

**Качество посевного материала и продуктивность**

УДК 635.656:631.53.026:581.14:551.345(571.56)

**ВСХОЖЕСТЬ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ ПОСЛЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО  
ХРАНЕНИЯ СЕМЯН ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**А.Н. ЖУРАВСКАЯ<sup>1</sup>, Г.В. ФИЛИППОВА<sup>1</sup>, Б.М. КЕРШЕНГОЛЬЦ<sup>1</sup>, Р.В. ЧЖАН<sup>2</sup>

Известно, что низкие положительные температуры не позволяют длительно сохранять семена без ухудшения их качества и уменьшения жизнеспособности вследствие биохимических процессов старения и появления хромосомных aberrаций. В качестве эффективного способа хранения в практике широко используют охлаждение до околонулевых отрицательных температур (от –6 до –8 °С). Мы оценили всхожесть семян, а также ряд показателей, характеризующих состояние клеток в тканях полученных из них проростков (митотический индекс, хромосомные aberrации, активность пероксидазы и супероксиддисмутазы, содержание низкомолекулярных антиоксидантов, включение <sup>14</sup>С-лейцина и <sup>3</sup>Н-тимидина), у сортов гороха (*Pisum sativum* L.) ВИТ, Чифлик 5 (Болгария), Cartess Skipper (Великобритания), Zuckerbsen Ambrosea (Германия) после длительного (от 12 лет до 31 года) хранения в разных семенных банках России (в средней полосе, на юге и на Урале) и в условиях вечной мерзлоты в подземной лаборатории Института мерзлотоведения СО РАН (г. Якутск). Установлено, что при длительном хранении (от 26 до 27 лет) в условиях многолетнемерзлых грунтов всхожесть семян сортов ВИТ и Чифлик 5 составила 100 %, а небольшое число аномальных митозов (до 4 %) в меристематических клетках корешков проростков и повышенная активность антиоксидантных систем в клетках тканей проростков свидетельствовали о наилучшей сохранности и неизменности генетической конституции семенного материала по сравнению с образцами, хранившимися в течение 12-13 лет (всхожесть 50 %) в других условиях. Лишь при 11-летнем хранении семян сорта Cartess Skipper в г. Крымске показатель всхожести на 20 % превышал таковой у аналогичных семян, хранившихся 27 лет в г. Якутске. Влияние 12-летнего хранения семян сорта Zuckerbsen Ambrosea в г. Екатеринбурге оказалось сопоставимо с эффектом 26-летнего хранения в условиях вечной мерзлоты по показателю всхожести (60 %). Следует отметить, что хранение семян изучаемых сортов в течение 27-31 года в южном регионе и на Урале приводило к полной потере всхожести.

Ключевые слова: *Pisum sativum* L., всхожесть, хромосомные aberrации, длительное хранение, многолетние мерзлые грунты.

Богатство растительного мира представляет предмет особого внимания и забот современного общества. Он обладает функциональным многообразием жизненных форм, многовариантностью способов размножения и развития, адаптивных стратегий, устойчивостью к стрессам и т.д. Биологическое разнообразие обеспечивает устойчивость и надежность биоценозов и экосистем. Одним из первых в 1920-1930-е годы начал сбор и изучение генетического многообразия культурных растений академик Н.И. Вавилов (1). Появление этого направления имело огромное значение для мировой селекции, позволив использовать биологические ресурсы растений планеты в качестве источников генов для получения исходного материала при целенаправленном отборе. В настоящее время во Всероссийском НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова собрана коллекция, которая относится к крупнейшим в мире и наиболее представительным. Большая ее часть хранится в контролируемых условиях (при +4 °С и частично при –18 °С) в подземном хранилище филиала института (Кубанский генетический банк семян). Образцы находятся в герметичной или полузакрытой таре со сроком хранения без пересевов 25-30 лет. Между тем исследования на 2263 видах, проведенные после девяти лет хранения, показали, что низкие положительные температуры не позволяют длительно сохранять семена без ухудшения качества и уменьшения жизнеспособности вследствие биохимических процессов старения и появления хромосомных

аббераций (2, 3).

