

© О. В. Созинов,<sup>1</sup> А. В. Кручонок<sup>2</sup>

**ПОПУЛЯЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *TOFIELDIA CALYCVLATA*  
(TOFIELDIACEAE) В УСЛОВИЯХ ГРОДНЕНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ  
(БЕЛАРУСЬ)**

<sup>1</sup> Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,  
ул. Э. Ожешко, 22, Гродно, 230012, Беларусь  
E-mail: o.sozinov@grsu.by

<sup>2</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларуси,  
ул. Сурганова, 2в, Минск, 220012, Беларусь  
E-mail: A.Kruchonok@cbg.org.by  
Поступила 02.04.2018

В Беларуси *Tofieldia calyculata* находится на восточной границе своего ареала. Популяция в г. Гродно упоминается с XVIII в., она расположена на склоне коренного берега р. Неман в низкополнотном сосняке с несомкнутым живым напочвенным покровом на слабощелочных супесчаных умеренно влажных почвах. В растительном сообществе присутствуют 57 видов высших растений (из них 4 охраняемые в Беларуси). Популяция *Tofieldia calyculata* немногочисленна, состоит из иматурных и генеративных особей. Присутствует вегетативное и генеративное размножение. Масса 1000 семян составила 0.031 г, что свидетельствует о консервативности данного показателя для всех европейских популяций *Tofieldia calyculata*. Генеративные растения были схожи по длине листьев и различались по ширине и площади листовой пластинки. Возможные климатические лимитирующие факторы распространения *Tofieldia calyculata* в Беларуси — термический и гидрологический режимы: относительно высокие среднегодовые температуры при умеренной зиме и небольшое количество осадков по сравнению с условиями ценоареала — синэкологического оптимума *Tofieldia calyculata*.

Ключевые слова: *Tofieldia calyculata*, популяция, онтогенез растений, фитоиндикация, экологическая валентность, редкий вид, охрана растений.

*Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb. (*Anthericum calyculatum* L.) — тофилдия чашечковая — центрально-европейский вид, редкий и охраняемый на восточной границе ареала (Flora..., 2003; Latvijas..., 2003; Jackowiak et al., 2007; Lietuvos..., 2007; Chervona..., 2009; Krasnaya..., 2015; Krasnaya..., 2016; Biodiversity, 2018). Основные типы местообитания тофилдии чашечковой — горные (в большинстве) и равнинные низкоосоковые карбонатные болота и заболоченные луга (сообщества порядка *Caricetalia davallianae* Br.-Bl., 1949 (*Tofieldietalia calyculatae* Prsg. apud Oberd., 1949) союза *Caricion davallianae* Klika, 1934 (Kaule, 1972; Miclaus, Szabo, 1979; Kucharski, 1986; Ecological..., 2002; Redkiye..., 2013; Leuschner, Ellenberg, 2017)). В Беларуси в настоящее время известна только одна популяция тофилдии чашечковой в окр. г. Гродно (Krasnaya..., 2015), о которой, скорее всего, упоминали в конце XVIII в. С. Б. Юндзилл (Jundził, 1830) «Rośnie na wzgórzach w okolicach Grodna» и Ж. Э. Жилибер (Shiyan et al., 2013; Flora..., 2017) «Circa Grodnam in agnoscis flor 20 Julij».

Данная популяция с 2014 г. включена в систему Национального мониторинга растительного мира (охраняемые растения) Республики Беларусь (Natsional'naya..., 2015).

С 2015 г. по настоящее время Центральный ботанический сад НАН Беларуси совместно с Институтом экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси выполняет работы по формированию национального резервного генофонда редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси, и гродненская популяция тофилдии чашечковой является одним из объектов исследований. В сентябре 2016 г. нами произведен сбор семян для определения путей

сохранения и восстановления генофонда этого вида на Гродненской возвышенности. В 2017 г. нами проведена эколого-ценотическая оценка локалитета ценопопуляции тофилдии чашечковой.

## Материал и методика

Популяция тофилдии располагалась в разновозрастном сосняке чернично-мшистом (10С+Лп) (возраст деревьев 30—80 лет, относительная полнота древостоя 0.5) на склоне коренного берега р. Неман в г. Гродно. В 2014 г. отмечено 11 экз. тофилдии (в том числе 2 генеративных) на площади 7 м<sup>2</sup> (Natsional'naya..., 2015). Нами 11 июня и 29 сентября 2017 г. проведены геоботанические и популяционные исследования в месте расположения популяции *T. calyculata*. Геоботаническое описание фитоценоза осуществлено в пределах пробной площади 100 м<sup>2</sup> (5 × 20 м) (Ipatov, Mirin, 2008; Pugachevskii et al., 2010). Онтогенетические состояния растений тофилдии выделяли на основании диагностических признаков, выделенных О. Т. Кузариным (Kuzarin, 2012). Листья измеряли только розеточные. Оценка площади листовой пластинки в связи с тем, что она является узкомечевидной, проведена через сумму площадей двух треугольников: верхняя и нижняя часть листа. Морфометрические измерения растений производили в полевых условиях. На генмолекулярный анализ и взвешивание взяты первые нижние листья ризиды, так как их можно отделить, сохраняя структурную целостность растения. Массу семян определяли путем взвешивания десяти навесок по 100 семян в каждой в трех повторностях; количество семян на соцветие рассчитывали по известной массе 1000 семян.

