

***FORNICIUM UNIFLORUM* (ASTERACEAE) В ЗАБАЙКАЛЬЕ:
РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ И ПОПУЛЯЦИЙ**

Д.В. Санданов¹, Н.А. Дулепова², Л.Л. Гармаева¹

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, e-mail: sdenis1178@mail.ru

²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: file10-307@yandex.ru

Проведен анализ растительных сообществ с участием *Fornicium uniflorum* (L.) Zuev на территории Забайкалья. Изучаемый вид характеризуется широкой экологической амплитудой, встречается в сообществах луговых и настоящих степей, а также в светлосредных лесах. Высокое постоянство отмечено в луговых степях – в нителестниковой, стоповидноосоковой и байкальскоковыльной формациях. Методами DCA-ординации выявлены различия между основными типами растительных сообществ с участием *F. uniflorum*, установлены флористические отличия фитоценозов Западного и Восточного Забайкалья. Эко-топологические модели показали, что фитоценозы на пологих склонах имеют наибольшее видовое богатство и высокое проективное покрытие. Изученные ценопопуляции *F. uniflorum* характеризуются неполноценностью и бимодальностью возрастных спектров. В степях после пожаров отмечена высокая численность особей вида, что объясняется снижением межвидовой конкуренции и способствует более активному освоению территории особями *F. uniflorum*.

Ключевые слова: *Asteraceae*, *Fornicium uniflorum*, фитоценозы, ординация, “модель сопки”, структура ценопопуляций.

***FORNICIUM UNIFLORUM* (ASTERACEAE) IN TRANSBAIKALIA:
DISTRIBUTION, ECOLOGY, COMMUNITY AND POPULATION STRUCTURE**

D.V. Sandanov¹, N.A. Dulepova², L.L. Garmayeva¹

¹Institute of General and Experimental Biology, SB RAS,
670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoi str., 6, e-mail: sdenis1178@mail.ru

²Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: file10-307@yandex.ru

Plant communities with *Fornicium uniflorum* (L.) Zuev have been analyzed. Studied species characterized by wide ecological range and grew in meadow and typical steppes, light-coniferous forest. High constancy is observed in meadow steppes with dominating of *Filifolium sibiricum*, *Carex pediformis* and *Stipa baicalensis*. DCA-ordination revealed differences between main types of plant communities with *F. uniflorum*, described floristic difference of Western and Eastern Transbaikalia phytocoenoses. Eco-topological models showed that plant communities on flat slopes characterized by high species richness and vegetation projective cover. Studied coenopopulations has insufficient and bimodal age spectra. High number of species individuals after steppe fires can be connected with decrease of species competition that lead to active occupation of territory by *F. uniflorum*.

Key words: *Asteraceae*, *Fornicium uniflorum*, plant communities, ordination, hill modeling, coenopopulation structure.

ВВЕДЕНИЕ

Fornicium uniflorum (L.) Zuev (*Stemmacantha uniflora* (L.) Dittrich, *Rhaponticum uniflorum* (L.) DC., *Leuzea dahurica* Bunge.) – восточно-азиатский вид, ареал которого простирается сплошной полосой от Саян, Прибайкалья и Северной Монголии через Северо-Восточный Китай до Кореи и Дальнего Востока. Северная граница ареала проходит в Сковородинском районе Амурской области, южная – по о. Тайвань (Китай), западная – по хр. Тан-

ну-Ола (Республика Тыва), восточная – по побережью Японского моря (Приморский край). При уточнении распространения данного вида был выявлен сплошной характер ареала на российском Дальнем Востоке и в Сибири (Воробьева, Горовой, 2005; Горовой, 2010). Необходимо отметить, что в литературе по флоре Сибири, российского Дальнего Востока, Монголии, Кореи и Китая и в публикациях по таксономии *Asteraceae* нет единого мне-

ния в отношении видового состава рода *Stemmacantha* Cass. (*Rhaponticum* Vaill., *Leuzea* DC.). Исследования Р.В. Камелина (1998) показали, что растения с территории Сибири должны быть отнесены к роду *Fornicium* Cass.