Для долговременного хранения предпочтительны околонулевые отрицательные температуры в диапазоне от  $-6$  до  $-8$  °С, так как охлаждение, наряду со снижением влажности, резко подавляет интенсивность всех биологических процессов в семенной массе, угнетает жизнедеятельность микроорганизмов. Поэтому оно широко используется в практике хранения как эффективный способ повышения стойкости семян. Страны, имеющие подобные коллекции, хранят семенной материал в рефрижераторных камерах при строго определенных температурах. В таких условиях семена не теряют всхожести 70 и даже 100 лет (4, 5). В связи с этим в качестве помещений для банков семян перспективно использовать подземные хранилища в толщах вечной мерзлоты Якутии с естественным образом поддерживаемыми оптимальными температурными условиями. Криолитозона (вечная мерзлота) — толща горных пород различного состава, имеющая отрицательную температуру, занимает около 70 % территории России и заключает в себе громадные холодовые ресурсы (6).

Цель работы — изучить влияние долговременного хранения семян гороха в разных семенных банках России и в условиях вечной мерзлоты подземной лаборатории Института мерзлотоведения (ИМЗ СО РАН) на всхожесть и цитолого-биохимические характеристики их проростков.

**Методика.** Материалом для исследований послужили семена и полученные из них проростки четырех сортов гороха (*Pisum sativum* L.) — VIT, Чифлик 5 (Болгария), Cartess Skipper (Великобритания), Zuckerbseu Ambrosea (Германия), долговременно (от 12 лет до 31 года) хранившиеся в разных семенных банках России (в средней полосе, на юге и на Урале) и в подземной лаборатории ИМЗ СО РАН в герметично закрытых стеклянных сосудах объемом 100 мл.

Физиологический метод оценки эффекта долговременного хранения состоял в определении всхожести на 7-е сут после посева; из-за небольшого количества имеющегося семенного материала проращивание проводили после предварительного охлаждения в 4 повторностях (по 10 шт.) в чашках Петри с использованием ватной подложки с фильтровальной бумагой, увлажненной дистиллированной водой до полной влагоемкости при температуре 20 °С (7).

Биохимический метод оценки включал определение в тканях проростков гороха активности пероксидазы — по стандартной методике (8), активности супероксиддисмутазы (СОД) — как описано С.Н. Giannopolitis с соавт. (9), суммарного содержания низкомолекулярных антиоксидантов (НМАО) — по В.С. Асатиани (8). Также учитывали активность белоксинтезирующих, ДНК-реплицирующих и репарирующих систем с применением радиоиндикаторного метода (10).

Цитологический анализ проводили по общепринятой методике (11). Перед фиксацией корешков у проростков длиной около 2,5 см на них воздействовали холодом в течение 24 ч, далее обрабатывали спиртовомуксусной смесью (3:1) и окрашивали ацетоорсеином. Давленные препараты, приготовленные стандартным способом, просматривали под световым микроскопом (Axiostar plus, «Carl Zeiss», Германия) при увеличении  $\times 100$ . Митотический индекс рассчитывали как отношение числа клеток в поздней про-, мета-, ана- и телофазе к общему числу просмотренных. Наличие мостов и фрагментов учитывали в анафазах, которые еще не вступили в позднюю телофазу. Процент клеток с нарушениями вычисляли относительно числа просмотренных анафаз.

Комплексный цитолого-биохимический метод (12) состоял в одно-

временном учете включения  $^3\text{H}$ -тимидина в ДНК и  $^{14}\text{C}$ -лейцина в синтезируемые белки (для характеристики соответственно суммарной активности репликативного, репаративного синтеза ДНК и трансляции мРНК при биосинтезе белков) и в определении митотического индекса делящихся клеток (для выявления скорости репликации ДНК при клеточном делении). Все характеристики выражали в относительных единицах применительно к проросткам из семян с наименьшим сроком хранения (11-13 лет).