Фитоиндикация экологических режимов биотопа проведена по Д. Н. Цыганову (Tsyganov, 1983) и Г. Элленбергу (Ellenberg, 1996) со взвешенным обилием. Освещенность измеряли в полдень портативным люксметром Matech в люксах (Лк) на высоте розеточного листа (15—20 см) в пятикратной повторности у каждой из групп растений.

Почвенные физико-химические характеристики определяли по пособию (Polevaeva..., 2001). Влажность и рН реакцию верхних горизонтов определяли портативным рН-метром АМТ-300 (рН: 3.4—9.0, разрешающая способность 0.5).

Обработка данных с помощью базовой статистики и непараметрических анализов проводилась в программе Statistica 10.0. Так как большая часть морфометрических параметров не имела нормального распределения в связи с небольшой выборкой, то сравнение данных проводили на основе критерия Kruskal-Wallis.

## Результаты и обсуждение

Ценопопуляция тофилдии располагается на коренном склоне (крутизна 35°) северо-западной экспозиции левого берега долины р. Неман в пределах городской черты г. Гродно (лесопарк Лососно, 53°40'34.6''с. ш., 23°47'16.0''в. д.). Перепад от уреза воды до бровки склона не менее 20 м. Ценопопуляция была расположена в низкоплотном сосняке мшистом с единичными экземплярами липы, мозаичным подлеском и высоким видовым разнообразием. Отмечено 57 видов высших растений, из которых 4 вида относятся к числу охраняемых (Krasnaaya..., 2015) (табл. 1). Древостой сформирован из *Pinus sylvestris* (15—18 м выс.) и *Tilia cordata* (10—12 м выс.). Подлесок 1.5—2 м выс. характеризуется высоким видо-

ТАБЛИЦА 1

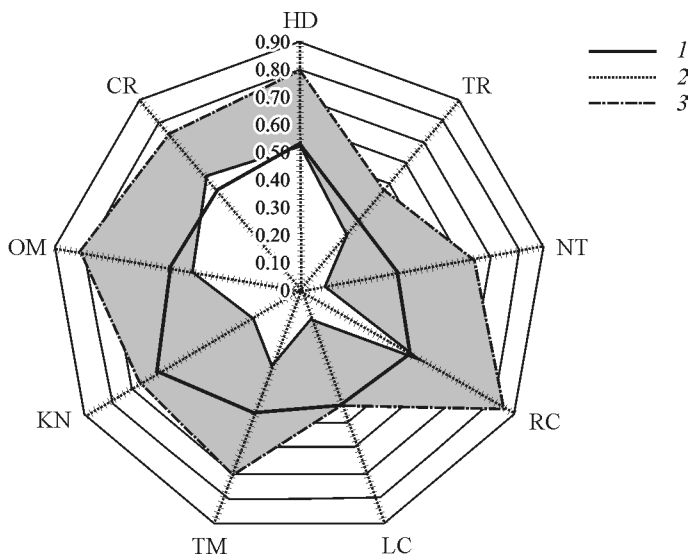
Фитоценотическая характеристика местопроизрастания *Tofieldia calyculata* в г. Гродно  
 TABLE 1. Phytocenotic characteristics of the place of growth of *Tofieldia calyculata* in Grodno

