

СТАТЬИ И СООБЩЕНИЯ
БИОЛОГИЯ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

МОРФОЛОГИЯ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *NEPETA FORMOSA*
И *N. BUCHARICA* (LAMIACEAE)

© 2021 г. Т. В. Елисафенко¹, *, А. Ю. Асташенков¹, Н. Ю. Курочкина¹

¹ ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

*e-mail: tveli@ngs.ru

Поступила в редакцию 02.02.2021 г.

После доработки 11.02.2021 г.

Принята к публикации 15.09.2021 г.

Изучены особенности морфологии эремов и семян и динамика прорастания семян центральноазиатских видов *Nepeta formosa* Kudrjasch. и *N. bucharica* Lipsky. Анализ семян из природных популяций (*in situ*) и собранных в условиях *ex situ* показал, что коэффициент вариации по всем выбранным признакам не превышает 20%. Возраст растений и условия произрастания больше влияют на размеры эремов и семян у *N. bucharica*, чем у *N. formosa*. Большое число эремов *N. formosa* (86%) из природных популяций не имели зародыша, или он был деформирован. В условиях *ex situ* у растений второго года жизни, у обоих видов, 80–90% семян имели сформированный зародыш. Грунтовая всхожесть, определенная для семян *N. bucharica*, собранных *in situ*, составила 7.7%, лабораторная всхожесть достигала 20.0% (после 8 мес. хранения). Установлено, что у семян двух видов в условиях *in situ* и *ex situ* динамика прорастания сходна. Различия наблюдались в зависимости от срока хранения и происхождения семян (*ex situ* и *in situ*). Лабораторная всхожесть выше у семян, собранных в условиях культуры. У свежесобранных семян всхожесть после 15 дней опыта составляла около 60% у обоих видов. Репродуктивная способность *N. bucharica* оказалась более адаптивна к изменению экологических и погодных условий, по сравнению с *N. formosa*.

Ключевые слова: *Nepeta formosa*, *N. bucharica*, эремы, семена, морфология, прорастание

DOI: 10.31857/S0033994621040051

В сем. Lamiaceae род *Nepeta* L. один из самых крупных, его представители распространены главным образом в горных областях Центральной Азии. Виды *Nepeta* относятся к числу важных в практическом и экономическом отношении растений, многие из них известны как пищевые, пряно-ароматические и лекарственные [1, 2]. Метаболиты видов рода *Nepeta* находятся в центре внимания исследователей всего мира в связи с широким спектром их биологической активности [3–8]. Большой группой вторичных метаболитов, непосредственно участвующих в механизме адаптации, являются фенольные соединения [9–11]. Их высокая физиологическая активность коррелирует с целебными свойствами в организме человека. Фенольные соединения способствуют противокашлевому, мочегонному, антиастматическому, антисептическому, спазмолитическому и жаропонижающему действию видов *Nepeta* [12]. Некоторые виды используются для лечения ушибов, ревматических болей, лихорадки, кожных высыпаний [13, 14]. Сообщалось об антимикробных, в том числе антикандидных, противовоспалительных и противовоспалительных свойствах некоторых видов *Nepeta* [15–17]. Помимо этих

ценных качеств некоторые виды *Nepeta* обладают естественными репеллентными свойствами в отношении домашних насекомых [18]. В настоящее время проводятся исследования на цитотоксичность малайиона и эфирного масла *N. crispa* Willd. в отношении клеточных линий позвоночных и беспозвоночных животных для борьбы с вредителями сельского хозяйства [19].

Под действием антропогенной нагрузки вследствие перевыпаса скота и заготовки сырья, а также изменения экологических условий природные популяции видов рода *Nepeta* находятся под угрозой. В связи с этим, необходимы обоснованные рекомендации и планомерная работа по сохранению естественных и созданию интродукционных популяций ценных и перспективных видов, в том числе исчезающих и эндемичных. Начальным этапом такой работы является изучение морфологии семян и особенностей их прорастания. Для исследования мы выбрали два вида *Nepeta* (*N. formosa* Kudrjasch., *N. bucharica* Lipsky), которые перспективны для использования. Сведения о морфологии эремов и семян, а также биологии прорастания этих видов в литературе отрывочные [20]. Ранее нами был изучен онтогенез

особей *N. formosa*, *N. bucharica* в природных популяциях Центральной Азии [21, 22].

Цель исследования состояла в изучение биологии прорастания и морфологии семян и эремов *Nepeta formosa*, *N. bucharica* в зависимости от их происхождения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Nepeta formosa — эндемик Центральной Азии. Вид произрастает от среднегорий до высокогорий в пределах от 1700 до 3000 м над уровнем моря на северных, северо-восточных и восточных макросклонах и на соответственно ориентированных экспозициях гор. Предпочитает тенистые мезофильные местообитания, растет по речным водоразделам, каменистым берегам рек и ручьев, реже по саям ущелий. Вид обычен в поясах чернолесья, крупнотравных полусаванн, арчовников, степей и субальпийских лугов. Встречается в составе разнотравных и высокотравных кленовников (*Acer regelii* Pax), ореховых лесов (*Juglans regia* L.), березняков (*Betula tianschanica* Rupr.), экзохордников (*Exochorda racemosa* (Lindl.) Rehder) и юганников (*Prangos pabularia* Lindl.), зарослей *Rosa kokanica* (Regel) Regel ex Juz., торонников (*Polygonum coriarium* Grig.) и разнотравных лугов [23, 24]. Материал по изучению семян *N. formosa* собран из естественной популяции (*in situ*), расположенной в ущелье р. Кугарт (Республика Кыргызстан) Ферганского хребта (правый борт безымянного второстепенного ущелья, травянистая группировка на каменистых выходах крутого склона на верхней границе пояса редколесий (*Crataegus* spp.).

N. bucharica — эндемик среднеазиатских горных систем Тянь-Шаня и Памиро-Алая. В пределах Центральной Азии этот вид произрастает от пояса чернолесья до субальпийских лугов. Он приурочен к увлажненным местообитаниям, обитает на альпийских лужайках, по берегам рек, ручьев, родников и водопадов на щебнисто-каменистых субстратах, конусах выноса склонов различных экспозиций. Обычен в составе люцерновых костровников (*Medicago lupulina* L., *Bromus oxyodon* Schrenk), шурльховников (*Rumex paulsenianus* Rech. f.), кленовников (*Acer regelii*), розариев (*Rosa kokanica*), юганников (*Prangos pabularia*) и полынных (*Artemisia dracunculul* L.). Нередко встречается как сорное растение в посевах [23, 24]. Материал для изучения семян *N. bucharica* собран *in situ* в Республике Кыргызстан, Таласский Алатау, перевал Алабель, верховья р. Чичкан. Крупнообломочное русло реки, замшелый галечник, альпийский мезопсихрофитный луг.

Кроме эремов из природных популяций сбора 5–11 августа 2017 г., изучали эремы особей первого и второго года жизни, выращенных в условиях

ex situ, собранные в 2018 г. (конец июля–начало августа) и 22 июля 2019 г. на экспериментальном участке Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.

