

КАРАГАНДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.А. БУКЕТОВА

Биолого-географический факультет

Кафедра ботаники

**КРИОКОНСЕРВАЦИЯ  
СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

*Монография*

Караганда  
2023

УДК 633.88  
ББК 52.81  
К82

*Издается в рамках грантового проекта Комитета науки  
Министерства науки и высшего образования АР09259548*

*Рекомендовано к опубликованию Ученым советом  
Карагандинского университета им. академика Е.А. Букетова  
(Протокол № 3 от 26.10.2023 г.)*

*Авторы:*

**М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуенова, Е.А. Гаврилькова,  
А.К. Рамазанов, Р.Т. Мусина**

*Рецензенты:*

**А.Б. Мырзагалиева**, д-р биол. наук, профессор, Первый вице-президент Astana International University;

**А.Ш. Додонова**, канд. биол. наук, ассоциированный профессор кафедры ботаники Карагандинского университета им. акад. Е.А. Букетова;

**А.Б. Ешмагамбетова**, канд. биол. наук, ассоциированный профессор кафедры зоологии Карагандинского университета им. акад. Е.А. Букетова

**К82 Криоконсервация семенного материала лекарственных растений** : монография / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуенова, Е.А. Гаврилькова и др. — Караганда : Издательство Карагандинского университета им. академика Е.А. Букетова, 2023. — 131 с.

ISBN 978-601-362-163-0

Монография посвящена итогам исследования особенностей криоконсервации семенного материала лекарственных растений. Семенной материал лекарственных растений при хранении в традиционных условиях при низких положительных или незначительных отрицательных температурах быстро теряет свою всхожесть, что является малоэффективным для сохранения посевных качеств. В рамках исследований оптимизированы оптимальные тары для хранения семенного материала при температуре сжиженного азота, условия замораживания и оттаивания образцов, определена роль криопротекторов и некоторых физических и химических методов активации прорастания семян после депонирования в жидком азоте.

Издание будет представлять интерес для специалистов-ботаников, интродукторов, селекционеров, специалистов сельского хозяйства, сотрудников особо охраняемых природных территорий, студентов и преподавателей вузов и колледжей биологических, фармацевтических и сельскохозяйственных направлений.

УДК 633.88  
ББК 52.81

ISBN 978-601-362-163-0

© **Ишмуратова М.Ю., Тлеуенова С.У.,  
Гаврилькова Е.А., Рамазанов А.К.,  
Мусина Р.Т., 2023**

## ВВЕДЕНИЕ

Хранение семенного и вегетативного материала растений играет важную роль для сохранения и поддержания биологического разнообразия и практического применения в интродукции, размножении и создании семенных банков. Растительная гермаплазма имеет важное экологическое, терапевтическое, социально-экономическое значение и потенциал практического использования (Hofer & Hanke, 2018; Kushnarenko et al., 2018; Pullman et al., 2021; El Merzougui et al., 2023).

Нарастающие проблемы истощения природных сообществ, исчезновения видов в природе приводят к необходимости сохранения биологического разнообразия. Удобным объектом для сохранения является семенной материал, так как он обладает минимальной влажностью и обладает физиологическими механизмами сохранения жизнеспособности зародыша (Федосенко, 1978; Молодкин, 1987; Сафина и Петрова, 2008)

Семенной материал имеет ограниченный срок хранения, что связано с процессами дозревания, накоплением продуктов распада вследствие протекающих физиологических процессов, деятельностью патогенов, насекомых-вредителей и другими факторами. Это ставит перед исследователями задачу поиска новых методов сохранения жизнеспособности семенного материала, в том числе с применением биотехнологических приемов (Stanwood & Bass, 1978; Ромаданова и Кушнарченко, 2023).

В настоящее время наиболее оптимальным способом является криоконсервация, то есть сохранение объектов в парах или при температуре сжиженного азота. Это позволяет практически останавливать физиологические процессы в семенах, что позволяет обеспечивать неограниченно долгое хранение (Kushnarenko et al., 2020; Issac et al., 2021; Павлов и др., 2023; Чанотей и Осипенко, 2022), а также повысить показатели прорастания (Тихонова и др., 1994; Ромаданова и др., 2022). Данный метод позволяет избежать истощения ресурсов питательных веществ в семени, накопление токсинов и вторичных метаболитов, изменение состава ферментов в зародыше, процессов окисления липидов, спонтанных мутаций и эпигенетических изменений (Bonner, 1990; Tauchell & Dixon, 1993; Далецкая и Полякова, 1994).

Причем актуальность сохранения в формате криобанков имеют не только семена сельскохозяйственных культур, но и дикорастущих и культивируемых лекарственных, цветочно-декоративных, редких и исчезающих растений (Ренце, 1996; Нестерова, 2004; Никишина и др., 2007; Шубин, 2008; Холина и Воронкова, 2008; Теоретические и практические аспекты современной криобиологии, 2014; Вержук и Павлов, 2015; Ишмуратова и Тлеукенова, 2018; Кузьмин и Куваев, 2018; Горбунов и др., 2021).

Однако стоит отметить, что не существует единых методов или условий для криоконсервации растительных объектов, что обусловлено принадлежностью к разным группам таксонам, типам физиологического покоя, влажности, запаса питательных веществ, степени выполненности и развитости зародыша, сроков формирования и других факторов (Канн, 1983; Николаева и др., 1985; Baskin & Baskin, 1998).

Поэтому для каждого объекта необходимо подбирать условия в индивидуальном порядке, то есть обрабатывать условия замораживания, размораживания и выхода из глубокого покоя после криоконсервации.

В настоящей монографии сделана попытка обобщить результаты многолетних исследований по оптимизации условий криоконсервации семян наиболее ценных лекарственных видов с разработкой алгоритмов замораживания в жидком азоте.

## 1 ПРИМЕНЕНИЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

Хранение семян — сложный физиологический процесс, который является трудоемким, но позволяет сохранять большой объем материала в относительно небольших помещениях и без применения сложного и дорогостоящего оборудования.

В целом семена являются удобным объектом для хранения в жидком азоте, так как содержание свободной влаги в них не велико (от 3 до 12 %), она занимают небольшой объем, могут долго сохранять способность к прорастанию. Однако, неглубокое замораживание (от 0 до  $-18^{\circ}\text{C}$ ) не позволяет сохранять жизнеспособность достаточно долгий период, то есть депонирование при температуре сжиженного азота является более перспективным (Sakai & Noshiro, 1975; Grisez, 1976; Touchell et Dixon, 1993).

Существуют положительные стороны применения криоконсервации:

- 1) поддержания генетического разнообразия;
- 2) низкая стоимость содержания криоколлекций по сравнению с живыми коллекциями растений;
- 3) относительная небольшая площадь, необходимая для хранения;
- 4) высокая длительность процесса хранения;
- 5) удобная транспортировка;
- 6) улучшения прорастания за счет оптимизации условий криозамораживания.

Не переносят криоконсервацию семена тропических и субтропических растений, например, какао, банан, кокосовая пальма и др., что требует сохранения в виде коллекций меристем (Вержук и Павлов, 2015). Но семена растений из умеренных зон хорошо переносят замораживание в жидком азоте.

Существует ряд условий, которые могут оказать влияние на показатели всхожести семян растений после хранения в жидком азоте. Существует видоспецифичность реакции семян растений на температуру и скорость режимов замораживания — оттаивания (Воронкова и др., 2009; Воронкова и Холина, 2010). Так, опыты с семенами дикорастущих растений Дальнего Востока

(роды *Arabis*, *Armenia*, *Artemisia*, *Campanula*, *Carex*, *Erysimum*, *Hedysarum*, *Minuartia*, *Papaver*, *Pedicularis*, *Saussurea*, *Saxifraga*, *Stellaria*, *Vaccinium* и др.) показали, что наличие видовой специфичности реакций на заморозку при очень низких температурах у 80 % исследованных объектов. У части видов всхожесть осталась на прежнем уровне, как до замораживания, около 40 % показали рост всхожести. В целом, результаты продемонстрировали отсутствие отрицательного действия на биологию семян и развитие проростков.

Отмечено влияние влажности семян на степень сохранности в жидком азоте. Так, при замораживании свободная вода в семени начинает образовывать кристаллы, которые повреждают мембраны клеток и семенные покровы. Определено, что оптимальная влажность при криоконсервации располагается между 3 и 7 % (Roos & Stanwood, 1981; Gonzalez-Benuto & Perez-Garcia, 2001; Воронкова и Холина, 2011; Dodonova et al., 2013). Определено, для ряда видов лекарственных растений, а также жирномасличных культур наблюдалась обратная зависимость всхожести и степени прорастания от влажности. Для многих протоколов криозамораживания рекомендовано проводить максимальное высушивание семян перед помещением в жидкий азот.

Имеются исследования, что при обезвоживании семян происходит увеличение экспрессии некоторых генов, что ведет к изменению метаболизма всех клеток. Меняется состав белков, липидов, сахаров, стабилизируются структуры макромолекул и формируются дополнительные водородные связи. Данный аспект приводит к иммобилизации метаболитов, что останавливает метаболизм семян (Четверикова и др., 2008).

Отмечено, что есть таксоны, которые хорошо реагируют на изменение режима замораживания — оттаивания, для других нет достоверной разницы по вариантам заморозки. Так, для льна долгунца (Павлов и др., 2023) не выявлено существенной разницы по всхожести и энергии прорастания при быстром и ступенчатом замораживании. Для семян груши и яблони также отмечена зависимость показателей всхожести от условий заморозки и последующего оттаивания (Vertucci, 1989; Сафина и Бурмистрова, 2004; Сафина и Петрова, 2008).

В качестве наиболее благоприятных режимов размораживания после криохранения упоминаются температура помещения и использование водяной бани от +30 до +60 °С (Stanwood & Sowa, 1995; Pritchard, 1995; Martinkova & Honek, 2007; Hamilton et al., 2009; Kaviani, 2011).

Оказывает влияние на прорастание и скорость ступенчатого замораживания семян. Например, для семян сосны и ели наилучшие значения жизнеспособности были достигнуты при скорости замораживания 2–4 °С/минуту (Бутенко и др., 2014). Аналогичные данные получены для ряда дикорастущих травянистых растений Приморского края (Нестерова, 2004).

Отмечена разница в сохранности жизнеспособности семян при использовании разных видов тары (Стандарты генных банков, 2015). Для многих семян лучшими условиями хранения является применение герметичной упаковки при криоконсервации (Николаева и др., 1992; Кокшеева и Нестерова, 2011). Наиболее оптимальной тарой при криозамораживании без применения витрификации выступает фольговая тара, при использовании криопротекторов — пластиковые криопробирки (Кушнаренко и др., 2011).

Для ряда объектов положительные результаты при криоконсервации связаны с применением криопротекторов (Hu et al., 2013; Павлов и Вержук, 2014; Вержук и др., 2016; Сирман и др., 2018; Додонова и Антипова, 2022). В качестве криопротекторов могут применяться высшие спирты (этиленгликоль, пропиленгликоль), глицерин, углеводы (глюкоза, сахароза, фруктоза и др.), ДМСО, составные криопротекторы — PVS1, PVS2, PVS3 (Zamecnik et al., 2021).

Криопротекторы — это вещества, которые снижают содержание свободной воды, предупреждая, тем самым, механические повреждения кристаллами льда клеточных структур. Все криопротекторы делятся на проникающие, или эндоцеллюлярные, и непроникающие (экзоцеллюлярные) (рис. 1).



Рисунок 1. Классификация криопротекторов

Положительные стороны применения криопротекторов заключаются в том, что они могут увеличивать прочность мембран, связывать воду, поддерживать изотоническую концентрацию веществ, предотвращать кристаллизацию внутри клеток. Отрицательные стороны — их токсичность, что может приводить к гибели части семян.

Основные направления криоконсервации включают два базовых криозащитных механизма: 1) формирование стеклоподобной фазы; 2) обратимая дегидратация растительных клеток.

Тем не менее, применяемые методики являются не совершенными. Это связано с особенностями биологических объектов, как разница во внутренних физиологических процессах, химический состав клеток и тканей, строение отдельных органов, устойчивость к стрессу и др. Для многих клеток есть необходимость

применения низко-токсичных, совместимых с криопротекторами веществах (антифризов). Однако, далеко не все криопротекторы удовлетворяют вышеуказанным свойствам, что ограничивает их применение. Для решения проблем ограничения применения данных веществ обычно внедряют криопротекторы смеси химических компонентов (чтобы снизить токсический эффект отдельных компонентов), комбинируют режимы замораживания и размораживания живых тканей. Это позволяет усиливать криозащитный эффект и снизить их токсическое действие.

Семена по-разному реагируют на применение криопротекторов, что связано с их токсичностью, проницаемостью через клеточные мембраны и длительностью выдерживания. Наиболее оптимальные результаты по показателям всхожести и энергии прорастания были получены на фоне глицерина, глюкозы и PVS2.

Однако есть объекты, у которых наблюдается снижение всхожести после применения криопротекторов, например, семена орхидей, то есть для них разработаны протоколы криоконсервации без применения витрификации (Schofield et al., 2018).

Для растительных объектов отработаны несколько методов криоконсервации, которые обеспечивают минимизацию последствий высушивания и замораживания растительных тканей (рис. 2):

*Цель настоящего монографического исследования* — провести оптимизацию условий криоконсервации семенного материала ряда лекарственных растений для внедрения в криобанк.

*Задачи:*

1. Провести оптимизацию условий замораживания семян в зависимости от типа тары и условий размораживания.
2. Провести испытание разных типов криопротекторов для повышения жизнеспособности семян лекарственных растений при замораживании при сверх критических пониженных температурах.
3. Исследования влияние физико-химических методов активации прорастания семенного материала лекарственных растений после депонирования в жидком азоте.
4. Отработать и предложить рекомендации или алгоритмы криозамораживания семян ряда лекарственных таксонов.



Рисунок 2. Методы криоконсервации растительного материала

## 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КРИОКОНСЕРВАЦИИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

### 2.1 *Scabiosa ochroleuca*

*Scabiosa ochroleuca* L., скабиоза бледно-желтая, представляет собой дву- либо многолетнее травянистое растение, образующее побеги до 130 см высотой (Флора Казахстана, 1956–1966). Побеги прямостоячие, опушенные курчавыми волосками. На конце побегов собраны щитково-головчатые соцветия. Венчик цветка до 3 см в диаметре, окраска светло-жёлтая. Зрелые плоды продолговатые, длина которых 1,0–1,5 см, 0,4–0,5 см толщиной (рис. 3). Растение цветёт длительный период: с июня до середины сентября, созревание плодов начинается с августа месяца.



Рисунок 3. Цветущая особь *Scabiosa ochroleuca*

Вид широко произрастает в Европе, Западной и Восточной Сибири, Казахстане и Центральной Азии. Произрастает на остепненных лугах, по обочинам степных и шоссежных дорог, по опушкам леса, по склонам сопок и в межсочных понижениях, предпочитает почвы легкого механического состава. Достаточно широко встречается в Северном и Центральном Казахстане.

*Scabiosa ochroleuca* имеет богатый состав биологически активных веществ, включающих фенольные соединения, тритерпеноиды, витамины, сапонины, следы алкалоидов, органические кислоты (Крупеникова, 2007; Растительные ресурсы СССР, 2011; Zhunusova et al., 2017; Pinto et al., 2018).

Обычно в медицинской практике применяются надземные органы скабиозы в фазе бутонизации–цветения. Водный и спиртовой настой используют при инфекциях дыхательных путей, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, гинекологических заболеваниях, сифилисе, высокой температуре, легочном туберкулезе, некоторых глазных воспалениях, как ранозаживляющее, для заживления кожи после укусов ядовитых змей (Растительные ресурсы СССР, 2011; Турсынова и др., 2018; Pinto et al., 2018; Абдуллабекова и Турсынова, 2019).

Плод *S. ochroleuca* семянка с колокольчиковидным покрывальцем, конической формы, носик суженный, тупой; поверхность шероховатая, покрыта многочисленными глубокими ребрышками (рис. 4).

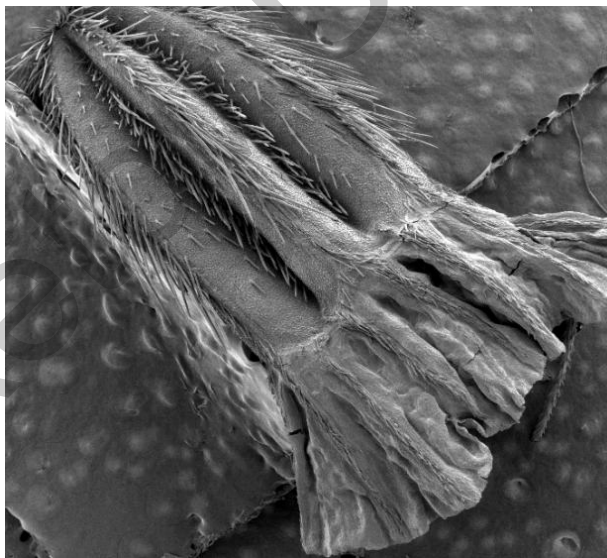


Рисунок 4. Ультрамикрофотография семян *S. ochroleuca*

На первом этапе исследований была осуществлена оптимизация вида тары и условий размораживания на всхожесть и прорастание семян *S. ochroleuca* (рис. 5).

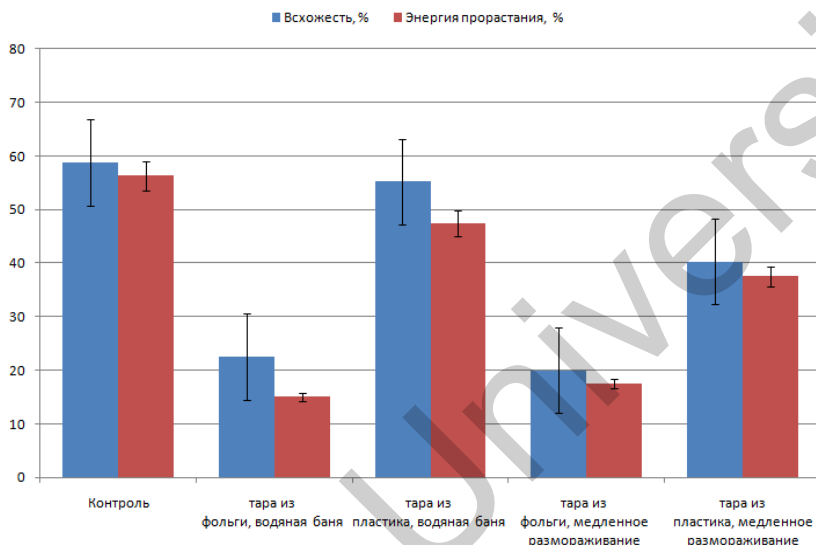


Рисунок 5. Жизнеспособность семян *S. ochroleuca* в зависимости от вида тары и условий размораживания

Прорастание семян отмечено на 3–4 сутки после посева. Перед прорастанием семена набухают, увеличиваясь в размерах на 20–25 %. Лучшие показатели прорастания семян (всхожести и энергии прорастания) скабиозы бледно-желтой получены в варианте применения пластиковой тары — 55,2 %. Однако, показатели всхожести и энергии прорастания семян *S. ochroleuca* во всех вариантах криоконсервации оказались ниже контрольных значений на 3,5–38,8 % (Turzhanova et al., 2022).

Исходя из результатов первой серии опытов было апробировано применение криопротекторов (рис. 6).

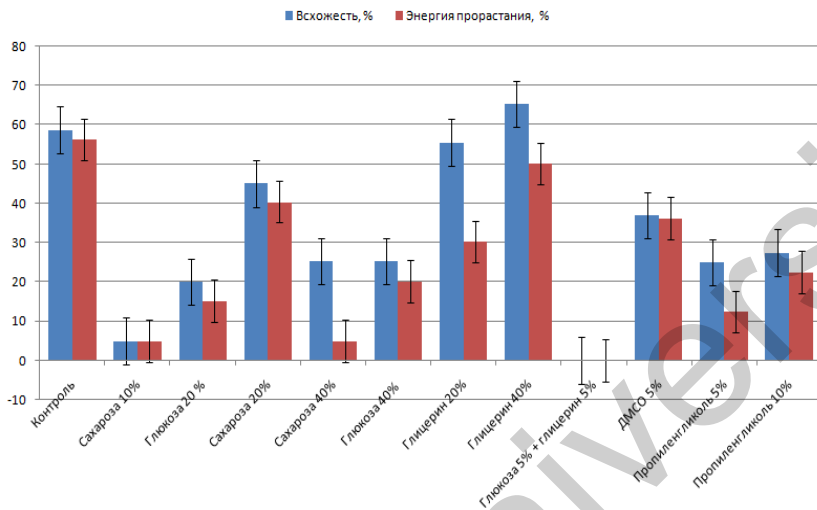


Рисунок 6. Показатели прорастания семян *S. ochroleuca* в зависимости от вида криопротектора

Часть вариантов не показали положительного прироста всхожести и энергии прорастания для семян скабиозы бледно-желтой при криоконсервации. Так, достоверно более низкие показатели были получены при применении сахарозы, глюкозы, ДМСО, смеси сахарозы и глюкозы, пропиленгликоля. Лучшим вариантом криопротектора, при котором наблюдается достоверное увеличение жизнеспособности семян скабиозы, является применение глицерина в концентрации 40 %.

Таким образом, нами проведено изучение биологии прорастания семян *S. ochroleuca*. Определено, что в результате традиционных методов хранения на 4-й год семена практически не прорастают. Для организации системы хранения семена *S. ochroleuca* рекомендуется криозамораживать с применением пластиковой тары и 40 %-ного глицерина в качестве криопротектора (рис. 7).

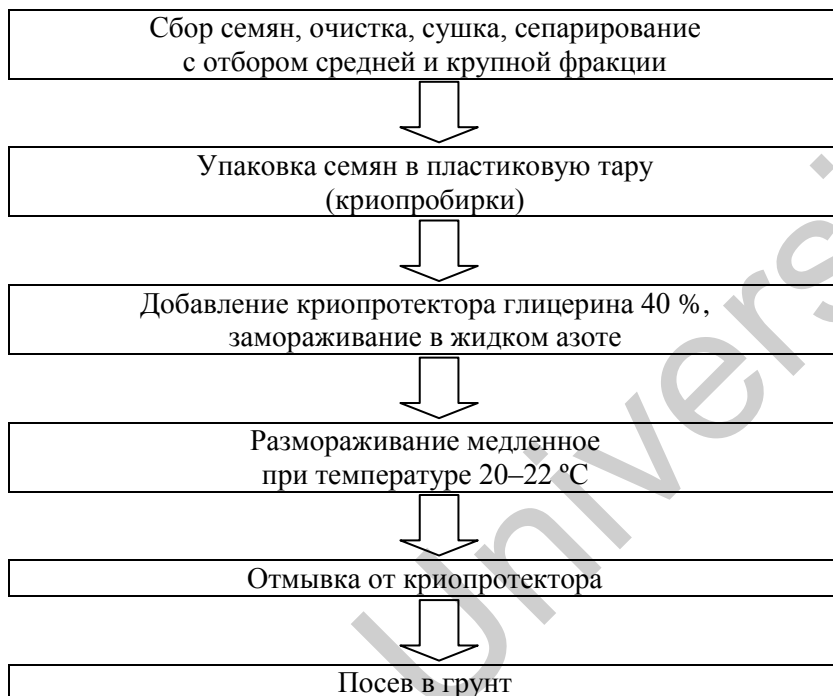


Рисунок 7. Алгоритм криоконсервации семенного материала скабиозы *S. ochroleuca* и *S. isetensis*

## 2.2 *Scabiosa isetensis*

Скабиоза исетская (*Scabiosa isetensis* L.) — многолетнее травянистое растение семейства Ворсянковые (*Dipsacaceae*) (Флора Казахстана, 1956–1966). Таксономическое название было опубликовано шведским систематиком Карлом Линнеем в 1767 году. В ряде источников растение описывается под таксономическим названием *Lomelosia isetensis* (рис. 8).

