

**Байгараев Д.Ш.**, Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, биолого-географический факультет, гр. МБН-51, магистрант  
(Научный руководитель – профессор кафедры ботаники, к.б.н., ассоциированный профессор Ишмуратова М.Ю.)

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КРИОКОНСЕРВАЦИИ СЕМЯН ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ASTERACEAE*

Сохранение биоразнообразия растений в Казахстане является одной из актуальных задач. Осуществлять сохранение биологического разнообразия возможно с использованием различных методов, в том числе путем создания семенных банков. Для сохранности семян проводят работы, базирующиеся на физических и физиологических свойствах семенной массы [1].

Наиболее важным показателем семян при организации мероприятий по хранению – является обеспечение жизнеспособности. В процессе длительного хранения всхожесть многих культур сильно изменяется. Следует отметить, что семена одних растений сохраняют всхожесть годами, других – десятилетиями [2].

Одним из современных направлений сохранения семян интродуцентов и природной флоры является замораживание при сверх критических низких температурах [3, 4]. На успешность криоконсервации оказывает влияние ряд факторов, среди которых влажность семени, условия замораживания и размораживания, тара, применение криопротекторов.

В нашей работе представлены краткие итоги криоконсервации семян некоторых видов лекарственных растений из семейства Сложноцветных – *Asteraceae*.

Объектом исследования являлись семена следующих видов растений: пижма улутавская, ромашка аптечная, серпуха киргизская и скабиоза бледно-желтая.

При оценке условий замораживания семена помещали в тару, выдерживали в растворах различных криопротекторов, после чего помещали образцы в сосуд Дюара с жидким азотом [5]. Образцы семян размораживали при комнатной температуре и на водяной бане, отмывали от криопротекторов и высаживали на чашки Петри на 2-слойную фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой. Во время наблюдения за прорастанием отмечали ежедневно появление проростков, оценивали всхожесть и энергию прорастания по вариантам опыта [6]. Контролем служили семена без замораживания в жидком азоте.

*Пижма улутавская*. Исходная всхожесть семян пижмы варьирует от места сбора семян и сроков его хранения. Свежесобранные семена имеют нулевую всхожесть. В экспериментах, проводимых в разное время исходная (без глубокого замораживания) всхожесть составляла от 33 до 37%. Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что быстрое замораживание в жидком азоте сохраняет качество семенного материала. Применение криопротекторов (ДМСО) значительно увеличивает количество жизнеспособных семян. Предварительное охлаждение в течение суток повышает выживаемость семян в 2 раза. Охлаждение до  $-30^{\circ}\text{C}$  привело к снижению всхожести семян по сравнению с контролем. Предварительное охлаждение до  $-50^{\circ}\text{C}$  способствовало лучшему сохранению жизнеспособности.

Таблица 1 - Всхожесть и энергия прорастания семян пижмы улутавской после криоконсервации

Вид эксперимента		Энергия прорастания, %	Энергия прорастания от исходной, %	Всхожесть, %	Сохранность жизнеспособности от исходной, %
Замораживание без применения криопротекторов					
В конвертах из фольги	А	26±1	83,8	34±1	103
	В	5±0,1	16,1	5±0,1	15,1
В пластиковых пробирках	А	21±0,8	67,7	29±0,8	87,8
	В	7±0,2	22,5	20±0,5	60,6
В тканевой таре	А	18±1	58,06	22±0,4	66,66
	В	6±0,2	19,4	12±0,4	36,4
Замораживание с применением криопротекторов					
Глицерин	А	20±1	64,5	22±1	66,6

	В	38±1,1	122,5	44±1,1	133,3
Сахароза 10%	А	62±1,5	200	72±1,5	232,2
	В	-	-	-	-
Сахароза 20%	А	24±0,9	77,4	30±0,9	90,9
	В	-	-	-	-
Сахароза 10%, глицерин 50%	А	4±0,1	12,9	44±0,9	133,3
	В	12±0,5	38,7	36±0,7	109
ДМСО	А	4±0,2	12,9	26±0,8	78,8
	В	4±0,2	12,9	6±0,2	18
ДМСО 10%, глицерин 90%	А	48±1,0	154,8	72±1,2	232,2
	В	12±0,6	38,7	22±0,8	66,6
Двухступенчатое замораживание и оттаивание при комнатной температуре					
Медленное охлаждение до -30°C, погружение в жидкий азот		9,6±0,2	25,6	9,6±0,2	25,6
Медленное охлаждение до -50°C, погружение в жидкий азот		40±0,8	106,6	40±0,8	106,6
А - медленное оттаивание при +22°C; В – быстрое размораживание на водяной бане					

Следует отметить, что лучший способ оттаивания – при комнатной температуре. Можно сделать вывод, что оптимальными условиями замораживания семян *Tanacetum ulutavicum* являются замораживание с использованием в качестве криопротектора 10%-ной сахарозы, или смеси глицерина и ДМСО; размораживать семена следует медленно при комнатной температуре.