Изучение морфологии эремов и семян

Массу эремов определяли путем трехкратного взвешивания 100 шт., среднее арифметическое значение пересчитывали на 1000 шт. При изучении макроморфологии эремы замачивали на сутки, измеряли под биноклем в 20-кратной повторности. Семя извлекали с помощью продольного разреза лезвием по стенке эрема и помещали в каплю воды. Зародыш освобождали от семенной кожуры препаровальной иглой. Определяли метрические показатели (мм): длину, ширину, толщину эрема, длину и ширину цикатрикса и семени, длину зародыша, семядолей, оси зародыша (зародышевый корешок и гипокотиль). Вычисляли аллометрические признаки: отношение ширины эрема к его длине, отношение ширины цикатрикса к его длине, отношение ширины семядолей к их длине, отношение длины семени к длине эрема, отношение длины зародыша к длине эрема, отношение длины оси зародыша к длине зародыша, отношение длины семядолей к длине зародыша. Исследования проводили в центре микроскопического оборудования ЦСБС СО РАН на стереомикроскопе Carl Zeiss Stereo Discovery V12 с цветной цифровой камерой высокого разрешения AxioCam MRc-5 с программой AxioVision 4.8 для получения, обработки и анализа изображений. При описании эремов применяли терминологию З.М. Артюшенко и А.А. Федорова [25, 26], Э.С. Терехина [27].

Изучение прорастания семян

Для определения полевой (грунтовой) всхожести семян эремы высевали 21 мая 2018 г. по 100 шт. на 1 погонный метр в трех повторностях на экспериментальном участке. Всходы отмечали в течение месяца с интервалом 5–7 дней.

Для определения лабораторной всхожести эремы проращивали при комнатной температуре (20–22 °С) в чашках Петри на слое бумажного фильтра с ватной подложкой в 3-кратной повторности по 100 эремов. Семя считалось проросшим при формировании корешка размером с семя. Проросшие семена учитывали от начала прорастания ежедневно в течение недели, далее — через день. Использовали семена свежесобранные (начало опыта — 30 сентября) и те, которые хранились 8 месяцев в комнатных условиях (начало опыта 12–27 марта). Всхожесть определяли как процент проросших семян в течение опыта.

По результатам опыта устанавливали длительность периода от начала опыта до прорастания се-



Рис. 1. Общий вид эрема *Nepeta bucharica*. *a* – вентральная сторона, *b* – латеральная сторона.

Fig. 1. *Nepeta bucharica* erem. *a* – ventral side, *b* – lateral side.

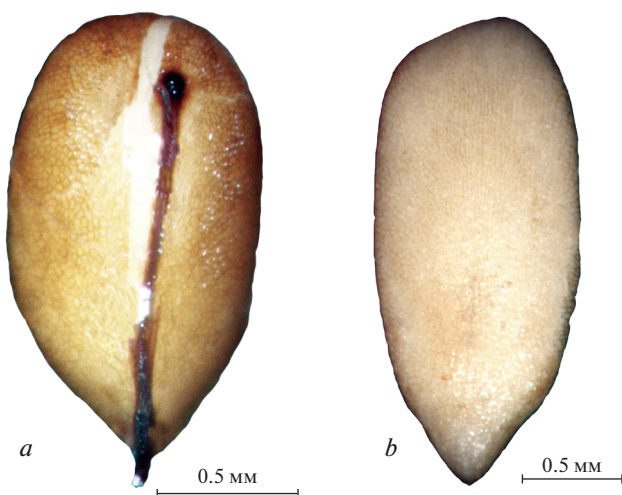


Рис. 2. Семя *Nepeta bucharica*. *a* – вентральная, *b* – дорсальная сторона.

Fig. 2. *Nepeta bucharica* seed. *a* – ventral side, *b* – dorsal side.

мян, продолжительность периода прорастания, всхожесть семян (%), энергию прорастания (%). Энергию прорастания определяли как процент семян, проросших в первые пять дней от начала прорастания [28]. В работе использован показатель “интенсивность энергии прорастания”, который рассчитывается как отношение всхожести к энергии прорастания (%) [29].

Результаты обрабатывали методами математической статистики. Определяли среднее арифметическое значение (M), его ошибку (m), коэффи-

циент вариации (V). Различия средних оценивали по критерию Стьюдента при 95%-ном уровне вероятности [30]. Для построения графика использовали данные варианта с максимальной всхожестью семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эремы обоих видов сплюснутые в дорсивентральном направлении. У *N. formosa* эремы овальной формы, темно-коричневого цвета, *N. bucharica* – обратнойщевидной формы, коричневого цвета (рис. 1*a, b*; 4*a, b*). Цикатрикс эремов изучаемых видов V-образной формы, у *N. formosa* он имеет тупой угол в основании, длину 0.31–0.34 мм и ширину 0.56–0.62 мм. У *N. bucharica* угол в основании острый, длина 0.47–0.50 мм, ширина 0.55–0.59 мм (табл. 1). Вся поверхность цикатрикса имеет слой, несущий белые сферические образования.

Масса 1000 семян изученных видов имела различные значения: *N. formosa*: 0.31 ± 0.01 г (*in situ*), 0.35 ± 0.04 г (*ex situ* 2018) и 0.29 ± 0.03 г (*ex situ* 2019); *N. bucharica* – 0.37 ± 0.01 г (*in situ*) и 0.45 ± 0.01 г (*ex situ* 2019). Семенная кожура семян *N. formosa* и *N. bucharica* пленчатая, светло-коричневого цвета. С брюшной стороны семени располагается халаза коричневого цвета, которая проходит от микропиле до халазальной части семени (рис. 2*a, b*; 4*c*). Эндосперм отсутствует, зародыш молочного цвета, крупный, семядоли четко отграничены от оси зародыша, основания семядолей почти смыкаются (рис. 3*a, 4d*). Ось зародыша состоит из радикулы, гипокотилия и апекса побега. Однако гипокотиль и апекс побега морфологически не выражены. Ось зародыша в очертании ромбовидно-каплевидной формы, наибольшая ширина находится на уровне основания семядолей (рис. 3*b*).

Статистический анализ размеров эремов, семени и зародыша выявил достоверные межвидовые различия у растений как в условиях *in situ*, так в условиях *ex situ*, кроме одного аллометрического признака – отношения длины семядолей к длине зародыша (табл. 2). Таким образом, пропорциональность сформированного зародыша одинакова у обоих видов независимо от мест произрастания. В условиях *in situ* и *ex situ* семядоли составляют 81–87% зародыша. Защитные покровы зародыша (эрема и семени) мягкие, тонкие, зародыш хорошо дифференцирован и имеет крупные семядоли, что обуславливает отсутствие физического покоя семян и быстрое их прорастание.