Изучаемый вид широко используется в традиционной медицине Востока. В Монголии водный отвар травы является тонизирующим средством (Хайдав и др., 1985), в китайской медицине корни входят в сборы, используемые как противоопухолевое, противовоспалительное и жаропонижающее средство (Шретер и др., 2004). Согласно последним данным, из корней этого растения выделено 43 различных соединения, из наземной

части – 8 соединений, при этом показано, что спиртовые экстракты и настойки обладают ноотропными, гепатопротекторными свойствами, а фитоэкдистероиды и тиофены – антиоксидантной активностью (Zhang et al., 2010).

Несмотря на широкое распространение вида на территории Восточной Азии и его практическую ценность, в настоящее время отсутствуют публикации о фитоценотической приуроченности и структуре популяций, что создает трудности в ресурсных оценках данного растения. Цель нашего исследования – проанализировать эколого-ценотические и популяционные характеристики *Fornicium uniflorum*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При анализе экологической приуроченности вида использовано 577 геоботанических описаний из коллекции “Database of Siberian Vegetation (DSV)” международной метабазы фитоценотек “Global Index of Vegetation-Plot Databases” под индексом AS-RU-002 (Korolyuk, Zverev, 2012). Для выявления экологических факторов, отвечающих за дифференциацию сообществ, применен метод не прямой (DCA) ординации (Hill, Gauch, 1980), реализованный в программе Past 3.06 (Hammer et al., 2001). Для характеристики экологической структуры растительных сообществ с участием форнициума использованы экологические оптимумы растений Южной Сибири (Королюк, 2006). В работе под формацией понимается совокупность растительных сообществ с единым набором доминантов господствующего яруса. Обработка данных проводилась с использованием программ IBIS 6.2 (Зверев, 2007).

Для анализа эколого-топологической приуроченности вида нами использован метод “модель сопки” (Королюк, 2008). Алгоритм методики обработки полевых данных состоял из следующих этапов: 1) нанесение на бланковку мест расположения конкретных пробных площадок (геоботанических описаний с участием *F. uniflorum*) в соответствии с их положением на склоне: крутизна и экспозиция; 2) связывание с каждым описанием атрибутивной цифровой информации (в данном случае в качестве атрибутов использовались проективное покрытие и видовое богатство сообществ с участием *F. uniflorum*, каменистость местообитаний); 3) интерполяция атрибутивных данных на плоскостную сетку с использованием модуля Spatial Analyst в ГИС-пакете ArcView 3.2.

За счетную единицу принимали особь. Онтогенетическую структуру ценопопуляций (ЦП) анализировали по критерию дельта–омега Л.А. Животовского (2001). Экологическая плотность (экз. на м²) рассчитывалась исходя из численности осо-

бей на единицу обитаемого пространства (Одум, 1986), эффективная плотность оценивалась по методике Л.А. Животовского (2001).

Ниже приведена краткая характеристика изученных ЦП вида.

ЦП 1. Забайкальский край, Акшинский район, окр. с. Бытэв, правый берег р. Онон. 23.07.2015. Пологая гряда юго-восточной экспозиции, крутизна 3°. Разнотравно-нителистниково-байкальско-ковыльная ассоциация. Нет ветоши, весенний пал этого года. ОПП – 50 %. ПП *F. uniflorum* – 2 %.

ЦП 2. Забайкальский край, Акшинский район, окр. с. Улача, правый берег р. Онон. 25.07.2015. Подножие склона восточной экспозиции, крутизна 8°. Шлемниково-байкальско-ковыльно-разнотравная ассоциация. Нет ветоши, весенний пал этого года. ОПП – 60 %, дресва – 10 %. ПП *F. uniflorum* – 1 %.

ЦП 3. Забайкальский край, Могойтуйский район, окр. с. Дурой. 30.01.2015. Плоская верхушка сопки. Разнотравно-злаково-байкальско-ковыльная ассоциация. ОПП – 60 %. ПП *F. uniflorum* – 1 %.