Активность генома оценивали в процессах репарации ( $k_{\text{репар.}}$ ) — разностью нормированных (N) относительно контроля величин (включение  $^3\text{H}$ -тимидина) $_N$  — (митотический индекс) $_N$ , в процессах трансляции белков ( $k_{\text{трансл.}}$ ) — нормированной величиной (включение  $^{14}\text{C}$ -лейцина) $_N$ ; общую активность генома ( $k_{\text{оар.}}$ ) описывали уравнением:  $k_{\text{оар.}} = k_{\text{репл.}} + k_{\text{репар.}} + k_{\text{трансл.}}$ .

С учетом вклада состояния системы антиоксидантной защиты ( $k_{\text{аоз}}$ ) в устойчивость генома вычисляли в относительных единицах коэффициент общей относительной устойчивости генома ( $k_{\text{оуг}}$ ). При этом исходили из представления о том, что устойчивость генома обратно пропорциональна его объему. В свою очередь, этот параметр пропорционален его активности:  $k_{\text{оуг}} = (k_{\text{аоз}} + k_{\text{репар.}})/k_{\text{оар.}}$ .

### 1. Изученные сорта гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и условия их хранения в семенных банках и в зоне вечной мерзлоты

Происхождение	Место хранения	Год урожая	Срок хранения, число лет
Сорт VII			
Болгария	с. Михнево	1992	12
	г. Крымск	1973	31
	г. Якутск	1978	26
Сорт Чифлик 5			
Болгария	г. Екатеринбург	1991	13
	г. Екатеринбург	1973	31
	г. Якутск	1977	27
Сорт Cartess Skipper			
Великобритания	г. Крымск	1976	28
	г. Крымск	1993	11
	г. Якутск	1977	27
Сорт Zuckerbse Ambrosea			
Германия	г. Крымск	1977	27
	г. Екатеринбург	1992	12
	г. Якутск	1978	26

Примечание. г. Михнево (Московская обл.), г. Крымск (Краснодарский край), г. Екатеринбург (Свердловская обл.).

г. городов от 11 до 12 лет.

Сорт VII обладал высокой лабораторной всхожестью. У семян со сроком хранения 12 лет (г. Михнево) она составила 80 %, у хранившихся в течение 26 лет в условиях вечной мерзлоты — 100 %.

### 2. Всхожесть и цитолого-биохимические характеристики проростков у разных сортов гороха (*Pisum sativum* L.) в зависимости от условий хранения семян ( $X \pm x$ )

	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
Сорт VII									
г. Михнево	12	80,0±8,0	8,5±0,9	1,5±0,2	3,0±0,3	0,20±0,02	30,0±0,3	9,0±0,1	
г. Крымск	31	0							
г. Якутск	26	100,0±10,0	8,0±0,8	0,9±0,1	2,0±0,2	1,00±0,01	100,0±1,0	12,0±0,1	
Сорт Чифлик 5									
г. Екатеринбург	13	50,0±5,0	8,2±0,8	3,0±0,3	5,0±0,5	0,20±0,02	90,0±0,9	13,0±0,1	
г. Екатеринбург	31	0							
г. Якутск	27	100,0±10,0	10,6±1,6	2,0±0,2	3,0±0,3	0,40±0,04	20,0±0,2	15,0±0,2	
Сорт Cartess Skipper									
г. Крымск	28	0							
г. Крымск	11	90,0±0,9	6,9±0,7	3,0±0,3	6,0±0,6	0,50±0,05	20,0±0,2	12,0±0,1	

Статистическую достоверность результатов определяли согласно описанию (13).

*Результаты.* Краткая характеристика изученных сортов приведена в таблице 1.