Нами отмечено, что сформированные эремы могут иметь дефектные зародыши (рис. 5). Так, из природной популяции *N. formosa* только 14% семян имели сформированный зародыш, а у остальной части – зародыш отсутствовал или был дефектный. У семян *ex situ* процент нормальных

Таблица 1. Биометрическая характеристика эремов, семян и зародышей *Nepeta formosa* и *Nepeta bucharica* в условиях культуры (ЦСБС, СО РАН, г. Новосибирск)
Table 1. Biometric characteristics of erems, seeds and embryos of *Nepeta formosa* and *Nepeta bucharica* under cultivation in Central Siberian Botanical Garden, Novosibirsk

Признак Feature	<i>N. formosa</i>										
	<i>ex situ</i>					<i>in situ</i>					
	1 года жизни one-year-old plants		2 года жизни two-year-old plants		lim	1 года жизни one-year-old plants		2 года жизни two-year-old plants		lim	
<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	<i>M</i> ± <i>m</i>		<i>V</i> , %	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %			
Эрем Erem	Длина, мм Length, mm	1.76 ± 0.03	5.04	1.59–1.9	1.71 ± 0.03	7.41	1.53–2.1	1.92 ± 0.04	7.36	1.55–2.07	
	Ширина, мм Width, mm	1.09 ± 0.02	7.37	0.96–1.2	1.01 ± 0.02	7.27	0.83–1.16	1.06 ± 0.03	9.81	0.93–1.31	
	Ширина/длина Width/length	0.62 ± 0.01	5.39	0.56–0.68	0.59 ± 0.01	8.06	0.48–0.67	0.56 ± 0.02	10.67	0.48–0.72	
	Толщина, мм Thickness, mm	0.76 ± 0.02	8.92	0.63–0.83	0.74 ± 0.01	7.16	0.63–0.85	0.72 ± 0.02	8.45	0.6–0.83	
	Длина, мм Length, mm	0.34 ± 0.01	11.91	0.29–0.41	0.31 ± 0.01	14.34	0.24–0.41	0.33 ± 0.01	11.75	0.25–0.4	
Цикатрикс Cicatrix	Ширина, мм Width, mm	0.62 ± 0.01	5.79	0.56–0.67	0.06 ± 0.01	5.94	0.52–0.66	0.56 ± 0.02	12.08	0.47–0.69	
	Ширина/длина Width/length	1.87 ± 0.07	12.05	1.54–2.31	2.01 ± 0.07	15.67	1.27–2.54	1.70 ± 0.06	13.45	1.34–2.06	
	Длина, мм Length, mm	1.55 ± 0.04	5.85	1.44–1.67	1.55 ± 0.04	10.86	1.37–1.92	1.53 ± 0.04	7.48	1.42–1.77	
Семя Seed	Ширина, мм Width, mm	0.88 ± 0.04	11.27	0.73–1.01	0.94 ± 0.03	11.71	0.71–1.19	0.80 ± 0.03	13.33	0.66–0.98	
	Длина семени/длина эрема Seed length/erem length	0.86 ± 0.02	6.25	0.79–0.93	0.91 ± 0.01	5.80	0.83–1.05	0.81 ± 0.02	9.66	0.72–0.93	
Зародыш Embryo	Длина, мм Length, mm	Общая General	1.48 ± 0.07	9.79	1.3–1.65	1.65 ± 0.04	8.58	1.46–2.02	1.7	–	–
		Ось зародыша Embryo axis	0.56 ± 0.03	10.40	0.5–0.63	0.64 ± 0.01	9.24	0.57–0.77	0.67	–	–
	Ширина, мм Width, mm	Семядоли Cotyledon	1.24 ± 0.08	13.10	1.04–1.43	1.38 ± 0.03	8.75	1.17–1.74	1.38	–	–
		Семядоли Cotyledon	0.85 ± 0.05	12.43	0.78–1.0	0.87 ± 0.02	7.37	0.77–0.99	0.86	–	–

Таблица 1. Продолжение / Table 1. Continuation

Признак Feature	<i>N. formosa</i>												
	<i>ex situ</i>					<i>in situ</i>							
	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	lim	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	lim	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	lim	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>V</i> , %	lim	
	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants							
Ось зародыша Embryo axis	0.35 ± 0.02	10.71	0.32–0.39	0.38 ± 0.00	4.97	0.34–0.41	0.41	–	–	–	–	–	
Длина зародыша/длина эрема Embryo length/erem length	0.80 ± 0.05	11.92	0.68–0.92	0.97 ± 0.01	5.77	0.91–1.14	0.87	–	–	–	–	–	
Длина оси зародыша/длина зародыша Length of embryo axis/embryo length	0.38 ± 0.01	7.04	0.34–0.41	0.39 ± 0.00	4.96	0.34–0.41	0.40	–	–	–	–	–	
Длина семядолей/длина зародыша Cotyledon lengt / embryo length	0.84 ± 0.02	4.94	0.8–0.88	0.84 ± 0.01	4.89	0.71–0.87	0.81	–	–	–	–	–	
Ширина семядоли/длина семядоли Cotyledon width/cotyledon length	0.69 ± 0.03	8.17	0.61–0.75	0.62 ± 0.01	7.88	0.51–0.73	0.62	–	–	–	–	–	
	<i>N. bucharica</i>												
	<i>ex situ</i>					<i>in situ</i>							
	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants							
Эрем Erem	2.38 ± 0.03	6.20	2.16–2.83	2.29 ± 0.03	8.12	1.98–2.63	2.42 ± 0.03	4.27	2.25–2.56	–	–	–	
Длина, мм Length, mm	1.17 ± 0.01	6.74	1.08–1.36	1.07 ± 0.01	5.76	0.97–1.2	1.18 ± 0.01	4.51	1.11–1.29	–	–	–	
Ширина, мм Width, mm	0.49 ± 0.01	8.37	0.40–0.58	0.47 ± 0.01	7.73	0.39–0.53	0.49 ± 0.00	3.29	0.46–0.52	–	–	–	
Ширина/длина Width / length	0.75 ± 0.01	7.54	0.64–0.85	0.69 ± 0.01	7.33	0.54–0.82	0.78 ± 0.01	7.20	0.71–0.94	–	–	–	
Толщина, мм Thickness, mm	0.48 ± 0.01	10.48	0.42–0.65	0.47 ± 0.01	11.14	0.32–0.57	0.50 ± 0.01	7.06	0.42–0.55	–	–	–	
Длина, мм Length, mm	0.55 ± 0.01	12.62	0.4–0.69	0.56 ± 0.01	11.18	0.45–0.7	0.59 ± 0.02	11.9	0.45–0.7	–	–	–	
Ширина, мм Width, mm	1.15 ± 0.03	16.03	0.63–1.49	1.20 ± 0.03	13.83	0.9–1.59	1.17 ± 0.03	9.22	0.94–1.35	–	–	–	
Ширина/длина Width/length										–	–	–	