*Серпуха киргизская*. Исходная всхожесть семенного материала серпухи киргизской составила 71,77±0,6%, энергия прорастания 36,06±0,7%. Лучшую степень сохранности продемонстрировали семена, замораживаемые в пластиковых пробирках 75,75±2% с последующим быстрым оттаиванием. Эксперименты по влиянию криопротекторов (сахароза, глицерин, ДМСО) показали положительные результаты (табл. 2).

Таблица 2 - Всхожесть и энергия прорастания семян серпухи киргизской после криоконсервации

Вид эксперимента		Энергия прорастания, %	Энергия прорастания от исходной, %	Всхожесть, %	Сохранность жизнеспособности от исходной, %
Быстрое замораживание без применения криопротекторов					
В конвертах из фольги	А	21,3±0,3	59	51±0,6	71
	В	41,06±0,4	113,9	69,25±0,6	96
В пластиковых пробирках	А	36,7±0,3	101,7	59,8±0,8	83
	В	51±0,7	141,4	75,75±1	105,5
В тканевой таре	А	25,5±0,3	70,7	59,2±0,5	82,5
	В	34,5±0,4	95,7	53±0,5	73,8
Криоконсервация с применением криопротекторов					
Контроль			24±0,2	30±0,5	0
Сахароза 20%			42±0,3	60±0,5	200
Сахароза 10%			18±0,2	20±0,2	66,6
Сахароза 5 %			14±0,2	16±0,22	53
Глицерин 100%			42±0,5	50±0,5	166
Глицерин 50%			18±0,2	45±0,23	150
Глицерин 25%			5±0,1	10±0,15	33
ДМСО 3%			30±0,3	70±0,6	233
ДМСО 5%			55±0,4	55±0,5	183
ДМСО 10%			5±0,1	25±0,3	83
Сахароза 20%+ДМСО 10%			8±0,1	18±0,2	60
Сахароза 10% + ДМСО 10%			30±0,5	38±0,5	126
Сахароза 5 % + ДМСО 10%			12±0,1	18±0,2	60
Глицерин 100% + ДМСО 10%.			20±0,2	25±0,15	83

Глицерин 50% + ДМСО 10%.	43±0,4	43±0,4	143
Глицерин 25% + ДМСО 10%.	20±0,2	35±0,25	116
Глицерин 12% + ДМСО 10%.	10±0,1	10±0,2	33
Сахароза 20% + глицерин 50 % + ДМСО 10%	22±0,2	44±0,4	146
Сахароза 10% + глицерин 50% + ДМСО 10%	20±0,2	22±0,2	73
Сахароза 5 % + глицерин 50% + ДМСО 10%	14±0,1	16±0,1	53
А - медленное оттаивание при +22°C; В – быстрое размораживание на водяной бане			

Наилучшими защитными свойствами обладает 3%-ный раствор ДМСО, что в 2,3 раза превышало контрольные данные. Смеси криопротекторов не оказывали достаточного защитного действия.

*Ромашка аптечная.* Свежесобранные семена ромашки аптечной показывают низкую всхожесть, так как нуждаются в дозревании в течение 5 месяцев. Максимальная всхожесть отмечена для семян сроков хранения от 6 до 12 месяцев, после чего наблюдается постепенное снижение всхожести. Замораживание в жидком азоте позволило определить, что лучшей тарой для замораживания является пластиковая. Так, всхожесть семян в пластиковой таре составила 9,2 %, в фольговой – 33,8 % (табл. 3). Таким образом, при хранении семенного материала *Matricaria chamomilla* в экстремально низких температурах следует использовать семена с полным физиологическим дозреванием, рекомендуемая тара при замораживании – пластиковая тара.

Таблица 3 - Всхожесть и энергия прорастания семян ромашки аптечной после криоконсервации

Вариант опыта	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
Шоковая заморозка без применения криопротекторов		
Контроль (без заморозки)	66,4±1,4	50,2±0,9
Заморозка в пластиковой таре	92,2±3,5	88,4±2,3
Заморозка в таре из фольги	33,8±0,5	27,7±0,3
Размораживание на водяной базе, тара – пластиковая	12,3±0,7	5,8 ±0,4
Размораживание при комнатной температуре, тара пластиковая	95,4±2,6	82,3±1,9

Следует отметить, что медленный способ оттаивания для семян ромашки аптечной является оптимальным вариантом при использовании пластиковых пробирок – что выше контрольных значений на 29%.

*Скабиоза бледно-желтая.* Семенной материал скабиозы отличается крайне низкой лабораторной всхожестью. Так, свежесобранные семена имели всхожесть 2,5 %. Замораживание в жидком азоте позволило увеличить данный показатель. Так, в таре из фольги всхожесть составила 27,5-45,0 %, а в пластиковой таре – 2,5-7,5 % (табл. 4).