ЦП 4. Забайкальский край, Оловянинский район, окр. с. Булум. 03.08.2015. Склон юго-западной экспозиции, крутизна 12°. Разнотравно-байкальско-ковыльно-нителистниковая ассоциация. Нет ветоши, весенний пал этого года. ОПП – 30 %. ПП *F. uniflorum* – <1 %.

ЦП 5. Республика Бурятия, Селенгинский район, окр. с. Бараты. 19.08.2015. Склон восточной экспозиции, крутизна 28°. Разнотравно-сибирско-овсяницево-селагинелловая ассоциация. ОПП – 65 %, камни и щебень – 30 %. ПП *F. uniflorum* – <1 %.

ЦП 6. Республика Бурятия, Иволгинский район, окр. с. Колобки. 22.08.2013. Склон юго-восточной экспозиции, крутизна 10°. Байкальско-ковыльно-полынно-разнотравная ассоциация. Весенний пал 2011 г. ОПП – 40 %. ПП *F. uniflorum* – 5 %.

ЦП 7. Республика Бурятия, Хоринский район, окр. с. Баян-Гол. 18.08.2012. Склон южной экспозиции, крутизна 9°. Разнотравно-злаково-бесстебельнолапчатковая ассоциация. ОПП – 50 %, дресва – 40 %. ПП *F. uniflorum* – 2 %.

ЦП 8. Республика Бурятия, Джидинский район, окр. с. Ёнхор. 16.07.2010. Склон восточной экспозиции, крутизна 15°. Осоково-злаково-разнотравная ассоциация. ОПП – 70 %. ПП *F. uniflorum* – <1 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Fornicium uniflorum – горно-степной ксерофит, встречающийся в составе разнообразных типов степных сообществ гор Южной Сибири и Северной Монголии. Отмечен он также в составе мезоксерофильных светлехвойных лесов, расположенных в близких поясных условиях. Н.Б. Ермаков (2006) относит изучаемый вид к дауро-маньчжурскому геоэлементу, и установлено, что входящие в его состав степные виды показывают близкие закономерности к распространению в составе гемибореальных лесов лугово-степной группы. Необходимо отметить, что умеренно сухие леса дубравного типа имеют тесные флористические связи с луговыми степями и характеризуются сопряженным развитием в едином зональном комплексе с третичного периода (Сочава, 1980; Малышев, Пешкова, 1984). При этом *F. uniflorum* выступает типичным элементом многих ассоциаций амфицифических гемибореальных лесов. На территории Забайкалья вид встречается преимущественно в южных районах (рис. 1).

Форнициум одноцветковый – вид с широкой экологической амплитудой, произрастает как в степных (луговые и настоящие степи), так и в лесных (светлехвойных) ценозах. Вид приурочен к

луговым степям – к нителестниковым, стоповидноосоковым и байкальскоковыльным формациям. В настоящих степях (крыловоковыльная, холоднопопынная, кистевидномятликовая, леспедецевая формации) вид встречается значительно реже. Помимо этого *F. uniflorum* наблюдается в петрофитных вариантах степей на крупнокаменистых (гмелинопопынная, плаунковая формации) и мелкокаменистых (тимьяновая, хамеродосовая, аргунскоосоковая, арктогеронозная формации и др.) склонах. Форнициум также значительно редко встречается в псаммофитных (даурскоовсянищевая, серобородниковая, коржинскоосоковая) и кустарниковых (крупноплодноильмовая, спирейная, яблоневая, абрикосовая) формациях. *F. uniflorum* отмечен в составе светлехвойных лесов, чаще в сосновых (остепенно-разнотравных, бруснично-зеленомошных, мелкопокрывных и рододендроновых). В разнотравно-березово-лиственничных лесах и приземистоильмовых редколесьях форнициум встречается единично.