Таблица 1. Продолжение / Table 1. Continuation

Признак Feature	<i>N. formosa</i>															
	<i>ex situ</i>					<i>in situ</i>										
	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim				
Семя Seed	Длина, мм Length, mm	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		2.1 ± 0.02	2.67	2.03–2.19	1.99 ± 0.02	6.91	1.75–2.3	2.16 ± 0.04	6.51	1.92–2.35						
Зародыш Embryo	Ширина, мм Width, mm	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		1.00 ± 0.02	4.12	0.93–1.06	0.94 ± 0.01	8.89	0.75–1.07	1.02 ± 0.03	10.02	0.9–1.21						
Зародыш Embryo	Длина семени/длина эрема Seed length / erem length	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.91 ± 0.01	3.73	0.87–0.98	0.87 ± 0.01	7.96	0.68–1.05	0.88 ± 0.01	3.99	0.81–0.93						
Зародыш Embryo	Длина, мм Length, mm	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		2.12 ± 0.03	4.18	1.96–2.19	2.04 ± 0.02	7.44	1.72–2.39	2.15 ± 0.05	8.22	1.73–2.33						
Зародыш Embryo	Общая General	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.8 ± 0.03	9.41	0.64–0.87	0.8 ± 0.01	9.95	0.62–0.94	0.83 ± 0.03	10.32	0.71–1.03						
Зародыш Embryo	Ось зародыша Embryo axis	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		1.83 ± 0.02	3.60	1.71–1.92	1.71 ± 0.02	7.74	1.39–1.95	1.85 ± 0.06	9.98	1.38–2.00						
Зародыш Embryo	Семядоли Cotyledon	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		1.05 ± 0.01	3.28	0.99–1.1	0.94 ± 0.02	9.68	0.78–1.1	1.06 ± 0.03	9.19	0.84–1.23						
Зародыш Embryo	Ширина, мм Width, mm	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.42 ± 0.02	11.24	0.34–0.48	0.39 ± 0.01	10.96	0.29–0.48	0.44 ± 0.01	8.33	0.38–0.52						
Зародыш Embryo	Длина зародыша/длина эрема Embryo length/erem length	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.92 ± 0.02	5.58	0.86–1.00	0.89 ± 0.01	9.86	0.67–1.03	0.88 ± 0.02	7.87	0.71–0.96						
Зародыш Embryo	Длина оси зародыша/длина зародыша Length of embryo axis/embryo length	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.38 ± 0.01	8.51	0.31–0.42	0.39 ± 0.00	7.15	0.34–0.46	0.39 ± 0.01	7.21	0.36–0.44						
Зародыш Embryo	Длина семядолей/длина зародыша Cotyledon length/embryo length	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.87 ± 0.01	1.68	0.84–0.88	0.84 ± 0.00	2.35	0.80–0.88	0.86 ± 0.01	3.61	0.80–0.91						
Зародыш Embryo	Ширина семядоли/длина семядоли Cotyledon width/cotyledon length	1 года жизни one-year-old plants					2 года жизни two-year-old plants					<i>in situ</i>				
		<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	lim			
		0.58 ± 0.01	1.63	0.56–0.59	0.55 ± 0.01	6.90	0.46–0.64	0.57 ± 0.01	7.43	0.49–0.64						

Примечание. “–” – нет данных, *M* – среднее арифметическое значение, *m* – его ошибка, *V* – коэффициент вариации, lim – диапазон между минимальным и максимальным значением.
 Note. “–” – no data, *M* – arithmetic mean, *m* – its error, *V* – coefficient of variation, lim – the range between the minimum and maximum values.

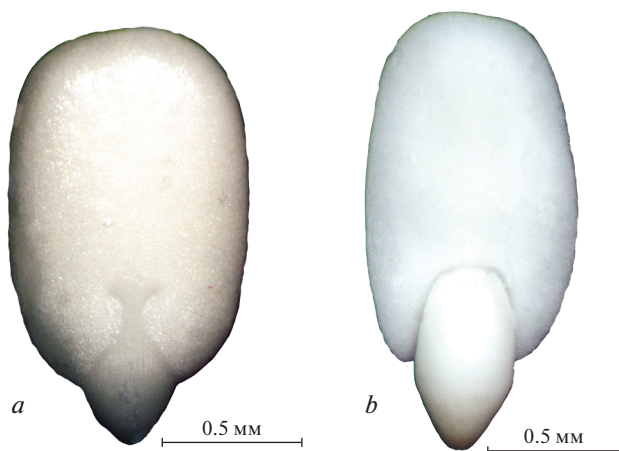


Рис. 3. Зародыш *Nepeta bucharica*. *a* – общий вид, *b* – в разрезе.

Fig. 3. *Nepeta bucharica* embryo. *a* – general view, *b* – cross-section.

зародышей намного выше. У растений этого вида первого года жизни семена со сформированным зародышем составляют 33%, у растений второго года – 80%. У особей *N. bucharica*, изученных в природных популяциях, этот показатель высокий – 87%. Самый низкий показатель сформированности семян *N. bucharica* приходится на первый год жизни – 25%, у особей второго года жизни он составляет 93%. Таким образом, условия, созданные на экспериментальных участках, благоприятны для развития семян изученных видов.

В природной популяции эремы *N. formosa* сформировались более крупными, чем в *ex situ* (1.92 ± 0.04 мм и 1.71 ± 0.03 соответственно), однако размеры семян не имели достоверных различий (табл. 1, 2). Метрические значения, скорее всего, связаны с возрастом особей данного вида, что влияет на размеры зародыша, который был крупнее у растений второго года жизни. Стоит отметить, что длина зародыша составила у них 97% от длины эрема, в то время как у растений первого года жизни этот показатель достоверно ниже – 80%.

Установлено, что на размеры эремов, семян и зародышей *N. bucharica* влияли условия произрастания и возраст растений (табл. 1, 2). Так, эремы у растений, изученных в природных популяциях крупнее, чем в условиях *ex situ* (длина 2.42 ± 0.03 и 2.29 ± 0.03 мм соответственно). Одновременно с этим, проведенный анализ показал, что пропорциональность сложения зародыша одинакова (длина семядолей от длины зародыша составляла 84–86%).

В результате биометрического анализа семян растений *N. formosa* и *N. bucharica* из природных популяций и в условиях *ex situ* установлено, что коэффициент вариации по всем выбранным признакам не превышал 20% у обоих видов. Пропор-

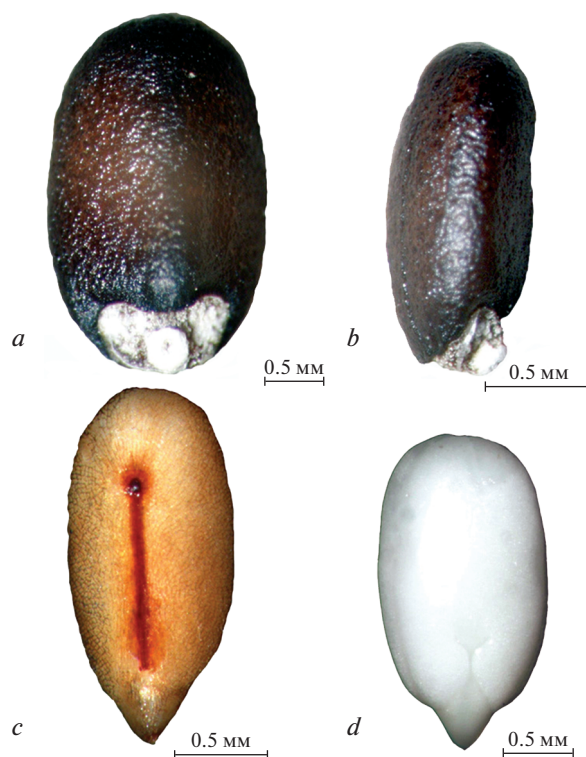


Рис. 4. *Nepeta formosa*. *a*, *b* – общий вид эрема, *c* – семя, *d* – зародыш.

Fig. 4. *Nepeta formosa*. *a*, *b* – general view of erem, *c* – seed, *d* – embryo.

циональность сложения зародыша, определяемая как отношение длины семядолей к длине зародыша, оказалась признаком, имеющим самую низкую изменчивость (не более 5%).