Вид Species	Проективное покрытие, % Projective covering, %	Вид Species	Проективное покрытие, % Projective covering, %
<i>Pinus sylvestris</i>	60 <sup>1</sup>	<i>Anemone sylvestris</i>	+
<i>Tilia cordata</i>	5 <sup>1</sup>	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+
<i>Quercus robur</i> *	10	<i>Polygonatum multiflorum</i>	+
<i>Pinus sylvestris</i> *	1	<i>Veronica chamaedrys</i>	+
<i>Acer platanoides</i> *	+	<i>Maianthemum bifolium</i>	+
<i>Euonymus verrucosa</i>	5	<i>Hepatica nobilis</i>	+
<i>Euonymus europaea</i>	1	<i>Taraxacum officinale</i>	+
<i>Salix caprea</i>	+	<i>Moehringia trinervia</i>	+
<i>Corylus avellana</i>	5	<i>Equisetum hyemale</i>	+
<i>Berberis vulgaris</i>	1	<i>Stellaria holostea</i>	+
<i>Betula pendula</i> *	1	<i>Angelica sylvestris</i>	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Populus tremula</i> *	+	<i>Melampyrum nemorosum</i>	+
<i>Frangula alnus</i>	+	<i>Thalictrum minus</i>	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	+	<i>Phleum phleoides</i>	+
<i>Ribes alpinum</i>	+	<i>Dianthus carthusianorum</i>	+
<i>Cerasus vulgaris</i>	+	<i>Carex digitata</i>	2
<i>Swida sanguinea</i>	+	<i>Luzula pilosa</i>	3
<i>Rhamnus cathartica</i>	+	<i>Tofieldia calyculata</i>	+
<i>Crataegus monogyna</i>	+	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	10
<i>Fragaria vesca</i>	+	<i>Festuca polesica</i>	1
<i>Solidago virgaurea</i>	+	<i>Orthilia secunda</i>	1
<i>Polygonatum odoratum</i>	+	<i>Rubus saxatilis</i>	1
<i>Hieracium sylvularum</i>	+	<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+
<i>Silene nutans</i>	1	<i>Vaccinium myrtillus</i>	+
<i>Galium tinctorium</i>	1	<i>Hylocomium splendens</i>	60
<i>Primula veris</i>	1	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	10
<i>Ranunculus acris</i>	+	<i>Pleurozium schreberi</i>	5
<i>Pulsatilla pratensis</i>	+	<i>Bryum capillare</i>	+

Примечание. <sup>1</sup> — сомкнутость крон; + — проективное покрытие до 1 %; \* — подрост.

Note. <sup>1</sup> — crown density; + — projective cover under 1 %; \* — young growth.

вым разнообразием (табл. 1). *Quercus robur* формирует подрост на высоте 0.5—1.5 м и всходы до 0.5 м выс. Травяно-кустарничковый ярус не сомкнут, что снижает напряженность межвидовой конкуренции и соответственно повышает возможность произрастания редких видов. Почвы на глубине 20 см имеют слабо щелочную реакцию, умеренно влажные, супесчаные, подвижные. Согласно приведенным топологическим, биотопическим и биологическим критериям, данный биотоп относится к редким в Беларуси лесам в оврагах и на крутых склонах вдоль рек и озер. Фитоиндикации по шкалам Цыганова (Tsyganov, 1983) и Элленберга (Ellenberg, 1996) совпали по режимам освещенности и содержанию азо-



Экологические валентности к абиотическим факторам гродненской популяции *Tofieldia calyculata* относительно видового диапазона экологической толерантности.

Шкала: TM — термоклиматическая, KN — континентальности климата, OM — аридности/гумидности климата, CR — криоклиматическая, HD — увлажнения почв, TR — трофности почв, NT — богатства почв азотом, RC — кислотности почв, LC — освещенности/затенения (по Tsyganov, 1983); оси нормированы по удельным значениям экологических шкал. Диапазон экологической толерантности *Tofieldia calyculata*: 1 — экологическая валентность гродненской популяции *Tofieldia calyculata*, 2 — экологический минимум *Tofieldia calyculata*, 3 — экологический максимум *Tofieldia calyculata*.

Ecological valencies to the abiotic factors of the Grodno population of *Tofieldia calyculata* relative to the species range of Ecological tolerance.

Scale: TM — thermoclimatic, KN — climate continentality, OM — climate aridity/humidity, CR — cryoclimatic, HD — soil humidification, TR — soil trophicity, NT — soil richness in nitrogen, RC — soil acidity, LC — illumination/shading (after Tsyganov, 1983); the axes are normalized according to specific values of ecological scales. Range of ecological tolerance of *Tofieldia calyculata*: 1 — Ecological valency of the Grodno population of *Tofieldia calyculata*, 2 — Ecological minimum of *Tofieldia calyculata*, 3 — Ecological maximum of *Tofieldia calyculata*.

том: мозаичное затенение и бедные азотом почвы. Сравнение значений экологических факторов биотопа гродненской популяции тофилдии с экологическими режимами в альпийских местообитаниях показали совпадение градаций факторов по содержанию азота (2 балла, небогатые) и кардинальную разницу по режиму увлажнения и освещенности: суховатая почва (3 балла, Гродно) и влажная почва (8 баллов, Баварские Альпы); лесное мозаичное затенение (5.2 баллов, Гродно) и освещение полуоткрытых пространств (8 баллов, Баварские Альпы) (Rosbakh, Poschlod, 2015). Таким образом, в пределах ареала у *T. calyculata* меняются экологические предпочтения, в том числе, по увлажнению и освещенности.

Экологическое положение ценопопуляции мы оценили, сравнив значения градаций факторов в изученном биотопе с амплитудой валентности тофилдии в пределах подзоны хвойно-широколиственных лесов (Tsyganov, 1983).