Для выявления экологических факторов, отвечающих за разнообразие растительных сообществ с участием форнициума, была применена DCA-ординация. На ординационной схеме видно

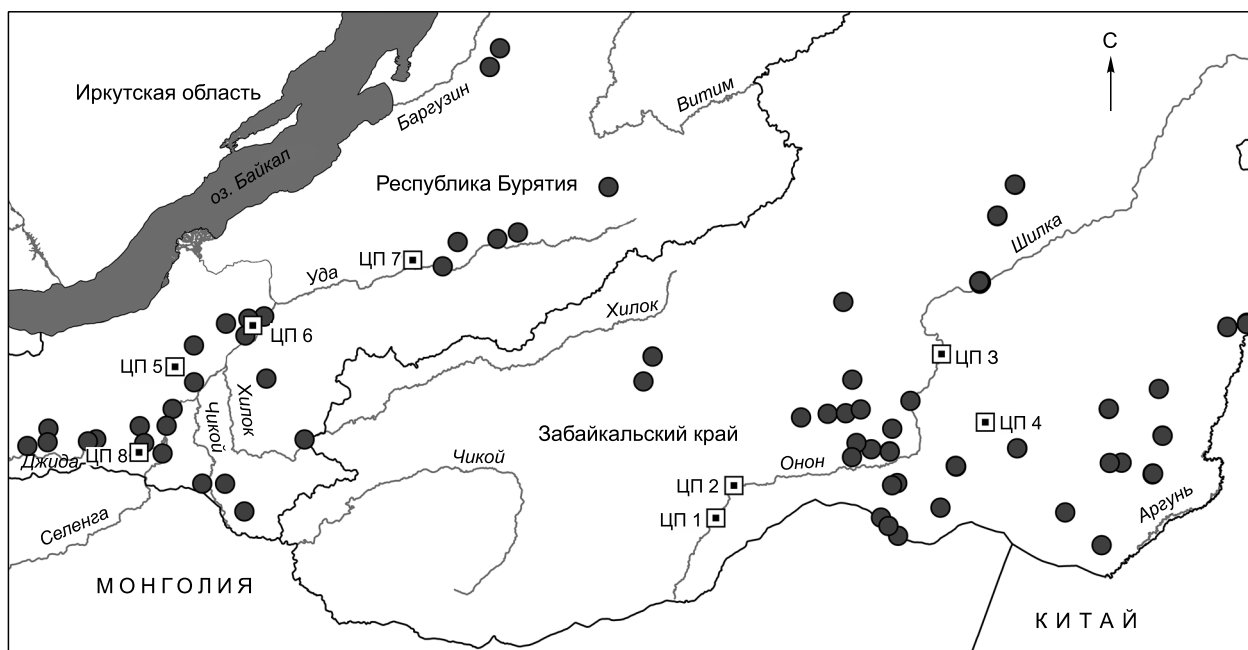


Рис. 1. Район исследований (точками отмечены местонахождения вида, подтвержденные геоботаническими описаниями; ЦП – ценопопуляции с 1 по 8).