Грунтовая (полевая) всхожесть семян *N. bucharica* (7.7%) оказалась в два раза меньше, чем лабораторная (18.7%). Первые всходы при грунтовом посеве появились на 15 день. Лабораторная всхожесть у свежесобранных семян растений *N. bucharica* и *N. formosa*, выращенных в условиях *ex situ*, составила около 60%, у семян природных популяций в 3.3–3.9 раза меньше. В лабораторных условиях семена прорастали на 2–4 день (рис. 6). Они прорастали одинаково быстро в течение 8–10 дней, энергия прорастания семян *N. formosa* варьировала от 8 до 48%, *N. bucharica* – 17–40%. Интенсивность энергии прорастания была высокая (более 60%), то есть большинство семян прорастали за 5 дней (табл. 3). Для сравнительного анализа всхожести свежесобранных семян и семян первого года хранения мы выбрали семена *N. formosa*. Оказалось, что всхожесть семян после 8 мес. хранения достигла 72%, но для этого потребовалось 140 дней. Динамика прорастания семян у изученных видов имела схожий характер и различия наблюдались в зависимости от срока хранения и их происхождения (*ex situ* и *in situ*).

Таблица 2. Критерий Стьюдента для межвидовой, межвозрастной и межпопуляционной достоверности различий *Nepeta formosa* и *Nepeta bucharica*
 Table 2. Student's *t*-test of the interspecific, inter-age and inter-population significance of differences in *Nepeta formosa* and *Nepeta bucharica*

Признак Feature	<i>N. formosa</i>		<i>N. bucharica</i>		<i>N. formosa</i> – <i>N. bucharica</i>		<i>ex situ</i>	
	<i>ex situ</i> : 1 год жизни – 2 год жизни <i>ex situ</i> : one-year-old – two-year-old	<i>ex situ</i> – <i>in situ</i> (2 год жизни) <i>ex situ</i> – <i>in situ</i> (two-year-old)	<i>ex situ</i> : 1 год жизни – 2 год жизни <i>ex situ</i> : one-year-old – two-year-old	<i>ex situ</i> – <i>in situ</i> (2 год жизни) <i>ex situ</i> – <i>in situ</i> (two-year-old)	<i>in situ</i> (2 год жизни) <i>in situ</i> (two-year-old)	<i>in situ</i> (1 год жизни) <i>in situ</i> (one-year-old)		
Эрем Erem	Длина Length	1.34	4.44*	2.24*	3.32*	2.44*	15.94*	10.87*
	Ширина Width	2.55*	1.62	5.56*	6.78*	3.96*	2.90*	3.77*
	Ширина/длина Width/length	1.56	1.94	2.4*	2.80*	13.49*	9.74*	4.12*
Цикатрикс Cicatatrix	Толщина Thickness	0.96	0.97	4.06*	5.31*	8.04*	0.61	2.83*
	Длина Length	1.88	1.8	1.17	2.96*	19.01*	9.45*	12.37*
	Ширина Width	1.28	2.17*	0.69	1.42	15.11*	4.24*	1.13
Семя Seed	Ширина/длина Width/length	1.43	3.31*	1.10	0.73	7.41*	9.38*	7.89*
	Длина Length	0.08	0.34	3.61*	3.44*	2.32*	13.0*	10.94*
	Ширина Width	1.17	3.28*	2.83*	2.31*	7.43*	2.62*	4.73*
Зародыш Embry	Длина семени/длина эрема Seed length/erem length	2.08*	3.42*	2.48*	0.31	6.69*	2.26*	2.32*
	Общая General	2.18*	–	1.97	2.03	2.42*	8.07*	–
	Ось зародыша Embryo axis	2.22*	–	0.04	1.20	9.91*	5.82*	–
	Семядоли Cotyledon	1.71	–	3.51*	2.33*	3.26*	7.05*	–
	Семядоли Cotyledon	0.43	–	5.32*	3.30*	8.01*	3.84*	–
	Ось зародыша Embryo axis	1.16	–	1.62	3.75*	22.04*	2.7*	–
	Длина зародыша/длина эрема Embryo length/erem length	3.29*	–	1.35	0.55	8.59*	2.28*	–
	Длина оси зародыша/длина зародыша Length of embryo axi / embryo length	0.22	–	1.23	0.23	14.63*	0.23	–
	Длина семядолей/длина зародыша Cotyledon length/embryo length	1.14	–	3.55*	1.39	1.72	1.39	–
	Ширина семядол / длина семядоли Cotyledon width/cotyledon length	1.82	–	3.13*	3.95*	9.85*	3.95*	–

Примечание. “–” – нет данных, “**” – данные достоверно различаются при $p = 0.95$.
 Note. “–” – no data, “**” – the data are significantly different at $p = 0.95$.

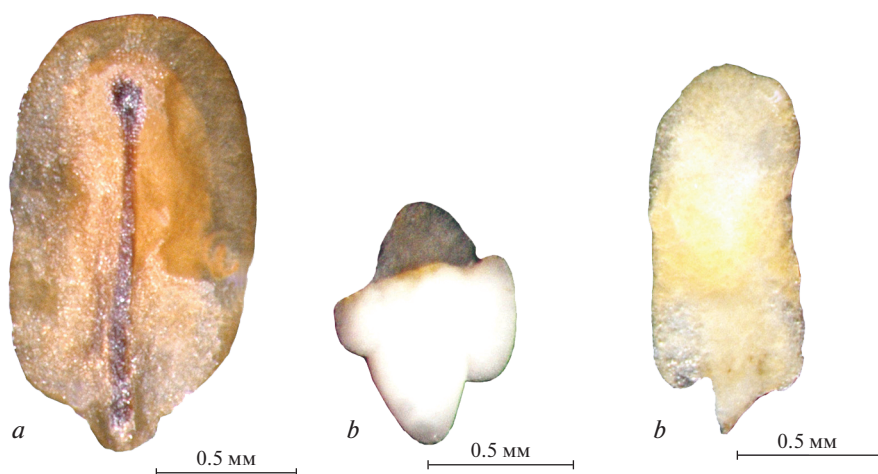


Рис. 5. *Nepeta formosa*. *a* – семя с дефектным зародышем, *b*, *c* – дефектный зародыш.
Fig. 5. *Nepeta formosa*. *a* – seed with a defective embryo, *b*, *c* – defective embryo.

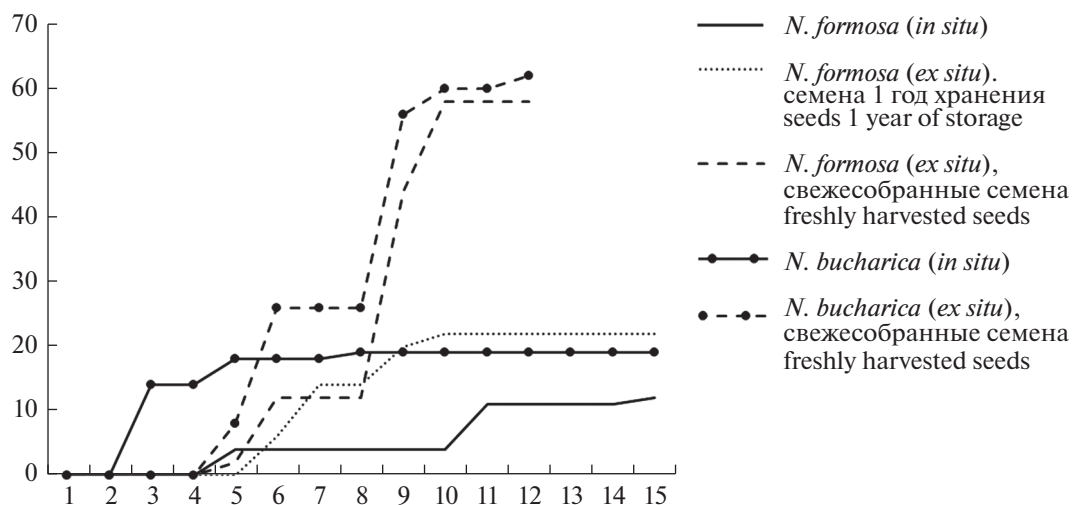


Рис. 6. Динамика прорастания семян *Nepeta bucharica* и *Nepeta formosa*.
По горизонтали – дни, по вертикали – всхожесть, %.