Проращивание семян и определение всхожести на 7-е сут после посева показало, что у всех исследуемых сортов гороха неспособными к прорастанию оказались семена, хранившиеся в течение 27-31 года в семенных банках городов Крымска и Екатеринбурга (табл. 2). В связи с этим сравнили семена, хранившиеся от 26 до 27 лет в г. Якутске (ИМЗ СО РАН), с хранившимися в семенных банках дру-

г. Якутск	27	70,0±0,7	6,7±0,7	3,0±0,3	6,0±0,6	0,10±0,01	40,0±0,4	24,0±0,2
Сорт Zuckerbсен Ambrosea								
г. Крымск	27	0						
г. Екатеринбург	12	60,0±0,6	20,1±2,0	0,9±0,1	2,0±0,2	0,90±0,10	20,0±0,2	23,0±0,2
г. Якутск	26	60,0±0,6	14,1±1,4	1,0±0,1	4,0±0,4	0,30±0,00	20,0±0,2	10,0±0,1

Примечание. А — место хранения; Б — срок хранения, число лет; В — всхожесть, %; Г — митотический индекс, %; Д — включение <sup>14</sup>С-лейцина, пмоль/(г·сут); Е — включение <sup>3</sup>Н-тимидина, фмоль/(г·сут); Ж — активность пероксидазы, нмоль/(г·мин); З — активность супероксиддисмутазы, нмоль/(г·мин); И — содержание низкомолекулярных антиоксидантов, мкг-экв<sub>кверц.</sub>/г; г. Михнево — Московская обл., г. Крымск — Краснодарский край, г. Екатеринбург — Свердловская обл.

Цитологические исследования показали, что митотический индекс при разных сроках хранения достоверно не изменялся. Однако анафазный анализ клеток меристематической ткани корешков выявил аберрантные клетки (табл. 3). Отмечалось появление хромосомных аберраций в виде мостов и фрагментов, причем число мостов было в 3 раза больше в апикальной меристеме корешков в случае, когда семена хранились в г. Михнево.

### 3. Цитологические характеристики клеток меристематической ткани в корешках проростков у разных сортов гороха (*Pisum sativum* L.) в зависимости от условий хранения семян

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Сорт VIT							
г. Михнево	12	10628	908	8,5±0,9	50	6/12,0	2/4,0
г. Якутск	26	4945	243	8,0±0,8	50	2/4,0	2/4,0
Сорт Чифлик 5							
г. Екатеринбург	13	5623	464	8,2±0,8	50	0	0
г. Якутск	27	14204	1440	10,6±1,1	50	2/4,0	0
Сорт Cartess Skipper							
г. Крымск	11	3362	210	6,9±0,7	50	4/8,0	2/4,0
г. Якутск	27	1970	138	6,7±0,7	50	0	0
Сорт Zuckerbсен Ambrosea							
г. Екатеринбург	12	5425	1089	20,1±2,0	50	12/24,0	2/4,0
г. Якутск	26	3860	547	14,1±1,4	50	6/12,0	0

Примечание. А — место хранения; Б — срок хранения, число лет; В — число исследованных клеток, шт.; Г — число клеток в митозе, шт.; Д — митотический индекс, % ( $X \pm x$ ); Е — число исследованных анафаз, шт.; Ж — мосты, шт/%; З — фрагменты, шт/%; г. Михнево — Московская обл., г. Крымск — Краснодарский край, г. Екатеринбург — Свердловская обл.

### 4. Расчетные значения физиологических и цитолого-биохимических характеристик клеток проростков гороха (*Pisum sativum* L.) в зависимости от условий хранения семян

Место хранения	Срок хранения, число лет	Всхожесть семян (нормированное значение)	k <sub>аоз</sub>	k <sub>оаг</sub>	k <sub>репар.</sub>	k <sub>оуг</sub>
Сорт VIT						
г. Михнево	12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
г. Якутск	26	1,3	3,2	0,7	0,8	2,2
Сорт Чифлик 5						
г. Екатеринбург	13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
г. Якутск	27	2,0	1,1	0,7	0,3	0,8
Сорт Cartess Skipper						
г. Крымск	11	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
г. Якутск	27	0,8	1,4	1,0	1,0	1,9
Сорт Zuckerbсен Ambrosea						
г. Екатеринбург	12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
г. Якутск	26	1,0	0,6	1,6	2,3	1,0

Примечание. k<sub>аоз</sub>, k<sub>оаг</sub>, k<sub>репар.</sub>, k<sub>оуг</sub> — коэффициенты, учитывающие общую антиоксидантную защиту, общую активность генома, активность генома в процессах репарации, общую относительную устойчивость генома; г. Михнево — Московская обл., г. Крымск — Краснодарский край, г. Екатеринбург — Свердловская обл.