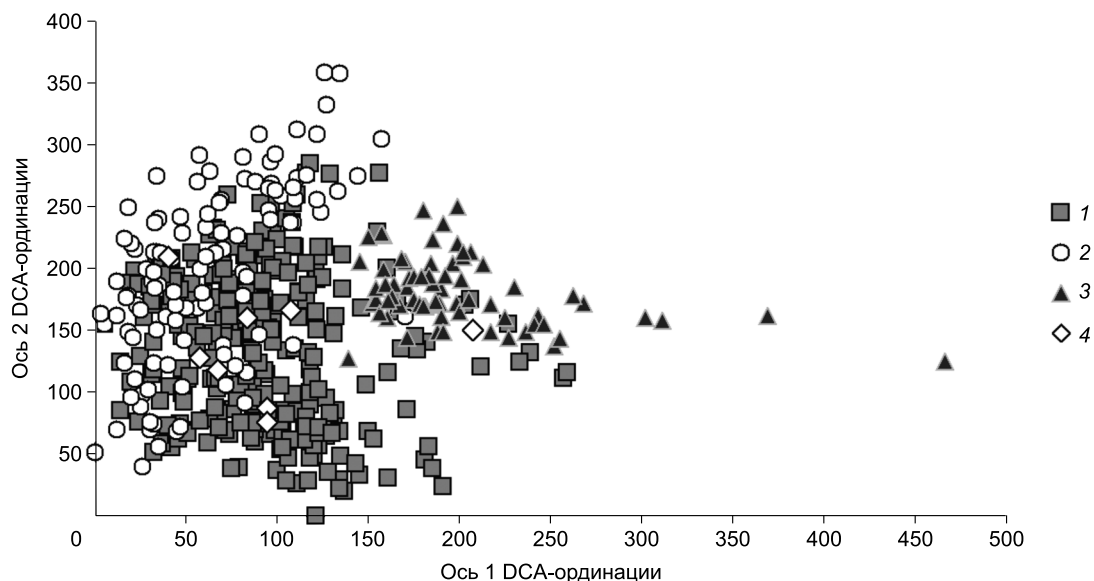


Рис. 2. DCA-ординация сообществ (1 и 2 оси):

1 – луговые и 2 – настоящие степи; 3 – леса; 4 – ценопопуляции.

(рис. 2), что растительные сообщества с участием *F. uniflorum* в пространстве двух осей образуют плотные и пересекающиеся друг с другом облака рассеяния. Одно облако точек плавно перетекает в другое, что объясняется континуальной сменой флористического состава вдоль комплексного градиента. На оси 1 DCA-ординации дана смена типов растительности – настоящих, луговых степей и светлехвойных лесов, что отражает закономерное изменение на градиенте увлажнения (см. рис. 2). На оси 2 DCA-ординации (рис. 3) показано разделение ценозов на две группы по флористическому составу – на степи Западного и Восточного

Забайкалья. Полученные нами результаты согласуются с данными А.Ю. Королюка (2013) для степей Забайкалья, в обоих случаях превалирует фактор увлажнения в распределении основных типов сообществ. Исследованные ценопопуляции вида на территории Западного Забайкалья описаны в составе настоящих степей, Восточного Забайкалья – в луговых. Необходимо отметить, в степях Восточного Забайкалья изучаемый вид ценотически более жестко связан с луговыми степями, где он нередко содоминирует. На всей же территории Забайкалья эколого-фитоценотический оптимум отмечается в различных вариантах луговых сте-

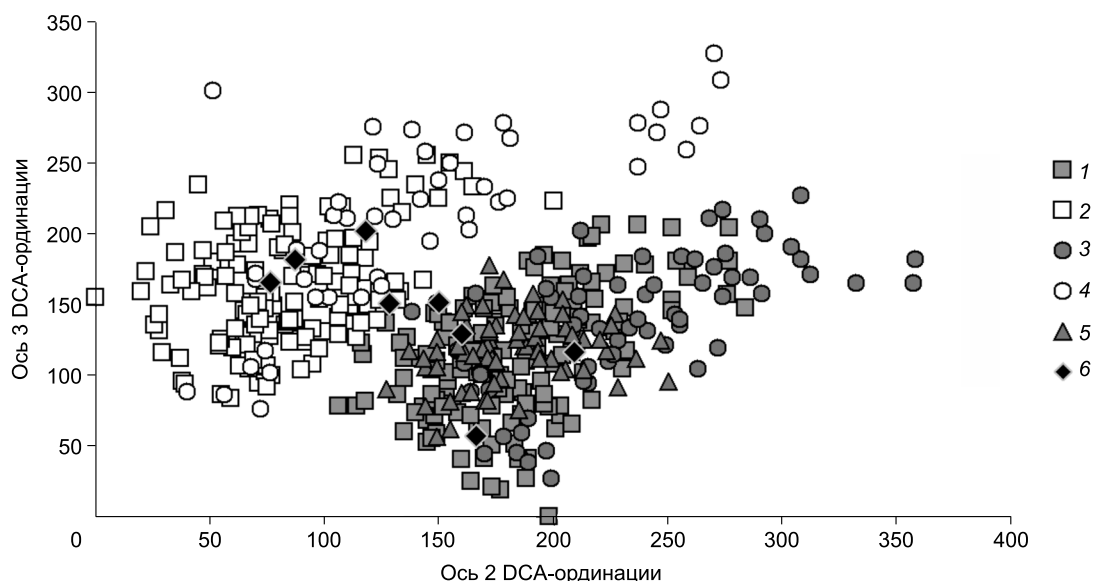


Рис. 3. DCA-ординация сообществ (2 и 3 оси):

1, 2 – луговые и 3, 4 – настоящие степи; 5 – леса; 6 – ценопопуляции. Серым цветом выделены ценозы Западного Забайкалья, белым – Восточного Забайкалья.

