УДК 57.084.2

**Влияние замораживания семян кенафа (*Hibiscus cannabinus* L.)
на всхожесть, рост и развитие растений**

Горбунов Ю.Н., Хоциалова Л.И., Волкова О.Д., Ермаков М.А.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

Аннотация

*Проведено сравнительное изучение влияния различных режимов хранения семян (при +5°C, -20°C и в условиях глубокого замораживания при -196°C) ценной лубоволокнистой культуры – кенафа (*Hibiscus cannabinus* L.) на их жизнеспособность и развитие из них растений в полевых условиях. Замораживание увеличивает лабораторную и полевую всхожесть семян кенафа, а также повышает энергию их прорастания. Оно не вызвало появления нежизнеспособных, уродливых проростков и растений, а также их гибели. Растения проходили полный цикл развития и завязывали полноценные семена. Биометрические показатели растений, полученных из размороженных семян, и контрольных очень близки. Криоконсервация – перспективный способ хранения семян изученного вида, так как она обеспечивает более длительные сроки сохранения их жизнеспособности.*

Ключевые слова: КЕНАФ, БАНКИ СЕМЯН, РЕЖИМЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО
ХРАНЕНИЯ СЕМЯН, КРИОКОНСЕРВАЦИЯ

Введение

Одной из эффективных форм сохранения биологического разнообразия растений *ex situ* являются банки семян. В настоящее время банки семян имеют около 400 ботанических садов мира, в них хранятся свыше 300 тыс. образцов [1]. Международным советом ботанических садов предложено два температурных режима хранения семян: низкие положительные температуры (+5°C) и неглубокое замораживание (-20°C) [2]. На опыте хранения крупных коллекций семян стало ясно, что низкие положительные температуры и неглубокое замораживание могут обеспечить сохранение всхожести семян

большинства видов на исходном уровне не более 20 лет. Так как динамические процессы в клетках растений происходят до -60°C [3], наиболее ценные генетические ресурсы было рекомендовано хранить в условиях глубокого замораживания семян в жидком азоте (-196°C) или в парах над ним (около -160°C) [4]. Априори принималось, что полная остановка метаболизма при ультранизких температурах обеспечивает надежное длительное сохранение жизнеспособности семян [5]. Однако более поздние исследования показали, что у некоторых видов наблюдались негативные последствия криоконсервации: повреждения семядолей, ненормальное прорастание и гибель семян после замораживания [6]. В связи с этим в практике работ криобанков принято проводить регулярный мониторинг определения жизнеспособности замороженных семян. Обычно этот мониторинг ограничивается определением всхожести семян. К сожалению, в литературе очень мало работ, касающихся изучения роста и развития растений из замороженных семян.

Долговременное хранение семян в регулируемых условиях налажено в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), начиная с 1982 г. Согласно международным рекомендациям, хранение семян ведется с использованием трех режимов: при низкой положительной температуре ($+5^{\circ}\text{C}$), неглубоком замораживании (-20 – -25°C) и криоконсервации в жидком азоте (-196°C) [4]. Широкому внедрению криоконсервации должны предшествовать массовые эксперименты по всесторонней оценке последствий глубокого замораживания. К сожалению, работ по такой оценке в литературе очень мало.

Нами было продолжено изучение различных способов хранения семян некоторых однолетних культурных растений из коллекции ГБС РАН [7, 8]. В данной работе проведено сравнительное изучение способов хранения семян и их влияния на всхожесть и развитие растений важной технической культуры – кенафа (*Hibiscus cannabinus* L.).

Растения кенафа – травянистые или древеснеющие однолетники, в основном, неразветвленные, быстрорастущие. Корневая система стержневая, мощная, проникает вглубь до 2 м и более. Стебли высокие (1,5–4 м), округлые или ребристые, зеленые или с антоциановой окраской, опушенные, с большим количеством междоузлий. Нижние листья простые, яйцевидные или сердцевидные, выше идут тройко-пальчатораздельные, затем пяти-семидольчатые; еще выше по стеблю листьев становится меньше, и они проще по строению. Цветки одиночные, расположены в пазухах верхних листьев на коротких

цветоножках. Они крупные (диаметром до 7 см), пятилепестковые, желтые или белые (рис. 1). Чашечка глубокопятираздельная с нектарниками у основания долей. Тычинки многочисленные, 50-60 шт., расположены в пять кругов, сросшиеся у основания. Завязь верхняя, пятигнездная, густоопушенная. Столбик с пятью рыльцами. Плод – опушенная, яйцевидно-заостренная пятигнездная коробочка с 15-20 семенами. Кенаф – факультативный самоопылитель [9].