Результаты, полученные при биохимических исследованиях, показали, что наиболее активными были системы антиоксидантной защиты у проростков гороха из семян, хранившихся в условиях мерзлотной шахты ИМЗ СО РАН. Так, отмечалось увеличение активности ферментов СОД в 5 раз, пероксидазы — в 3 раза, содержания НМАО — на 25 % по срав-

нению с проростками из семян со сроком хранения 12 лет (г. Михнево, см. табл. 2).

Применение комплексного цитолого-биохимического метода позволило установить, что на фоне усиления антиоксидантной защиты у проростков из семян со сроком хранения 26 лет снижались показатели активности генома в процессах репликации — на 33 %, трансляции — на 40 % и репарации — на 20 % (см. табл. 2, 4).

У сорта Чифлик 5 обнаружили значительное изменение физиологических и цитолого-биохимических характеристик (см. табл. 2). При хранении семян в течение 13 лет в г. Екатеринбурге лабораторная всхожесть уменьшилась на 50 %, тогда как у образцов, находившихся в подземной шахте ИМЗ СО РАН в течение 27 лет, всхожесть составила 100 %. Необходимо отметить, что у гороха, хранившегося в условиях вечной мерзлоты, на фоне высокого значения митотического индекса анафазный анализ выявил наличие мостов (4 %, см. табл. 3), что, возможно, связано со снижением репаративной способности на 70 % (см. табл. 4). Между тем у 50 % проростков гороха с 11-летним сроком хранения клеток с повреждениями не наблюдали.

Степень антиоксидантной защиты гороха после 27 лет хранения увеличилась за счет активности пероксидазы — в 2 раза, содержания НМАО — на 13 %. Активность СОД была меньше в 4,5 раза (см. табл. 2). Относительная устойчивость генома снизилась на 20 %. Активность генома в процессах репликации уменьшилась на 33 %, трансляции — на 40 % и репарации — в 3 раза (см. табл. 4).

Семена сорта Cartess Skipper, хранившиеся 11 лет в семенном банке г. Крымска, снизили всхожесть на 10 %, тогда как после 27 лет хранения в условиях г. Якутска она составила 70 % (см. табл. 2). При сравнении цитолого-биохимических показателей у проростков оказалось, что митотический индекс при разных сроках хранения достоверно не изменялся. В клетках корешков гороха (11 лет хранения, г. Крымск) были найдены хромосомные аберрации в виде мостов (8 %) и фрагментов (4 %, см. табл. 3). Активность генома в процессах репликации, трансляции и репарации не изменялась. Однако антиоксидантная защита клеток оказалась в 2 раза выше у проростков из семян, которые содержались в ИМЗ СО РАН, за счет активации СОД и увеличения содержания НМАО. При этом активность пероксидазы оказалась меньше в 5 раз. Относительная устойчивость генома увеличилась на 17 % (см. табл. 2 и 4).

Не менее интересные данные были получены при исследовании сорта Zuckerbseu Ambrosea. Хранение гороха в г. Екатеринбурге в течение 12 лет снизило его всхожесть на 40 %. После 26 лет хранения в г. Якутске всхожесть гороха также снизилась на 40 % (см. табл. 2). Скорость деления меристемных клеток в корешках проростков при 12-летнем хранении семян в г. Екатеринбурге оказалась выше на 30 %, также наблюдалось появление мостов (24 %) и фрагментов (4 %). При хранении семян в условиях вечной мерзлоты анафазный анализ меристематических клеток проростков показал наличие мостов (12 %, см. табл. 3). Кроме того, более длительное хранение при постоянных температурах увеличило активность генома в процессах репликации в 2 раза, трансляции — на 10 % и репарации — в 2,3 раза (см. табл. 2). Степень антиоксидантной защиты уменьшилась за счет снижения активности пероксидазы в 3,0 раза и содержания НМАО в 2,3 раза. Активность СОД не изменялась (см. табл. 4). У указанных сортов наличие хромосомных аберраций в клетках сопровождалось снижением

репаративной способности и компенсировалось повышением активности антиоксидантных систем.