Листья простые, опушённые, овальной или эллиптической формы, размещены супротивно с основания и по длине стебля. Соцветие головчатое, несёт цветки размером до 5 см, белого цвета с оттенками жёлтого, красного и фиолетового оттенков. Плод — орешек белого, зелёного, красного либо фиолетового цвета, имеет колючкообразные придатки (рис. 9).



Рисунок 8. Внешний вид *Scabiosa isetensis*

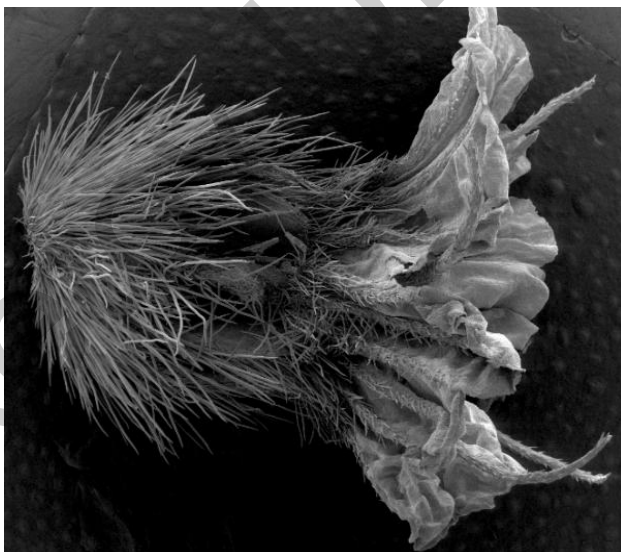


Рисунок 9. Ультрамикрофотография семян *Scabiosa isetensis*

Встречается в России (европейская часть, Северный Кавказ, восточная Сибирь), в странах Закавказья и Средней Азии. Произрастает на каменистых, меловых и пустынных участках и в опустыненных степях. В Казахстане встречается почти во всех флористических районах.

Скабиозу исетскую применяют в народной медицине со времен Средневековья для лечения заболеваний дыхательных путей, туберкулезе, при удалении бородавок, подагре, ревматизме, для заживления кожи, против зубной боли, температуры, а также как моче- и желчегонное, противовоспалительное, мочегонное, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, для мужской потенции (Растительные ресурсы России, 2011; Жунусова. 2019; Жунусова и Ахметова, 2020).

Опыты по криоконсервации семян скабиозы исетской показали, что только один вариант оказался на 7,3 % выше контроля (рис. 10).

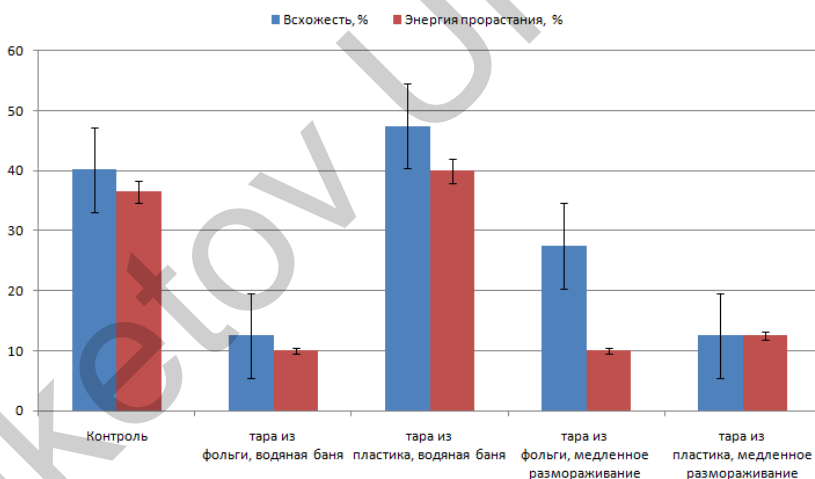


Рисунок 10. Жизнеспособность семян *Scabiosa isetensis* в зависимости от разных видов тары и условий размораживания

Таким образом, оптимальной тарой при краткосрочной криоконсервации семян скабиозы исетской является пластиковая,

размораживание — на водяной бане (Тыржанова и Ишмуратова, 2023).

Для увеличения жизнеспособности семенного материала использовали ряд криопротекторов: сахара, глюкоза, глицерин, и смесь глюкозы и сахара (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Жизнеспособность семян *Scabiosa isetensis*  
при применении криопротекторов**

Криопротекторы	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
Контроль	40,2±0,5	36,5±0,2
Сахара 10 %	5,0±0,1*	5,0±0,1*
Глюкоза 20 %	—	—
Сахара 20 %	30,0±0,7*	20,0±0,4*
Сахара 40 %	—	—
Глюкоза 40 %	—	—
Глицерин 20 %	—	—
Глицерин 40 %	50,0±1,1*	40,0±0,9*
Глюкоза 5 %+сахара 5 %	10,0±0,2*	10,0±0,2*

\* — Статистически достоверные отличия от контроля при P≤0,05.

Результаты показали, максимальные показатели прорастания семенного материала скабиозы исетской обнаружены на фоне применения глицерина (40 %), что на 10 % превышает показатели контроля.

Таким образом, установлено, что семена *Scabiosa isetensis* оптимально хранить в сжиженном азоте с применением пластиковой тары и обавлением криопротектора глицерина в концентрации 40 %, оттаивание производить — при комнатной температуре (рис. 7).

### 2.3 *Chamomilla recutita*

*Chamomilla recutita* (L.) Raushert. (ромашка аптечная) — однолетнее травянистое растение из семейства *Asteraceae*. Растение имеет прямые стебли, 20–60 см высотой, которые густо ветвятся

в верхней части (Флора Казахстана, 1956–1966). На концах плодущих побегов размещены многочисленные соцветия в виде цветочных корзинок. Корзинки состоят из 12–18 белых язычковых цветков и многочисленных трубчатых. Обёртки их многорядные, от 5 до 8 мм в диаметре, расположены черепитчато. Отличительный признак вида — голое цветоложе, полое внутри; форма от полушаровидной (особенно в начале цветения) до узкоконической (конец цветения — начало плодоношения). Плоды — семянки, цилиндрической формы, иногда слегка согнутые, цвет — от бурого до темно-зелёного, 1–2 мм длиной и 0,2–0,3 мм шириной, без хохолка. Масса 1000 штук семян составляет 0,026–0,053 г.

Ромашка аптечная — широко распространенное растение. Родиной ромашки аптечной является Южная и Восточная Европа. На севере в Скандинавии она доходит до северных границ; южная граница ее проходит на севере Ирана и Афганистана. В районах Черноморского и Средиземноморского бассейнов она широко распространена в Болгарии, Югославии, Греции, Италии и Испании. Также ее можно встретить в диком виде в Северной Африке и Западной Азии. Она также была завезена в Южную Америку, Северную Америку и Австралию и относится к основной группе лекарственных растений, выращиваемых в Европе (Тоцкая и Грязнов, 2016).

Соцветия ромашки аптечной — ценное лекарственное и эфирномасличное растение. Лечебные свойства сырья ромашки обусловлены высоким количественным накоплением хамазулена. Помимо терпенов, в соцветиях обнаружены фенольные соединения, каротин, гликозиды, полисахариды, органические кислоты и кумарины (Растительные ресурсы России. 2011).

В народной и научной медицине ромашка аптечная используется при лечении заболеваний желудочно-кишечного и респираторного тракта, конъюнктивита, мочекаменной болезни, головных болей и бессонницы; термических ожогов, язв, ран, при гипертонии, как противоглистное средство, в косметологии — для улучшения состояния кожи и против выпадения волос (Zadeh et al., 2014).

Опыты по криоконсервации были проведены для семян 4-х сортов ромашки аптечной сортов «Подмосковная», «Карагандинская», «Старый лекарь» и «Айболит» (рис. 11).

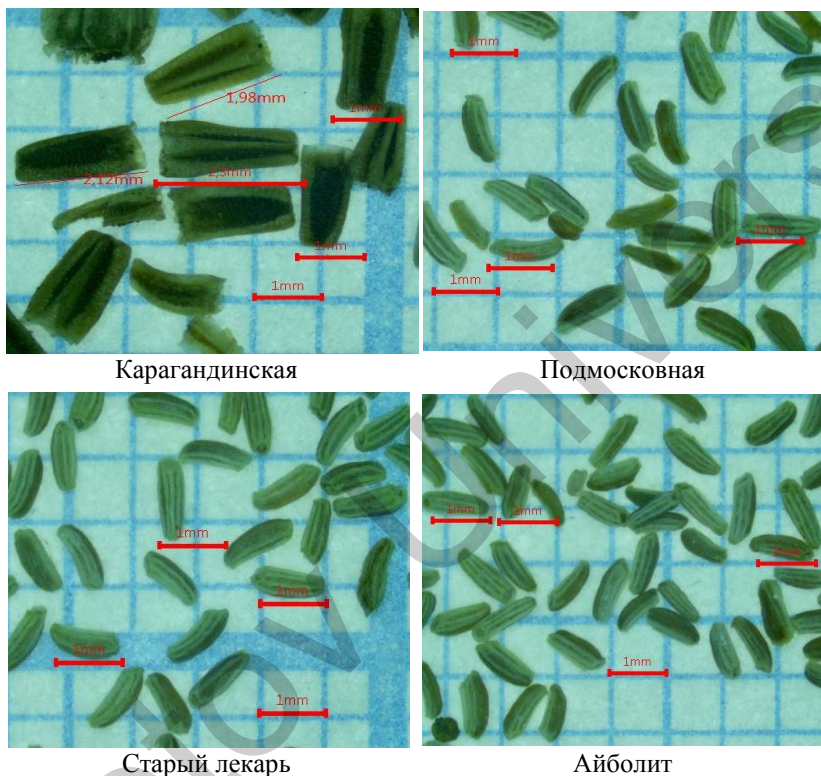


Рисунок 11. Внешний вид семян сортов *Chamomilla recutita*

Семена всех сортов были погружены в жидкий азот для хранения. Далее при размораживании нами было использовано два режима оттаивания — быстрая и медленная (табл. 2). Проанализировав полученные данные было установлено, что семенной материал у сорта «Карагандинская» показал максимальную всхожесть в контрольной группе и составила 90,0 %, тогда как всхожесть у семян после криохранения с медленной разморозкой составила 84,0 %, что ниже на 6,0 % контрольных образцов. Минимальную всхожесть продемонстрировали семена при быстром

оттаивании — 41,0 %. Энергия прорастания в зависимости от варианта опыта изменялись так же, как и всхожесть, контрольная группа составила — 90,0 %, тогда, как криогенное хранение в варианте медленной разморозки — 83,0 %, при быстрой разморозке — 34,0 % (Tleukenova et al., 2022).

По сорту «Айболит» были получены другие результаты. Так, по сравнению с контролем на 11 % повышается всхожесть семян в опытной группе с медленной разморозкой и на 2 % с быстрой разморозкой и составила 82,0 % и 73,0 % соответственно.

Т а б л и ц а 2

**Показатели прорастания семян сортов *Chamomilla recutita* при разных вариантах криозамораживания**

Название сорта	Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Сорт Карагандинская	Контроль	90,0±1,5	90,0±1,5
	Криоконсервация с медленной разморозкой	84,0±1,0*	83,0±0,8*
	Криоконсервация с быстрой разморозкой	41,0±1,4*	34,0±2,1*
Сорт Айболит	Контроль	71,0±1,7	70,0±1,5
	Криоконсервация с медленной разморозкой	82,0±1,6*	81,0±1,6*
	Криоконсервация с быстрой разморозкой	73,0±3,6	70,0±4,9
Сорт Старый лекарь	Контроль	44,0±3,0	40,0±3,6
	Криоконсервация с медленной разморозкой	41,0±0,8	38,0±1,1
	Криоконсервация с быстрой разморозкой	63,0±2,8*	62,0 ±3,0*
Сорт Подмосковная	Контроль	64,5±2,5	60,7±2,9
	Криоконсервация с медленной разморозкой	13,0±1,9*	10,0±1,6*
	Криоконсервация с быстрой разморозкой	9,0±1,3*	6,0±0,5*

\* — Статистически достоверные отличия от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Контрольная же группа показала наименьшую всхожесть — 71,0 %. Практически аналогичные результаты мы видим и по

энергии прорастания семян — контроль — 70,0 %, криоконсервация с медленной разморозкой — 81,0 % и криоконсервация с быстрой разморозкой — 70,0 %. В данном случае мы видим положительное влияние замораживания в жидком азоте на жизнеспособность семян *Chamomilla recutita*, сорта «Айболит».

Криоконсервация оказала наилучшее влияние на сорт «Старый лекарь» при быстром размораживании. Так всхожесть семян составила 63,0 %, энергия прорастания 62,0 %. Минимальные значения всхожести и энергии прорастания показала криоконсервация семян с медленным размораживанием — 41,0 % и 38,0 % соответственно. Контрольные значения также оказались низкими.

У сорта «Подмосковная» жизнеспособность семян в контроле оказалась максимальной по сравнению с опытными группами. После криоконсервации значения лабораторной всхожести значительно уменьшились. Вероятно, семена данного сорта следует замораживать с применением криопротекторов.

Таким образом, для получения более жизнеспособных семян сортов ромашки аптечной необходимо при замораживании в жидком азоте применять медленный режим оттаивания при комнатной температуре +24 °С, а также в целях долгосрочного хранения, вероятно следует криоконсервировать семенной материал с применением криопротекторных веществ, так как в некоторых вариантах опыта показатели жизнеспособности семенного материала все же оказались ниже контрольных значений.

Определено, что сверхнизкая температура и режимы оттаивания не оказали отрицательного воздействия на биологию прорастания семян ромашки аптечной. Есть некоторые различия по морфометрическим показателям проростков в зависимости от сорта. При криоконсервации семян рекомендуется использовать режим оттаивания при комнатной температуре (Рамазанов и Тлеукунова, 2023).

По результатам полученных данных составлен алгоритм криоконсервации семян ромашки аптечной (рис. 12).



Рисунок 12. Алгоритм криоконсервации семенного материала сортов ромашки аптечной

## 2.4 *Calendula officinalis*

*Calendula officinalis* L. — календула лекарственная) — однолетнее травянистое растение из семейства *Asteraceae*. Побеги прямостоячие, от основания ветвящиеся, от 20 до 70 см высотой, покрытые мелкими волосками и эфирномасличными железками, цвет — светло-зеленый. Прикорневые листья яйцевидные, по краю обычно цельнокрайние, с короткими черешками. Стеблевые листья ланцетные или узко-яйцевидные, сидят на стебле, по краю волнистые, иногда мелкозубчатые (Грудзинская и др., 2014). Цветочные корзинки — крупные, в зависимости от сорта до 50 мм шириной. Цветки двух типов: наружные язычковые — пестичные и плодущие; внутренние — трубчатые, бесплодные (Флора Казахстана, 1956–1966). Культура имеет средиземноморское происхождение, поэтому широко культивируется в мире. Лекарственным сырьем являются соцветия календулы.

Цветочные корзинки данного вида в своем составе содержат различные каротиноиды, парафины, смолистые вещества, фенольные соединения, тритерпеновые гликозиды, следы эфирного масла и горечей, органические кислоты и некоторые витамины. В траве выявлены органические кислоты, алкалоиды; в корнях — инулин (Lovecka et al., 2017; Dhvaj et al., 2018).

Соцветия и галеновые препараты на основе цветков календулы проявляют бактерицидные, противовоспалительные, спазмолитические, ранозаживляющие и желчегонные свойства. Мазь на основе календулы ускоряет регенерацию кожи, применяются при воспалении десен и зубной боли. Отвары применяют внутрь при гинекологических заболеваниях и проблемах желудочно-кишечного тракта (Jan et al., 2017).

Семена крупные (до 3 см длиной), отличаются разнокачественностью, форма и размер зависит от места формирования в соцветии (рис. 13). Вес 1000 штук семян составляет от 12 до 22 г.



Рисунок 13. Внешний вид семян *Calendula officinalis*

Опыты по хранению семян календулы показали, что они в течение 1,5 лет значительно теряет всхожесть, что ставит вопрос об оптимизации длительного хранения. На первом этапе экспериментов нами проанализировано влияние тары и условия размораживания на жизнеспособность семян двух сортов (Неон и

Кальта) после заморозки в жидком азоте. В качестве контроля мы применяли семена со сроком хранения 12 месяцев (рис. 14).

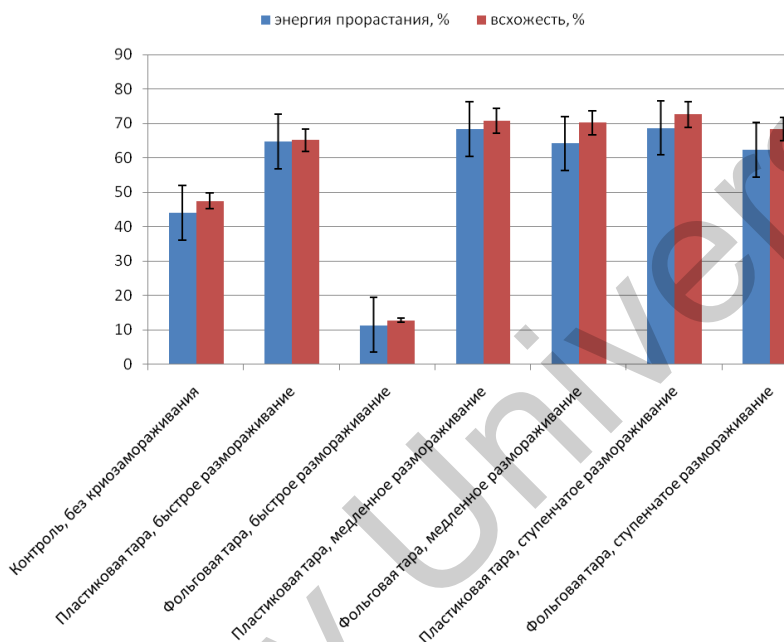


Рисунок 14. Всхожесть и энергия прорастания семян *Calendula officinalis*, сорта Кальта при различных типах тары и условий размораживания

Не во всех вариантах опыта всхожесть и энергия прорастания семян после криозаморозки была выше, чем в контрольном варианте. Так, всхожесть семян в контроле для сорта Кальта составила 47,5 %, а энергия прорастания — 44,0 %. В варианте опыта с применением фольги и водяной бани результаты оказались ниже контроля. Так, энергия прорастания составила 11,4 %, что на 32,6 % ниже контроля. По всхожести данные составили 12,8 %, что ниже контроля на 34,7 % (Ишмуратова и др., 2023). Лучшие результаты наблюдаются в вариантах замораживания в пластиковой таре при медленном или ступенчатом размораживании. В данных вариантах опыта энергия прорастания составила

68,4 и 68,7 %, что выше контроля на 24,4 и 44,7 %. Всхожесть составила 70,8 и 72,6 % соответственно, что выше контроля на 23,3 и 25,1 %.

Несколько более низкие показатели зафиксированы для варианта с применением фольговой тары и медленного размораживания. Так, всхожесть составила 70,2 %, а энергия прорастания — 68,4 %. Анализ морфологических показателей проростков не выявило существенных отличий по вариантам опыта.

Несколько иные показатели отмечены для сорта Неон. Во всех вариантах опыта всхожесть и энергия прорастания оказались хуже показателей сорта Кальта. Так, в контроле всхожесть составила 30,5 %, а энергия прорастания — 28,3 % (рис. 15). Ниже контрольных значений имели жизнеспособность семена, проращиваемые в варианте опыта с применением фольговой тары и медленного размораживания. Так, всхожесть составила 28,5 %, энергия прорастания 20,7 %. Эти значения на 2,0 и 7,6 % ниже контроля соответственно.

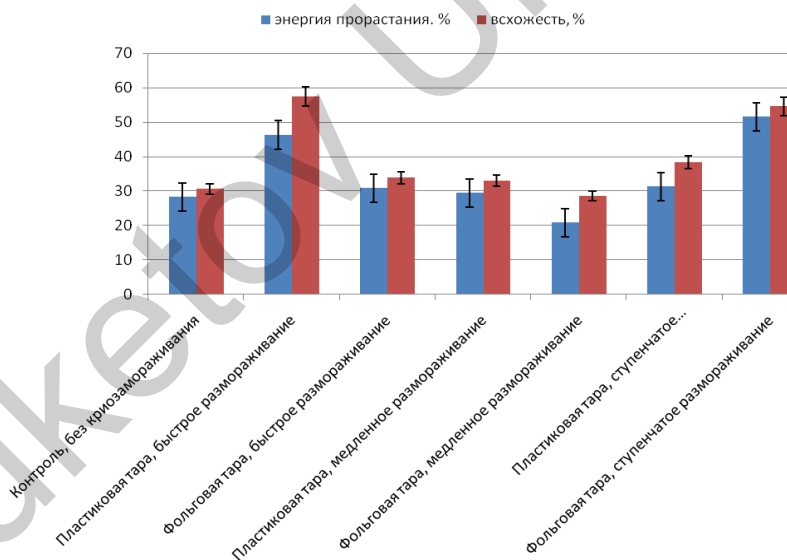


Рисунок 15. Всхожесть и энергия прорастания семян *Calendula officinalis*, сорта Неон при различных типах тары и условий размораживания

Лучшие варианты для сорта Неон отмечены для 2-х вариантов: пластиковая тара и быстрое размораживание (всхожесть 57,5 %, энергия прорастания 46,3 %); фольговая тара и ступенчатое размораживание (всхожесть 54,5 %, энергия прорастания 51,5 %).

Таким образом, для сорта Кальта семена необходимо замораживать в пластиковой таре с применением ступенчатого размораживания, а для сорта Неон — пластиковые криопробирки и размораживание на водяной бане (Ishmuratova et al., 2020).

На следующем этапе исследований по криоконсервации семян календулы лекарственной мы апробировали влияния криопротекторов на всхожесть и энергию прорастания (рис. 16, 17).

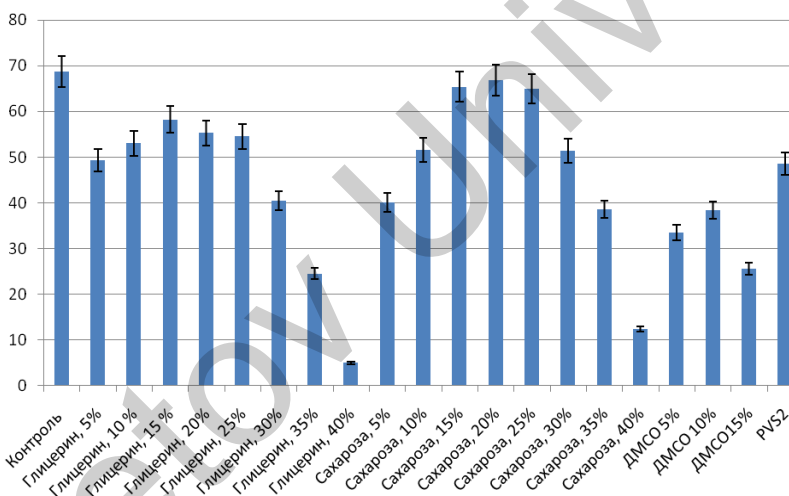


Рисунок 16. Энергия прорастания (в %) семян *Calendula officinalis* сорта Кальта при замораживании с криопротекторами

Результаты показатели, что часть криопротекторов оказывали отрицательное воздействие. Происходило снижение всхожести и энергии прорастания, тогда как дало положительный результат. Ниже контрольных значений оказались варианты с применением глицерина во всех концентрациях, некоторые концентрации сахарозы, все варианты ДМСО и PVS2.