пей. На экологических градиентах сообщества с участием *F. uniflorum* занимают значения между 48 и 55 степенями по шкале увлажнения и между 12 и 14 степенями по шкале богатства – засоления почв (рис. 4). Таким образом, согласно классификации Е.П. Прокопьева (2001), форнициум относится к гемиксерофитам.

Изучаемый вид в большей степени предпочитает хорошо прогреваемые мелко- и крупнокаменистые склоны, опесчаненные почвы, редко встречается на песках. Полученные данные подтверждаются эко-топологическими моделями (рис. 5). Так, выявлено, что на пологих склонах разных экспозиций у сообществ с участием *F. uniflorum* более высокое проективное покрытие (рис. 5, а). При этом местообитания вида на более крутых склонах южных экспозиций характеризуются большей каменистостью (рис. 5, б), а видовое богатство сообществ выше на северных и восточных пологих склонах (рис. 5, в).

Изучение структуры ценопопуляций показало, что наилучшим состоянием характеризуются ЦП 2 и 6, где наблюдаются высокая эффективная плотность особей и индекс эффективности (ω) вследствие преобладания генеративных растений (см. таблицу). В ЦП 1 отмечена высокая экологическая плотность в связи с доминированием растений виргинильного периода, что также отражается в низких показателях индекса возрастности (Δ). ЦП 4, 5 и 8 обладают низкой экологической плотностью.

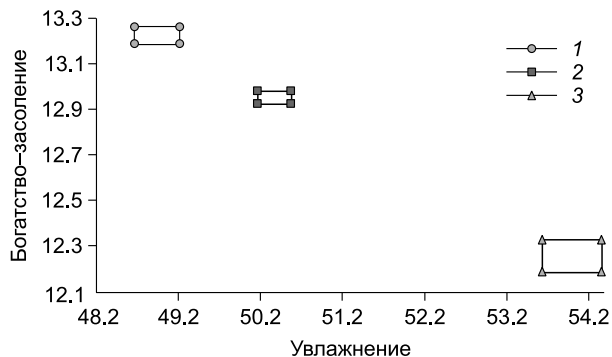
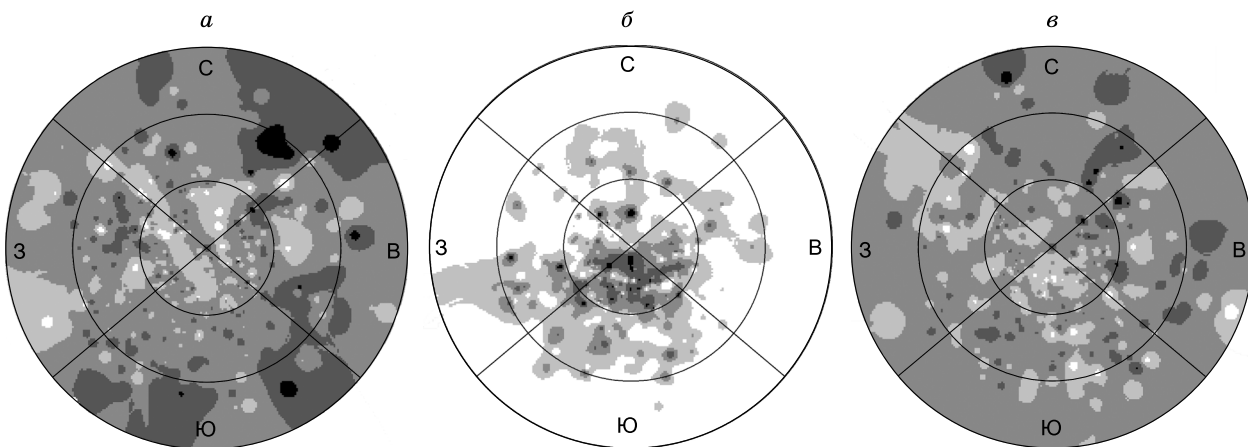


Рис. 4. Ординация достоверных интервалов сообществ (описаний) по экологическим шкалам выделенных типов растительности с участием *Fornicium uniflorum*:

1 – луговые и 2 – настоящие степи; 3 – леса.

