёртвого покрова составляет 30–40 %, его мощность – 2–3 см. Древостой образован *Pinus sylvestris* L., средний возраст которого 48 лет, высота деревьев 12,5–15,5 м. Сомкнутость крон – 0,5–0,6. В подросте преобладает *P. sylvestris*, редко встречается *Quercus robur* L. В подлеске присутствуют разреженно расположенные *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask. и *Sorbus aucuparia* L. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса в разные годы составляло 13–15 %. В его образовании участвуют 19 видов растений; преобладают *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Hieracium pilosella* L., *J. cyanoides*, *Campanula rotundifolia* L. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса – 50–60 %, образован *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladina rangiferina* (L.) Harm., *C. arbuscula* (Waler.) Hale et W. Culb., *Dicranum polysetum* Sw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. Мхи преобладают в северной части площади. Этот лес находится вблизи посёлка Медведок, подвергается замусориванию и вытаптыванию, что оказывает влияние на численность и состояние наблюдаемой ЦП.

J. cyanoides является стеновалентом к совокупности климатических факторов (It клим.=0,32): наименьшие значения потенциальной экологической валентности отмечены для шкал омброклиматической и криоклиматической (табл. 1), т.е. особи способны произрастать лишь в однотипных местообитаниях, с мало изменчивыми условиями климата. Обработка геоботанического описания по фитоиндикационным шкалам Д. Н. Цыганова продемонстрировала, что ЦП *J. cyanoides* обитает в следующих условиях климатопа: промежуточные между суббореальными и неморальными (по термоклиматической шкале), субматериковыми и материковыми (по шкале континентальности климата), субаридными и субгумидными (по омброклиматической шкале), умеренных и мягких зим (по криоклиматической шкале). Показатели коэффициента экологической эффективности довольно высокие, лишь по шкале омброклиматической аридности-гумидности этот вид незначительно реализует свои потенции (табл. 1): особям предпочтительны аридные условия, тогда как Нолинский район и соответственно описываемая ЦП расположены в зоне достаточного увлажнения.

Таблица 1

Характеристика потенциальной (PEV) и реализованной (REV) экологических валентностей, коэффициента экологической эффективности (K.ес.эфф.) *Jurinea cyanoides*

Название шкалы (индекс)	Экологическая позиция вида по шкале	PEV	Точка оптимума	REV	Оценка местообитания	K.ес.эфф., %
Термоклиматическая (Tm)	6–11	0,35	8,5	0,18	7,73	51,43
Континентальности климата (Kn)	7–12	0,40	9,5	0,27	8,51	67,50
Омброклиматическая аридности-гумидности (Om)	5–8	0,27	6,5	0,07	7,73	25,93
Криоклиматическая (Cr)	7–10	0,27	8,5	0,13	7,23	48,15
Увлажнение почвы (Hd)	2–9	0,35	5,5	0,04	10,50	11,43
Солевой режим почвы (Tr)	3–9	0,37	6	0,11	5,39	29,73
Богатство почвы азотом (Nt)	–	–	–	0,09	3,84	–
Кислотность почвы (Rc)	5–13	0,69	9	0,08	5,96	11,59
Переменности увлажнения почвы (fH)	–	–	–	0,18	5,55	–
Освещенности-затенения (Lc)	1–5	0,56	3	0,22	3,22	39,29