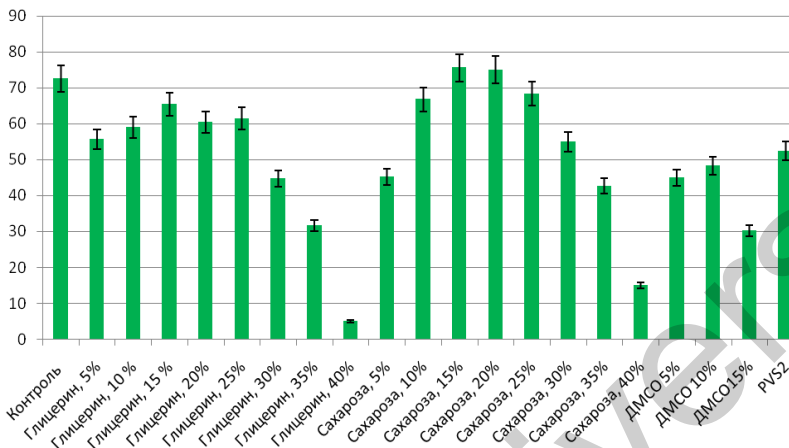


Рисунок 17. Всхожесть (в %) семян *Calendula officinalis* сорта Кальта при замораживании с криопротекторами

Выше контрольных показателей оказались варианты применения сахарозы в концентрации 15 и 20 %. Так всхожесть составила 75,6 и 75,0 % соответственно, энергия прорастания — 66,8 и 65,0 % соответственно. То есть мы можем наблюдать, что прорастание семян календулы происходит медленнее, но конечный результат превышал контрольные значения. Остальные криопротекторы оказались не эффективным для семян данного вида лекарственного растения.

Таким образом, для семян календулы лекарственной можно рекомендовать применение криопротектора сахарозы в концентрации 15 или 20 %.

Нами проанализировано влияние предпосевной обработки семян календулы лекарственной сорта Кальта после хранения в жидком азоте (без криопротекторов) для активации прорастания.

Испытания проводили с растворами гуматов, предоставленных ТОО «Шубарколь комир» (ГШ), 3-мя вариантами коммерческих гуматов в качестве сравнения: гумат Идеал, гумат 7+, гумат Биомастер. Результаты показали, что гуматы активировали прорастание семян календулы лекарственной (рис. 18). Ниже контрольных значений оказались варианты с применением ГШ 0,1 %, гуматов Идеал и Биомастер. Остальные варианты опыта

показали достоверное повышение показателей всхожести и энергии прорастания.

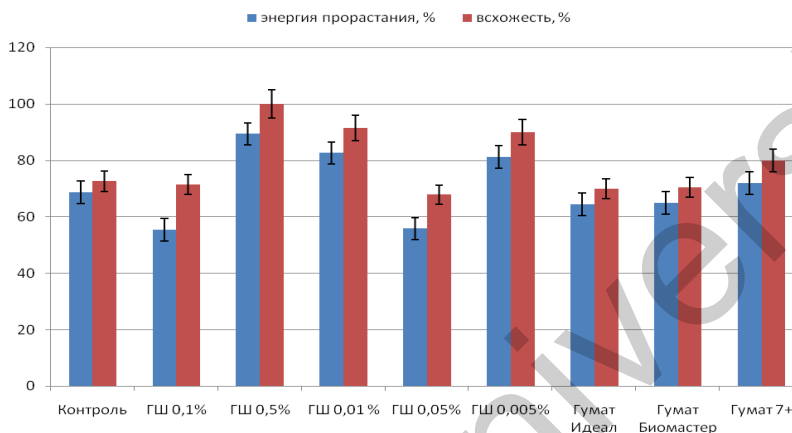


Рисунок 18. Всхожесть и энергия прорастания семян *Calendula officinalis* сорта Кальта после замораживания в жидком азоте в зависимости от вида и концентрации гуматов

Результаты показали, что максимальные значения по всхожести семян получены для гуматов Шубарколя в концентрации 0,5 %. Всхожесть при этом составила 100,0 %, энергия прорастания — 89,1 %.

Таким образом, можно рекомендовать применение предпосевной обработки семян календулы лекарственной гуматами производства Шубарколь комир для быстрой активации прорастания после длительного хранения в сжиженном азоте.

Дополнительно осуществлено испытание некоторых физических факторов: барботирование сжатым воздухом, а также помещение семян в одинарное и двойное магнитное поле (от 1 до 3 суток).

Использование магнитного поля в течение 1-го и 3-х суток повысило всхожесть семян календулы без криозамораживания на 24,7 %, а энергию прорастания на 3,7–21,2 %. Аналогичные опыты с семенами после криоконсервации также увеличили прорастание семян. Так, семенная всхожесть при сочетании криокон-

сервации и магнитного поля составила 65,2–67,5 %, энергия прорастания — 50–60 % (рис. 19).

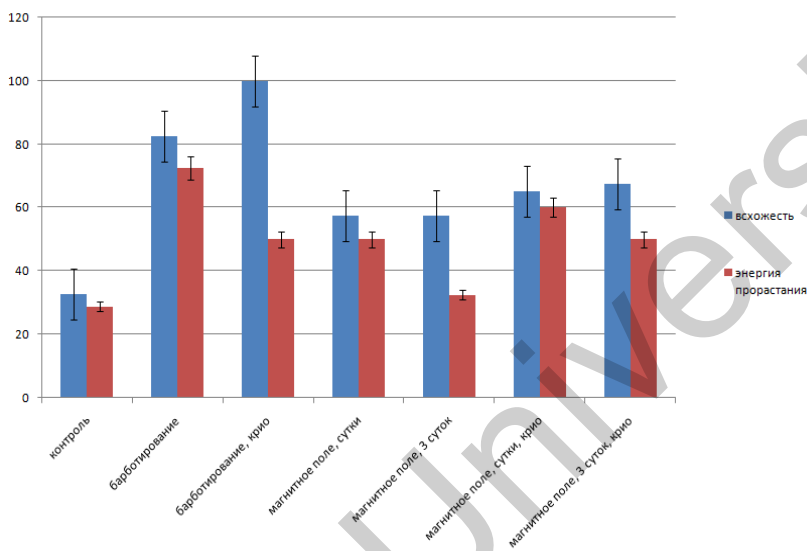


Рисунок 19. Показатели жизнеспособности семян *Calendula officinalis* при различных вариантах опыта

Однако лучшие результаты были получены на фоне применения такого варианта обработки семян календулы, как барботирование (Муратова, 2022). Так, после барботирования всхожесть семенного материала без криоконсервации достоверно выросла на 49,7 % (82,5 %), а энергия прорастания на 43,7 % (72,5 %). Причем, семена всходили более дружно, чем при обработке магнитным полем.

В варианте опыта криозамораживания семян календулы с последующим барботированием всхожесть увеличилась на 67,2 %, энергия прорастания на 21,2 % (Ишмуратова и др., 2023). В целом, оба показателя составили 100,0 и 50,0 %, то есть дружность прорастания оказалась ниже, чем во всех остальных вариантах опыта. Сравнение физических и химических методов обработки семян перед посевом показало преимущество физических методов.

Таким образом, определено, что самым действенным методом после криозамораживания является барботирование сжатым воздухом.

По итогам исследования определен алгоритм криоконсервации семян календулы лекарственной (рис. 20).



Рисунок 20. Алгоритм криоконсервации семенного материала сортов *Calendula officinalis*

## 2.5 *Linum usitatissimum*

Лен посевной (*Linum usitatissimum* L.) однолетнее травянистое растение семейства Льновые (*Linaceae*) (Флора Казахстана, 1956–1966). Растение от 30 до 100 см высотой. Корень стержневого типа, сильноветвистый. Побеги немногочисленные (от 1 до 3), прямые, в верхней части ветвистые и олиственные, со слабым восковым налетом. Листья мелкие, почти линейные, сидят на побеге. Соцветия расположены на верхушках веточек, тип — извилина. Цветки немногочисленные, 1,5–2,5 см в диаметре, сидят на длинных цветоножках. Чашелистников 5, свободные, лепестков

5, свободные, ярко-голубого цвета. Плод — суха коробочка, 6–8 мм длиной и 6–8 мм шириной, шаровидной или яйцевидной формы. Семена многочисленные, 3,5–5 мм длиной, яйцевидные, уплощенные. Цвет — от светло-коричневого до почти черного (рис. 21).



Рисунок 21. Внешний вид семян *Linum usitatissimum*

В медицинской практике находят применение семена льна многолетнего. Семена богаты протеинами — до 22 %, жирными маслами — до 40 %, клетчаткой — 20–30 %, сахарами — 3–6 %, минеральными веществами — до 4 %. Соотношение данных компонентов сильно варьирует от сорта, географии культивирования и условий выращивания. Присутствует витаминный комплекс, включающий аскорбиновую кислоту тиамин, рибофлавин, пиридоксин, пантотеновую кислоту, фолиевую кислоту, биотин, каротин и токоферолы. Оболочки семян содержат клетки, накапливающие слизи (Зубцова и др., 2002; Tavarini et al., 2022).

В медицине семена льна находят широкое применение, так как обладают важными фармакологическими эффектами: антиоксидантные, иммуномодулирующие, противовоспалительные, инсектицидные, обезболивающие, антигипергликемические, противоопухолевые, противомикробные, антипротозойные, антигиперлипидемические, ранозаживляющие и фетицидные (Kaithwas et

al., 2011; Marghescu et al., 2012; Umer et al., 2017; Hussein et al., 2021).

В процессе хранения в бумажной таре в холодильной камере (при 0–2 °С) отмечено постепенное снижение показателей всхожести и энергии прорастания. Так, после 3-х месяцев хранения всхожесть снизилась на 7,1 %, энергия прорастания на 3,2 %; после года хранения на 16,6 и 24,9 % соответственно. А после 1,5 лет хранения всхожесть упала на 26,1 %, энергия прорастания на 31,5 %.

Таким образом, хранение семян льна посевного при обычных условиях не позволяет сохранять их посевные качества.

Выполнен анализ всхожести и энергии прорастания семян льна посевного после криоконсервации с испытанием разных видов тары и режимов оттаивания. Наилучшие результаты прорастания выявлены в варианте использования тары из фольги и последующим оттаиванием на водяной бане (рис. 22).

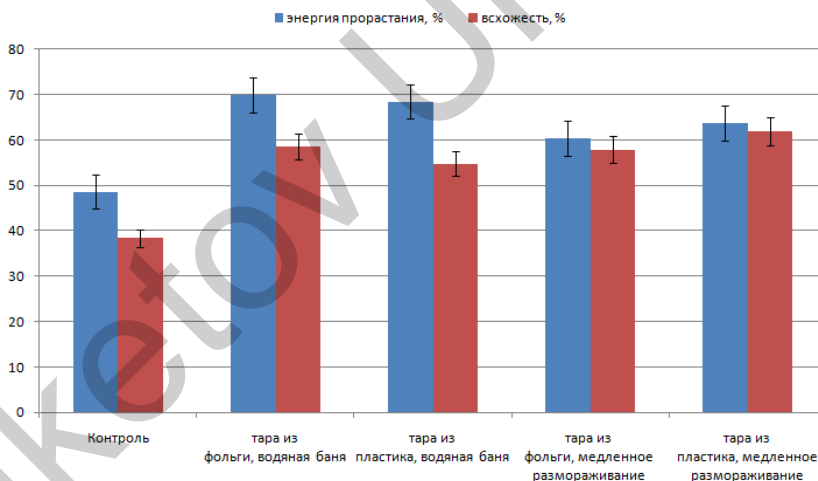


Рисунок 22. Показатели прорастания семенного материала *Linum usitatissimum* при разных видах тары и условий оттаивания

При замораживании семян льна посевного в жидком азоте отмечены показатели всхожести и энергии прорастания, не отли-

чающиеся существенно от контрольных значений (без криозамораживания). Поэтому для улучшения показателей проведена апробация применения ряда криопротекторов в разной концентрации (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Жизнеспособность семенного материала *Linum usitatissimum* при использовании разных криопротекторов**

Криопротекторы	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Контроль (без криопротекторов)	65,00±4,50	62,60±3,20
Глицерин 5 %	0	0
Глицерин 10 %	0	0
Глицерин 15 %	2,51±0,1	2,50±0,1
Глицерин 20 %	5,01±0,21	5,0±0,19
Глицерин 25 %	0	0
Глицерин 30 %	10,0±0,5	2,5±0,6
Глицерин 35 %	42,5±0,9	32,5±0,7
Глицерин 40 %	65,4±3,0	60,0±2,8
PVS-2	5,0±0,1	2,5±0,07
ДМСО 5 %	2,5±0,06	2,5±0,06
ДМСО 10 %	27,5±0,5	27,5±0,5
ДМСО 15 %	25,3±0,6	12,5±0,4
Сахароза, 5 %	26,7±0,5	6,8±0,04
Сахароза, 10 %	73,3±4,51*	66,8±2,4*
Сахароза, 15 %	70,0±3,9*	60,4±3,2
Сахароза, 20 %	46,5±0,9	33,2±0,6
Сахароза, 25 %	45,1±1,2	35,5±1,7
Сахароза, 30 %	45,0±1,2	33,4±0,8
Сахароза, 35 %	57,5±2,6	44,8±1,4
Сахароза, 40 %	52,6±2,6	47,5±1,5
Пропиленгликоль, 5 %	58,0±1,2	41,3±1,7
Пропиленгликоль, 10 %	43,0±0,5	27,0±0,03
Пропиленгликоль, 15 %	67,0±3,6	30,5±1,07
Пропиленгликоль, 20 %	63,5±2,96	45,5±1,67
Этиленгликоль, 5 %	57,3±4,3	51,0±1,18
Этиленгликоль, 10 %	21,8±0,4	7,8±0,6

Продолжение Таблицы 3

Криопротекторы	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Этиленгликоль, 15 %	73,0±4,07*	38,0±1,32
Этиленгликоль, 20 %	65,0±3,64	46,0±2,17
Фруктоза, 5 %	0	0
Фруктоза, 10 %	15,5±0,9	10,0±0,67
Фруктоза, 15 %	43,0±1,94	32,0±1,11
Фруктоза, 20 %	48,0±1,20	17,5±0,86
Фруктоза, 25 %	63,3±2,74	60,0±3,43
Фруктоза, 30 %	57,3±1,93	41,0±1,79
Глюкоза, 5 %	0	0
Глюкоза, 10 %	25,5±0,5	10,0±0,7
Глюкоза, 15 %	37,5±1,21	22,5±0,44
Глюкоза, 20 %	47,98±1,37	45,5±1,61
Глюкоза, 25 %	32,3±0,67	20,0±0,43
Глюкоза, 30 %	26,0±0,39	11,0±0,33
Глюкоза, 35 %	43,5±1,22	25,0±0,77
Глюкоза, 40 %	0	0

\* — Достоверное превышение над контролем при  $P \leq 0,05$ .

Большая часть криопротекторов отрицательно повлияли на прорастание семян *Linum usitatissimum*. Положительный эффект выявлен только для криопротектора сахарозы 10 %-ной. В данном варианте всхожесть семян оказалась достоверно выше контрольных значений — 73,3 %, а энергия прорастания составила 66,8 % (Ромаданова и др., 2022). Анализ морфометрических показателей проростков показал отсутствие существенных морфологических показателей по вариантам опытов.

Таким образом, можно рекомендовать применение 10 % раствора сахарозы для криоконсервации семян льна посевного с целью обеспечения лучшей их сохранности (Ишмуратова, Гаврилькова, Тлеукунова, 2023).

Проведена апробация предпосевной обработки с применением регуляторов роста, как эпин, гетероауксин, корневин, гумат калия и экстракт хлореллы (Siddique & Kumar, 2018). Семена после размораживания на сутки замачивали в вышеуказанных растворах, после чего оценивали всхожесть и энергии прорастания (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Влияния регуляторов роста на жизнеспособность семян  
*Linum usitatissimum* после криоконсервации**

Регулятор роста	Семенная всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Без обработки регуляторами роста	65,0±4,5	62,6±3,2
Эпин	76,2±2,83*	56,8±1,53
Гетероауксин	57,5±4,91	23,5±0,75
Гумат калия	75,3±3,11*	71,0±3,69*
Корневин	55,3±3,72	47,5±1,84
Экстракт хлореллы	82,8±4,31*	75,0±3,45*

\* — Достоверность превышения над контрольными показателями при  $P \leq 0,05$ .

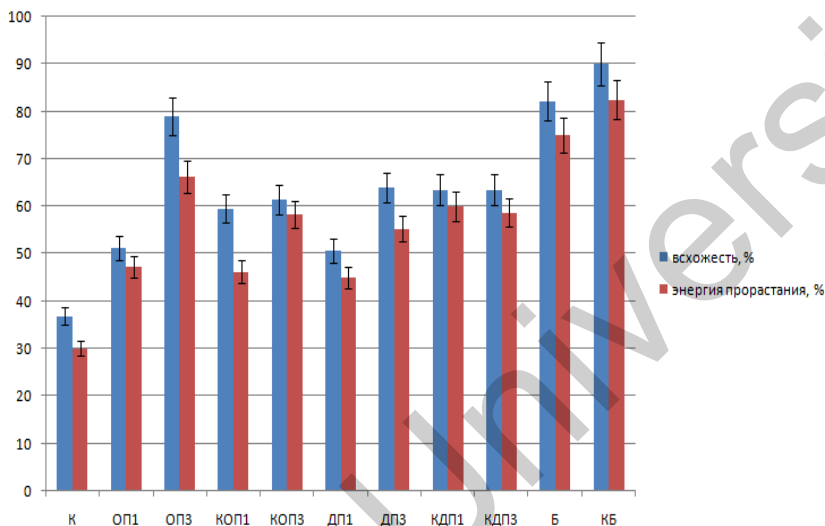
Предпосевная обработка с использованием гетероауксина и корневина отрицательно повлияла на прорастание семян *Linum usitatissimum*. Всхожесть семян оказалась ниже на 7,5 и 9,7 % соответственно, а энергия прорастания на 39,1 и 15,1 %.

В остальных вариантах показатели всхожести оказались достоверно выше контрольных значений. Лучшие результаты получены в варианте применения семян льна экстрактом хлореллы. Всхожесть в данном варианте составила 82,8 %, что выше контроля 17,8 %; энергия прорастания — 75,0 %, что выше контроля на 12,4 %. Таким образом, можно использовать экстракт хлореллы для повышения показателей прорастания семян льна посевного после криоконсервации.

Для исключения применения химических методов применяют физические методы предпосевной обработки, среди которых механическая скарификация, стратификация при низких положительных или отрицательных температурах, помещение в магнитное поле, облучение лазером или ультразвуком, барботирование и т.д. (Ерохин и Цуканов, 2014; de Sousa Araujo et al., 2016; Аксеновский и др., 2019). Для семян *Linum usitatissimum* были испытаны: барботирование сжатым воздухом и помещение в магнитное поле.

Результаты экспериментов показали, что все варианты использования физических методов обработки семенного материала повысили показатели прорастания. Максимальный процент

всхожести зарегистрирован в варианте использования обработки двойным магнитным полем в течение 3-х суток (95 %), что превышало контроль на 25 % (рис. 23).



Варианты опытов: К: контроль; ОП1 — одинарное магнитное поле, сутки; ОП3 — одинарное магнитное поле, 3 суток; КОП1 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, сутки; КОП3 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, 3 суток; ДП1 — двойное магнитное поле, сутки; ДП3 — двойное магнитное поле, 3 суток; КДП1 — криоконсервация + двойное магнитное поле, сутки; КДП3 — криоконсервация + двойное магнитное поле, 3 суток; Б — барботирование, сутки; КБ — криоконсервация + барботирование, сутки

Рисунок 23. Показатели прорастания семян *Linum usitatissimum* в зависимости от действия разных физических факторов

Положительные результаты выявлены в варианте использования одинарного поля в течение 3-х суток (93,25 %). По остальным вариантам эксперимента превышение над контролем отмечено на 9–15 %.

Самые лучшие варианты обработки для семян без криоконсервации отмечены для варианта помещения в двойное поле на

трое суток, а после криоконсервации — одинарное магнитное поле в течение суток. Всхожесть составила 85,0 %, энергия прорастания — 79,5 % (Әменова и др., 2022).

Стоит отметить, что данный вариант оказался более эффективным, чем при применении химических методов предпосевной обработки.

На основе полученных данных составлен алгоритм криоконсервации семян льна посевного (рис. 24).

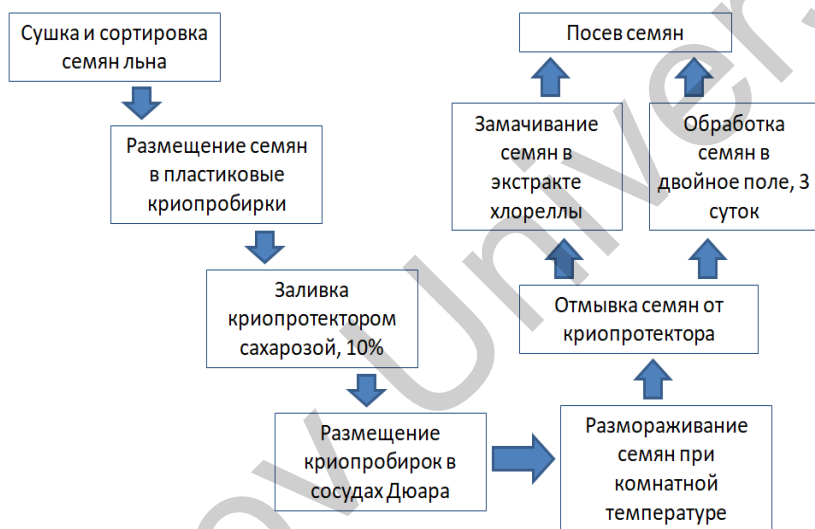


Рисунок 24. Алгоритм криоконсервации семенного материала льна посевного

## 2.6 *Valeriana officinalis*

*Valeriana officinalis* L., валериана лекарственная, — травянистое многолетнее растение из семейства *Valerianaceae* (Флора Казахстана, 1956–1966). Иногда рассматривается как сборный вид, что приводит к его большой изменчивости (Дадаев и др., 2021).

Побеги валерианы прямые, высотой до 150–200 см, обычно один, иногда в числе 2–3. Корневище короткое, 2–10 см. От него

отходят многочисленные придаточные корни, тонкие, 0,5–1,0 мм толщиной, цвет от кремового до бурого. Подземные органы валерианы отличаются сильным специфическим запахом, вкус — острый, пряный, сладковато-горький. Листья в прикорневой розетке с длинными черешками, стеблевые листья — с короткими черешками или сидячие. Соцветие рыхлое, щитковое, размер — 15×30 см (рис. 25). Цветки обоеполые, мелкие, душистые, 3–5 мм длиной; форма — воронковидная. Цветет в июле-августе, семена созревают в сентябре.



Рисунок 25. Цветущий побег *Valeriana officinalis*

Препараты на основе подземных органов *Valeriana officinalis* проявляют успокаивающее, желчегонное, спазмолитическое и противовоспалительное действие, снижают возбудимость нервной системы, уменьшают уровень стресса (Фурса и Фурса, 1993, 1994; Donath et al., 2000; Pilerood & Prakash, 2013; Al-Attraqchi et al., 2020; Eftekhari, 2020; Li et al., 2022).

Семена валерианы лекарственной (рис. 26) по форме неоднородные: продолговато-яйцевидные, продолговато-ланцетные и эллиптические, окраска зрелых семян светло-коричневая, иногда с зеленым оттенком. Семена мелкие, 3–5 мм длиной и до 1,8 мм шириной, плоские, суженные к носику. Вес 1000 штук семян составил — 0,60–0,81 г. С одной стороны семена имеют три ребра,

с другой одно ребро. Окраска зрелых семян светло-коричневая или светло-бурая.



Рисунок 26. Ультрамикрофотография семян *Valeriana officinalis*

Проведено испытание 2-х видов тары — пластиковые криопробирки, а также пакетики из фольги (табл. 5) и три варианта размораживания.