Рис. 1. Цветок *Hibiscus cannabinus* L.

Кенаф в природе растет в Южной Америке, Индии, Африке, на юге Европы. Впервые был введен в культуру в Индии, в Россию завезен в XIX веке. Площадь его возделывания в качестве волокнистой культуры оценивается примерно в 200 000 га (ФАО), основными производителями являются Таиланд, Китай, Индия и Мексика. Культивируется также в странах Южной Европы, на Кавказе, в Узбекистане [9].

Кенаф – ценная лубоволокнистая культура. В его стеблях содержится до 30% луба и 16-24 % волокна. Из них получают сырье двух видов: первичное и вторичное. Оно имеет высокие показатели прочности, гигроскопичности, гибкости. Вторичное волокно обладает

большей эластичностью, мягкостью. Волокно кенафа идет на изготовление брезентов, высококачественной мешковины, ковровых и мебельных тканей, веревок, шпагатов, канатов. Остающаяся после переработки стеблей древесина (костра) востребована при производстве бумаги, картона [10, 11]. Почти 20% от массы семян кенафа приходится на маслянистые вещества. Изготавливаемое из семян кенафа невысыхающее техническое масло находит применение в мыловаренной, лакокрасочной, кожевенной промышленности. Остающийся после его получения жмых можно использовать на корм домашнего скота, в качестве удобрения [12].

В последние годы кенаф рассматривается как перспективное растение для использования в биоэнергетике. Эта культура характеризуется высокой урожайностью, при выработке волокна используется лишь 30-40 % массы стебля, остальные 60-70 % биомассы могут использоваться для термохимических процессов (пиролиз горения и газификация) [13].

Материал и методы

Для исследований были взяты семена нашей репродукции. Замораживание семян проводили в течение 1 месяца в морозильной камере (-20°C) и непосредственно погружением герметически закупоренных пластмассовых ампул в жидкий азот (-196°C), отогрев – в комнатных условиях. Контрольные семена хранили в холодильнике при t +5°C. Лабораторную всхожесть определяли в течение двух месяцев в чашках Петри по 100 шт. в чашке в пятикратной повторности, полевую – в трехкратной повторности, при весеннем посеве – считанными семенами в грунт с последующим подсчетом появляющихся всходов.

Для сравнения по биометрическим показателям были взяты по 30 экземпляров кенафа в фазу цветения – начала образования плодов, когда они достигали максимального развития.

Работа проводилась в 2018-2021 гг. на базе участка лаборатории культурных растений ГБС РАН (левый берег реки Лихоборки, на аллювиальных супесях с содержанием гумуса около 4%, pH – 5,5). Все экспериментальные данные статистически обработаны, степень достоверности разницы определена по критерию Стьюдента на 95% уровне значимости [14].

Результаты и обсуждение

Замораживание семян кенафа достоверно увеличило лабораторную и полевую всхожесть, способствовало более раннему и дружному появлению проростков и всходов (табл. 1).

Таблица 1. Влияние замораживания семян *Hibiscus cannabinus* L. на всхожесть и биометрические показатели растений (в среднем по годам)

Показатели	Контроль +5°C	Варианты замораживания		tst**	
		-20°C	-196°C	K/-20°C	K/-196°C
Лабораторная всхожесть, %	59±4*	71±1	84±3	<u>2,91</u>	<u>5,00</u>
Полевая всхожесть, %	63±5	75±3	77±3	2,06	2,40
Высота растения, см	71,9±1,2	68,7±1,5	66,1±1,6	1,67	<u>2,90</u>
Диаметр главного побега, мм	3,3±0,1	3,3±0,1	3,4±0,1	0	0,71
Сумма генеративных органов (бутоны, цветки, плоды) на 1 экземпляре, шт.	6,4±0,3	5,8±0,3	6,0±0,3	1,41	0,94
Длина корня, см	10,4±0,3	10,9±0,3	10,6±0,3	1,18	0,47

Примечания: * – показатели характеризуются средним арифметическим с ошибкой; ** tst – коэффициент достоверности разницы (по Стьюденту), если показатель подчеркнут – разница достоверна (на 95% уровне значимости).