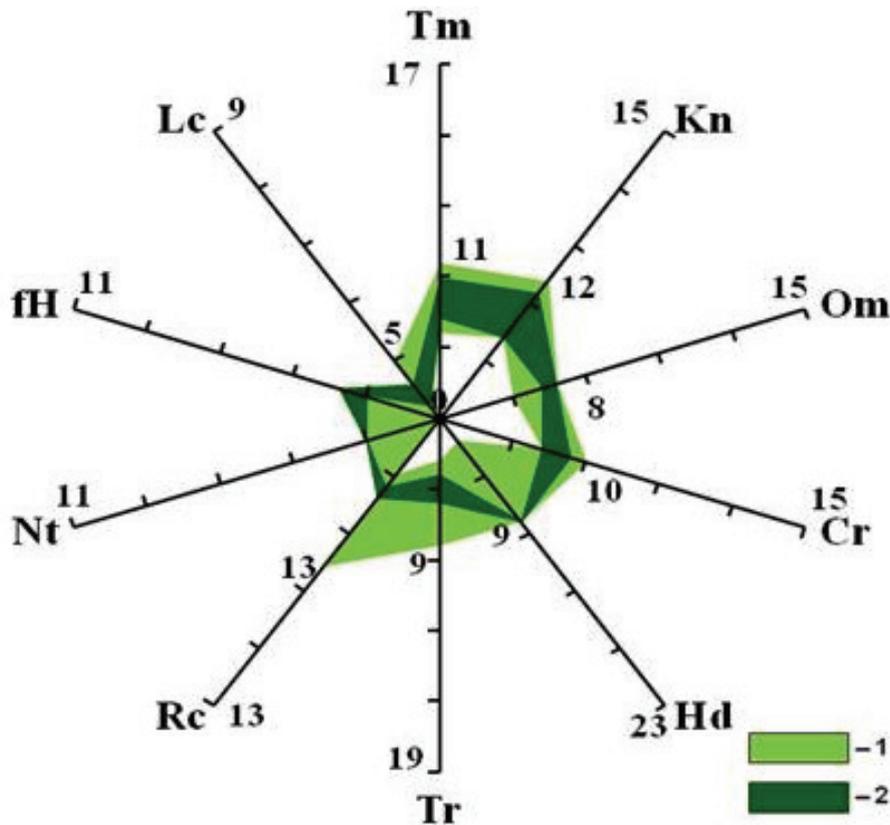


Рис. 1. Амплитуды экологического ареала *Jurinea cyanoides* по шкалам Д. Н. Цыганова (1) и экологического пространства изученного сообщества (2).

По отношению к комплексу почвенных факторов *J. cyanoides* является мезовалентом (It почв. = 0,47). Реализованные диапазоны эдафотопы следующие: режим увлажнения – промежуточный между лугово-степным и сухолесолуговым; солевой режим – небогатые / довольно богатые почвы; кислотность – кислые / слабокислые почвы; богатство азотом – очень бедные / бедными азотом; переменность увлажнения – слабо переменное / умеренно переменное увлажнение. Наиболее низкие значения коэффициента экологической эффективности наблюдаются по увлажнению и кислотности почвы: 11,43 % и 11,59 % соответственно (табл. 1). Это закономерно, поскольку для особей *J. cyanoides* оптимальны сухостепные условия увлажнения и нейтральные почвы, а в месте произрастания они более влажные и кислые.

Реализованная экологическая позиция по шкале освещённости-затенения свидетельствует о произрастании этого вида в условиях полуткрытых пространств.

В целом, амплитуда фундаментальной экологической ниши *J. cyanoides* шире, по сравнению с условиями биотопа сосняка зеленомошно-лишайникового. Реализованная экологическая ниша располагается в пределах фундаментальной, при этом её минимальные значения по шкалам континентальности климата, криоклиматической, освещённо-