При длительном хранении семян гороха в подземной шахте ИМЗ СО РАН у сортов Zuckerbсен Ambrosea и Cartess Skipper всхожесть семян составила 60-70 %, также обнаружили меньшую долю аномальных митозов по сравнению с таковой в вариантах, когда коллекционные образцы хранились от 11 до 12 лет в других условиях.

Таким образом, сравнение всхожести семян и цитолого-биохимических характеристик клеток в тканях полученных из них проростков у четырех сортов гороха посевного в зависимости от места и времени хранения семенного материала свидетельствует, что использование подземных хранилищ в толщах вечной мерзлоты Якутии представляется весьма перспективным. Установлено, что при долговременном хранении (от 26 до 27 лет) в условиях многолетнемерзлых грунтов всхожесть семян у сортов VII и Чифлик 5 составляла 100 %, а небольшое число аномальных митозов (до 4 %) в меристематических клетках корешков и повышенная активность антиоксидантных систем в клетках тканей проростков указывали на наилучшую сохранность и неизменность генетической конституции семенного материала по сравнению с семенами, хранившимися в течение 12-13 лет (всхожесть 50 %) в других условиях. Лишь при 11-летнем хранении семян сорта Cartess Skipper в г. Крымске показатель всхожести на 20 % превышал таковой у аналогичных семян, хранившихся 27 лет в г. Якутске. По показателю всхожести (60 %) влияние 12-летнего хранения семян сорта Zuckerbсен Ambrosea в г. Екатеринбурге оказалось сопоставимо с эффектом 26-летнего хранения в условиях вечной мерзлоты. Следует отметить, что хранение семян изучаемых сортов в течение 27-31 года в южном регионе и на Урале приводило к полной потере всхожести. По-видимому, вечная мерзлота обеспечивает преимущество в сроках хранения, ограничивая деятельность микроорганизмов и старение семенного материала. Кроме того, целесообразность создания таких хранилищ обусловлена низкими энергетическими затратами.

*Авторы признательны профессору Б.И. Иванову за предоставление семенного материала для проведения исследований.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н.И. Организация сельскохозяйственной науки в СССР. М., 1987.
2. Мокроносоев А.Т., Купцова Е.С., Попов А.С., Кузнецов В.В. Генетическая коллекция как способ сохранения биоресурсов планеты. Вестник Российской академии наук, 1994, 64(11): 991-1001.
3. Далеекая Т.В., Полякова Е.Н. Криоконсервация генетических ресурсов в проблеме сохранения биоразнообразия. Влияние криоконсервации на прорастание семян и некоторые стадии метаболизма. Биофизика живой клетки, 1994, 6: 81-85.
4. Reed S.M. Effect of storage temperature and seed moisture on germination of stored flowering dogwood seed. J. Environ. Hort., 2005, 23(1): 29-32.
5. Кершенгольц Б.М., Иванов Б.И., Десяткин Р.В., Ремигайло П.А., Федоров И.А., Чжан Р.В. Использование естественного холода многолетнемерзлых пород для длительного хранения генетических ресурсов. Вестник ВОГиС, 2008, 12(4): 524-533.
6. Общее мерзловедение. Новосибирск, 1974.
7. Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. Практикум по растениеводству. М., 1983.
8. Асатиани В.С. Ферментные методы анализа. М., 1969.
9. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. Plant Physiol., 1977, 59(2): 309-314.
10. Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами. М., 1983.
11. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М., 1974.
12. Журавская А.Н., Кершенгольц Б.М. Комплексный цитолого-биохимический

метод экспресс-оценки устойчивости и активности генома клеток для выявления и оценки радиационных и химических воздействий. Мат. науч. конф. «Медико-биологические проблемы противолучевой и противохимической защиты». СПб, 2004: 186-187.