Характеристика изученных ценопопуляций *Fornicium uniflorum*

Номер ЦП	Экологическая плотность, особей/м ²	Эффективная плотность, особей/м ²	Индексы		Популяция
			Δ	ω	
1	1.87	0.23	0.17	0.45	Молодая
2	1.07	0.84	0.37	0.83	Зрелая
3	1.53	0.65	0.31	0.68	Зреющая
4	0.41	0.44	0.22	0.55	Молодая
5	0.43	0.77	0.37	0.76	Зрелая
6	2.68	1.96	0.37	0.74	»
7	1.40	0.90	0.38	0.73	»
8	0.46	0.30	0.37	0.75	»



а	Проективное покрытие сообществ с участием <i>F. uniflorum</i> , %	7–24	25–40
		41–56	57–73
		74–90	
б	Каменистость местообитаний <i>F. uniflorum</i> , % покрытия почвы камнями	0–16	17–32
		33–48	49–64
		65–80	
в	Видовое богатство сообществ с участием <i>F. uniflorum</i> , число видов в описании	17–28	29–39
		40–50	51–62
		63–74	

Рис. 5. Эко-топологические модели распределения факторов в местообитаниях *Fornicium uniflorum*.

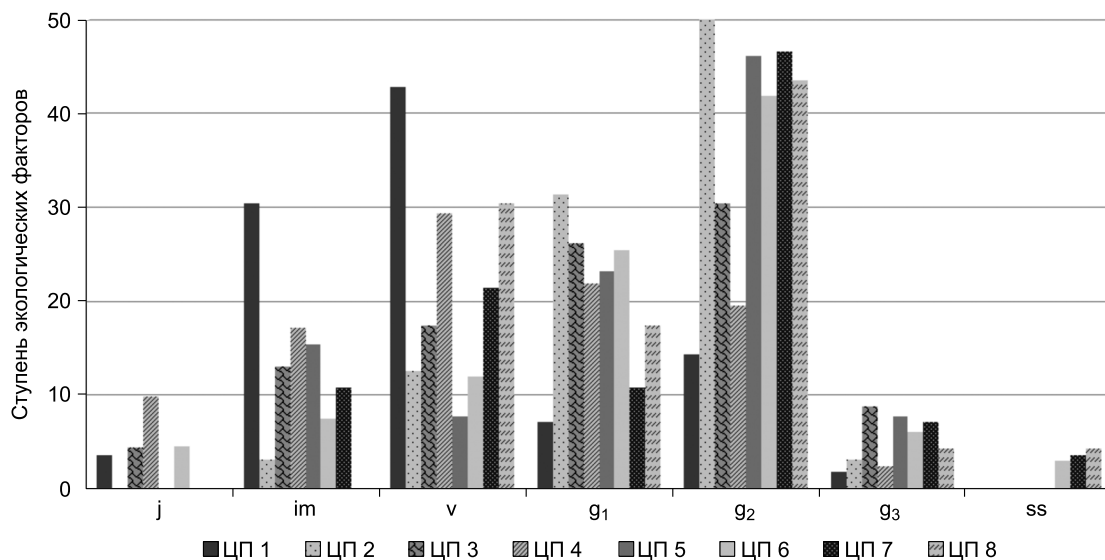


Рис. 6. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Fornicium uniflorum*.

j–ss – онтогенетические состояния.