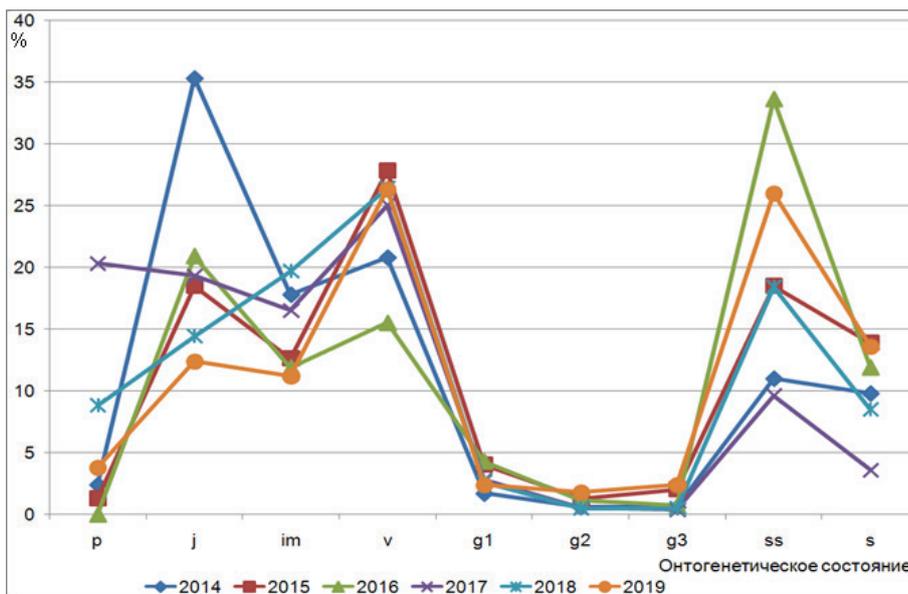


Рис. 2. Динамика онтогенетических спектров ценопуляции *Jurinea cyanoides* в 2014–2019 гг.

сти-затенения соответствуют минимальным значениям фундаментальной; максимальные показатели шкал омброклиматической и увлажнения почвы, наоборот, – максимальным (рис. 1). Наибольшая эффективность использования экологического пространства отмечена по факторам континентальности климата и термоклиматическому, занимая более половины потенциальной экологической ниши.

Расположение особей *J. cyanoides* в фитоценозе – диффузно-групповое. Анализ динамики плотности в течение шести лет исследований продемонстрировал, что наибольшее её значение наблюдалось в 2014 г. (5,4 особей/м²), в 2016 г. она снижается до 3,5 особей/м², в 2017 г. увеличивается до 4,8 особей/м². К 2019 г. плотность сокращается почти вдвое, составляя 2,8 особей/м².

ЦП нормальная полночленная (рис. 2): отмирающие особи в онтогенезе не описаны (Пичугина, 2007). Анализ динамики онтогенетических спектров по годам показал на однонаправленные изменения: максимумы приходятся на растения ювенильного (от 12,4 % в 2019 г. до 35,3 % в 2014 г.), виргинильного (от 15,5 % в 2016 г. до 27,8 % в 2015 г.) и субсенильного (от 9,6 % в 2017 г. до 33,6 % в 2016 г.) онтогенетических состояний, минимумы – на генеративные особи, доля которых в совокупности (g1+g2+g3) варьирует от 2,8 % в 2014 г. до 7,3 % в 2015 г. (рис. 2). Соотношение особей прегенеративного, генеративного и постгенеративного периодов изменяется каждые три года: в 2014 г. доля растений прегенеративного периода составила 76,4 %, в 2017 г. – 83,2 %; в 2015–2016 и 2018–2019 гг. их количество незначительно снижается. Обратная тенденция наблюдается для растений постгенеративного периода: их доля максимальна в 2016 г. (45,5 %) и 2019 г. (39,6 %). В целом, в 2014 г. число особей прегенеративного периода в 3,7 раза больше растений постгенеративного периода, к 2016 г. их количество примерно выравнивается, в 2017 г. вновь их становится больше в 6,3 раза, к 2019 г. – в 1,4 раза.

Подобные закономерности подтверждают и высчитанные индексы. Значения индекса восстановления велики и демонстрируют хорошее семенное возобновление – от 7,7 до 26,5 растений на одну генеративную особь (табл. 2). Показатели индекса замещения значительно ниже – от 0,9 до 3,6, что настораживает, поскольку, как видим, наступают моменты (годы), когда только один потомок способен восстановить взрослую часть фракции.

Таблица 2

Динамика некоторых демографических показателей ценопопуляции *Jurinea cyanoides*

Год	I _в	I _з	I _{возобн.} , %	I _{ген.} , %	I _{стар.} , %	Δ	ω	Тип ЦП «Δ-ω»
2014	26,5	3,1	73,98	2,79	21,38	0,24	0,21	молодая
2015	8,1	1,5	58,94	7,28	34,43	0,42	0,29	переходная
2016	7,9	0,9	48,38	6,14	46,21	0,46	0,31	переходная
2017	16,8	3,6	60,88	3,62	13,47	0,17	0,23	молодая
2018	16,2	2,0	60,53	3,73	27,47	0,30	0,28	молодая
2019	7,7	1,1	50,00	6,50	42,01	0,43	0,33	переходная

Примеч.: I_в – индекс восстановления; I_з – индекс замещения; I_{возобн.} – индекс возобновляемости; I_{ген.} – индекс генеративности; I_{стар.} – индекс старения

По критерию «дельта-омега» рассматриваемая ЦП классифицируется как молодая, или как переходная за счёт увеличения доли растений постгенеративного периода (табл. 2). Постепенное старение подтверждается и индексом старения, значения которого максимальны в 2015, 2016 и 2019 гг. Обнадёживает то, что на данный момент эта ЦП способна к самоподдержанию и самовосстановлению.