Т а б л и ц а 5

**Показатели прорастания семян *Valeriana officinalis* при криоконсервации с применением различной тары и условий размораживания**

№	Вариант опыта	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
1	Контроль	42,5±0,8	36,0±0,7
2	Фольга, медленное размораживание	37,5±1,2*	30,2±0,6*
3	Фольга, быстрое размораживание	32,5±1,4*	26,8±0,5*
4	Фольга, ступенчатое замораживание	65,2±2,3*	52,5±1,4*
5	Криопробирки, медленное размораживание	44,6±1,4	38,4±1,0
6	Криопробирки, быстрое размораживание	30,8±0,8*	26,7±0,6*
7	Криопробирки, ступенчатое замораживание	85,0±3,1*	64,0±2,5*

\* Достоверная разница между вариантами опыта по сравнению с контролем при  $P \leq 0,05$ .

Лучший вариант заморозки в жидком азоте отмечен для пластиковой тары (криопробирки) со ступенчатым размораживанием, на втором месте — вариант с применением фольговой тары и ступенчатого размораживания. Так, всхожесть составила 85,0 и 65,2 % соответственно, а энергия прорастания 64,0 и 52,5 % соответственно. Так, вариант применения криопробирок и ступенчатого размораживания позволяет повысить всхожесть семян на 42,5 % в сравнении с контролем, энергию прорастания — на 28,0 %. При этом, не отмечено морфологических отличий между проростками, полученными по вариантам опыта (Ишмуратова, Кыздарова, Кали, 2023).

Для тары из фольги и ступенчатого размораживания всхожесть превышала контрольные значения на 22,7 %, а энергия прорастания — на 16,5 %. В остальных вариантах опыта показатели всхожести и энергии прорастания оказались ниже контрольных значений.

В опытах по криоконсервации применяли ряд криопротекторов: спирты (глицерин, этиленгликоль, пропиленгликоль), сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза), ДМСО и смесь криопротекторов PVS-2. Контролем служили семена после 18 месяцев хранения, замораживаемых без криопротекторов.

Применение глицерина не дало положительных результатов (табл. 6) по сравнению с контролем. Более высокие результаты были получены при применении таких криопротекторов, как пропиленгликоль и этиленгликоль.

Т а б л и ц а 6

**Показатели прорастания семян *Valeriana officinalis* при криоконсервации с применением разных криопротекторов**

№	Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3	4
1	Контроль	85,0±3,11	64,0±2,50
2	Глицерин 5 %	40,3±0,52*	35,2±0,63*
3	Глицерин 10 %	15,4 ±0,42*	10,5 ±0,21*
4	Глицерин 15 %	50,54±2,93*	39,81±1,43*
5	Глицерин 20 %	20,4±0,8*	12,4±0,3*
6	Глицерин 25 %	67,5±3,82*	45,4±1,5*

Продолжение Таблицы 6

1	2	3	4
7	Глицерин 30 %	40,2±2,04*	36,52±1,4 *
8	Глицерин 35 %	44,62±1,81*	15,1±0,4*
9	Глицерин 40 %	32,42±0,72*	28,60±0,54*
10	Пропиленгликоль 5 %	55,3±2,0*	41,2±1,4*
11	Пропиленгликоль 10 %	41,3±1,8*	20,8±0,5*
12	Пропиленгликоль 15 %	65,2±3,4*	58,0±2,6
13	Пропиленгликоль 20 %	60,3±3,2*	43,7±1,8*
14	Этиленгликоль 5 %	61,2±3,3*	49,0±0,9*
15	Этиленгликоль 10 %	65,2±2,9*	58,4±2,2
16	Этиленгликоль 15 %	80,3±4,5	45,3±2,0*
17	Этиленгликоль 20 %	85,2±4,6	75,4±3,9*
18	ДМСО 5 %	22,5±0,08*	15,6±0,5*
19	ДМСО 10 %	81,2±5,2	67,8±3,0
20	ДМСО 15 %	10,5±0,2*	5,5±0,1*
21	PVS2	85,1±3,9	77,4±3,4*
22	Сахароза 5 %	45,4±2,1*	36,8±1,0*
23	Сахароза 10 %	25,3±0,6*	14,8±0,1*
24	Сахароза 15 %	5,3±0,04*	1,6±0,05*
25	Сахароза 20 %	15,2±0,2*	10,9±0,3*
26	Сахароза 25 %	55,0±3,1*	40,2±1,1*
27	Сахароза 30 %	27,8±0,5*	20,0±0,6*
28	Сахароза 35 %	36,5±1,0*	20,2±0,4*
29	Сахароза 40 %	75,4±3,6	65,8±3,2
30	Глюкоза 5 %	56,0±2,4*	41,2±1,1*
31	Глюкоза 10 %	54,8±2,8*	42,0±0,9*
32	Глюкоза 15 %	40,4±1,2*	31,2±0,8*
33	Глюкоза 20 %	61,5±3,0*	45,9±1,0*
34	Глюкоза 25 %	70,3±3,4*	67,5±3,3
35	Глюкоза 30 %	18,9±0,6*	11,4±0,5*
36	Глюкоза 35 %	40,6±0,8*	36,2±0,8*
37	Глюкоза 40 %	39,5±0,9*	30,2±0,6*
38	Фруктоза 5 %	61,2±3,2*	55,8±2,2*
39	Фруктоза 10 %	44,8±1,4*	30,7±0,8*
40	Фруктоза 15 %	68,7±2,6*	60,4±3,0
41	Фруктоза 20 %	55,0±1,8*	41,3±2,5*
42	Фруктоза 25 %	90,2±4,5	76,4±3,6*
43	Фруктоза 30 %	79,8±3,7	72,5±3,3

\* Достоверная разница между вариантами опыта в сравнении с контролем при  $P \leq 0,05$

Так, вариант использования криопротекторов этиленгликоля в концентрации 15 и 20 % позволяет достичь всхожести, сравнимой с контрольными значениями, а энергия прорастания во втором варианте значительно повысилась. Так, контроль составлял 64,0 %, опытный вариант — 75,4 %, то есть удалось добиться получения более дружных всходов. Применение криопротекторов PVS-2 и ДМСО не показали высоких результатов. Применение сахаров показало широкий разброс результатов. Так, максимальные значения всхожести и энергии прорастания отмечены для фруктозы в концентрации 25 %. Таким образом, результаты показали, что семенной материал валерианы лекарственной по-разному реагирует на криопротекторы. Лучшие значения для семян валерианы лекарственной отмечены в варианте применения фруктозы в концентрации 25 %.

Для активации прорастания семена *Valeriana officinalis* после 1,5 лет хранения обрабатывали с применением физических методов. Полученные данные свидетельствуют, что их применение во всех вариантах опытов привело к повышению показателей прорастания (рис. 28).

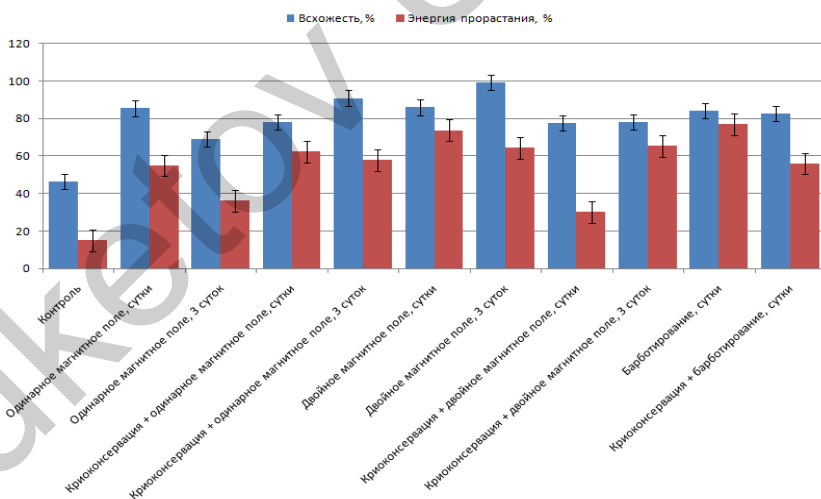


Рисунок 28. Показатели прорастания семян *Valeriana officinalis* при использовании физических методов обработки

Установлено, что всхожесть семян *Valeriana officinalis* достоверно превышала контрольные значения на 22,75–53 %. Максимальные результаты отмечены в варианте опытов с использованием двойного магнитного поля на протяжении 3-х суток.

На последнем этапе нами проанализировано влияние предпосевной обработки с помощью регуляторов роста на всхожесть семян после криоконсервации в течение 1,5 месяцев. Применяли следующие вещества: эпин 0,01 %, корневин 0,05 %, гетероауксин 0,05 %, экстракт хлореллы, гумат калия 0,01 %. Контролем служили семена после криоконсервации без предпосевной обработки.

Результаты показали, что обработка семян перед посевом в течение 12 часов позволила существенно повысить всхожесть и энергию прорастания семян валерианы лекарственной (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

**Всхожесть и энергия прорастания семян *Valeriana officinalis* в зависимости от методов предпосевной обработки регуляторами роста**

№	Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	Контроль	57,5±0,5	45,0±1,77
2	Эпин 0,01 %	59,5±3,35*	56,0±1,18*
3	Гетероауксин 0,05 %	64,25±1,71*	53,5±2,38
4	Корневин 0,05 %	62,25±2,63	50,75±0,96
5	Гумат калия 0,01 %	72,5±3,3*	66,5±1,70*
6	Экстракт хлореллы	61,2±3,5	58,4±2,6

\* — Достоверное отличие от контроля при P<0,05.

Так, после применения корневина всхожесть выросла на 4,75 %; энергия прорастания на 5,75 %. Применение гетероауксина позволило увеличить данные показатели на 6,75 и 8,5 % соответственно. Экстракт хлореллы позволил увеличить всхожесть на 3,7 %, а энергию прорастания на 13,4 % в сравнении с контролем. Минимальный эффект отмечен для эпина, при воздействии которого всхожесть выросла на 2,0 %, а энергия прорастания — на 11 %.

Максимальные результаты получены в варианте предпосев-ного замачивания с гуматом калия: всхожесть повысилась на 35 %, энергия прорастания — на 31,5 %.

Таким образом, из химических методов обработки семян валерианы лекарственной для активации всхожести и энергии прорастания можно рекомендовать применение гумата калия, из физических — обработку двойным полем в течение 3-х суток.

По итогам проведенных экспериментов был составлен алгоритм криоконсервации семенного материала валерианы лекарственной (рис. 29).

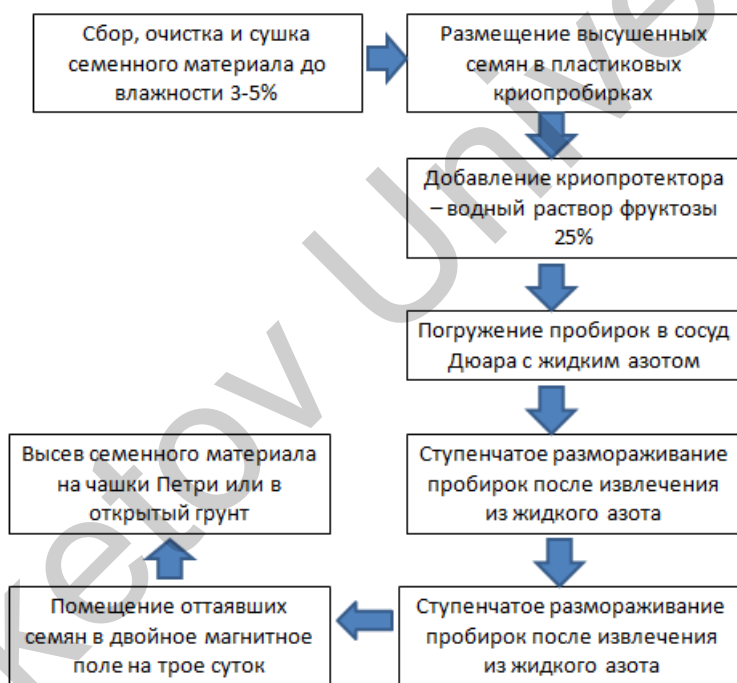


Рисунок 29. Алгоритм криоконсервации семенного материала валерианы лекарственной

## 2.7 *Echinacea pallida*

*Echinacea pallida* — эхинацея бледная, относится к семейству *Asteraceae*, родом из центральной области США. Это — травянистое многолетнее растение. Ортотропный побег, имеет слабое разветвление. Длина побега составляет от 100 до 125 см. Стебель опушен жесткими волосками. Корневище вертикально-утолщенное, мясистое, стержневое. Листья простые, в нижней части побега — черешковые, в верхней — сидячие. Форма листа от ланцетной до овальной; края цельные, поверхность — опушенная.

Одиночные корзинки расположены на концах генеративных побегов, крупные, 8–10 см в диаметре. Листочки обертки конической формы, лежат в 2–5 рядов. Цветки двух типов: краевые — ложно-язычковые, пестичные, стерильные; центральные — дисковые, фертильные, обоеполые (рис. 30).

Лекарственным растительным сырьем *Echinacea pallida* являются надземные органы, собранные в фазе цветения, а также корни и корневища.



Рисунок 30. Цветущие побеги *Echinacea pallida*

Применяют растительные препараты на основе эхинацеи бледной в народной и традиционной медицине при следующих заболеваниях: заболевания дыхательного тракта (различные типы простуд, вирусный грипп, ангина, воспаление легких, бронхит),

при стоматитах, простатите и цистите, как восстанавливающее при вирусных гепатитах, сепсисе, наружно — при лечении пролежней, ожогах, гнойных язв, фурункулезе, псориаза, помогает при депрессии и хронической усталости (Bauer, 1996; Dorsch, 1996; Barrett, 2003; Barnes et al., 2005; Поспелов, 2013; Богданов и др., 2019).

Семена эхинацеи средних размеров, сплюснуто-четырёхгранные, широко-клиновидные, обратно-пирамидальные, средняя длина составляет  $4,61 \pm 0,5$  мм, а ширина —  $2,61 \pm 0,45$  мм, имеющие серо-коричневый цвет. Поверхность шероховатая. Выражен носик. Вес 1000 штук  $6,4 \pm 0,28$  г (рис. 31).

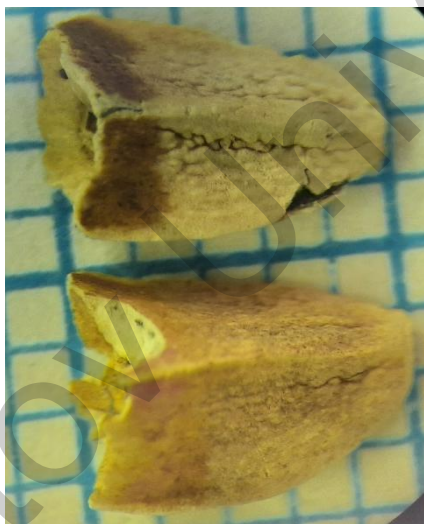


Рисунок 31. Морфология семени *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»

В случае хранения семенного материала при положительных температурах ( $+22 \dots 24$  °C) приводит к постепенному снижению всхожести семян, дольше семена хранятся при низких положительных температурах ( $+2 \dots 4$  °C), но все жизнеспособность семян снижается на 20–30 %.

Перед началом проведения экспериментов была установлена контрольная всхожесть семян испытываемого вида. Произведя по-

становку опытов и проанализировав полученные результаты, было установлено, что семенной материал *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» следует проращивать на свету, так исходная всхожесть семян составила  $62,50 \pm 8,33$  %. В темноте семена продемонстрировали следующую всхожесть —  $60,5 \pm 7,25$  %. Таким образом, семена проращивать рекомендуется при температуре  $+22...24^\circ\text{C}$  на свету (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

**Всхожесть семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» при различных условиях освещения**

Показатели прорастания, %	Условия проращивания	
	На свету	В темноте
Энергия прорастания	$62,50 \pm 8,33$	$45,75 \pm 4,91$
Всхожесть	$62,50 \pm 8,33$	$60,5 \pm 7,25$

При хранении семян в сжиженном азоте на всхожесть растительного материала оказывает тара, в которой осуществляется замораживание (Гаврилькова, Ишмуратова, Тлеукунова, 2023). Лучшая энергия прорастания и всхожесть наблюдалась у семян, хранимых при температуре сжиженного азота в конвертах из фольги —  $79,0 \pm 8,45$  %, что возможно связано с химической структурой тары. Показатели прорастания семенного материала, замораживаемого в криобиологических пробирках составили  $71,25 \pm 2,56$  %.

Сравнив всхожесть с контрольной группой было определено, что всхожесть семенного материала в опытах с криобиологическими пробирками выше на 8,75 %, а в варианте с конвертами из фольги на 16,5 % (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

**Криозамораживание семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» в различных тарах**

Тара	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	$62,50 \pm 8,33$	$62,50 \pm 8,33$
Конверты из фольги	$79,0 \pm 2,45^*$	$79,0 \pm 2,45^*$
Пластиковые пробирки	$71,25 \pm 1,56^*$	$71,25 \pm 1,56^*$

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, для семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» рекомендуемой тарой при криозамораживании является фольговая.

При проведении лабораторных исследований были использованы два режима размораживания: медленное при комнатной температуре (+22 °С) и быстрое на водяной бане (+40 °С).

Быстрое оттаивание после криогенного хранения для семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» оказался лучшим вариантом, всхожесть составила — 100±0,8 %, что превышает данные контроля на 37,5 %. При медленном оттаивании семян всхожесть оказалась 80,0±0,25 %, что выше контроля на 17,5 % (табл. 10).

Т а б л и ц а 1 0

**Показатели прорастания семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» в зависимости от режима оттаивания**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль	62,50±8,33	62,50±8,33
Медленное оттаивание	80,0±0,25*	80,0±0,25*
Быстрое оттаивание	100±0,8*	90,0±1,0*

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

В лабораторных исследованиях было использовано поэтапное (двухступенчатое) и быстрое замораживание. Быстрое замораживание осуществлялось путем быстрого погружения растительных образцов в криопробирках и конвертах из фольги в сжиженный азот на трое суток. Двухступенчатое замораживание проводилось также в конвертах из фольги и криобиологических пробирках. После нахождения семенного материала исследуемого вида в сжиженном азоте, был использован медленный режим размораживания.

При оптимизации условий размораживания было определено, что при шоковом замораживании лучшей тарой оказалась фольговая. Всхожесть определена на уровне 79,0 %, тогда как в пластиковой таре — 71,25 %. При двухступенчатом замораживании лучшую всхожесть обнаружили варианты, замороженные в фольге — 76,75 %, в пластиковых пробирках ниже — 64,0 % (табл. 11).

Т а б л и ц а 11

**Режимы замораживания в жидком азоте семенного материала  
*Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»**

Показатели роста, %	Быстрое замораживание		Двуступенчатое замораживание		Контроль
	пластик	фольга	пластик	фольга	
Энергия прорастания	71,25±1,56*	79,0±2,45*	64,0±1,18*	76,75±1,88*	62,50±8,33
Всхожесть	71,25±1,56*	79,0±2,45*	64,0±1,18*	76,75±1,88*	62,50±8,33

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

Проведя сравнительный анализ двух используемых видов замораживания, было определено, что лучшим способом криодепонирования является быстрый метод замораживания в конвертах из фольги. Всхожесть семян в данном варианте опыта по сравнению с контрольными значениями улучшилась на 16,5 %.

В дальнейших исследованиях были применены эндоцеллюлярные криозащитные вещества: глицерин, ДМСО, этиленгликоль, полиэтиленгликоль, PVS2, а также экзоцеллюлярные криозащитные вещества в виде сахаров: сахароза и глюкоза (от 5 до 40 %), фруктоза (от 5 % до 30 %).

По итогам исследований было определено, что лучшей концентрацией сахарозы является 40 %-ный раствор, всхожесть при которой составила — 79,0 % (табл. 12).

Показатели всхожести оказались ниже контрольных значений при использовании в качестве криопротектора концентраций сахарозы от 5 до 40 %. Лучшие данные отмечены для 40 %-ного раствора сахарозы, что выше контрольных показателей на 16,5 % и сопоставим с быстрым замораживанием без использования криопротекторных веществ.

Проанализировав полученные данные по экспериментам, проведенным с изучением влияния криозащитного вещества — глюкозы, продемонстрировали лучшую всхожесть при использовании 40 % раствора глюкозы. Всхожесть увеличилась по сравнению с контрольной группой на 17 % и на 0,5 % с быстрым замораживанием (табл. 13).

Таблица 12

**Жизнеспособность семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»,  
предварительно обработанных различными концентрациями  
сахарозы**

Концентрации криопротектора	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без заморозки	62,50±8,33	62,50±8,33
Контроль, с заморозкой	79,0±1,45	79,0±1,45
5 %	5,0±5,77	5,0±5,77
10 %	7,75±0,29	7,75±0,29
15 %	6,50±0,33	6,50±0,33
20 %	7,25±0,29	20,5±0,33
25 %	30,0±11,55	30,0±11,55
30 %	43,0 ±9,33	43,0 ±9,33
35 %	60,0±9,43	60,0±9,43
40 %	66,0±8,92*	79,0±3,02*

\* — Достоверное отличие от контроля при P<0,05.

Таблица 13

**Показатели прорастания семян *Echinacea pallida*  
сорта «Лебедушка», предварительно обработанных  
различными концентрациями глюкозы**

Концентрации криопротектора	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без заморозки	62,50±8,33	62,50±8,33
Контроль, с заморозкой	79,0±1,45	79,0±1,45
5 %	10,0±0	10,0±0
25 %	21,25±0,87	21,25±0,87
30 %	33,0±0	66,0±0,94
35 %	70,0±0,94	70,0±0,94
40 %	79,50±1,97*	79,50±1,97*

\* — Достоверное отличие от контроля при P<0,05.

Применяя 10 %, 15 %, 20 %-ные растворы глюкозы не проявили положительного эффекта в отношении прорастания семян. Семена не проросли. Снижение энергии прорастания и всхожести наблюдались у семян, обработанных 5 %, 25 %, 30 %-ым раствором глюкозы. Положительную динамику продемонстрировали семена, обработанные 35 % и 40 %-ными растворами глюкозы.

Применение фруктозы не показало положительных результатов. Показатели прорастания оказались ниже контрольных значений (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

**Энергия прорастания и всхожесть семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка», предварительно обработанных различными концентрациями фруктозы**

Концентрации криопротектора	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без заморозки	62,50±8,33	62,50±8,33
Контроль, с заморозкой	79,0±1,45	79,0±1,45
10 %	30,0±0,94	30,0±0,94
15 %	30,0±0,94	30,0±0,94
20 %	20,25±0,99	20,25±0,99
25 %	23,50±0,33	46,25±1,19
30 %	32,75±0,55	49,50±0,75

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

При использовании глицерина наилучшую всхожесть продемонстрировали семена, предварительно обработанные 40 %-ным раствором глицерина — 100 %. PVS2 продемонстрировал лучшую всхожесть по сравнению с контролем на 21,75 % и на 15,25 % с быстрым замораживанием (табл. 15).

Т а б л и ц а 15

**Сохранение жизнеспособности семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка», предварительно обработанными криопротекторами глицерин, ДМСО и PVS2**

Концентрации криопротектора	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без заморозки	62,50±8,33	62,50±8,33
Контроль, с заморозкой	79,0±1,45	79,0±1,45
25 %-ый р-р глицерина	63,0±0	63,50±0,33
30 %-ый р-р глицерина	8,3±0,63	8,3±0,63
35 %-ый р-р глицерина	100±0*	100±0*
40 %-ый р-р глицерина	66,50±0,33	74,50±0,33
PVS2	83,3±0,75*	84,25±0,29*
10 %-ый р-р ДМСО	7,0±0,47	7,25±0,55
15 %-ый р-р ДМСО	28,25±0,29	29,25±0,29

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Растворы ДМСО не оказали положительного эффекта на прорастание семенного материала исследуемого вида.

Проведя сравнительный анализ по использованию этиленгликоля и полиэтиленгликоля, было установлено наилучшие концентрации, при которых достигаются наилучшие показатели. 15 %-ный раствор этиленгликоля продемонстрировал лучшую жизнеспособность — 82,25 %. Самые высокие показатели выявлены в варианте криозамораживания в 5 %-ном растворе полиэтиленгликоля (табл. 16).