Лимитирующими факторами для тофилдии в условиях Беларуси являются кислотность почвы и зимние температуры. Совпадение градаций факторов биотопа и пределов амплитуды валентности вида отмечено по увлажнению и освещенности на границе экологического минимума (см. рисунок). Популяция сформирована в условиях режима освещенности «полуоткрытых пространств/светлых лесов», что является предельным значением фактора для тофилдии как гелиофита (Tsyganov, 1983; Ecological., 2002).

Гродненская популяция *T. calyculata* в 2017 г. была сформирована 8 растениями: генеративных особей 5 (при доминировании растений на стадии онтогенеза  $g_2$ : 4 экз.) и 3 молодых (имматурных) экземпляров. Тофилдии также характерно и вегетативное размножение, которое происходит в генеративной стадии. Взрослое растение представляет собой компактную клон-группу (генета и раметы на начальных стадиях в виде резид). Резид — это базальный, многолетний участок монокорпического побега многолетних травянистых растений; как правило, несет почки возобновления и морфологически соответствует зоне возобновления (Biomorfologiya..., 2002). В результате партикуляции (через формирование резидов) с возрастом раметы могут стать самостоятельными, однако у *T. calyculata* генета долгое время сохраняет физиологическую целостность, поэтому этот вид относится к вегетативно малоподвижным растениям (Kuzyarin, 2012).

У генеративных растений число розеток (резидов) варьировало от двух до четырех (табл. 2). Растения имели сходные размеры по длине листа розеток, но достоверно различались по ширине и площади листовой пластинки ( $p < 0.05$ ) при относительно невысокой вариабельности листа по ширине (коэффициент изменчивости варьировал от 15 до 25 %). Масса сырого среднестатистического листа в большинстве своем находилась в диапазоне 0.7—1 г при максимальном значении у растения с наибольшим количеством розеток и бутонов в соцветии (табл. 2). Выявлена прямая корреляция между длиной и сырой массой листа:  $r = 0.84$ ,  $p < 0.05$ . Масса воздушно-сухого листа через 9 мес хранения при  $-20$  °C составила  $0.034 \pm 0.002$  г (выход массы  $3.1 \pm 0.16$  %), что указывает на значительное содержание воды в листьях (табл. 2).

Максимальное число бутонов и масса семян выявлены у цветоноса средней длины. Масса 1000 семян сопоставима с данными популяций с Баварских Альп  $0.031$  г / 1000 шт. (Rosbakh, Poschlod, 2015).

Одна из причин редкости *T. calyculata* в Беларуси заключается, вероятно, в том, что она относится к мезоокеанической экоморфе с амплитудой от океанического до субокеанического режима атмосферного увлажнения с годовым количеством осадков от 1000 до 2000 мм и коэффициентом испарения 1.5—5.0 (Terplyakova, 2012). В Беларуси среднее годовое количество осадков составляет 600—700 мм (Natsional'nyi..., 2002), и это, возможно, является лимитирующим фактором в освоении видом более континентальных территорий. Соответственно произрастание тофилдии на восточной границе ареала возможно только в экстремальных биотопах: при хорошем проточном увлажнении (низинные луга, эутрофные и мезотрофные карбонатные болота, выход ключей на обнажения мела) в биотопах рядом с источниками влаги (вблизи родников, склоны речных террас, участки суходольных низкотравных лугов на гривах вблизи низинных болот) или в экотонах с эффектом экспозиции (опушки сосновых и сосново-широколиственных лесов) (Lietuvos..., 2007; Chervona..., 2009; Fedotov, Evstigneev, 2010; Gudzinskas et al., 2016; Krasnaya..., 2016; Flora..., 2017). Это подтверждается данными фитоиндикации местопроизрастания гродненской популяции: по шкале континентальности Г. Элленберга характер биотопа имеет субокеанический режим (3.9 балла).

*T. calyculata* относится к умеренной термотопической свите (оптимум при сумме активных температур 1400—2300 °C) (Terplyakova, 2012), что частично соответствует термическому режиму Республики Беларусь (2000—2600 °C), но по среднегодовым температурам оптимум тофилдии несколько меньше данного показателя для климата страны: 4.2 °C (Rosbakh, Poschlod, 2015) и 6—8 °C (Natsional'nyi..., 2002) соответственно, что в условиях актуального тренда потепления

ТАБЛИЦА 2

Биометрические параметры генеративных растений *Tofieldia calyculata* (г. Гродно, Беларусь)TABLE 2. Biometrical parameters of the generative plants of *Tofieldia calyculata* (Grodno, Belarus)