Fig. 6. Dynamics of seed germination in *Nepeta bucharica* and *Nepeta formosa*.
X-axis – days; y-axis – germination, %.

Таблица 3. Характеристика прорастания семян *N. bucharica* и *N. formosa* при различных условиях опыта
Table 3. Germination of *N. bucharica* and *N. formosa* seeds under different experimental conditions

Вид Species	Происхождение, период хранения (месяцы) Origin, duration of storage, (months)	Всхожесть, % Germination, %	Период, дни Period, days			Энергия прорастания, % Germination energy, %	Интенсивность энергии прорастания, % Intensity of germination energy, %
			до прорастания prior to germination	продолжительность опыта duration of experiment	прорастания germination		
<i>N. bucharica</i>	<i>in situ</i> , 8	17–20	2	81	3–8	17–19	90–100
	<i>ex situ</i> , 1	62	4	12	10	40	65
<i>N. formosa</i>	<i>in situ</i> , 8	9–24	4	81	30	8–16	75–89
	<i>ex situ</i> , 8	22–72	4	140	120–140	12–48	41–67
	<i>ex situ</i> , 1	58	4	12	10	35	60

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения эремов и семян центральноазиатских видов *Nepeta formosa* и *N. bucharica* из природных популяций (*in situ*) на территории Республики Кыргызстан (Ферганский хребет, Таласский Алатау) и полученных в условиях *ex situ* (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН) выявлены особенности их морфологии и дана оценка жизнеспособности семян на основе показателей энергии прорастания, грунтовой и лабораторной всхожести. Эремы изученных видов сплюснутые в дорсивентральном направлении: *N. formosa* – овальной формы, темно-коричневого цвета, *N. bucharica* – обратнойцевидной формы, коричневого цвета. Защитные покровы зародыша мягкие и тонкие, зародыш хорошо дифференцирован, имеет крупные семядоли. Эндосперм отсутствует. Зародыш крупный, семядоли четко отграничены от оси зародыша, которая в очертании ромбовидно-каплевидной формы. Пропорциональность сформированного зародыша одинакова у обоих видов независимо от мест произрастания (в условиях *in situ* и *ex situ* семядоли составляют 81–87% зародыша). Семена без периода покоя. Условия *ex situ* являются благоприятными для формирования семян изученных видов, что подтверждается лабораторной

всхожестью и наличием полноценных семян. Выявлено, что возраст растений и условия произрастания больше влияют на размеры эремов и семян *N. bucharica*, чем *N. formosa*. Лабораторная всхожесть семян, полученных *ex situ* (около 60%) в 3–4 раза выше, чем семян из природных популяций. По совокупности полученных данных (морфологии семян и биологии их прорастания) установлено, что репродуктивная способность *N. bucharica* более адаптивна в ответных реакциях на изменение экологических и погодных условий по сравнению с *N. formosa*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН АААА-А21-121011290026-9 “Растительность Северной Азии: разнообразие, экологические и географические закономерности формирования, функционирование популяций” и АААА-А21-121011290025-2 “Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов” и на материале УНУ № USU 440534 “Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте” ЦСБС СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование семейства Нирриридацевые – Лобелиевые*. 1991. СПб. 200 с.
2. *Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность*. 2011. Т. 4. СПб.; М. 630 с.
3. Pooter H.Z., Nicolai B., Buysck L.F., Goetghebeur P., Schamp N.M. 1987. The essential oil of *Nepeta nuda*. Identification of a new nepetalactone triastereoisomer. – *Phytochemistry*. 26(8): 2311–2314. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84709-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84709-3)
4. Тропникова И.В., Буданцев А.Л., Зенкевич И.Г. 1998. Содержание и состав эфирных масел видов рода *Nepeta* L. – *Растительные ресурсы*. 34(4): 84–103.
5. Formisano C., Rigano D., Senatore F. 2011. Chemical constituents and biological activities of *Nepeta* species. – *Chem. Biodivers.* 8(10): 1783–1818. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000191>
6. Работягов В.Д., Аксенов Ю.В. 2014. Компонентный состав эфирного масла из видов рода *Nepeta* L. – *Фармация и фармакология*. 2(6(7)): 25–28. [https://doi.org/10.19163/2307-9266-2014-2-6\(7\)-25-28](https://doi.org/10.19163/2307-9266-2014-2-6(7)-25-28)
7. Astashenkov A. Yu., Cheryomushkina V.A., Myrzagalieva A.B., Medeubaeva B. 2019. Ontogenesis, estimation of coenopopulation state and component composition in *Nepeta densiflora* individuals of East Kazakhstan. – *International Journal of Environmental Studies*. 76(4): 634–647. <https://doi.org/10.1080/00207233.2018.1509496>
8. Sarikurkcu C., Eskici M., Karanfil A., Tepe B. 2019. Phenolic profile, enzyme inhibitory and antioxidant activities of two endemic *Nepeta* species: *Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* and *N. cadmea*. – *South African J. Botany*. 120: 298–301. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.008>
9. Letchamo W., Korolyk E.A., Tkachev A.V. 2005. Chemical screening of essential oil bearing flora of Siberia IV. Composition of the essential oil of *Nepeta sibirica* L. Tops from Altai region. – *J. Essential Oil Research*. 17(5): 487–489. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698973>
10. Мяделец М.А., Домрачев Д.В., Водолазова С.В. 2012. Анализ химического состава эфирных масел *Nepeta sibirica* L., *Thymus petraeus* L. и *Schizonepeta multifida* L., произрастающих на территории Республики Хакасия. – *Химия растительного сырья*. 4: 119–124. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18834497>