H. cannabinus в ГБС РАН выращивается с 1962 г. Цветет с середины августа, семена начинают созревать в сентябре. Период вегетации – 108 дней. Растение теплолюбивое, требовательно к влаге. В холодное лето семена не всегда успевают созреть. У кенафа семена шероховатые, с твердой семенной кожурой, почковидные или треугольные с искривленным зародышем со складчатыми семядолями. Зародыш окружен эндоспермом, часто редуцированным до одного слоя клеток.[15]. Масса 100 шт. – 453 мг.

Экспериментальные растения кенафа представляли собой экземпляры 66,1-71,9 см высотой. Главный побег кенафа – прямой, цилиндрический, шершавый, сильно облиственный. Листья – простые, длинношерстные, в середине стебля пальчатораздельные, в нижней части – сердцевидные, а на вершине – узколанцетные. Цветки – пазушные, на коротких цветоножках, крупные, около 4 см в диаметре, лепестки белые с фиолетовым пятном у основания. Пазушные побеги короткие – 3-4 см, цветков на

них не было. Корни стержневые, 10,4-10,9 см длиной. Высота и диаметр стебля, длина корня и число генеративных органов у контрольных растений не отличались от растений, выращенных из замороженных при разных температурных режимах семян.

Выводы

1. Замораживание семян *Hibiscus cannabinus* L. при -20°C и -196°C не вызвало появления нежизнеспособных, уродливых проростков и растений. Растения проходили полный цикл развития и завязывали полноценные семена.
2. Замораживание увеличивает лабораторную и полевую всхожесть семян *Hibiscus cannabinus* L.
3. Биометрические показатели растений, полученных из размороженных семян и контрольных, очень близки.
4. Криоконсервация – перспективный способ для длительного хранения семян кенафа.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН (№118021490111-5).

Список использованных источников

1. Левицкая Г.Е. Редкие виды в экспериментальной коллекции семян дикорастущих криобанка Института биофизики клетки Российской академии наук // Вестник ТГУ. – 2017. – Т. 22. – Вып. 5. – С. 940-943.
2. Международная программа ботанических садов по охране растений. – М., 2000. – 58 с.
3. Мануильский В.Д. Формирование криорезистентности и устойчивости растений к низким температурам. – Киев: Наукова думка, 1992. – 186 с.
4. Тихонова В.Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. – 1999. – Т.46. – № 3. – С. 467-476.
5. Stanwood P.C., Bass L.N. Ultracold preservation of seed germplasm. In: Plant cold hardiness and freezing stress. – New York, – 1978. – P. 361-371.
6. Kholina A.V., Voronkova N.M. Seed Cryopreservation of Some Medicinal Legumes // Journ. Bot., Hindawi Publishing Corporation. – 2012. – Vol. 1. – P. 1-7.
7. Хоциалова Л.И., Горбунов Ю.Н. Влияние замораживания семян *Linum usitatissimum* L. на всхожесть, рост и развитие растений // Бюл. Главного ботан. сада. – 2016. – Вып.2. – С. 16-18.

8. Хоциалова Л.И., Горбунов Ю.Н., Волкова О.Д., Ермаков М.А. Влияние замораживания семян *Setaria italica* (L.) Beauv. и *Phacelia tanacetifolia* Benth. на всхожесть, рост и развитие растений // Бюл. Главного ботан. сада. – 2020. – Вып.2. – С. 45-50.

9. Вавилов П.П., Балышов Л.Н. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР. – М.: Колос, 1984. – 160 с.

10. Calamari T.A., Tao W., Goynes W.R. A preliminary study of kenaf fiber bandels and their composite cells // Tappi Journal. – 1997. – Vol. 8. – N 8. – P. 149-154.

11. Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Г.Ф. Культурные растения СССР. – М.: Мысль, 1978. – 336 с.

12. Alexopoulou, E., Christou, M., Mardikis, M. and A. Chatziathanassiou. Growth and Yields of kenaf in central Greece. // Industrial Crops and Products. – 2000. – Vol. 11. – P. 163-172.

13. Paridah M.T., Amel B.A., Syeed O.A., Zakiah A. Retting process of some best plant fibres and its effect on fibre quality: a review // Bioresources. – 2011. – Vol. 6. – N 4. – P. 5260-5281.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
=====

Цитирование:

Горбунов Ю.Н., Хоциалова Л.И., Волкова О.Д., Ермаков М.А. Влияние замораживания семян кенафа (*Hibiscus cannabinus* L.) на всхожесть, рост и развитие растений [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_425.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20214425>.