Т а б л и ц а 16

**Прорастание семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»,  
предварительно обработанных этиленгликолем  
и полиэтиленгликолем**

Концентрации криопротектора	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без заморозки	62,50±8,33	62,50±8,33
Контроль, с заморозкой	79,0±1,45	79,0±1,45
5 %-ый р-р этиленгликоля	71,5±4,63	75,25±5,86
10 %-ый р-р этиленгликоля	51,25±9,97	65,0±7,57
15 %-ый р-р этиленгликоля	82,25±8,06*	82,25±8,06*
20 %-ый р-р этиленгликоля	66,75±19,63	66,75±19,63
5 %-ый р-р полиэтиленгликоля	88,0±9,29*	88,0±9,29*
10 %-ый р-р полиэтиленгликоля	74,75±9,72	83,25±11,17*
15 %-ый р-р полиэтиленгликоля	61,25 ±9,70	61,25 ±9,70
20 %-ый р-р полиэтиленгликоля	70,25±4,91	74,75±5,51

\* — Достоверное отличие от контроля при P<0,05.

Таким образом, семена *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» рекомендуется перед замораживанием в сжиженном азоте обрабатывать 40 %-ным раствором глицерина, при которой наблюдалась 100 % всхожесть.

Так как всхожесть семян из года в год снижается, и сроки сохранения ограничены, поэтому одним из эффективных и сравнительно недорогих способов является применение регуляторов роста, способствующих улучшению показателей прорастания семян.

Экспериментальным путем в лабораторных условиях апробированы регуляторы роста: эпин Экстра, гетероауксин, корне-

вин, гумат калия, экстракт хлореллы, в качестве предпосевной обработки.

Проведено два варианта опытов: без предварительного криохранения и с хранением в парах жидкого азота в течение суток, последующим погружением семян в растворы регуляторов роста, после чего производили оценку всхожести и энергии прорастания семян (табл. 17).

Т а б л и ц а 17

**Влияние регуляторов роста на показатели жизнеспособности семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»**

Показатели роста, %	Контроль	Гумат		Хлорелла		Эпин		Гетероауксин		Корневин	
		Бк	К	Бк	К	Бк	К	Бк	К	Бк	К
Энергия прорастания	62,50±8,33	70,0±0*	60,0±0	80,0±0*	100±0*	98,25±1,36*	75,0±3,33*	82,25±0*	72,5±1,67*	98,25±1,36*	62,5±5,53
Всхожесть	62,50±8,33	79,5±0,58*	80,25±0,5*	90,0±0*	100±0*	100±0*	85,0±7,45*	82,25±0*	72,5±1,67*	99,75±0,29*	70,0±4,71*

\* — достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ ; бк — без криохранения; к — криохранение.

Регуляторы роста оказали благоприятное воздействие на прорастание семян и развитие проростков. В случае депонирования семенного материала методом криохранения, рекомендуется использовать суспензию хлореллы, так как наблюдается 100 %-ная всхожесть семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка».

Одновременно были испытаны физические методы активации прорастания семян эхинацеи. В вариантах опыта барботированием семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» была установлена всхожесть в 75,25 % при данных энергии прорастания в 60,0 %. По сравнению с контролем всхожесть увеличилась на 0,25 %. При предварительном замораживании семян в криопр-

бирках в сжиженном азоте и последующим барботирование в течение суток наблюдались следующие показатели прорастания: всхожесть составила  $65,0 \pm 3,33$  %, а энергия прорастания —  $60,0 \pm 6,67$  % (табл. 18).

Т а б л и ц а 1 8

**Жизнеспособность семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка», подвергшихся процессу барботирования**

Показатели прорастания	Контроль	Без криогенного хранения	С криогенным хранением
Энергия прорастания, %	$65,0 \pm 1,0$	$60,0 \pm 6,34$	$60,0 \pm 6,67$
Всхожесть, %	$75,0 \pm 2,77$	$75,25 \pm 3,51^*$	$65,0 \pm 3,33$

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Проанализировав опыты по обработке семян с помощью магнитного одинарного и двойного полей в течение одних и трех суток, было установлено положительное их влияние на прорастание семян. В эксперименте наблюдалось повышение показателей в сравнении с контролем. Всхожесть семян после воздействия одинарного магнитного поля в течение суток составила  $85,25 \pm 3,18$  %, а после 3 суток —  $90,0 \pm 0$  %. Лучшие показатели продемонстрировали семена, испытывающие воздействие одинарного магнитного поля в течение 3 суток. Всхожесть увеличилась на 15 % по сравнению с контролем (табл. 19).

Т а б л и ц а 1 9

**Жизнеспособность семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» в эксперименте с воздействием магнитных полей**

Показатели прорастания, %	Контроль	Семена без криоконсервации			
		Одинарное магнитное поле		Двойное магнитное поле	
		1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток
Энергия прорастания	$65,0 \pm 1,0$	$75,5 \pm 3,21^*$	$86,25 \pm 2,76^*$	$60,5 \pm 6,35$	$54,25 \pm 2,51$
Всхожесть	$75,0 \pm 2,77$	$85,25 \pm 3,18^*$	$90,0 \pm 0^*$	$85,0 \pm 3,33^*$	$75,0 \pm 3,33$

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, учитывая влияние одинарного магнитного поля на жизнеспособность семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» рекомендуется подвергать воздействию магнита в течение 3 суток.

Эксперименты, проводимые с воздействием двойного магнитного поля на семенной материал *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» показали, что всхожесть была либо сравнимой с контрольными значениями либо выше на 10 %. Жизнеспособность семян, подвергшихся воздействию двойного магнитного поля в течение суток, составила  $85,0 \pm 3,33$  %, а после трех суток —  $75,0 \pm 3,33$  %.

При проведении исследований установлено положительное влияние магнитного поля на прорастание семян. Поэтому в эксперименте была апробирована предпосевная обработка семян магнитным полем после криодепонирования.

Проанализировав полученные результаты, было установлено, что в варианте опыта с воздействием на семена магнитных полей, после хранения в сжиженном азоте жизнеспособность материала оказалось выше контрольных значений, что свидетельствует о положительном влиянии магнитных полей на прорастание семян (табл. 20).

Т а б л и ц а 2 0

**Прорастание криоконсервируемых семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка», подвергшихся воздействию магнитных полей**

Показатели прорастания, %	Контроль	Одинарное магнитное поле		Двойное магнитное поле	
		1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток
Всхожесть	$75,0 \pm 2,77$	$80,5 \pm 0,58^*$	$77,5 \pm 8,66^*$	$85,0 \pm 3,33^*$	$90,0 \pm 0$
Энергия прорастания	$65,0 \pm 1,0$	$78,0 \pm 3,13^*$	$65,5 \pm 9,68^*$	$75,0 \pm 10^*$	$75,0 \pm 3,33^*$

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Лучшие результаты получены в варианте воздействия двойного магнитного поля в течение 3 суток. При воздействии на исследуемый материал одинарного магнитного поля, лучшие показатели прорастания продемонстрировали семена, подвергшиеся облучению в течение одних суток. Всхожесть в данном варианте

опыта составила 80,5 %, что превышает контроль на 5,5 %. При обработке двойным магнитным полем лучшим сроком воздействия определены 3 суток, всхожесть составила — 90,0 %, по сравнению с контролем всхожесть увеличилась на 15 %.

Таким образом, в целях долгосрочного депонирования рекомендуемым способом получения более жизнеспособных семян является обработка растительного материала в течение суток при температуре сжиженного азота и последующим влиянием двойного магнитного поля в течение 3 суток.

Аналогичные опыты были проведены при использовании He-Ne лазерного облучения семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка», период обработки составил от 30 секунд до 4 минут. Длина волны лазера составляла 632 нм, интенсивность — 5 мВт/см<sup>2</sup>.

Наблюдения показали, что оптимальная лазерная биостимуляция составила 2 минуты, без предварительного депонирования в парах жидкого азота. Всхожесть семян и энергия прорастания в данном варианте опыта составила 95 и 85 %, соответственно, что выше контроля на 20 % (табл. 21).

Т а б л и ц а 2 1

**Влияние лазерного облучения на показатели прорастания семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»**

Показатели прорастания, %	Контроль	Без криозамораживания				С криозамораживанием			
		30 сек	1 мин	2 мин	4 мин	30 сек	1 мин	2 мин	4 мин
Энергия прорастания	65,0±1,0	60,0±6,67	64,5±16,34	85,0±3,33*	60,0±0	55,0±7,01	90,0±6,67*	50,0±6,67	40,0±0
Всхожесть	75,0±2,77	70,0±6,67	70,5±12,38	95,0±3,33*	85,0±3,33*	66,75±6,84	90,0±6,67*	60,0±0	50,0±6,67

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

В эксперименте после депонирования в сжиженном азоте лучшую всхожесть демонстрировали семена, облученные в течение 1 минуты — 90,0 %

Сравнив все физические методы (барботирование, воздействие магнитными полями, облучение лазерным лучом) воздействия на сохранение жизнеспособности семян исследуемого вида *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» было установлено, что лучшим способом, позволяющим достичь наилучших показателей прорастания является облучение лазером в течение 2-х минут.

На основании проанализированных результатов исследований был составлен алгоритм криогенного хранения семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка» (рис. 32).



Рисунок 32. Алгоритм хранения в парах жидкого азота семян *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка»

## 2.8 *Echinacea purpurea*

*Echinacea purpurea* — эхинацея пурпурная из семейства *Asteraceae*, родом из восточной части США, культивируется как ценное декоративное и лекарственное растение. Растение многолетнее, побеги прямостоячие, 60–100 см высотой. Прикорневые листья в прикорневой розетке с длинными черешками, широко-овальной формы, края зубчатые; стеблевые листья — сидячие, узколанцетные, мелко-опушенные (рис. 33).

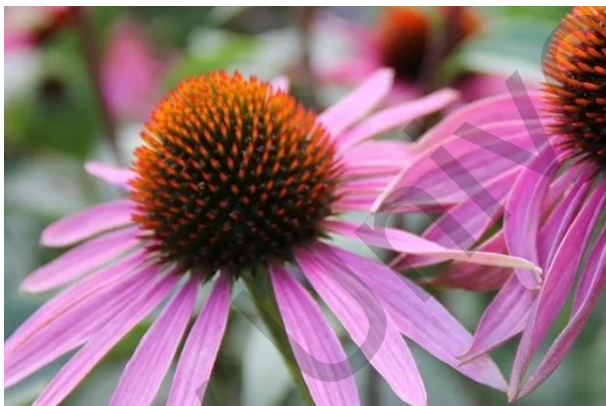


Рисунок 33. Соцветие *Echinacea purpurea*

Соцветия — корзинки, сидят на верхушках побегов, крупные, до 15 см в диаметре. Как у предыдущего вида, цветки двух типов — язычковые и трубчатые, окраска — красноватая (Флора Казахстана, 156–1966).

Трава эхинацеи пурпурной оказывает иммуномодулирующий, антиоксидантный, противовоспалительный эффекты, повышает неспецифическую резистентность организма (в том числе к возбудителям гриппа и герпеса), улучшает обменные процессы, особенно в печени и почках, обладает капилляропротекторным действием (Manay et al., 2015; Сидельников и др., 2015; Джолиметов и Уйасова, 2022).

Способствует быстрому заживлению ран, язв и ожогов, способствует нормализации гормонального баланса, облегчает состояние менопаузы. Отвар применяется в комплексной терапии

инфекционных заболеваний, эффективен при лечении аутоиммунных заболеваний, как некоторые виды гепатита и ревматоидный артрит. Биологически активные вещества эхинацеи способствуют улучшению углеводного и липидного обмена, может способствовать уменьшению веса в период диет и занятий спортом.

Семена средних размеров, широко-клиновидные, обратно-пирамидальные, сплюснuto-четырёхгранные, средняя длина составляет  $3,75 \pm 0,8$  мм, а ширина —  $1,57 \pm 0,82$  мм, имеющие серо-коричневый цвет. Поверхность шероховатая. Выражен носик. Вес 1000 штук 4–5 г (рис. 36).



Рисунок 36. Семена *Echinacea purpurea* сорт «Ливадия»

Перед началом проведения исследований в контрольной группе были определены показатели прорастания на свету и в темноте. Выявлено, что всхожесть семян *Echinacea purpurea* на свету составила 80 %, энергия прорастания составила 75 %, тогда как темноте 70 и 64 % соответственно.

В опытах были применены следующие тары: криобирки и тара из фольги. Максимальные показатели прорастания после криодепонирования выявлены в варианте применения тары из пластика — 70 % (Ишмуратова и др., 2023). Всхожесть и энергия прорастания семян *Echinacea purpurea* в таре из фольги составила 60 %. Полученные данные оказались на 20 и 10 % выше ниже контрольных показателей (табл. 22).

**Замораживание семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»  
в различных тарах**

Тара	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	75,0±1,1	80,0±1,0
Конверты из фольги	60,0±1,0*	60,0±1,0*
Пластиковые пробирки	60,0±0,9*	70,0±1,3*

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

Таким образом, при криогенном хранении семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» рекомендуемой тарой считаются пластиковые криобиологические пробирки.

Оптимизация условий размораживания после криоконсервации позволило определить преимущество медленного метода, при котором всхожесть была аналогична данным контроля. При быстром оттаивании всхожесть составила 60 %, что ниже контрольных значений на 20 % (рис. 37).

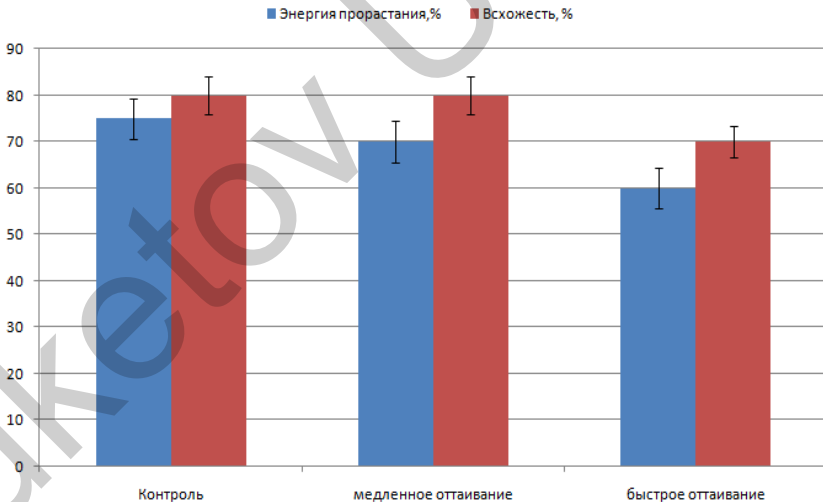


Рисунок 37. Показатели прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» в зависимости от режима размораживания

Таким образом, для достижения наилучших показателей прорастания и сохранности семян исследуемого вида и сорта рекомендуется применять медленный режим размораживания при комнатной температуре +22 °С.

В лабораторных исследованиях было использовано поэтапное (двуступенчатое) и быстрое замораживание. По результатам проведенных исследований, было установлено, что при быстром погружении семян в пары жидкого азота, наилучшей тарой являются криопробирки из пластика. В опытах применялся медленный режим оттаивания. Всхожесть семенного материала при данном варианте опыта составила 70,0±1,3 %, а у семян, замораживаемых в конвертах из фольги, — 60,0±1,0 %. При двуступенчатом замораживании семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» лучшая всхожесть наблюдалась у семян, находящихся в конвертах из фольги, — 91,75±9,53 % (табл. 23).

Т а б л и ц а 23

**Режимы замораживания в жидком азоте семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»**

Показатели роста, %	Быстрое замораживание		Двуступенчатое замораживание		Контроль
	пластик	фольга	пластик	фольга	
Энергия прорастания	60,0±0,9	60,0±1,0	75,0±11,06	87,50±14,43*	75,0±1,1
Всхожесть	70,0±1,3	60,0±1,0	80,0±9,43	91,75±9,53*	80,0±1,0

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

При быстром замораживании семенного материала исследуемого сорта всхожесть в пластиковых пробирках составила 70,0±1,3 % и в конвертах из фольги — 60,0±1,0 %, что ниже контрольных значений на 10 % и на 20 % соответственно. Всхожесть при поэтапном замораживании в пластиковых пробирках составила 80,0±9,43 %, что сопоставимо с контрольной группой, а при использовании конвертов из фольги — 91,75±9,53 %, что превышает контроль на 11,75 %.

При использовании метода быстрого замораживания семян в жидком азоте отмечено прорастание семени на 4 сутки, а при

двуступенчатом на 3 сутки, по сравнению с контролем прорастание наблюдается на 5 сутки.

Таким образом, для достижения наилучших показателей жизнеспособности, рекомендуется использовать поэтапное замораживание в конвертах из фольги.

При криозамораживании были испытаны различные концентрации осмотически активных криозащитных веществ: сахарозы и глюкозы (от 5 до 40 %), фруктозы (от 5 % до 30 %) и осмотически неактивные: полиэтиленгликоль и этиленгликоль (от 5 % до 20 %), глицерин (от 5 % до 40 %), ДМСО (5 %, 10 %, 15 %), PVS2.

При использовании криопротекторов была сначала определена оптимальная концентрация вещества, а затем и его вид. Наилучшая всхожесть наблюдалась при погружении семян в 40 %-ый раствор сахарозы — 37,5 %, что ниже контрольных значений на 43,5 %; 30 %-ый раствор глицерина — 42 %, что ниже контроля на 38 %; 5 %-ый ДМСО — 46,5 %, что ниже контрольных значений на 33,5 %; 30 %-ый раствор глюкозы — 90 %, что выше контроля на 10 %; 30 %-ый раствор фруктозы демонстрирует наилучшую всхожесть — 99,25 %, по сравнению с контролем показатель повысился на 19,25 %; 10 %-ый раствор этиленгликоля — 79,25 %, что ниже на 0,75 %, 15 %-ый раствор полиэтиленгликоля — 66,5 %, что ниже на 13,5 % (табл. 24).

Т а б л и ц а 2 4

**Всхожесть и энергия прорастания *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» в различных вариантах эксперимента с криопротекторами**

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
Контроль	75,0±1,1	80,0±1,0
5 %-ый р-р сахарозы	7,25±3,0*	7,25±3,0*
10 %-ый р-р сахарозы	6,0 ±2,62*	6,0 ±2,62*
15 %-ый р-р сахарозы	4,25±3,28*	4,25±3,28*
20 %-ый р-р сахарозы	5,25±2,76*	5,25±2,76*
25 %-ый р-р сахарозы	12,75±6,76*	12,75±6,76*
30 %-ый р-р сахарозы	5,0 ± 2,91*	5,0±2,91*
35 %-ый р-р сахарозы	9,50±4,23*	9,50±4,23*
40 %-ый р-р сахарозы	37,50±4,96*	37,50±4,96*

Продолжение таблицы 24

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
15 %-ый р-р глюкозы	20,0±0*	20,0±0*
20 %-ый р-р глюкозы	50,75±0,55*	60,0±0,94*
25 %-ый р-р глюкозы	69,50±0,75	80,0±0,94
30 %-ый р-р глюкозы	79,50±0,75	90,0±0,94*
35 %-ый р-р глюкозы	59,50±0,75	70,0±0,94*
40 %-ый р-р глюкозы	66,75±0,55	77,0±0,47
20 %-ый р-р фруктозы	27,25±0,29*	36,50±0,33*
25 %-ый р-р фруктозы	33,25±0,55*	43,25±0,55*
30 %-ый р-р фруктозы	99,25±0,55*	99,25±0,55*
30 %-ый р-р глицерина	42,0±1,45*	42,0±1,45*
PVS2	32,25±11,84*	46,5±2,33*
5 %-ый р-р ДМСО	46,5±2,33*	46,5±2,33*
5 %-ый р-р этиленгликоля	8,25±9,53*	8,25±9,53*
10 %-ый р-р этиленгликоля	79,25±14,40	79,25±14,40
15 %-ый р-р этиленгликоля	68,3±1,25	70,5±0,33
20 %-ый р-р этиленгликоля	29,0±19,70*	29,0±19,70*
10 %-ый р-р полиэтиленгликоля	12,50±14,43*	12,50±14,43*
15 %-ый р-р полиэтиленгликоля	66,50 ±22,33	66,50 ±22,33
20 %-ый р-р полиэтиленгликоля	58,5±5,67*	58,5±5,67*

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии криозащитных веществ. Лучшие результаты получены на фоне 30 %-ого раствора фруктозы либо глюкозы.

Для активации прорастания семян были применены следующие варианты опыта: а) без предварительного криогенного депонирования семян в течение суток и обработкой семян в течение суток регулятором роста; б) с погружением семенного материала в пары жидкого азота на 24 часа с последующим внесением семян в чашки Петри с регулятором роста. При проведении экспериментальных исследований в качестве регуляторов роста были использованы: гетероауксин, корневин — стимулятор корнеобразования; эпин Экстра, гумат калия — повышающий устойчивость к неблагоприятным факторам среды; суспензия хлореллы — стимулирующая рост корней и завязи.

В результате проведенных лабораторных исследований было установлено, что регуляторы роста оказывают положительное влияние на рост и развитие проростков *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия». Наилучшую всхожесть продемонстрировали семена, обработанные суспензией хлореллы и гетероауксином и предварительно подвергнутые воздействию экстремально низких температур. Показатели прорастания улучшились по сравнению с контрольными значениями на 2,5 % (табл. 25).

Т а б л и ц а 25

**Жизнеспособность семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», испытывающих влияние регуляторов роста**

Показатели роста, %	Хлорелла		Гетероауксин		Корневин		Контроль
	Без крио	С крио	Без крио	С крио	Без крио	С крио	
Энергия прорастания	67,5 ±12,8	50,0 ±0	42,5 ±8,66	77,5 ±7,26	42,5 ±7,26	64,5 ±9,68	75,0 ±1,1
Всхожесть	82,5 ±7,26*	65,0 ±3,33	70,0 ±8,16	82,5 ±2,89*	67,75 ±3,0	70,0 ±6,67	80,0 ±1,0

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$

Сравнив опыты с влиянием суспензии хлореллы на прорастание семян исследуемого сорта, было установлено, что наилучшие результаты выявлены в варианте без предварительного криозамораживания. Всхожесть семян составила 82,5 %, что выше контрольных показателей на 2,5 %.

Максимальные показатели прорастания продемонстрировал вариант с криодепонированием и последующей обработкой гетероауксином — 82,5 %. Энергия прорастания и всхожесть семян исследуемого сорта оказалась ниже значений контрольной группы в вариантах опыта без криогенного хранения на 12,75 %, а с хранением в парах жидкого азота — 10 %, при использовании корневина в качестве регулятора роста.

Таким образом, наилучшим регулятором роста, обеспечивающим прорастание семян и активное формирование проростка в варианте без криоконсервации, — суспензия хлореллы, а после криоконсервации — раствор гетероауксина.

При изучении влияния гумата калия и эпина Экстра в качестве регуляторов роста была проиллюстрирована положительная динамика прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия». Лучшую всхожесть продемонстрировали семена с предварительным хранением в парах жидкого азота в течение суток и последующим выдерживанием в течение 24 часов в эпине Экстра — 85 %, что превышает контрольные значения на 5 % (табл. 26).

Т а б л и ц а 2 6

**Показатели прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», обработанных гуматом калия и эпином Экстра**

Показатели роста, %	Гумат		Эпин Экстра		Контроль
	Без крио	С крио	Без крио	С крио	
Энергия прорастания	50,75±4,04	30,0±6,67	52,5±8,66	65,0±2,75	75,0±1,1
Всхожесть	65,25±3,51	60,0±0	77,5±2,89	85,0±3,33*	80,0±1,0

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

В опытах с использованием гумата наблюдалось снижение показателей прорастания семенного материала исследуемого вида по сравнению с контролем в среднем на 17,37 %. В эксперименте с эпином Экстра наблюдалась противоположная картина, т.е. происходило увеличение показателя всхожести семян в среднем на 1,25 %.