Параметры Parameters	Без цветоносов* Without peduncles		С цветоносами With peduncles		
	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>2</sub>
Количество розеток (резидов), шт. Number of rosettes (rhezids)	3	2	4	2	3
Длина листа, см Leaf length, cm	$7.1 \pm 0.86^*$ 4.2—14.3	$7.6 \pm 0.53$ 5.2—10.4	$7.6 \pm 0.78$ 1.7—15.1	$7.6 \pm 0.42$ 6—9.3	$7.2 \pm 0.35$ 5.7—10.2
Ширина листа, см Leaf width, cm	$0.3 \pm 0.02$ 0.2—0.5	$0.4 \pm 0.02$ 0.3—0.5	$0.4 \pm 0.02$ 0.2—0.6	$0.5 \pm 0.02$ 0.4—0.6	$0.4 \pm 0.02$ 0.3—0.5
Площадь листа (фронтальная поверхность), см <sup>2</sup> Leaf area (frontal surface), cm <sup>2</sup>	$2.1 \pm 0.4$ 0.9—6.2	$2.8 \pm 0.30$ 1.4—4.5	$3.1 \pm 0.44$ 0.7—7.7	$3.6 \pm 0.32$ 2.1—4.7	$2.4 \pm 0.19$ 1.6—4.4
Масса свежего листа, г Weight of fresh leaf, g	$1.03$ <u>0.95—1.1</u>	$0.92$ <u>0.8—1.1</u>	$1.0$ <u>0.9—1.3</u>	$0.70$ <u>0.5—0.9</u>	$0.90$ <u>0.7—1.1</u>
Масса воздушно- сухого листа, г Weight of air-dry leaf, g	$0.037$ <u>0.032—0.042</u>	$0.037$ <u>0.031—0.041</u>	$0.039$ <u>0.035—0.048</u>	$0.025$ <u>0.021—0.034</u>	$0.032$ <u>0.027—0.042</u>
Высота цветоноса, см Height of flower stalk, cm	—	—	20.4	18.2	25.1
Количество бутон- нов, шт./соцветие Number of flower buds per inflorescen- ce	—	—	63	45	36
Масса семян, г/соцветие Weight of seeds per inflorescence, g	—	—	0.042	0.023	0.018
Количество семян, шт./соцветие Number of seeds per inflorescence	—	—	1354	741	580

Примечание. \* — сохранились прошлогодние сухие цветоносы. В числителе — среднее арифметическое и его ошибка, в знаменателе — минимальное и максимальное значение.

Note. \* — Dried flower stalks of the previous year have been preserved. Above the line — the arithmetic mean and its error, under the line — the minimum and maximum values.

климата снижает потенциальные возможности произрастания тофилдии в Беларуси. В то же время она предпочитает мягкие зимы (по шкале Цыганова 8—11 баллов), тогда как криоклиматическая индикация гродненского местообитания показала значение 7 баллов (умеренные зимы) (см. рисунок). Данные фитоиндикации термического режима гродненского местопроизрастания тофилдии показали, что оно относится к субальпийскому варианту (2.6 балла по Г. Элленбергу), что обеспечивает в совокупности с другими факторами приемлемые условия существования популяции в пессимальных для вида условиях.

Еще один фактор, влияющий на распространение тофилдии в Беларуси — эдафический, поскольку данный вид предпочитает условия произрастания на основных почвах (Ecological..., 2002). В целом биотоп произрастания тофилдии в Гродно соответствует ее крайним значениям экологической толерантности к комплексу факторов на фоне относительно невысокой влажности и повышенных среднегодовых температур при умеренной зиме и схож с местообитанием ближайшей популяции тофилдии в юго-западной Литве (Gudzinskas et al., 2016).

Охранное обязательство и паспорт популяции являются государственным гарантом сохранения актуальных экологических режимов землепользователем и повышают вероятность существования в будущем данной группировки редкого вида. Рассматривая тенденции уменьшения частоты встречаемости и численности в группах, а также риски (расположение ценопопуляции в пригородной рекреационной зоне), считаем целесообразным проведение работ по резервированию гермоплазмы каждой особи и создание резервной популяции в условиях *ex situ* и *in situ* в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность научному сотруднику Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Е. В. Мойсейчик за помощь в оформлении материалов исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Biomorfologiya...] Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. 2002. М. 240 с.  
[Chervona...] Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Київ. 900 с.  
Biodiversity. 2018. <http://elurikkus.ut.ee/index.php?lang=eng>  
Ecological indicator values of vascular plants of Poland. Ser. biodiver. of Poland. Vol. 2. 2002. Krakow. 183 p.  
Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart. 1096 S.  
[Fedotov, Evstigneev] Федотов Ю. П., Евстигнеев О. И. 2010. Находки *Tofieldia calyculata* (Liliaceae) в Брянской области. — Бот. журн. 95(2): 260—262.  
[Flora...] Флора Беларуси: Сосудистые растения. Т. 3: Liliopsida (Agavaceae—Trilliaceae). 2017. Минск. 573 с.  
Flora of the Baltic Countries. Vol. 3. Compendium of vascular plants. 2003. Sulemees. 406 p.  
Gudzinskas Z., Žalneravičius E., Norkevičienė E., Obelevičius K. 2016. IV. State and dynamics of populations of the protected plant species in the south-western Lithuania under conditions of the climate changes. — In: Pietvakariu Lietuvos botanines ivairoves issaugojimas. Conservation of botanical diversity in South-Western Lithuania. Kaunas; Vilnius. S. 140—159.  
[Ipatov, Mirin] Ипатов В. С., Мирин Д. М. 2008. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. СПб. 71 с.  
Jackowiak B., Celka Z., Chmiel J., Latowski K., Żukowski W. 2007. Red list of vascular flora of Wielkopolska (Poland). — Biodiv. Res. Conserv. 5—8: 95—127.