Таким образом, оценка условий биотопа и наблюдения за динамикой некоторых популяционных параметров показали следующие закономерности развития ЦП *J. cyanoides* в сосняке зеленомошно-лишайниковом. Эффективность освоения экологического пространства по разным факторам различна: максимальна по факторам континентальности климата и термоклиматическому, минимальна – по увлажнению и кислотности почвы, омброклиматическому аридности-гумидности. За период 2014–2019 гг. произошло снижение плотности ЦП: с 5,4 до 2,8 особей/м². Онтогенетическая структура ЦП нормальная, полночленная. Анализ динамики онтогенетических спектров ЦП *J. cyanoides* показал на однонаправленные изменения: преобладание особей прегенеративной группы, доля которых значительно увеличивается каждые три года за счёт проростков и ювенильных растений; низкое участие генеративной фракции. По классификации «дельта-омега» исследуемая ЦП претерпевает разви-

тие от молодой к переходной. Продолжение наблюдений, возможно, в последующем позволит выявить и другие закономерности преобразования этой ЦП.

ЛИТЕРАТУРА

Денисова Л. В., Никитина С. В., Заугольнова Л. Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР». – М.: ВАСХНИЛ, 1986. – 34 с.

Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, 2001. – № 1. – С. 3–7.

Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.

Жукова Л. А., Дорогова Ю. А., Турмухаметова Н. В., Гаврилова М. Н., Полянская Т. А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2010. – 368 с.

Коваленко І. М. Структура популяцій домінантів трав'яно-чагарникового ярусу в лісових фітоценозах Деснянсько-Старогутського національного природного парку. І. Онтогенетична структура // Український ботанічний журнал, 2005. – Т. 62, № 5. – С. 707–714.

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. – Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. – 336 с.

Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

Пицугина Е. В. Биоморфология и структура ценопопуляций *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb. и *Dianthus arenarius* L. на северо-востоке Европейской России в связи с их охраной: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Сыктывкар, 2007. – 20 с.

Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры) / под ред. Т. Б. Силаевой. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2010. – 352 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.

Чернева О. В. Обзор видов рода *Jurinea* (Asteraceae) флоры Кавказа // Ботан. журн., 1994. – Т. 79, № 5. – С. 114–126.

Janšta P., Klauđisová A., Vilímová J., Malenovský I. Insect community on *Jurinea cyanoides* (Asteraceae), a plant species protected under NATURA 2000 // Biologia, 2015. – Vol. 70, No. 2. – Pp. 252–267. DOI: 10.1515/biolog-2015-0020.

Klauđisová A. Výsledky monitorování sinokvětu chrpovitého, *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb. (souhrnná zpráva za období 1983–2009). – Ms. depon. at Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. – Praha, 2009. – 13 p.

Klauđisová A., Kříž M., Šlechtová A. Sinokvět chrpovitý *Jurinea cyanoides*. Péče o druh a jeho lokality. Metodika AOPK ČR. – Praha: AOPK, 2011. – 44 p.

Kubát K. *Jurinea* Cass. – sinokvět // Květena České republiky / Slavík B., Štěpanková J. (eds). – Vol. 7. – Praha: Academia, 2007. – P. 373–377.

Manderbach R. Fauna-Flora-Habitatrichtlinie und Vogelschutzrichtlinie – Gebiete und Arten in Deutschland. 2009. URL: <http://www.ffh-gebiete.de/ffh-arten/pflanzen> (Accessed 05 May 2021).

Meusel H., Jäger E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora – Karten. – Band 3. – G. Fisher-Verlag, Jena, 1992. – P. 333, 688.

Plantarium. Open on-line atlas and key to plants and lichens of Russia and neighbouring countries. 2021. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/21370.html> (Accessed 05 May 2021).