Проведя сравнительный анализ использования регуляторов роста, была установлена наилучшая всхожесть семян исследуемого вида *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия». Семена, предварительно депонируемые в течение суток в парах жидкого азота, и обработанные в течение 24 часов в эпине Экстра продемонстрировали наилучшую всхожесть семян — 85 %, что достоверно выше контроля.

Одновременно проводили испытание физических методов биоактивации всхожести семян. Семена *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» после воздействия магнитного поля показатели прорастания ниже контрольных данных (рис. 38).

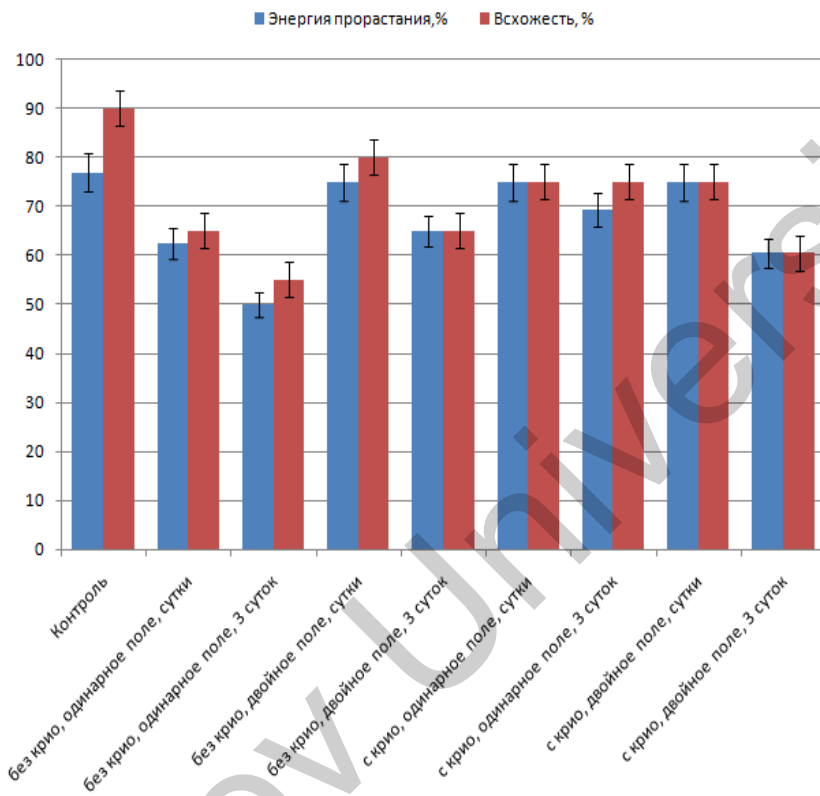


Рисунок 38. Показатели жизнеспособности семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» в зависимости от воздействия магнитного поля

Таким образом, для семян *Echinacea purpurea* обнаружено отрицательное воздействие магнитных полей для увеличения показателей прорастания во всех вариантах обработки.

Применение барботирования также показало, что обработка данным методом не дала высокой эффективности в сравнении с контролем (рис. 39).



Рисунок 39. Показатели прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» при разных вариантах барботирования

На последнем варианте нами рассматривалось влияние лазерного облучение в качестве метода активации всхожести. Семена облучали He-Ne лазером с период воздействия от 30 секунд до 4 минут. Лазерная биостимуляция дала лучшие показатели жизнеспособности семян в варианте облучения в течение 1 минуты (рис. 40).

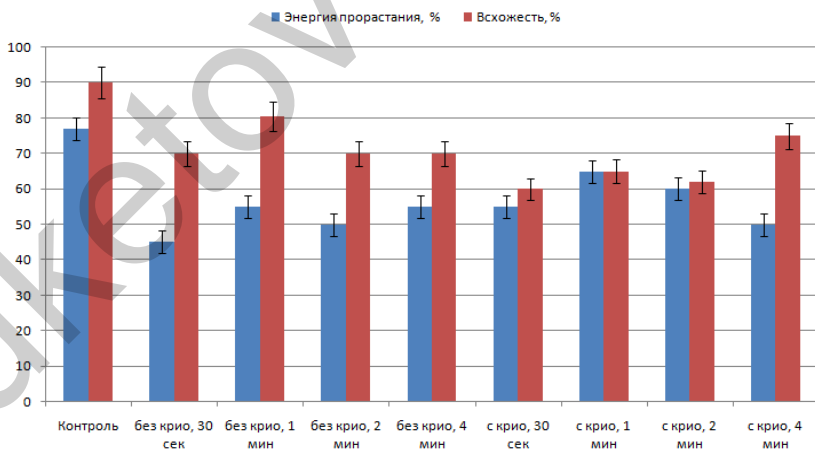


Рисунок 40. Показатели прорастания *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» при использовании лазерного облучения

Таким образом, метод облучения He-Ne лазером отрицательно повлиял на показатели прорастания семян эхинацеи пурпурной.

На основании проанализированных данных лабораторных исследований был определен алгоритм криодепонирования семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» (рис. 41).



Рисунок 41. Алгоритм криодепонирования семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»

## 2.9 *Silybum marianum*

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gertn.) — представитель семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Является однолетним или двулетним растением. Главный стебель крепкий, ребристый с разветвлениями. У расторопши есть белые пятна или мраморность вдоль жилок темно-зеленых листьев. Широкие

листья с глубокими лопастями, а прикорневые листья могут достигать 50 см в длину и 25 см в ширину. Края листьев желтые и усеяны жесткими шипиками. Листья очередные, прижимающиеся к стеблю. Стеблевые листья мельче и не такие лопастные. Каждый стебель заканчивается одиночной составной цветочной головкой диаметром около 5 см, состоящей из пурпурных дисковидных цветков. Семена тяжелые, длиной примерно 0,8 см, плоские или цилиндрические, гладкие и блестящие, цвет варьируется от черного до коричневого в крапинку, имеют пучок мелко колючих щетинок, которые опадают кольцом, когда семена созревают (Флора Казахстана, 1956–1966).

Установлено, что плоды расторопши обладают антиоксидантным, противовоспалительным, антифибротическим и гепатопротекторным действием. Силимарин является мощным антиоксидантом, который улавливает свободные радикалы и активные формы кислорода, которые, как известно, вызывают окислительный стресс и повреждение клеток (Post-White et al., 2007; Das et al., 2008; Devin et al., 2022).

Семена *Silybum marianum* средних размеров, яйцевидной формы, слегка сплюснутые с боков (рис. 42). Цвет — коричневый, поверхность гладкая, блестящая, влажность от 2,8 до 3,5 %.



Рисунок 42. Внешний вид семян *Silybum marianum*

Были проведены опыты по оценке показателей прорастания семян *Silybum marianum* в зависимости от их размеров. Результаты исследования показали, что не было выявлено достоверных различий в показателях всхожести между двумя группами

(табл. 27), тогда как энергия прорастания крупных семян оказалась выше значений мелких семян на 35 %.

Т а б л и ц а 2 7

**Показатели прорастания семян *Silybum marianum*  
в зависимости от размеров**

Размер семени	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Крупные	95,0±1,2	87,5±0,9
Мелкие	95,0±1,4	52,5±1,0*

\* — Достоверность различий между результатами вариантов опытов при P≤0,05.

Криодепонирование семян расторопши пятнистой вели в двух видах тары: криопробирки и фольга (табл. 28).

Т а б л и ц а 2 8

**Определение жизнеспособности семян *Silybum marianum*  
при криоконсервации в различных тарах**

Название опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль	95,0±1,2	87,5±0,9
Криопробирка	65±1,47*	65±1,47*
Фольга	55±0,8*	55±0,8*

\* — Достоверность различий между результатами вариантов опытов при P≤0,05.

Все показатели опытных групп ниже контрольных значений, но эти показатели не критичны. В последующем опытах семена *Silybum marianum* замораживали в криопробирках.

Следующей задачей было определение влияния различных режимов оттаивания после криоконсервации семян и определение их жизнеспособности в зависимости от освещения. После криоконсервации семена размораживали при комнатной температуре 22 °С (медленная разморозка) и на водяной бане при t° +40 °С (быстрая разморозка). Результаты представлены в таблице 29.

**Определение жизнеспособности сеянного материала *Silybum marianum* после криоконсервации в различных условиях**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль, проращивание на свету	95,0±1,21	87,5±0,94
Контроль, проращивание в темноте	70,0±0*	70,0±0*
Быстрая разморозка, проращивание на свету	37,5±0,4*	32,5±0,8*
Быстрая разморозка, проращивание в темноте	72,5±0,4*	72,5±0,4
Медленная разморозка, проращивание на свету	45±0,5*	35±0,5*
Медленная разморозка, проращивание в темноте	87,5±1,0	87,5±1,0

\* — Достоверность различий между результатами вариантов опытов при  $P \leq 0,05$ .

Результаты опытов позволили определить, режимы оттаивания и освещения оказывают влияние на прорастание семян *Silybum marianum*. Так, максимальная всхожесть отмечена при проращивании в темноте, как при медленном оттаивании (87,5 %), так и при быстром (72,5 %) (Рамазанов и др., 2023). Данные показатели выше контрольных значений (проращивание в темноте). При проращивании семян на свету всхожесть снизилась и показала 45 % при медленной разморозке. Хотя контрольные значения на свету составили 95 %. При быстрой разморозке значения оказались еще ниже. Следует отметить, что при проращивании семян в темноте проростки расторопши приобрели желтую окраску и сильно вытянулись по высоте, что свидетельствует о механизме этиоляции. Таким образом, после криоконсервации семян *Silybum marianum* лучше всего оттаивание проводить при комнатной температуре и проращивать в темноте.

Далее для повышения эффективности криоконсервации семян *Silybum marianum* были использованы несколько видов криопротекторов в различных концентрациях: сахароза, глицерин, пропиленгликоль, этиленгликоль, глюкоза и фруктоза (табл. 30).

Таблица 30

**Определение жизнеспособности семян *Silybum marianum* после криоконсервации с применением различных криопротекторов**

Название опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Контроль	95,0±1,2	87,5±0,9
Сахароза 5 %	0	0
Сахароза 10 %	0	0
Сахароза 15 %	0	0
Сахароза 20 %	0	0
Сахароза 25 %	0	0
Сахароза 30 %	0	0
Сахароза 35 %	0	0
Сахароза 40 %	0	0
Глицерин 5 %	0	0
Глицерин 10 %	0	0
Глицерин 15 %	0	0
Глицерин 20 %	0	0
Глицерин 25 %	0	0
Глицерин 30 %	0	0
Глицерин 35 %	0	0
Глицерин 40 %	0	0
Пропиленгликоль 5 %	10±0,5*	10±0,5*
Пропиленгликоль 10 %	0	0
Пропиленгликоль 15 %	0	0
Пропиленгликоль 20 %	0	0
Этиленгликоль 5 %	5±0,4*	5±0,4*
Этиленгликоль 10 %	0	0
Этиленгликоль 15 %	0	0
Этиленгликоль 20 %	0	0
Глюкоза 5 %	0	0
Глюкоза 10 %	15±1,3*	10±0,8*
Глюкоза 15 %	25±0,4*	25±0,4*
Глюкоза 20 %	5±0,4*	5±0,4*
Глюкоза 25 %	25±1,0*	20±0,7*
Глюкоза 30 %	15±0,4*	15±0,4*
Глюкоза 35 %	0	0
Глюкоза 40 %	25±0,8*	25±0,8*
Фруктоза 5 %	0	0

Продолжение таблицы 30

Название опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Фруктоза 10 %	10±0,5*	10±0,5*
Фруктоза 15 %	0	0
Фруктоза 20 %	25±0,4*	25±0,4*
Фруктоза 25 %	5±0,4*	5±0,4*
Фруктоза 30 %	25±1,0*	25±1,0*

\* — Достоверность различий между результатами вариантов опытов при P≤0,05.

Максимальные значения всхожести и энергии прорастания семян *Silybum marianum* отмечены при использовании таких криопротекторов, как глюкоза в концентрации 15 %, 25 %, 40 % и фруктоза в концентрации 20 %, 30 %. Использование криопротекторов оказалось не целесообразной, так как всхожесть семян была нулевая.

В качестве предпосевной обработки семян *Silybum marianum* использовали несколько методов физической активации, а именно электромагнитное поле (одинарное и двойное), барботирование и лазерное облучение (различной длительности). Также данные методы были использованы после криоконсервации семян. Для анализа воздействия вышеуказанных методов была определена жизнеспособность семян в лабораторных условиях (табл. 31).

Таблица 31

**Изучение влияния методов физической активации  
на жизнеспособность семян *Silybum marianum***

Опыт	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Контроль	95,0±1,2	87,5±0,9
Одинарное магнитное поле — 1 сутки	90±0,5	85±0,5*
Одинарное магнитное поле — 3 суток	70±1,7*	70±1,7*
Двойное магнитное поле — 1 сутки	75±0,5*	70±0,6*
Двойное магнитное поле — 3 суток	40±0,8*	40±0,8*
Барботирование	62,5±1,5*	52,5±0,9*
Лазер — 30 сек.	70±1,7*	65±1,5*
Лазер — 1 мин.	70±0,6*	70±0,6*
Лазер — 2 мин.	65±0,5*	65±0,5*

Продолжение таблицы 31

Опыт	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1	2	3
Лазер — 4 мин.	50±1,3*	45±0,9*
Одинарное магнитное поле после криоконсервации — 1 сутки	45±0,9*	45±0,9*
Одинарное магнитное поле после криоконсервации — 3 суток	80±0,8*	75±0,5*
Двойное магнитное поле после криоконсервации — 1 сутки	55±0,9*	55±0,9*
Двойное магнитное поле после криоконсервации — 3 суток	75±1,2*	70±1,3*
Барботирование после криоконсервации	40±1,4*	35±1,5*
Лазер — 30 сек. после криоконсервации	66,6±1,7*	58,3±1,6*
Лазер — 1 мин. после криоконсервации	65±0,9*	65±0,9*
Лазер — 2 мин. после криоконсервации	85±1,3*	75±1,5*
Лазер — 4 мин. после криоконсервации	93,7±0,5	93,7±0,5

\* — Достоверность различий между результатами вариантов опытов при  $P < 0,05$ .

Максимальные значения по всхожести были получены при использовании одинарного магнитного поля длительностью 1 сутки — 90 %, средние значения при двойном магнитном поле длительностью 1 сутки 75 %, одинарном поле 3 суток — 70 %, при обработке лазером длительностью 30 секунд — 70 % и 1 минута — 70 %.

После криоконсервации наилучшим методом физической активации семян является облучение лазером длительностью 4 минуты ЛВ-93,7 % и ЭП-93,7 %, 2 минуты ЛВ-85 % и ЭП-75 %, одинарное магнитное поле 3 суток ЛВ-80 % и ЭП-75 %, двойное магнитное поле 3 суток ЛВ-75 % и ЭП-70 %. Из полученных данных следует, что в качестве предпосевной обработки семян *Silybum marianum* для повышения всхожести следует использовать одинарное поле длительностью 1 сутки и двойное поле 1 сутки. После криозамораживания семян рекомендовано использовать также магнитное поле — одинарное поле 3 суток и двойное поле 3 суток, а также лазер продолжительностью 4 и 2 минуты.

Таким образом, на основе полученных результатов составлен алгоритм криоконсервации семян *Silybum marianum* (рис. 43).

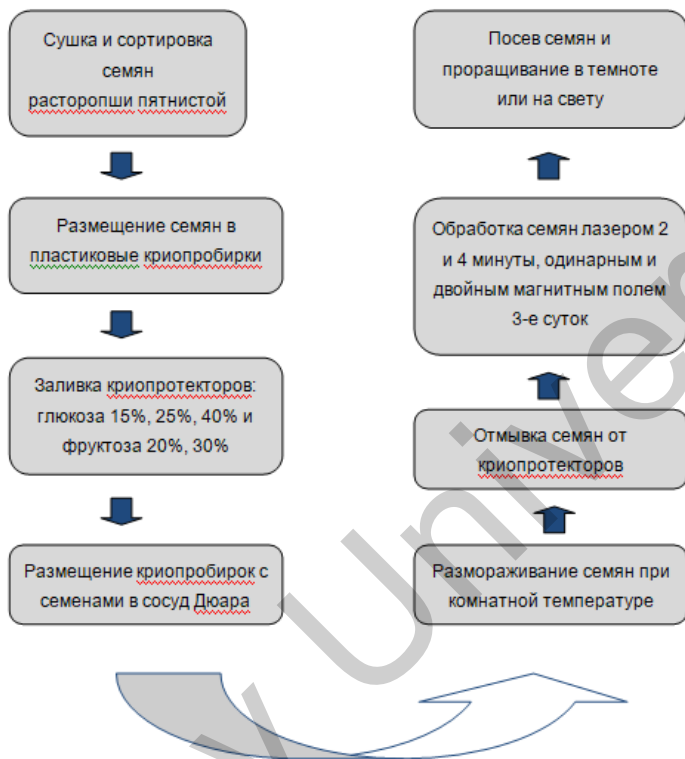


Рисунок 43. Алгоритм криоконсервации семенного материала *Silybum marianum*

### 2.10 *Lychnis chalconica*

*Lychnis chalconica* L. — Лихнис халцедонский из семейства Гвоздичные — *Caryophyllaceae*. Многолетнее травянистое растение с высотой побега от 40 до 100 см, хорошо развитым корневищем. Стебли ортотропные, жёсткоопушённые, маловетвистые. Нижние листья имеют лопатчатую форму и образуют прикорневую розетку. Стеблевые листья расположены в очередном листорасположении, имеют форму от ланцетовидных до яйцевидных, длиной до 12 см, шершавоопушённые по обеим сторонам, по краю и по средней жилке с нижней стороны волосистые.

Цветки на верхушке побега собраны в головчатые соцветия, в котором от 10 до 50 сидячих цветков. Диаметр цветка составляет от 1 до 1,5 см. Чашечка узкая, трубчатая, с зубчатым краем. Лепестки венчика, глубоко разделённые на две доли ярко-алого цвета. 10 свободных тычинок и 5 пестиков, равных по длине чашечки. Плод — яйцевидная коробочка до 1 см в диаметре, раскрывающаяся пятью створками (Флора Казахстана, 1956–1966).

Хотя лихнис халцедонский не является фармакопейным и не применяется в официальной медицине, но обладает биологически активными веществами, которые определяют его полезные свойства: противовоспалительные, антимикотические, противоопухолевые, антимикробные, противовирусные, гемореологические, церебропротекторные, анальгетические, гастропротекторные, противоязвенные, радиопротекторные (Plotnikov et al., 2000; Chandra S & Rawat, 2015; Зибарева и др., 2021). Также данный вид активно применяется в народной медицине при гинекологических, кожных и желудочно-кишечных заболеваниях.

Семена средних размеров, фасолевидные, красно-коричневые, средняя длина составляет  $1,29 \pm 0,02$  мм, а ширина —  $1,03 \pm 0,02$  мм, имеющие темно-коричневый цвет. Поверхность шероховатая. Вес 1000 штук  $0,5 \pm 0$  г (рис. 44).

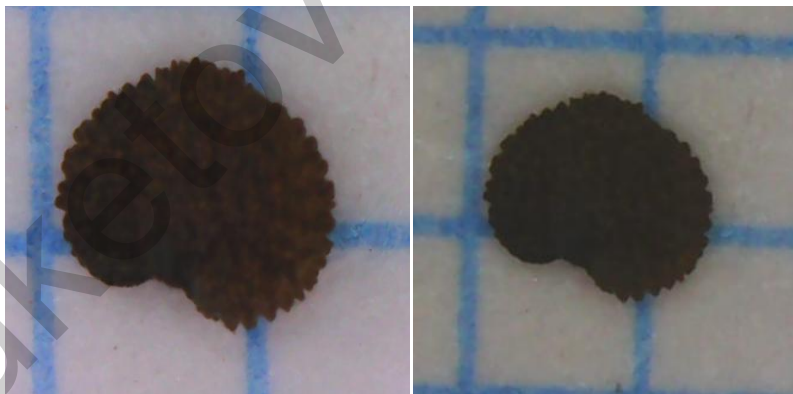


Рисунок 44. Внешний вид семян *Lychnis chalconica*

При депонировании семян в парах жидкого азота большое влияние оказывает тара. Семена лихниса замораживали в конвер-

тах из фольги и криопробирках. Установлено, что семена при быстром погружении в пары жидкого азота, проявляют лучшую всхожесть при замораживании в конвертах из фольги — 52,5 % (Мусина и др., 2023), а в криопробирках из пластика — 40 %, что оказалось ниже контрольных значений на 45 и 57,5 % соответственно (табл. 32).

Т а б л и ц а 3 2

**Сохранение жизнеспособности семян *Lychnis chalcedonica* депонируемых в различных тарах**

Тара	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	97,5±2,89	97,5±2,89
Конверты из фольги	35±11,06*	52,5±7,26*
Пластиковые пробирки	10±4,71*	40±0,0*

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, при криогенном депонировании рекомендуется применять конверты из фольги.

Согласно литературным данным на всхожесть семян после криодепонирования большое влияние оказывает режим разморозки. При проведении исследований были применены два режима оттаивания: медленное (температура +22 °С) и быстрое (+40 °С). Применение быстрого метода размораживания на водяной бане после хранения семян *Lychnis chalcedonica* в жидком азоте привело 82,5±5,53 %-ой всхожести семян, а медленный режим оттаивания — 52,5±7,26 %. Данные показатели прорастания оказались ниже контрольных значений на 15 и 45 % соответственно (табл. 33).

Т а б л и ц а 3 3

**Показатели прорастания семян *Lychnis chalcedonica* при разных режимах оттаивания**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль	97,5±2,89	97,5±2,89
Медленное оттаивание	35±11,06*	52,5±7,26*
Быстрое оттаивание	62,5±5,53*	82,5±5,53*

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

То есть, при размораживании семян после криоконсервации рекомендуется использовать быстрый режим оттаивания при температуре +40 °С.

По результатам проведенных опытов по оптимизации режима замораживания семян, было установлено, что при быстром замораживании наилучшей тарой является конверты из фольги. Всхожесть семенного материала составила 82,5 %, а у семян, депонируемых в пластиковых криопробирках — 33,5 %. В варианте опыта с двуступенчатом замораживанием семян *Lychnis chalconica* лучшая всхожесть наблюдалась у семян, замораживаемых в пластиковых пробирках — 42,5 % (табл. 34).

Т а б л и ц а 34

**Влияние режима замораживания на прорастание семян  
*Lychnis chalconica***

Показатели роста, %	Быстрое замораживание		Двуступенчатое замораживание		Контроль
	пластик	фольга	пластик	фольга	
Энергия прорастания	33,5±12,02	62,5±5,53*	42,5±11,9	32,5±10,93*	97,5±2,89
Всхожесть	33,5±12,02	82,5±5,53*	42,5±11,9	35±13,74	97,5±2,89

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

Таким образом, для семян *Lychnis chalconica* рекомендуется использовать метод шоковой заморозки — быстрое погружение в жидкий азот.

Для определения влияния криопротекторов в экспериментах были использованы следующие растворы криозащитных веществ: сахарозы и глюкозы (от 5 до 40 %), фруктозы (от 5 % до 30 %), полиэтиленгликоля и этиленгликоля (от 5 % до 20 %), глицерина (от 5 % до 40 %), ДМСО (5 %, 10 %, 15 %), PVS2. В результате проведенных исследований установлено положительное влияние криопротекторов на показатели прорастания семенного материала, полученные данные сравнимы с контрольными значениями, но в большинстве экспериментов они оказались значительно ниже контроля.

Проведя сравнительный анализ, было определено, что наилучшей концентрацией является 15 %-ый р-р сахарозы (всхо-

жесть — 95 %), 5 %-ый р-р глюкозы — 97,5 %, 20 %-ый р-р глицерина — 72,5 %, PVS2 — 47,5 %, 15 %-ый р-р ДМСО — 42,5 %, 5 %-ый р-р этиленгликоля — 87,5 %, 10 %-ый р-р полиэтиленгликоля 95 % (табл. 35).