13. Л а к и н Г.Ф. Биометрия. М., 1980.

<sup>1</sup>Институт биологических проблем  
криолитозоны СО РАН,  
677890 Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск,  
просп. Ленина, 41,  
e-mail: jan43@mail.ru;

<sup>2</sup>Институт мерзлотоведения  
им. П.И. Мельникова СО РАН,  
677010 Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Мерзлотная, 29,  
e-mail: zhan@mpi.ysn.ru

Поступила в редакцию  
17 января 2012 года

## VIABILITY OF SEEDS, AND BIOCHEMICAL AND CYTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEEDLINGS IN PEAS AFTER LONG-TERM SEED STORAGE UNDER PERMAFROST

A.N. Zhuravskaya<sup>1</sup>, G.V. Filippova<sup>1</sup>, B.M. Kershengolts<sup>1</sup>, R.V. Chzhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Biological Problems of Cryolithozone of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 41, prosp. Lenina, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), 677890 Russia, e-mail jan43@mail.ru;

<sup>2</sup>P.I. Melnikov Institute of Permafrostology of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 29, ul. Merzlotnaya, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), 677010 Russia, e-mail zhan@mpi.ysn.ru

### Abstract

It is known that low positive temperatures do not allow keeping seeds for a long time without deterioration and viability decrease owing to biochemical processes of an aging and emergence chromosomal aberrations. That is why the decreased temperatures (from -6 to -8 °C) are widely used for effective storage. We conducted research of seed viability and cytology-biochemical characteristics of cells in tissues of the seedlings obtained from these seeds (i.e. a mitotic index, chromosomal aberrations, activity of a peroxidase and superoxide dismutase, concentration of low-molecular antioxidants, the rate of <sup>14</sup>C-leucinum and <sup>3</sup>H-thymidine incorporation) in different pea cultivars (*Pisum sativum* L.) after long-term (from 12 to 31 years) storage at different seed banks of Russia (in a midland, in the South and in the Urals) and in the conditions of permafrost (Yakutsk). In our experiment the pea varieties VIT, Chiflik-5 (Bulgaria), Cartess Skipper (Great Britain), Zuckerssen Ambrosea (Germany) were compared. It is established that the long-term storage (from 26 to 27 years) in the conditions of permafrost soils leads to retaining high seeds viability (100 %) in VIT and Chiflik 5 cultivars, and a small number of abnormal mitoses (up to 4 %) in the meristem cells of roots and increased activity of antioxidant systems in the seedlings indicated the best safety and stable genetic constitution of these seeds, in comparison with those stored within 12-13 years (viability of 50 %) in other conditions. Only Cartess Skipper cultivar seeds stored at Krymsk during 11 years exceeded the similar seeds stored 27 years in Yakutsk by a viability index (20 % up). Zuckerssen Ambrosea seeds stored in Yekaterinburg during 12 years had the viability index 60 %, that's comparable to 26 years' storage in the permafrost. It should be noted that seeds storage during 27-31 years in the conditions of the South and the Urals leads to the complete loss of viability.

Keywords: *Pisum sativum* L. viability, chromosomal aberrations, long-term storage, long-term frozen soils

### Издания Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН:

Тетеря О.П. Культура азалий в оранжерее Ботанического сада-института ДВО РАН: биология, интродукция, агротехника. Владивосток: изд-во «Дальнаука», 2010, 132 с. (ISBN 978-5-8044-1161-0)

Обобщены результаты многолетних наблюдений и исследований автора по интродукции азалии индийской. Приведены сведения по истории культуры и происхождению типичных сортов азалий, описаны биологические особенности сортов. Читатель узнает об агротехнических приемах: вегетативном размножении, требованиях к субстрату, теплу, влаге, свету и питанию. Даны рекомендации по использованию азалии в озеленении и содержанию ее в комнатной культуре. Приведено краткое описание перспективных сортов и меры борьбы с вредителями и болезнями. Книга предназначена для биологов, садоводов-любителей и широкого круга читателей.

Контакты и информация: <http://www.botsad.ru>