- Jundził J. 1830. Opisanie roślin w Litwie, na Wolyniu, Podolu i Ukrainiedziko rosnących jako i oswoionych: podług wydania szesnastego układu roślin Linneusza. Vilno. 151 s.
- Kaule Von G. 1972. Zum Vorkommen von *Carex chordorrhiza* Ehrh. in Bayern. — Ber. Bayer. Bot. Ges. 43: 77—83.
- [Krasnaya...] Красная книга Брянской области. 2016. Брянск. 432 с.
- [Krasnaya...] Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. 2015. Минск. 448 с.
- Kucharski L. 1986. Stanowisko kosatki kielichowej (*Tofieldia calyculata*) i lipiennika Loesela (*Liparis loeselii*) w woj. piotrkowskim. — Chrońmy Przyr. Ojcz. 42(3): 60—61.
- [Kuzyarin] Кузырин О. Т. 2012. Біоморфологічні ключі для визначення вікових сктанів *Tofieldia calyculata* L. Wahlbg. (Melanthiaceae). — Modern Phytomorphol. 1(129): 129—132.
- Latvijas Sarkanā grāmata. Vascularie augi. 2003. Rīga. 192 p.
- Leuschner C., Ellenberg H. 2017. Ecology of Central European Non-Forest Vegetation: Coastal to Alpine, Natural to Man-Made Habitats. Stuttgart. 1094 p.
- Lietuvos Raudonoji knyga. 2007. Kaunas. 800 p.
- Miclaus V., Szabo A. T. 1979. Pede-ecological conditions of rare plant species in Romania. *Tofieldia calyculata* L. Wahlbg. — Notul. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca. 10: 105—113.
- [Natsional'naya...] Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2014. 2015. CD-ROM.
- [Natsional'nyi...] Национальный атлас Республики Беларусь. 2002. Минск. 291 с.
- [Polevaya...] Полевая практика по почвоведению. 2001. Минск. 114 с.
- [Pugachevskii et al.] Пугачевский А. В., Вознячук И. П., Семеренко Л. В. 2010. Программа и методика организации и проведения мониторинга охраняемых видов растений в Республике Беларусь: Методическое пособие. Минск. 48 с.
- [Redkiye...] Редкие биотопы Беларуси. 2013. Минск. 236 с.
- Rosbakh S., Poschlod P. 2015. Initial temperature of seed germination as related to species occurrence along a temperature gradient. — Funct. Ecol. 29: 5—14.
- [Shiyan et al.] Шиян Н. Н., Завьялова Л. В., Оптасюк О. М. 2013. Гербарий Жана Эммануэля Жилибера. Киев. 492 с.
- [Terlyakova] Теплякова Т. Е. 2012. Экологические структуры основных флористических комплексов Северо-Запада Восточной Европы. II: Умеренный, субмеридиональный и меридиональный комплексы. — Биосфера. 4(4): 397—426.
- [Tsyganov] Цыганов Д. Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 197 с.

Botanicheskii Zhurnal, 2018. 103(5): 607—616

O. V. Sozinov,<sup>1</sup> A. V. Kruchonok<sup>2</sup>

POPULATION CHARACTERISTICS OF *TOFIELDIA CALYCVLATA*  
(TOFIELDIACEAE) IN CONDITIONS OF THE GRODNO UPLAND  
(BELARUS)

<sup>1</sup> Yanka Kupala State University of Grodno  
Ozheshko Str., 22, Grodno, 230012, Belarus  
E-mail: o.sozinov@grsu.by

<sup>2</sup> Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus  
Surganova Str., 2v, Minsk, 220012, Belarus  
E-mail: A.Kruchonok@cbg.org.by