Таблица 4 - Всхожесть и энергия прорастания скабиозы бледно-желтой аптечной после криоконсервации

Вариант опыта	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
Шоковая заморозка без применения криопротекторов		
Контроль (без заморозки)	2,5±0,04	0
Заморозка в пластиковой таре, размораживание при комнатной температуре	7,5±0,1	5±0,3
Заморозка в фольговой таре, размораживание при комнатной температуре	45±0,9	32,5±0,4
Заморозка в пластиковой таре, размораживание на водяной бане	2,5±0,06	2,5±0,07
Заморозка в фольговой таре, размораживание на водяной бане	27,5±0,4	12,5±0,02
Замораживание с применением криопротекторов		
Глицерин 20%	25,0±0,3	12,5±0,2
Глицерин 40%	15,1±0,2	2,5±0,08
Глюкоза 10%	25,0±0,3	2,8±0,06

Глюкоза 15%	32,5±0,6	7,8±0,2
Сахароза 10 %	45,4±0,8	37,5±0,5
Сахароза 15 %	17,5±0,1	7,8±0,1
Пропиленгликоль 5%	25,3±0,3	12,5±0,2
Пропиленгликоль 10%	27,5±0,4	22,5±0,3
Глицерин 20%+сахароза 10%	20±0,4	10±0,09
Глюкоза 10%+пропиленгликоль 5%	5±0,06	10±0,06
Глицерин 40%+пропиленгликоль 10%	15±0,5	17,5±0,4
Глюкоза 15%+глицерин 40%	25±0,4	10±0,08
Пропиленгликоль 10%+сахароза 15%	10±0,06	12,5±0,3
Пропиленгликоль 5%+сахароза 10%	32,5±0,7	12,5±0,4
Глицерин 20%+пропиленгликоль 5%	30±0,5	5±0,07
Глюкоза 15%+пропиленгликоль 10%	22,5±0,2	15±0,2
Глицерин 40%+глюкоза 10%	20±0,3	17,5±0,3
Сахароза 15%+пропиленгликоль 5%	22,5±0,2	15±0,2

Наши результаты показали, что максимальные результаты всхожести получены в варианте опыта при замораживании семян в таре из фольги и размораживании при комнатной температуре. Наилучшие результаты с криопроекторами получены в варианте применения сахарозы в концентрации 10 %. Наилучшие результаты получены в варианте при применении комбинации пропиленгликоля 5%+сахарозы 10%.

Таким образом, замораживание семян изученных лекарственных растений при сверх критических низких температурах позволило сохранить их жизнеспособность. Для исследуемых видов растений подобраны оптимальные условия криоконсервации.

Литература:

- 1 Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy, and germination. - London: Academic Press, 1998. - 666 p.
- 2 Reed B.M. The basics of in vitro storage and cryopreservation. - Corvallis: National Clonal Germplasm Repository, 2002. - P. 34-46.
- 3 Криохранение семян: итоги и перспективы. - Новосибирск: Изд-во Сибирского отд-ния Российской академии наук, 2014. - 110 с.
- 4 Тихонова В.Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 3. С. 467-476.
- 5 Додонова А.Ш., Ишмуратова М.Ю., Гаврилькова Е.А., Тлеукенова С.У. Рекомендации по криосохранению семенного материала лекарственных и эндемичных видов растений. - Караганда: Полиграфист, 2017. - 120 с.
- 6 Зорина М.С., Кабанов С.П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов // В сб. Методики интродукционных исследований в Казахстане. - Алма-Ата: Наука, 1986. - С. 75-85.

**Бакберген Ж.М.**, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, математика және ақпараттық технология факультеті, Мех-309 тобы, студент  
(*Ғылыми жетекші - PhD доктор, Ахажанов С.Б.*)

## АҚЫРЛЫ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІМЕН СЕРПІМДІ НЕГІЗДЕГІ КҮРДЕЛІ ПЛАСТИНАЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ

Қазақстан Республикасында үлкен масштабтағы өндірістік және азаматтық құрылыстың жүргізілуі ғимараттар мен имараттарды дұрыс есептеуді қажет етеді. Осы күрделі нысандарды құрайтын конструкциялар әртүрлі материалдан жасалып және оларға әр түрлі күрделі факторлар (күш, температура, тіреудің шөгуі және т.б.) әсер етеді. Құрылыс механикасындағы күрделі инженерлік есептерді шығару үшін әртүрлі әдістер қолданылып жүр. Солардың ішіндегі ең қолайлысы ақырлы элементтер әдісі болып табылады. Осы әдісті әрі қарай дамыту және оны Елбасымыз Н.Ә. Назарбаевтың «Жаңа әлемдегі жаңа Қазақстан» атты халыққа жолдауындағы дәл және инженерлік ғылымдарды дамыту үшін қолдану өте өзекті мәселе болып саналады.