11. Sharma A., Shahzad B., Rehman A., Bhardwaj R., Landi M., Zheng B. 2019. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. — *Molecules*. 24(13): 2452. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>
12. Tepe B., Daferera D., Tepe A.-S., Polissiou M., Sokmen A. 2007. Antioxidant activity of the essential oil and various extracts of *Nepeta flavida* Hub.-Mor. from Turkey. — *Food Chemistry*. 103(4): 1358–1364, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.049>
13. Крылов Г.В. 1992. Травы жизни и их искатели. Томск. 320 с.
14. Miceli N., Taviano M.F., Giuffrida D., Trovato A., Tzakou O., Galati E. 2005. Anti-inflammatory activity of extract and fractions from *Nepeta sibthorpii* Benth. — *J. Ethnopharmacology*. 97(2): 261–266. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.11.024>
15. Мяделец М.А., Водолазова С.В. 2006. Антимикробная активность сухих экстрактов и эфирных масел из наземной части видов сем. Lamiaceae L. — *Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы*. Ч. 2. Казань. С. 74–76.
16. Işcan G., Köse Y., Demirci B., Başer K.H.C. 2011. Anticandidal activity of the essential oil of *Nepeta transcaucasica* Grossh. — *Chemistry and biodiversity*. 8(11): 2144–2148. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201100091>
17. Köksal E., Tohma H., Kılıç Ö., Alan Y., Aras A., Gülçin İ., Bursal E. 2017. Assessment of antimicrobial and antioxidant activities of *Nepeta trachonitica*: analysis of its phenolic compounds using HPLC-MS/MS. — *Sci. Pharm.* 85(2): 24. <https://doi.org/10.3390/scipharm85020024>
18. Schultz G., Simbro E., Belden J., Zhu J., Coats J. 2004. Catnip, *Nepeta cataria* (Lamiales: Lamiaceae) — a closer look: seasonal occurrence of nepetalactone isomers and comparative repellency of three terpenoids to insects. — *Environmental Entomology*. 33(6): 1562–1569. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.6.1562>
19. Zahirnia A., Boroomand M., Nasirian H., Salehzadeh A., Soleimani-Asl S. 2019. Comparing cytotoxicity of propoxur and *Nepeta crispa* (Lamiales: Lamiaceae) essential oil against invertebrate (Sf9) and vertebrate (L929) cell lines. — *Vet. World*. 12(11): 1698–1706. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.1698-1706>
20. Budantsev A.L., Lobova T.A. 1997 Fruit morphology, anatomy and taxonomy of tribe *Nepeteae* (Labiatae) — *Edinburgh J. Bot.* 54(2): 183–216. <https://doi.org/10.1017/S0960428600004029>
21. Cheryomushkina V.A., Astashenkov A.Yu., Saidov D. 2016. Individual development of *Nepeta bucharica* Lipsk. (Lamiaceae) under different habitat conditions. — *J. Biology and Nature*. 6(1): 1–7. <https://www.ikpress.org/index.php/JOBAN/article/view/1152>
22. Асташенков А.Ю., Черемушкина В.А., Курочкина Н.Ю. 2019. Особенности онтогенеза и побегообразования эндемика Центральной Азии *Nepeta formosa* Kudr. (Lamiaceae). — *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. 3: 24–33. https://izvuz_est.pnzgu.ru/en3319
23. Пояркова А.И. 1954. Семейство Lamiaceae. — В кн. Флора СССР. М.; Л. Т. 20. С. 286–360.
24. Цукерваник Т.И. 1987. Род *Nepeta*. — В кн. Определитель растений Средней Азии. Т.9. Ташкент. С. 44–52.
25. Артюшенко З.М., Федоров А.А. 1986. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л. 392 с.
26. Артюшенко З.М., Федоров А.А. 1989. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л. 360 с.
27. Терехин Э.С. 1996. Семя и семенное размножение. СПб. 377 с.
28. Флоря В.Н. 1987. Интродукция и акклиматизация растений в Молдавии (лекарственные, витаминоносные, медоносные). Кишинев. 296 с.
29. Елисафенко Т.В. 2012. Изучение особенностей латентного периода растений на примере видов секции *Mirabilis* рода *Viola* (Violaceae). I. Семенная продуктивность и биология прорастания семян. — *Раст. мир Азиатской России*. 2(10): 66–72. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18263310>
30. Лакин Г.Ф. 1973. Биометрия. М. 342 с.

Seed Morphology and Germination of *Nepeta formosa* and *N. bucharica* (Lamiaceae)

T. V. Elisafenko^a, *, A. Yu. Astashenkov^a, N. Yu. Kurochkina^a

^aCentral Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Novosibirsk, Russia

*e-mail: tveli@ngs.ru

Abstract—The features of germination, seed and erem morphology of *Nepeta formosa* Kudrjasch. and *N. bucharica* Lipsky from natural and introduced populations have been studied. The 1000-seed weight of both species varies depending on the growing conditions: *N. formosa*: 0.31 ± 0.01 g (*in situ*), 0.35 ± 0.04 g (2018, *ex situ*) and 0.29 ± 0.03 g (2019, *ex situ*); *N. bucharica* — 0.37 ± 0.01 g (*in situ*) and 0.45 ± 0.01 g (2019, *ex situ*). In both species, erems are flattened in the dorsoventral direction and brownish in colour. In *N. formosa*, erem

is oval; in *N. bucharica*, it is slightly obovate and brown. The cicatrix of the studied species is V-shaped, the cicatrix of *N. formosa* erem has an obtuse angle (0.31–0.34 mm long and 0.56–0.62 mm wide), while of *N. bucharica* – acute angle (0.47–0.50 mm long, 0.55–0.59 mm wide). The seed coats of *N. formosa* and *N. bucharica* are scarious and light brown. The chalaza located on the ventral side of the seed runs from the micropyle to the chalazal part. The endosperm is absent, the embryo is milky and large, the cotyledons are clearly delimited from the embryonic axis, the bases of the cotyledons are almost closed. The embryonic axis has a diamond-drop-shaped profile, and is widest at the base of cotyledons. The analysis of *N. formosa* and *N. bucharica* seeds from natural and *ex situ* populations showed that coefficient of variation for all the selected characters did not exceed 20%. Embryo proportionality (the ratio of cotyledon to embryo length) is a least variable character (no more than 5%). The age of plants and growing conditions influence erem and seed size in *N. bucharica* more than in *N. formosa*. It was found that a large number of *N. formosa* erems (86%) from natural populations did not have an embryo, or it was deformed. In *ex situ* two-year-old plants of the studied species 80–90% of seeds had a formed embryo. The soil germination rate of *N. bucharica* seeds collected *in situ* was 7.7%; laboratory germination reached 20.0% (seeds after eight months storage). It was determined that seed germination dynamics of two species is similar *in situ* and *ex situ*. The observed differences in seed germination depend on the duration of storage and origin of seeds (*ex situ* and *in situ*). Laboratory germination is higher for seeds collected *ex situ*. The germination of freshly harvested seeds was about 60% in both species after 15 days of the experiment. The reproductive ability of *N. bucharica* as compared to *N. formosa*, is more adaptive in response to changing environmental and weather conditions.

Keywords: *Nepeta formosa*, *N. bucharica*, seed, seed morphology, seed germination

ACKNOWLEDGMENTS

Work is performed within the framework of the state assignments AAAA-A21-121011290026-9 “Vegetation of North Asia: diversity, ecological and geographical patterns of formation, functioning of populations” and AAAA-A21-121011290025-2 “Analysis of biodiversity, conservation and restoration of rare and resource plant species using experimental methods” and using materials of USU 440534 of The Central Siberian Botanical Garden SB RAS.