In Belarus, *Tofieldia calyculata* is located on the eastern border of its range. Its population in Grodno is mentioned since the 18th century, it is located on the slope of the valley wall of the Neman River in a low-pitched pine forest with undisguised living ground cover on slightly alkaline sandy moderately moist soils. In the plant community there are 57 species of higher plants (4 of them are protected in Belarus). The population of *Tofieldia calyculata* is not numerous, it consists of immature and generative individuals. Vegetative and generative reproduction is observed. The weight of 1000 seeds is 0.031 g, that indicates the conservatism of this index for all European *Tofieldia calyculata* populations. Generative plants were similar in the leaf length, and differed in the leaf blade width and area. The weight of a fresh leaf varied from 0.7 to 1.0 g, that of a dry leaf was 3.1 % of the wet weight. The ecological valency to the abiotic factors of the Grodno *Tofieldia calyculata* population relative to the species range of ecological tolerance



is determined. Possible climatic limiting factors of *Tofieldia calyculata* distribution in Belarus are thermal and hydrological regimes: relatively high average annual temperatures and a small amount of precipitation in comparison with *Tofieldia calyculata* synecological optimum conditions of coenoarea.

**Key words:** *Tofieldia calyculata*, population, plant ontogeny, phytoindication, ecological valency, rare species, conservation.

## Acknowledgements

The authors are grateful to the scientific collaborator of the State Scientific Institution «V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus» E. Mojshechik for help in the design of research materials.

## REFERENCES

- Biomorfologia rastenii: illyustrirovannyi slovar [Biomorphology of plants: illustrated dictionary. Tutorial]. 2002. Moscow. 240 p. (In Russ.).
- Chaervona kniga Ukrainy. Roslinnii svit [The Red Book of Ukraine. Vegetable world]. 2009. Kiev. 900 p. (In Ukr.).
- Biodiversity. 2018. <http://elurikkus.ut.ee/index.php?lang=eng>
- Ecological indicator values of vascular plants of Poland. Ser. biodiver. of Poland. Vol. 2. 2002. Kraków. 183 p.
- Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart. 1096 S.
- Fedotov Yu. P., Evstigneev O. I. 2010. The record of *Tofieldia calyculata* (*Liliaceae*) in the Bryansk Region. — Bot. Zhurn. 95(2): 260—262. (In Russ.).
- Flora Belarusi: Sosudistye rasteniya [Flora of Belarus: Vascular plants]. Vol. 3: Liliopsida (Agavaceae—Trilliaceae). 2017. Minsk. 573 p. (In Russ.).
- Flora of the Baltic Countries. Vol. 3. Compendium of vascular plants. 2003. Sulemees. 406 p.
- Gudžinskas Z., Žalneravičius E., Norkevičienė E., Obelevičius K. 2016. IV. State and dynamics of populations of the protected plant species in the south-western Lithuania under conditions of the climate changes. — In: Pietvakariu Lietuvos botanines ivairoves issaugojimas. Conservation of botanical diversity in South-Western Lithuania. Kaunas; Vilnius. S. 140—159.
- Ipatov V. S., Mirin D. M. 2008. Opisanie fitotsenoza; Metodicheskie rekomendatsii [Description of phytocenosis: Guidelines]. St. Petersburg. 71 p. (In Russ.).
- Jackowiak B., Celka Z., Chmiel J., Latowski K., Żukowski W. 2007. Red list of vascular flora of Wielkopolska (Poland). — Biodiv. Res. Conserv. 5—8: 95—127.
- Jundził J. 1830. Opisanie roślin w Litwie, na Wołyniu, Podolu i Ukrainiedziko rosnących iako i oswoionych: podług wydania szesnastego układu roślin Linneusza. Wilno. 151 s.
- Kaule Von G. 1972. Zum Vorkommen von *Carex chordorrhiza* Ehrh. in Bayern. — Ber. Bayer. Bot. Ges. 43: 77—83.
- Krasnaya kniga Bryanskoj oblasti [Red Book of the Bryansk Region]. 2016. Bryansk. 432 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga Respubliki Belarus. Rasteniya: redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoventsiya vidy dikorastushchikh rastenii [The Red Book of the Republic of Belarus. Plants: rare and endangered species of wild plants]. 2015. Minsk. 448 p. (In Russ.).
- Kucharski L. 1986. Stanowisko kosatki kielichowej (*Tofieldia calyculata*) i lipiennika Loesela (*Liparis loeselii*) w woj. piotrkowskim. — Chronmy Przyr. Ojcz. 42(3): 60—61.
- Kuzyarin O. T. 2012. Biomorfologichny cliuchy dlya viznachennya vikovykh sktaniv *Tofieldia calyculata* L. Wahlbg. (*Melanthiaceae*) [The biomorphological keys of age stages of *Tofieldia calyculata* L. Wahlbg. (*Melanthiaceae*)]. — Modern Phytomorphol. 1(129): 129—132. (In Ukr.).
- Latvijas Sarkanā grāmata. Vascularie augi. 2003. Riga. 192 p.
- Leuschner C., Ellenberg H. 2017. Ecology of Central European Non-Forest Vegetation: Coastal to Alpine, Natural to Man-Made Habitats. Stuttgart. 1094 p.
- Lietuvos Raudonoji knyga. 2007. Kaunas. 800 p.
- Miclaus V., Szabo A. T. 1979. Pedeo-ecological conditions of rare plant species in Romania. *Tofieldia calyculata* L. Wahlbg. — Notul. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca. 10: 105—113.
- Natsional'naya sistema monitoringa okruzhayushchei sredy Respubliki Belarus: rezultaty nabludenii, 2014 [National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: results of observations, 2014. 2015. CD-ROM. (In Russ.).