Т а б л и ц а 3 5

**Всхожесть и энергия прорастания семян *Lychnis chalcedonica*  
в зависимости от типа криопротектора**

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
Контроль	97,5±2,89	97,5±2,89
5 %-ый р-р сахарозы	37,5±2,89*	62,5±5,53*
10 %-ый р-р сахарозы	75±12,02*	82,5±9,86*
15 %-ый р-р сахарозы	90±6,67	95±5,57
20 %-ый р-р сахарозы	70±4,71*	80±10,54*
25 %-ый р-р сахарозы	82,5±8,66*	87,5±8,66*
30 %-ый р-р сахарозы	80,0±8,16*	82,50±9,86*
35 %-ый р-р сахарозы	42,5±2,89*	82,5±5,53*
40 %-ый р-р сахарозы	77,5±2,89*	90±4,71
5 %-ый р-р глюкозы	40±4,71*	97,5±2,89
10 %-ый р-р глюкозы	57,5±2,89*	87,5±2,89*
15 %-ый р-р глюкозы	50±8,16*	87,5±5,53*
20 %-ый р-р глюкозы	62,3±5,53*	75±11,06*
25 %-ый р-р глюкозы	67,5±9,86*	92,5±5,53
30 %-ый р-р глюкозы	52,5±15,9*	95±3,33
35 %-ый р-р глюкозы	70±9,43*	87,5±7,26*
40 %-ый р-р глюкозы	70±4,71*	92,5±5,53
5 %-ый р-р глицерина	30±10,54*	30±10,54*
10 %-ый р-р глицерина	47,5±11,9*	47,5±11,9*
15 %-ый р-р глицерина	2,5±2,89*	47,5±5,53*
20 %-ый р-р глицерина	7,5±2,89*	72,5±15,9*
25 %-ый р-р глицерина	2,5±2,89*	7,50±2,28*
30 %-ый р-р глицерина	2,5±2,89*	57,5±8,66*
35 %-ый р-р глицерина	25±7,45*	60±6,67*
40 %-ый р-р глицерина	12,5±5,53*	25±7,45*
PVS2	7,5±2,89*	47,5±7,26*
5 %-ый р-р ДМСО	10±0*	10±0*
10 %-ый р-р ДМСО	10±4,71*	40±11,5*
15 %-ый р-р ДМСО	7,5±5,53*	42,5±8,66*

Продолжение Таблицы 35

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
5 %-ый р-р этиленгликоля	75±7,45*	87,5±7,26*
10 %-ый р-р этиленгликоля	75±7,45*	80±4,71*
15 %-ый р-р этиленгликоля	70±9,43*	82,5±2,89*
20 %-ый р-р этиленгликоля	45±5,77*	60±0*
5 %-ый р-р полиэтиленгликоля	85±5,77*	87,5±2,89*
10 %-ый р-р полиэтиленгликоля	82,5±2,89*	95±3,33
15 %-ый р-р полиэтиленгликоля	85±3,33*	87,5±5,53*
20 %-ый р-р полиэтиленгликоля	75±10*	85±5,77*

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, семена *Lychnis chalconica* следует перед депонированием в жидком азоте выдерживать в течение 5 минут в 5 %-ом растворе глюкозы, при которой всхожесть оказалась сравнимой с контрольными значениями.

Для улучшения показателей прорастания была проведена апробация предпосевной обработки с применением таких регуляторов роста, как эпин, гетероауксин, корневин, гумат калия и экстракт хлореллы с замачиванием на сутки.

Проведенные опыты продемонстрировали положительное влияние регуляторов роста на сохранение жизнеспособности семян, всхожесть оказалась сравнимой с контрольными значениями и даже выше в случае применения гумата калия и корневина на 2,5 % по сравнению с контролем (табл. 36).

Таблица 36

**Биостимуляция семян *Lychnis chalconica*  
с использованием регуляторов роста**

Регулятор роста	Всхожесть семян, %	Энергия прорастания, %
Контроль	97,5±2,89	97,5±2,89
Эпин	97,5±0,29	95,0±0,58
Гетероауксин	97,5±0,29	97,5±0,29
Гумат калия	100±0*	100±0*
Корневин	100±0*	97,5±0,29
Экстракт хлореллы	97,5±0,29	95,0±0,33

\* — Достоверность превышения над контролем при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, возможно, применять корневин и гумат калия для повышения показателей прорастания семян *Lychnis chalconica* после криогенного хранения. Лучше использовать гумат калия, так как наблюдается 100 % энергия прорастания и всхожесть семян.

Одновременно для семян *Lychnis chalconica* проведено испытание различных физических методов активации всхожести после криогенного хранения.

Результаты лабораторных исследований показали, что использование физических методов предпосевной обработки оказались сравнимыми с контрольными значениями. Увеличение показателя всхожести до 100 % наблюдалась в следующих вариантах опыта: криохранение и последующее воздействие одинарным магнитным полем в течение 1 и 3 суток (табл. 37).

Т а б л и ц а 37

**Показатели прорастания семян *Lychnis chalconica* в зависимости от применения физических методов предпосевной обработки**

Варианта опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль	97,5±2,89	97,5±2,89
Одинарное поле, сутки	97,5±0,25	35,0±0,58
Одинарное поле, 3 суток	100±0,0 <sup>c</sup>	92,5±0,55
КОП1	100±0,0 <sup>ab</sup>	100±0,0 <sup>b</sup>
КОП3	100±0,0 <sup>a</sup>	87,5±0,87
ДП1	100±0,0	95,0±0,33
КДП1	97,5±0,29 <sup>a</sup>	92,5±0,29
ДП3	97,5±0,25 <sup>c</sup>	95,0±0,33
КДП3	97,5±0,29 <sup>a</sup>	97,5±0,29
Б	97,5±2,89 <sup>a</sup>	17,5±5,53
КБ	50,0±8,16 <sup>a</sup>	47,5±5,53

Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем при  $P \leq 0,05$ .

Рекомендуется для предпосевной обработки семян исследуемого вида использовать предварительное криохранение в течение 3 суток и последующее воздействие одинарным магнитным полем в течение суток, что приводит к улучшению показателей прорастания на 2,5 % по сравнению с контролем.

Было рассмотрено влияние лазерной стимуляции на сохранение жизнеспособности семян *Lychnis chalconica*. Семена испытуемого вида облучались лазерным лучом в течение 30 секунд, 1, 2 и 4 минут. Наилучшая всхожесть и энергия прорастания семенного материала наблюдались у семян облученных лазерным лучом в течение 2 минут без предварительного нахождения в жидком азоте и в варианте опыта с предварительной криоконсервацией в течение суток с последующем облучением в течение 1 и 4 минут —  $100 \pm 0$  %, по сравнению с контрольными значениями показатели улучшились на 2,5 % (табл. 38).

Т а б л и ц а 38

**Влияние лазерного облучения на показатели прорастания  
семян *Lychnis chalconica***

Показатели роста	Контроль	Без криоконсервации				С криоконсервацией			
		30 с	1 мин	2 мин	4 мин	30 сек	1 мин	2 мин	4 мин
Энергия прорастания, %	97,5 $\pm 2,89$	92,5 $\pm 5,53$	97,5 $\pm 2,89$	100 $\pm 0$	97,5 $\pm 2,89$	95,0 $\pm 3,33$	100,0 $\pm 0$	46,25 $\pm 9,82$	100,0 $\pm 0$
Всхожесть, %	97,5 $\pm 2,89$	100,0 $\pm 0$	100,0 $\pm 0$	100,0 $\pm 0$	97,5 $\pm 2,89$	97,5 $\pm 2,89$	100,0 $\pm 0$	97,5 $\pm 2,89$	100,0 $\pm 0$

В вариантах опыта с облученным семенным материалом в течение 1 и 4 минут без предварительного криохранения показал, что энергия прорастания сравнима с показателями контрольной группы.; при облучении семян в течение 2 минут данный показатель увеличился на 2,5 %, в случае в воздействию ионизирующего излучения в течение 30 секунд — снизился на 5 %.

Таким образом, облученные He-Ne лазером семена *Lychnis chalconica* продемонстрировали показатели прорастания сравнимые с контрольными значениями, в отдельных вариантах опыта наблюдалось увеличение жизнеспособности на 2,5 %, проростки хорошо развиты и оказались более жизнеспособны, по сравнению с контрольной группой. В экспериментах установлено лучшее время воздействия ионизирующего излучения — 1, 4 минуты, с предварительным криохранением семян.

На основе полученных результатов исследований определен алгоритм криоконсервации семян *Lychnis chalconica* (рис. 45).

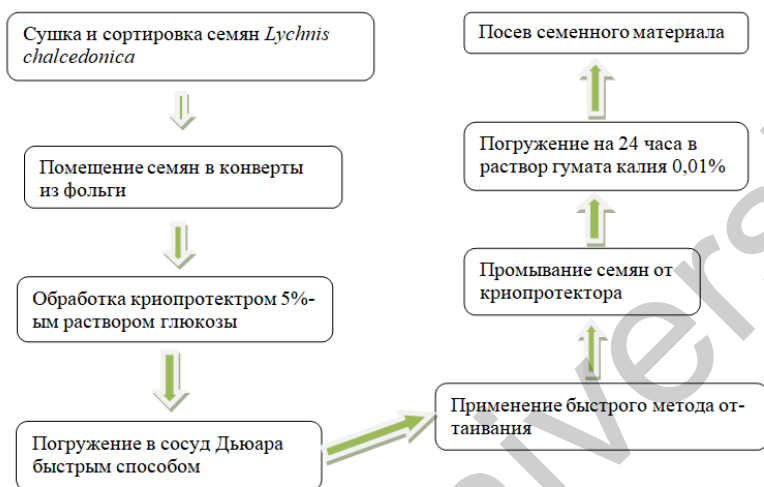


Рисунок 45. Алгоритм криогенного хранения семенного материала *Lychnis chalconica* с использованием криопротекторов

### 2.11 *Salvia stepposa*

*Salvia stepposa* Des.-Shost., шалфей степной, — многолетнее растение с коротким корневищем. Стебли прямые, четырехгранные, 30–50 см высотой, простые, с короткими вниз отогнутыми простыми волосками. Листья супротивные, под соцветием в числе 2 пар, до 10 см длиной и 6 см шириной, яйцевидные с сердцевидным основанием. Цветки на коротких цветоножках, в колозовидных соцветиях из ложных мутовок по 15–30 цветков (рис. 46). Брактеи фиолетово-зелёные, в 1,5–2 раза короче чашечки. Чашечка 6–8 мм длиной, с простыми белыми волосками, тёмно-жёлтыми крупными сидячими желёзками и железистыми волосками на белых ножках с тёмными головками. Венчик фиолетовый, 14–18 мм длиной. Орешки округлые, сжатые (Флора Казахстана, 1956–1966).



Рисунок 46. Цветущие побеги *Salvia stepposa*

Эфирное масло и трава шалфея обладает антиоксидантной, антибактериальной, противогрибковой, ранозаживляющей, противовоспалительной и противовирусной активностью (Levaeva et al., 2021, 2022).

Семена шалфея средних размеров, буровато-коричневых цвета, яйцевидной формы, поверхность гладкая, влажность от 3 до 5,5 % (рис. 47).

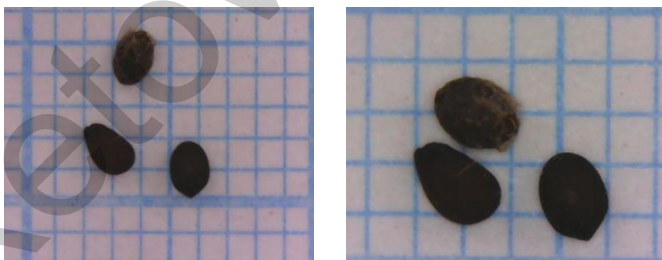


Рисунок 47. Внешний вид семян шалфея степного

Выполнен анализ всхожести и энергии прорастания семян шалфея степного после криоконсервации с испытанием разных видов тары и режимов размораживания (Агеев и др., 2023). Определено, что наилучшие показатели отмечены в варианте применения криопробирок и оттаивания на водяной бане (рис. 48).

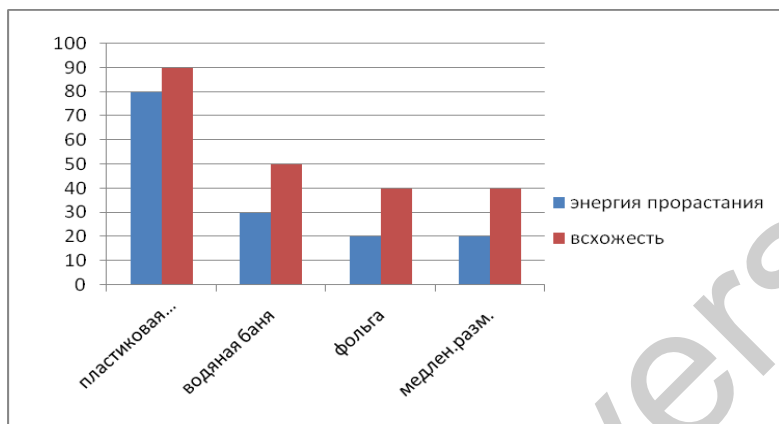


Рисунок 48. Оценка всхожести семян шалфея степного в зависимости от тары и условий размораживания

При замораживании семян шалфея степного в жидком азоте отмечены показатели всхожести и энергии прорастания, не отличающиеся существенно от контрольных значений (без криозамораживания). Поэтому для улучшения показателей проведена апробация применения ряда криопротекторов в разной концентрации (рис. 49).

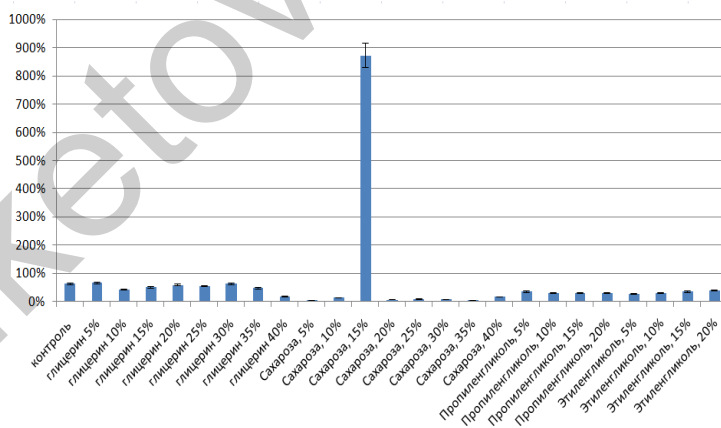


Рисунок 49. Всхожесть семян шалфея степного при криозамораживании с применением различных криопротекторов

Данные прорастания показали, что большая часть криопротекторов отрицательно влияют на жизнеспособность семян шалфея степного. Положительный эффект был выявлено в варианте применения сахарозы в концентрации 15 %. Таким образом, можно рекомендовать применение 15 % раствора сахарозы для криоконсервации семян шалфея степного с целью обеспечения лучшей их сохранности.

Для активации прорастания семена после 1,5-летнего хранения обрабатывали с применением физических методов. Полученные данные свидетельствуют о положительном воздействии всех вариантов обработки (рис. 50).

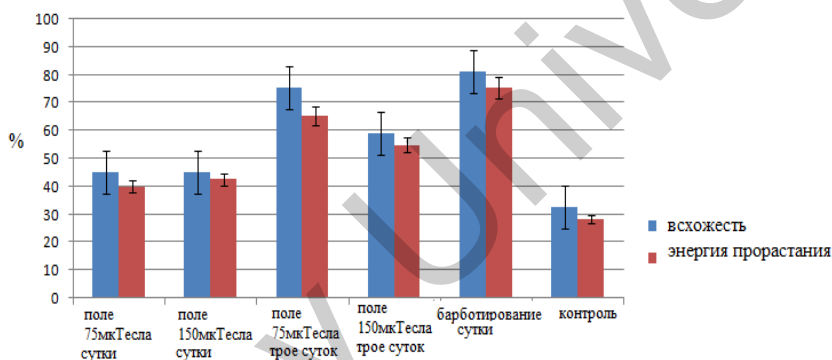


Рисунок 50. Всхожесть и энергия прорастания семян шалфея степного в зависимости от применения физических факторов

Так, применение постоянного однарного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла в течение суток повысило всхожесть на 12,6 %, и энергию прорастания на 11,5 %. Показатели после нахождения в постоянном двойном магнитном поле с величиной индукции 150 мкТесла в течение суток достоверно не отличались от аналогичных показателей, полученных на фоне однарного магнитного поля.

Однако увеличение времени нахождения в постоянном магнитном поле до 3-х суток достоверно повысило всхожесть и энергию прорастания семян шалфея. Так, в эксперименте однарного поля в течение 3 суток схожесть была выше контроля на

42,9 %, а в варианте двойного поля в течение 3 суток — на 26,3 %; превышение по энергии прорастания составило 36,7 % и 26,5 % соответственно.

Максимальные показатели были отмечены после применения барботирования. Так, всхожесть составила 81,2 %, что на 48,6 % выше контроля; энергия прорастания — 75,4 % или на 46,9 % выше контроля.

Таким образом, лучшим физическим методом повышения всхожести семян *S. stepposa* является применение барботирования в течение 24 часов.

На основе полученных данных составлен алгоритм криоконсервации семян льна посевного (рис. 51).



Рисунок 51. Алгоритм криоконсервации семенного материала шалфея степного

## 2.12 *Thymus serpyllum*

Тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.) относится к семейству губоцветных, или яснотковых (*Lamiaceae*). Это многолетний высокий полукустарничек со стелющимся стеблем, тонкими веточками и прямыми цветоносными побегами с мелкими листочками. Листья на коротких черешках, форма — эллиптическая, 5–10 мм длиной, цвет — зеленый, снизу — более светлый. Соцветия почти головчатые на концах веточек (рис. 52). Цветки — розовато-лиловые. Все растение очень душистое. Плод состоит из четырех орешков, заключенных в остающуюся чашечку. Орешки почти шаровидные или эллиптические, темно-бурые или коричневые, около 0,6–1 мм длины. Масса 1000 семян 0,2–0,3 г. Корневая система развита. Корень стержневого вида с отходящими от него отростками расположен в верхних слоях почвы (Флора Казахстана, 1956–1966).



Рисунок 52. Цветущее растение *Thymus serpyllum*

*Thymus serpyllum* широко используется в медицине и фармацевтике. Обладает бактерицидным, противосудорожным, успокоительным, болеутоляющим, ранозаживляющим, антиоксидантным, антигельминтным действием (Гарник и др., 2009; Jaric et al., 2015; Jovanovic et al., 2021).

Тимьян ползучий сорт «Медок». Семена средних размеров, округлой формы, средняя длина составляет  $0,78 \pm 0,02$  мм, имеющие коричневый цвет. Поверхность гладкая. Вес 1000 штук  $1,7 \pm 0,15$  гр. Замеры морфометрических показателей проводили с помощью электронного штангель-циркуля Digital Calipter (рис. 53).

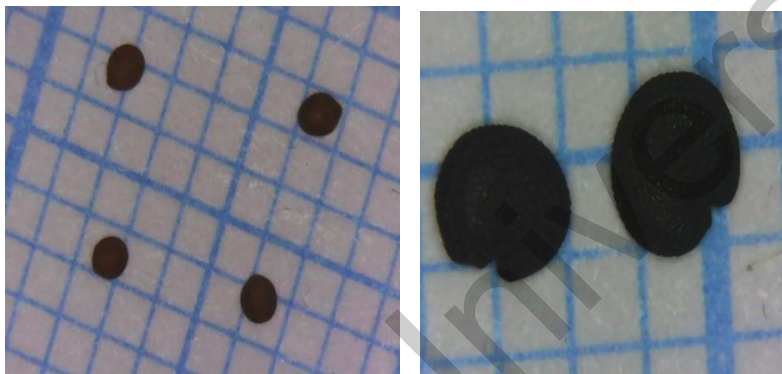


Рисунок 53. Морфометрические показатели семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок»

При хранении семян в сжиженном азоте на всхожесть растительного материала оказывает тара, в которой осуществляется замораживание и режимы размораживания. Выполнен анализ всхожести и энергии прорастания семян тимьяна ползучего сорта «Медок», определено, что наилучшие показатели отмечены у семян, хранимых при температуре сжиженного азота в конвертах из фольги их всхожесть, составила 75,8 % при использовании медленного режима оттаивания. При поэтапном или двуступенчатом замораживании семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок» наилучшую всхожесть продемонстрировали семена, замораживаемые в конвертах из фольги —  $85,0 \pm 7,0$  (рис. 54).



Рисунок 54. Оценка жизнеспособности семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок» в зависимости от тары и условий размораживания

По итогам опытов можно рекомендовать замораживать семена тимьяна ползучего двухступенчато в конвертах из фольги, применять медленный режим оттаивания и проращивать на свету при комнатной температуре.

Для оптимизации эффективности хранения исследуемых семян при замораживании в жидком азоте использовали 8 типов протекторов разной концентрации (табл. 39).

Т а б л и ц а 3 9

**Показатели прорастания семян *Thymus serpyllum* в зависимости от типа криопротекторов**

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
Контроль (без криопротекторов)	25,7±6,34	33,7±6,4
5 %-ый р-р сахарозы	30,0±4,71	32,5±2,89
10 %-ый р-р сахарозы	27,5 ±5,53	35,0±5,77
15 %-ый р-р сахарозы	15,0±5,77	17,5±8,66
20 %-ый р-р сахарозы	27,5±8,66	45,5±5,77
25 %-ый р-р сахарозы	37,5±8,66	42,5±10,9

Продолжение Таблицы 39

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
30 %-ый р-р сахарозы	25,0 ± 3,33	27,5 ± 5,53
35 %-ый р-р сахарозы	47,3±5,33	55,0±7,45
40 %-ый р-р сахарозы	47,5±14,43	52,5±18,93
5 %-ый р-р глюкозы	55,0±7,0	60,0 ± 0
10 %-ый р-р глюкозы	30,0±28,2	60, 0±28,1
15 %-ый р-р глюкозы	10,0±0	30,0 ± 0
20 %-ый р-р глюкозы	10,0±0	25,0 ± 21,2
25 %-ый р-р глюкозы	10,0±0	30,0 ± 0
35 %-ый р-р глюкозы	10,0±0	50,0 ± 0
40 %-ый р-р глюкозы	10,0±0	25,0 ± 7,07
5 %-ый р-р фруктозы	30,5±14,1	70,0±14,1
10 %-ый р-р фруктозы	30,0±28,2	60,0 ± 28,2
15 %-ый р-р фруктозы	25,0±7,0	50,0 ± 28,2
20 %-ый р-р фруктозы	10,0±0	30,0±7,0
25 %-ый р-р фруктозы	10,0±0	30,0±7,0
30 %-ый р-р фруктозы	10,0±0	30,0±7,0
5 %-ый р-р глицерина	47,5±5,53	50,0±8,16
10 %-ый р-р глицерина	42,5±12,8	57,5±12,8
15 %-ый р-р глицерина	17,5±5,53	42,5±5,59
20 %-ый р-р глицерина	10,0±0	42,5±8,66
25 %-ый р-р глицерина	35,5±5,4	77,5±7,26
30 %-ый р-р глицерина	22,5±8,66	65,0±3,33
35 %-ый р-р глицерина	40,0±14,1	62,5±16,5
40 %-ый р-р глицерина	55,0±11,0	77,5±12,8
PVS2	20,0 ± 4,71	32,5±7,26
5 %-ый р-р ДМСО	27,5±5,53	40,0±4,71
10 %-ый р-р ДМСО	55,0±3,33	72,5±5,53
15 %-ый р-р ДМСО	25,0±7,45	47,5±5,53
10 %-ый р-р этиленгликоля	22,5±5,53	22,5±5,53
15 %-ый р-р этиленгликоля	22,5±5,53	32,5±15,28
20 %-ый р-р этиленгликоля	30,0±10,54	37,5±7,26
5 %-ый р-р полиэтиленгликоля	22,5±2,86	30,0±4,71
10 %-ый р-р полиэтиленгликоля	32,5±5,53	35,0±3,33
15 %-ый р-р полиэтиленгликоля	15,0±3,33	20,0±8,66
20 %-ый р-р полиэтиленгликоля	25,0±7,45	28,5±8,66

После окончания хранения в парах жидкого азота в эксперименте был использован медленный режим оттаивания. После процесса размораживания семена испытуемого вида промывались трижды дистиллированной водой. Посев семян осуществлялся сразу в чашки Петри после размораживания — оттаивания.