REFERENCES

1. [Plant resources of the USSR: flowering plants, their chemical composition and use. Family Hippuridaceae – Lobeliaceae]. 1991. St. Petersburg. 200 p. (in Russian)
2. [Plant resources of Russia: wild flowering plants, their component composition and biological activity]. 2011. V. 4. St. Petersburg; Moscow. 630 p. (in Russian)
3. Pooter H.Z., Nicolai B., Buyck L.F., Goetghebeur P., Schamp N.M. 1987. The essential oil of *Nepeta nuda*. Identification of a new nepetalactone triastereoisomer. – *Phytochemistry*. 26(8): 2311–2314. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84709-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84709-3)
4. [Tropnikova I.V., Budantsev A.L., Zenkevich I.G. 1998. Content and composition of essential oils from *Nepeta* L. species]. – *Rastitelnye resursy*. 34(4): 84–103. (in Russian)
5. Formisano C., Rigano D., Senatore F. 2011. Chemical constituents and biological activities of *Nepeta* species. – *Chem. Biodivers.* 8(10): 1783–1818. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000191>
6. Rabotyagov V.D., Aksenov Yu.V. 2014. Component composition of essential oil from species of the genus *Nepeta* L. – *Farmatsiya i farmakologiya*. 2(6(7)): 25–28. (in Russian) [https://doi.org/10.19163/2307-9266-2014-2-6\(7\)-25-28](https://doi.org/10.19163/2307-9266-2014-2-6(7)-25-28)
7. Astashenkov A.Yu., Cheryomushkina V.A., Myrzagalieva A.B., Medeubaeva B. 2019. Ontogenesis, estimation of coenopopulation state and component composition in *Nepeta densiflora* individuals of East Kazakhstan. – *International Journal of Environmental Studies*. 76(4): 634–647. <https://doi.org/10.1080/00207233.2018.1509496>
8. Sarikurkcu C., Eskici M., Karanfil A., Tepe B. 2019. Phenolic profile, enzyme inhibitory and antioxidant activities of two endemic *Nepeta* species: *Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* and *N. cadmea*. – *South African J. Botany*. 120: 298–301. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.008>
9. Letchamo W., Korolyk E.A., Tkachev A.V. 2005. Chemical screening of essential oil bearing flora of Siberia IV. Composition of the essential Oil of *Nepeta sibirica* L. Tops from Altai region. – *J. Essential Oil Research*. 17(5): 487–489. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698973>
10. Myadelets M.A., Domrachev D.V. Vodolazova S.V. 2012. Analysis of a chemical composition of the essential oils of *Nepeta sibirica* L., *Thymus petraeus* L. and *Schizonepeta multifida* L. growing in the territory of Republic Khakassia. – *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*. 4: 119–124. (in Russian) <https://elibrary.ru/item.asp?id=18834497>

11. Sharma A., Shahzad B., Rehman A., Bhardwaj R., Landi M., Zheng B. 2019. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. — *Molecules*. 24(13): 2452. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>
12. Tepe B., Daferera D., Tepe A.-S., Polissiou M., Sokmen A. 2007. Antioxidant activity of the essential oil and various extracts of *Nepeta flavida* Hub.-Mor. from Turkey. — *Food Chemistry*. 103(4): 1358–1364. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.049>
13. Krylov G.V. 1992. [Travy zhizni i ikh iskateli]. Tomsk. 320 с. (in Russian)
14. Miceli N., Taviano M.F., Giuffrida D., Trovato A., Tzakou O., Galati E. 2005. Anti-inflammatory activity of extract and fractions from *Nepeta sibthorpii* Benth. — *Journal of Ethnopharmacology*. 97(2): 261–266. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.11.024>
15. Myadelets M.A., Vodolazova S.V. 2006. [Antimicrobial activity of dry extracts and essential oils from the aboveground part of *Lamiaceae* L. species]. — In: [Questions of general botany: traditions and perspectives. Materials of the international scientific conference dedicated to the 200th anniversary of the Kazan Botanical School]. Pt. 2. Kazan. P. 74–76. (In Russian)
16. Işcan G., Köse Y., Demirci B., Başer K.H.C. 2011. Anticandidal activity of the essential oil of *Nepeta transcaucasica* Grossh. — *Chemistry and biodiversity*. 8(11): 2144–2148. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201100091>
17. Köksal E., Tohma H., Kılıç Ö., Alan Y., Aras A., Gülçin İ., Bursal E. 2017. Assessment of antimicrobial and antioxidant activities of *Nepeta trachonitica*: analysis of its phenolic compounds using HPLC-MS/MS. — *Sci. Pharm.* 85(2): 24. <https://doi.org/10.3390/scipharm85020024>
18. Schultz G., Simbro E., Belden J., Zhu J., Coats J. 2004. Catnip, *Nepeta cataria* (Lamiales: Lamiaceae) — a closer look: seasonal occurrence of nepetalactone isomers and comparative repellency of three terpenoids to insects. — *Environmental Entomology*. 33(6): 1562–1569. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.6.1562>
19. Zahirnia A., Boroomand M., Nasirian H., Salehzadeh A., Soleimani-Asl S. 2019. Comparing cytotoxicity of propoxur and *Nepeta crispa* (Lamiales: Lamiaceae) essential oil against invertebrate (Sf9) and vertebrate (L929) cell lines. — *Vet World*. 12(11): 1698–1706. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.1698-1706>
20. Budantsev A.L., Lobova T.A. 1997 Fruit morphology, anatomy and taxonomy of tribe *Nepeteae* (Labiatae). — *Edinburgh J. Bot.* 54(2): 183–216. <https://doi.org/10.1017/S0960428600004029>
21. Cheryomushkina V.A., Astashenkov A.Yu., Saidov D. 2016. Individual development of *Nepeta bucharica* Lipsk. (Lamiaceae) under different habitat conditions. — *Journal of Biology and Nature*. 6(1): 1–7. <https://www.ikprress.org/index.php/JOBAN/article/view/1152>
22. Astashenkov A.Yu., Cheryomushkina V.A., Kurochkina N.Yu. 2019. Features of ontogenesis and shoot formation endemic of a Central Asian endemic *Nepeta formosa* Kudr. (Lamiaceae). — *University Proceedings Volga Region. Natural Sciences*. 3: 24–33. (in Russian) <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-3-3>
23. Pojarkova A.I. 1954. Genus *Nepeta* (Lamiaceae). In: [Flora of the USSR]. V. 20. P. 286–360. (in Russian)
24. Czukervanik T.I. 1987. [Genus *Nepeta*]. — In: [Plants of the Central Asia]. V. 9. Tashkent, P. 44–52.
25. Artyushenko Z.T., Fedorov A.A. 1986. [Atlas of the descriptive morphology of higher plants. Fruit]. Leningrad. 392 p. (in Russian)
26. Artyushenko Z.T., Fedorov A.A. 1989. [Atlas on the descriptive morphology of higher plants. Seed]. Leningrad. 360 p. (in Russian)
27. Teryokhin E.S. 1996. [Seed and seed propagation] St. Petersburg. 377 p. (in Russian)
28. Florya V.N. 1987. [Introduction and acclimatization of plants in Moldova (medicinal, vitamin-bearing, nectariferous)]. Kishinev. 296 p. (in Russian)
29. Elisafenko T.V. 2012. Investigations of features of the latent period of plant by the example of section *Mirabiles* of the genus *Viola* (Violaceae). I. The seed production and the biology of seed germination. — *Rastitelnyi mir Aziatskoi Rossi*. 2(10): 66–72. (in Russian) <https://elibrary.ru/item.asp?id=18263310>
30. Lakin G.F. 1973. [Biometry]. Moscow. 342 p. (in Russian)