При исследовании онтогенетической структуры ценопопуляций *F. uniflorum* установлено, что в изученных ЦП наблюдается неполноценность возрастного спектра в связи с отсутствием в некоторых ценопопуляциях ювенильных, имматурных и сенильных особей. Возрастные спектры в основном бимодальные с преобладанием виргинильных и среднегенеративных особей (рис. 6). Наличие бимодального возрастного спектра свидетельствует о хорошем прорастании семян вида, когда происходит пополнение популяции особями виргинильного периода. Высокая численность

особей отмечалась в местообитаниях, где прошли степные пожары. По-видимому, они способствуют снижению межвидовой конкуренции и появлению открытых местообитаний, что благоприятно для *F. uniflorum*. В частности, форнициум часто встречается на крутых каменистых склонах, где в меньшей степени представлена конкуренция с другими петрофитами и имеются открытые пространства для его развития (см. рис. 5, б). Вторичным последствием степных пожаров является лучшее прорастание семян, что позволяет форнициуму активно занимать территорию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Забайкалья *F. uniflorum* встречается преимущественно в южных районах в различных вариантах сообществ настоящих и луговых степей, а также в светлых лесах. Ординационными методами выявлены флористические различия между фитоценозами Западного и Восточного Забайкалья и распределение основных типов сообществ на градиенте увлажнения. Эколого-фитоценотический оптимум вида приурочен к сообществам луговых степей, где в ценопопуляциях наблюдаются высокие показатели экологической и эффективной плотности. Ценопопуляции вида в

постпирогенных степных сообществах характеризуются бимодальным возрастным спектром, что объясняется повышением численности молодых особей вследствие снижения межвидовой конкуренции при активном прорастании семян *F. uniflorum* в послепожарных условиях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке в рамках темы № VI 52.1.9. “Современное состояние разнообразия растительного покрова и его ресурсов в Байкальском регионе” и гранта РФФИ (проект № 16-54-53057).

ЛИТЕРАТУРА

- Воробьева А.Н., Горовой П.Г. Таксономия и распространение *Stemmacantha uniflora* (L.) Dittrich (Asteraceae) в Восточной Азии // Turczaninowia. 2005. Т. 8, вып. 3. С. 16–21.
- Горовой П.Г. Род *Rhaponticum* Vail. (Asteraceae: Cardueae–Centaureinae) в Сибири и на Дальнем Востоке // Там же. 2010. Т. 13, вып. 4. С. 68–73.

- Ермаков Н.Б. Анализ состава ценофлор континентальных гемибореальных лесов Северной Азии // Там же. 2006. Т. 9, вып. 4. С. 5–92.
- Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
- Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск, 2007. 304 с.

- Камелин Р.В.** Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул, 1998. 240 с.
- Королук А.Ю.** Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул; Кемерово, 2006. Вып. 12. С. 3–38.
- Королук А.Ю.** Модель сопки – метод анализа структуры растительного покрова // Растительность России. 2008. № 13. С. 117–122.
- Королук А.Ю.** Экологическая ординация степных сообществ Забайкалья // Учен. зап. ЗабГГПУ. 2013. № 1. С. 26–30.
- Малышев Л.И., Пешкова Г.А.** Особенности и генезис флоры Сибири. Предбайкалье и Забайкалье. Новосибирск, 1984. 263 с.
- Одум Ю.** Экология. М., 1986. Т. 2. 209 с.
- Прокопьев Е.П.** Экология растений (особи, виды, экогруппы, жизненные формы). Томск, 2001. 340 с.
- Сочава В.Б.** Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск, 1980. 256 с.
- Хайдав Ц., Алтанчимэг Б., Варламова Т.С.** Лекарственные растения в монгольской медицине. Улан-Батор, 1985. 390 с.
- Шретер А.И., Валентинов Б.Г., Наумова Э.М.** Природное сырье китайской медицины: Справочник. М., 2004. Т. 1. 506 с.
- Hammer Ø., Harpe D.A.T., Ryan P.D.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontol. Electron. 2001. V. 4 (1). 9 p.
- Hill M.O., Gauch H.G.** Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique // Vegetatio. 1980. V. 42. P. 47–58.
- Korolyuk A.Yu., Zverev A.A.** Database of Siberian Vegetation (DSV) // Biodiversity and Ecol. 2012. V. 4. P. 312.
- Zhang X., Zhang J., Dong M., Zhang M., Huo Ch., Shi Q., Gao Y.** Chemical constituents of plants from the genus *Rhaponticum* // Chem. and Biodiversity. 2010. V. 7, Iss. 3. P. 594–609.