- Natsionalnyi atlas Respubliki Belarus [National Atlas of the Republic of Belarus]. 2002. Minsk. 291 p. (In Belarus.).
- Polevaya praktika po pochvovedeniyu [Field practice on soil science]. 2001. Minsk. 114 p. (In Russ.).
- Pugachevskii A. V., Voznyachuk I. P., Semerenko L. V. 2010. Programma i metodika organizatsii i provedeniya monitoringa okhranyaemykh vidov rastenii v Respublike Belarus; Metodicheskoe posobie [Program and methodology for organization and monitoring of protected plant species in the Republic of Belarus: Toolkit]. Minsk. 48 p. (In Russ.).
- Redkie biotopy Belarusi [Rare biotopes of Belarus]. 2013. Minsk. 236 p. (In Russ.).
- Rosbakh S., Poschlod P. 2015. Initial temperature of seed germination as related to species occurrence along a temperature gradient. — *Funct. Ecol.* 29: 5—14.
- Shiyan N. N., Zavyalova L. V., Optasyuk O. M. 2013. Gerbarii Zhana Emmanuelya Zhilibera [Herbarium of Jean Emmanuelle Giliber]. Kiev. 492 p. (In Russ.).
- Teplyakova T. E. 2012. Ecotopic structures of the main floristic complexes of the North-West of Eastern Europe. II: Temperate, submeridional, and meridional complexes]. — *Biosfera.* 4(4): 397—426. (In Russ.).
- Tsyganov D. N. 1983. Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoino-shirokolistvennykh lesov [Phyto-integration of ecosystems in the subareas of forests with increased harvesting]. Moscow. 197 p. (In Russ.).

Бот. журн., 2018. 103(5): 616—630

© М. Н. Шурупова

**СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ И ОНТОГЕНЕЗ  
*SAUSSUREA BAICALENSIS* (ASTERACEAE) В КУЗНЕЦКОМ АЛАТАУ  
(ХАКАСИЯ)**

Томский государственный университет,  
пр. Ленина, 36, Томск, 634050, Российская Федерация  
e-mail: rita.shurupova@inbox.ru  
Поступила 22.02.2017

*Saussurea baicalensis* (Adams.) B. L. Rob. встречается на Кузнецком Алатау в 5 местонахождениях и является локально находящимся под угрозой исчезновения видом. Изучены биологические особенности в двух ценопопуляциях на горе Вершина Тургаюла (Республика Хакасия). *S. baicalensis* относится к травянистым многолетним легнезеленым моноцентрическим короткостержнекорневым каудексным полурозеточным монокарпикам с продолжительностью жизни 5—9 лет. Ее популяции характеризуются низкой плотностью и одновершинными онтогенетическими спектрами. Структура и репродуктивные показатели популяций свидетельствуют о том, что редколесье на границе лесного и высокогорного поясов — более благоприятное местообитание для вида, чем высокогорная тундра. Семенная продуктивность побега составляет 50—100 семян, а лабораторная всхожесть семян — 66—86 %. При введении вида в культуру семянки целесообразно стратифицировать, чтобы исключить вторичный покой, и проращивать в темноте. В качестве мер охраны вида в Кузнецком Алатау необходим мониторинг популяций, запрет сбора, снижение антропогенной нагрузки, а также создание искусственных популяций в ботанических садах.

Ключевые слова: *Saussurea baicalensis*, онтогенез, виталитет, ценопопуляция, семенная продуктивность, всхожесть, период прорастания, Кузнецкий Алатау.

*Saussurea baicalensis* (Adams) B. L. Rob. (соссюроя байкальская) из сем. Asteraceae — редкий высокогорный вид, дизъюнктивный ареал которого почти целиком расположен в пределах Алтае-Саянской горной страны (Malyshev, 1965; Serykh, 1980). За пределами России единичные местонахождения *S. baicalensis* отмечены на севере Монголии (Gubanov, 1996) и на территории Китая в провинции Хэбэй (Shi et al., 2011). Вид произрастает на альпийских и субальпийских лугах, в зарослях кустарников, в моховых, лишайниковых и дриадовых тундрах, на каменистых россыпях, спускается в верхнюю часть лесного пояса (Kuminova, 1960; Serykh, 1980). По нашим данным, среди сопряженных с *S. baicalensis* видов