Наилучшую динамику продемонстрировали семена, обработанные 25–40 %-ый раствор глицерина — 77,5 %, 10 %-ый раствор ДМСО — 72,5 %, 5 %-ый раствор глюкозы — 60,0 %, 5 %-ый раствор фруктозы — 70,0 %, 35 %-ый раствор сахарозы — 55,0 %.

Таким образом, семена *Thymus serpyllum* сорта «Медок» рекомендуется перед замораживанием в жидком азоте обрабатывать 40 %-ым раствором глицерина, при котором наблюдалась 77,5 %.

Для активации прорастания после криодепонирования семенной материал *Thymus serpyllum* обрабатывали с применением физических методов (барботирование, He-Ne лазер и постоянное магнитное поле).

В вариантах опыта с барботированием была установлена всхожесть 90,0 %, энергия прорастания — 65,0 %. В сравнении с контролем всхожесть выросла на 65 %. При предварительном замораживании семян в криопробирках в сжиженном азоте и последующим барботирование в течение суток наблюдались следующие показатели прорастания: всхожесть составила  $100 \pm 0$  %, а энергия прорастания —  $90,0 \pm 8,16$  % (рис. 55).



Рисунок 55. Жизнеспособность семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок», подвергшихся процессу барботирования

Таким образом, барботирование способствует лучшему прорастанию семян и прохождению фаз онтогенеза. Для достижения наилучших показателей всхожести рекомендуется применять процессы барботирования как без криогенного хранения, так с криогенным хранением.

Результаты исследования прорастания семян *Thymus serpyllum* после применения лазерной биостимуляции и без предварительного замораживания в жидком азоте показали, что оптимальным периодом воздействия является 1 минута. Данные всхожести и энергии прорастания составила 100 %, что достоверно выше контроля (рис. 56).

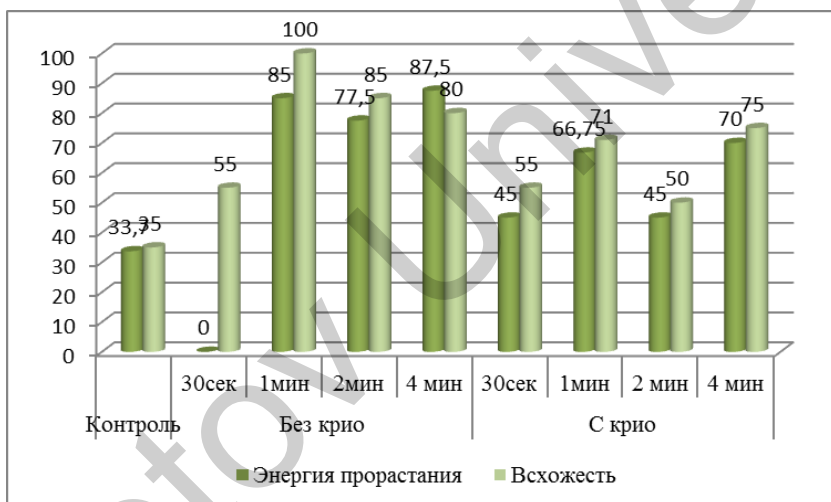


Рисунок 56. Воздействие лазерного облучения на показатели прорастания семенного материала тимьяна

В варианте опытов с предварительным криодепонированием и последующим лазерным облучением, было зафиксированы максимальные показатели прорастания, превышающие вариант без криоконсервации. Оптимальным временем облучения является 4 минуты.

Таким образом, оптимальным временем воздействия лазера является 1 минута без криогенного воздействия, после криодепонирования — 4 минуты.

На следующем этапе изучено воздействие магнитных полей на показатели жизнеспособности *Thymus serpyllum* сорта «Медок». Нами были протестированы следующие варианты опытов: одинарное и двойное магнитное поле (длительность обработки сутки и трое суток). Опыты заложены в двух вариантах: с предварительной криоконсервацией и без нее. Результаты исследования показали, что применение магнитных полей предпосевной обработки положительно влияют на прорастание семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок» (рис. 57).

Таким образом, учитывая влияние одинарного магнитного поля на жизнеспособность семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок» рекомендуется подвергать воздействию магнита в течение 1 суток. Увеличивается процент всхожести на 65 % (рис. 58).



Рисунок 57. Жизнеспособность семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок», подвергшихся воздействию магнитного поля без криоконсервации

Проанализировав воздействие одинарного и двойного магнитных полей в течение одних и троих суток, было выявлено, что лучшие показатели продемонстрировали семена, испытывающие воздействие одинарного и двойного магнитного поля в течение суток. Всхожесть увеличилась на 65 % по сравнению с контролем.



Рисунок 58. Динамика прорастания семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок», подвергшихся воздействию магнитного поля с криоконсервацией

Таким образом, магнитные поля положительно влияют на жизнеспособность семенного материала *Thymus serpyllum* сорта «Медок». Во всех вариантах опыта наблюдалась положительная динамика прорастания семян. Показатели роста оказались выше контрольных значений. В целях долгосрочного депонирования рекомендуемым способом получения более жизнеспособных семян является обработка растительного материала в течение суток при температуре сжиженного азота и последующим влиянием одинарного магнитного поля в течение 3 суток.

Сравнив влияние физических методов (барботирование, облучение лазерным лучом, воздействие магнитными полями) воздействия на повышение жизнеспособности семян исследуемого вида *Thymus serpyllum* сорта «Медок», было установлено, что наилучшим способом является облучение лазером в течение 1 минуты и воздействие одинарного магнитного поля в течение суток.

На основании проанализированных результатов исследований был составлен алгоритм криогенного хранения семенного материала *Thymus serpyllum* сорта «Медок» (рис. 59).



Рисунок 59. Алгоритм хранения в парах жидкого азота семян *Thymus serpyllum* сорта «Медок»

### 2.13 *Portulaca oleracea*

*Portulaca oleracea* L. — портулак огородный, однолетнее суккулентное растение из семейства *Portulacaceae*. Евроазиатский неморальный вид. Стебли стелющиеся, гладкие, длиной до 40 см, сильно ветвящиеся (рис. 60). Корень стержневого типа, длиной до 20 см. Листья простые, сидячие, сочные, овальные. Цветки мелкие, желтого цвета, собраны пучками по 2–3, обычно в пазухах листьев. Плод — яйцевидная или шаровидная коробочка (Флора Казахстана, 1956–1966).

В народной и традиционной медицине семена и надземная часть используется для выведения глистов, усиления работы сердечной мышцы, повышения артериального давления (Zhou et al., 2015; Montoya-García et al., 2023).



Рисунок 60. Внешний вид *Portulaca oleracea*

Семена мелкие, черного цвета, округлые, выражен рубчик, поверхность семени мелкобугорчатая. Средняя длина семени  $0,54 \pm 0,03$  мм, ширина —  $0,52 \pm 0,03$  мм. Вес 1000 штук — 0,18 г (рис. 61).

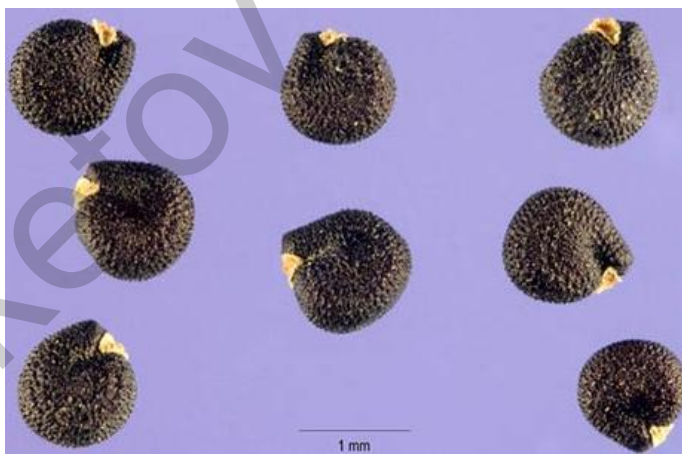


Рисунок 61. Семенной материал *Portulaca oleracea*

Максимальные результаты прорастания после хранения в сжиженном азоте демонстрировали семена в пакетиках из фольги — 12,5 %. Жизнеспособность семян после замораживания в криопробирках оказалась сравнимой с контрольными значениями (рис. 62).

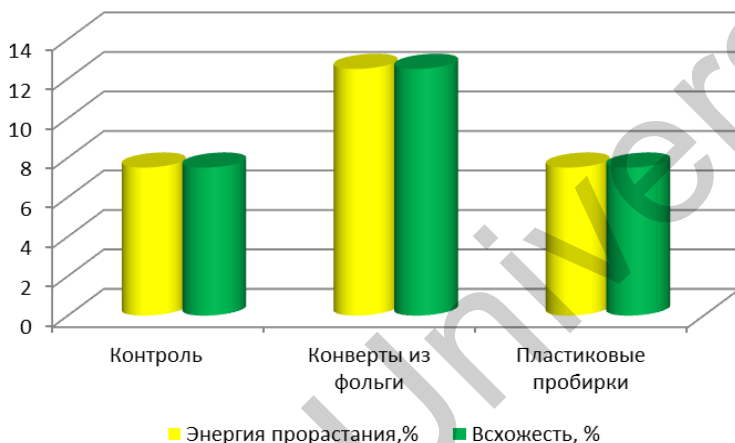


Рисунок 62. Замораживание семян *Portulaca oleracea* в различных тарах

Таким образом, при криодепонировании семян *Portulaca oleracea* рекомендуемой тарой считаются конверты из фольги.

При испытании двух режимов оттаивания (медленное и быстрое) удалось выяснить положительный эффект медленного способа (всхожесть 12,5 %), в варианте быстрого оттаивания всхожесть составила 10,5 %. В обоих вариантах эксперимента всхожесть и энергия прорастания оказались выше контрольных значений на 5 % и 3 % соответственно (рис. 63).

Таким образом, для достижения наилучших показателей прорастания испытываемого вида рекомендуется использовать медленный режим оттаивания при комнатной температуре +22 °С.

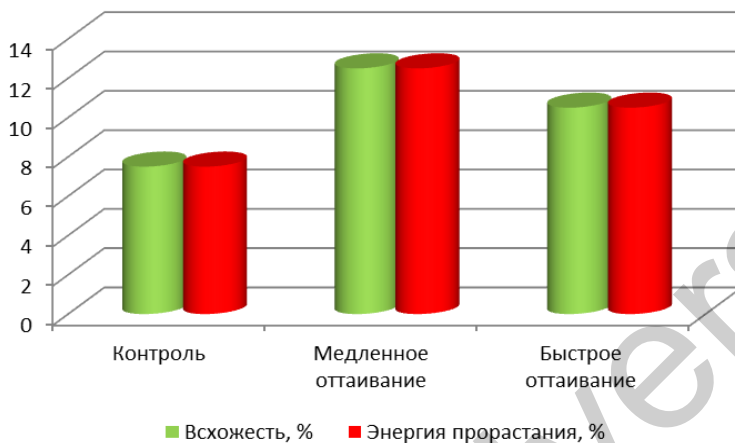
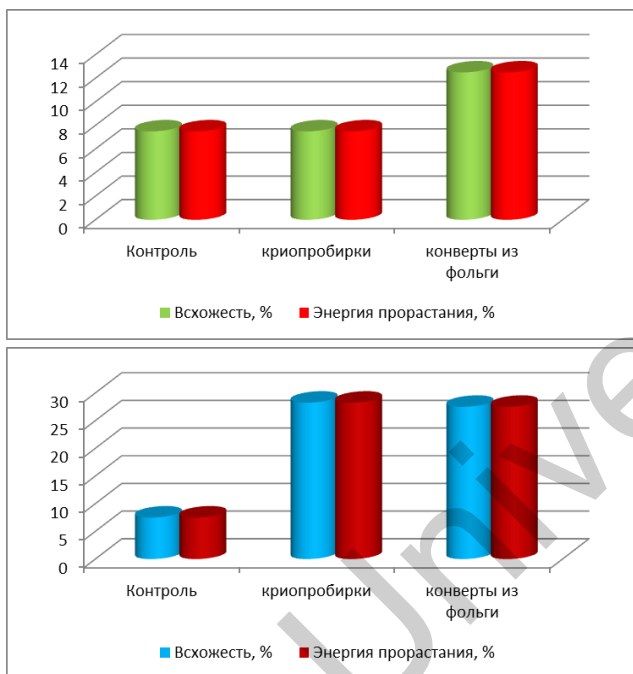


Рисунок 63. Жизнеспособность семян *Portulaca oleracea* в зависимости от режима размораживания

В экспериментах было применено двуступенчатое и быстрое замораживание. Двуступенчатое замораживание проводилось также в конвертах из фольги и криобиологических пробирках. Сначала семена в тарах были поставлены в холодильник при температуре  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 60 минут, далее перемещены в морозильную камеру на один час при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 64).

Наилучшей тарой определены конверты из фольги. Всхожесть семенного материала при данном варианте опыта составила 12,5 %. При двуступенчатом замораживании семян *Portulaca oleracea* наилучшая всхожесть наблюдалась у семян, находящихся в пластиковых криопробирках — 28,5 %.

При быстром замораживании семян исследуемого вида имели всхожесть в пластиковых пробирках 7,5 %, в конвертах из фольги — 12,5 %, что сопоставимо с контрольными значениями. Всхожесть при двуступенчатом замораживании в пластиковых пробирках составила 28,25 %, что выше контроля на 19,75 %, а при использовании конвертов из фольги — 27,5 %, это превышало контроль на 20 %.



А — быстрое замораживание; Б — двуступенчатое замораживание

Рисунок 64. Режимы замораживания семян *Portulaca oleracea* в жидком азоте

Таким образом, для достижения наилучших посевных качеств семян, рекомендуется использовать двуступенчатое замораживание в криобиологических пробирках.

В экспериментах были использованы различные концентрации осмотически активных криозащитных веществ: сахарозы и глюкозы (от 5 до 40 %), фруктозы (от 5 % до 30 %) и осмотически неактивных: полиэтиленгликоля и этиленгликоля (от 5 % до 20 %), глицерина (от 5 % до 40 %), ДМСО (5–15 %), PVS2.

При использовании криопротекторов была сначала определена оптимальная концентрация вещества, а затем и его вид. Оптимальной концентрацией сахарозы при криогенном хранении является 40 %-ый раствор, при которой всхожесть составила 37,5 %, что выше контроля на 30 %. Среди разных концентраций

глюкозы оптимальной оказалась 10 %-ная (76,25 %); среди концентраций фруктозы — 15 %-ый раствор (50,25 %), что выше контроля на 42,75 %. При использовании 5 %-ого раствора глицерина достигается максимальная всхожесть семян *Portulaca oleracea* — 84,7 % (выше контроля на 77,2 %).

Всхожесть семян при использовании в качестве криопротектора PVS2 составила  $86,5 \pm 1,37$  %, что оказалось выше контрольной группы на 79 %. Наилучшие показатели всхожести продемонстрировали: 15 %-ый раствор ДМСО (табл. 40).

Т а б л и ц а 4 0

**Показатели жизнеспособности семян *Portulaca oleracea* в вариантах эксперимента с криопротекторами**

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
Контроль	7,50±4,36	7,50±4,36
5 %-ый р-р сахарозы	7,25±3,0	7,25±3,0
10 %-ый р-р сахарозы	6,0 ±2,62	6,0 ±2,62
15 %-ый р-р сахарозы	4,25±3,28	4,25±3,28
20 %-ый р-р сахарозы	5,25±2,76	5,25±2,76
25 %-ый р-р сахарозы	12,75±6,76	12,75±6,76*
30 %-ый р-р сахарозы	5,0 ± 2,91	5,0 ± 2,91
35 %-ый р-р сахарозы	9,50±4,23	9,50±4,23*
40 %-ый р-р сахарозы	37,50±4,96	37,50±4,96*
5 %-ый р-р глюкозы	70,50±5,2	70,50±5,2*
10 %-ый р-р глюкозы	76,25±5,8	76,25±5,8*
15 %-ый р-р глюкозы	69,75±9,28	69,75±9,28*
20 %-ый р-р глюкозы	64,75±7,77	64,75±7,77*
25 %-ый р-р глюкозы	30,75±5,80	33,25±7,9*
30 %-ый р-р глюкозы	31,75±7,05	31,75±7,05*
35 %-ый р-р глюкозы	35,25±15,54	36,75±15,93*
40 %-ый р-р глюкозы	27,50±7,09	27,50±7,09*
5 %-ый р-р фруктозы	42,75±4,84	42,75±4,84*
10 %-ый р-р фруктозы	42,0±5,35	42,0±5,35*
15 %-ый р-р фруктозы	45,25±10,41	50,25±8,95*
20 %-ый р-р фруктозы	30,0±4,71	30,0±4,71*
25 %-ый р-р фруктозы	48,25±16,76	48,25±16,76*
30 %-ый р-р фруктозы	37,75±8,26	37,75±8,26*

Продолжение Таблицы 40

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	2	3
5 %-ый р-р глицерина	84,7±6,8	84,7±6,8*
10 %-ый р-р глицерина	70,25±6,4	70,25±6,4*
15 %-ый р-р глицерина	51,25±3,0	51,25±3,0*
20 %-ый р-р глицерина	23,0±4,2	24,0±4,5*
25 %-ый р-р глицерина	31,25±4,4	32,0±5,1*
30 %-ый р-р глицерина	19,50±2,8	19,50±2,8*
35 %-ый р-р глицерина	7,25±3,9	7,25±3,9
40 %-ый р-р глицерина	4,25±1,96	4,25±1,96
PVS2	86,5±1,37	86,5±1,37*
5 %-ый р-р ДМСО	71,25±5,89	75,25±4,01*
10 %-ый р-р ДМСО	61,0±8,91	61,0±8,91*
15 %-ый р-р ДМСО	97,75±1,52	97,75±1,52*
5 %-ый р-р этиленгликоля	25,0±3,33	25,0±3,33*
10 %-ый р-р этиленгликоля	26,25±3,63	27,50±3,73*
15 %-ый р-р этиленгликоля	84,25±4,17	84,25±4,17*
20 %-ый р-р этиленгликоля	5,0±2,36	5,0±2,36
5 %-ый р-р полиэтиленгликоля	22,0±5,66	22,0±5,66*
10 %-ый р-р полиэтиленгликоля	11,0±5,98	11,0±5,98*
15 %-ый р-р полиэтиленгликоля	22,50±18,48	22,50±18,48*
20 %-ый р-р полиэтиленгликоля	20,75±6,01	21,25±6,33*

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

Всхожесть и энергия прорастания оказалась ниже контрольных значений в следующих вариантах опыта с применением криопротекторов: 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 30 %-го растворов сахарозы; 35 % и 40 %-ого раствора глицерина; 20 %-ого раствора этиленгликоля. В целом при проведении исследований было доказано положительное воздействие криопротекторов на жизнеспособность семян и развитие проростков.

Проанализировав динамику прорастания семян, было отмечено прорастание семян в контроле на 3 сутки, в варианте эксперимента с использованием различных концентраций глюкозы и фруктозы, полиэтиленгликоля, 5 % и 10 %-ого раствора этиленгликоля на 2 сутки; в опытах с применением в качестве криопротектора 15 % и 20 % полиэтиленгликоля прорастание семян на-

блюдалось на 3 сутки; позже на 5 сутки начали наклевываться семена, обработанные различными концентрациями сахарозы, глицерина, PVS2, 5 % и 15 %-ый раствор ДМСО; на 6 сутки проросли семена, погруженные 10 %-ым раствором ДМСО.

Таким образом, перед замораживанием в парах жидкого азота рекомендуется применять 15 %-ый раствор ДМСО, позволяющий увеличить всхожесть семян почти в 13 раз.

В экспериментах были использованы следующие варианты опыта по активации всхожести при помощи регуляторов роста: гетероауксин, корневин, эпин, гумат калия, суспензия хлореллы.

Наилучшая всхожесть наблюдалась у семян, обработанных раствором гетероауксина без предварительного криохранения —  $46,5 \pm 8,86$  %, что выше контроля на 41,75 %. Показатели прорастания улучшились по сравнению с контрольными значениями в среднем на 23,45 % (табл. 41). Проведя сравнительный анализ, было установлено, что использование суспензии хлореллы, гетероауксина, корневина не показано при криогенном хранении семян, так как всхожесть по сравнению с опытами без криодепонирования снижается практически в два раза.

Т а б л и ц а 4 1

**Жизнеспособность семенного материала *Portulaca oleracea*,  
испытывающих влияние регуляторов роста**

Показатели роста, %	Хлорелла		Гетероауксин		Корневин		Конт- роль
	Без крио	С крио	Без крио	С крио	Без крио	С крио	
Энергия прорастания	20,0 $\pm 4,71^*$	15,0 $\pm 3,33^*$	38,75 $\pm 9,54^*$	-	39,0 $\pm 15,81^*$	15,75 $\pm 5,51^*$	4,75 $\pm 2,37$
Всхожесть	20,0 $\pm 4,71^*$	15,0 $\pm$ 3,33*	46,5 $\pm 8,86^*$	-	43,75 $\pm$ 16,14*	15,75 $\pm 5,51^*$	4,75 $\pm 2,37$

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Положительная динамика для исследуемого вида наблюдалась при использовании в качестве регуляторов роста гумата калия и эпина Экстра. Семена, предварительно находившиеся в жидком азоте и последующей обработкой в эпине, не проросли (табл. 42).

Т а б л и ц а 4 2

**Жизнеспособность семян *Portulaca oleracea*»,  
обработанных гуматом калия и эпином Экстра**

Показатели роста, %	Гумат		Эпин Экстра		Контроль
	Без крио	С крио	Без крио	С крио	
Энергия прорастания	6,25±1,44*	5,0±3,33*	37,25±6,93*	–	4,75±2,37
Всхожесть	6,25±1,44*	5,0±3,33*	42,75±11,46*	–	4,75±2,37

\* — Достоверное отличие от контроля при  $P \leq 0,05$ .

Таким образом, лучшим регулятором роста является гетероауксин, при использовании которого достигается 46,5 % всхожесть семян. В случае криогенного хранения лучше использовать корневин, при котором всхожесть составляет 15,75 %, что достоверно выше контрольных показателей на 11 %.

Таким образом, лучшим регулятором роста, позволяющим получить более жизнеспособные проростки и устойчивое увеличение всех параметров проростка, является корневин, предварительное хранение семян исследуемого вида в парах жидкого азота не рекомендуется.

Были проанализированы показатели роста в эксперименте с предварительной криоконсервацией и последующим воздействием постоянного магнитного поля хранения. Семена не проросли в варианте опыта: нахождение материала в течение суток под воздействием постоянного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла, без предварительного погружения семян в пары жидкого азота (табл. 43).

В вариантах опыта без предварительной криоконсервации лучшую всхожесть продемонстрировали семена, находящиеся в течение 3 суток под воздействием постоянного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла: всхожесть составила  $6,25 \pm 3,10$  %, что превышает контрольные значения на 1,5 %. В эксперименте с предварительным суточным криогенным хранением семян и последующим воздействием постоянного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла или постоянного магнитного поля с величиной индукции 150 мкТесла, была установлена наилучшая всхожесть.

Таблица 43

**Показатели прорастания семенного материала *Portulaca oleracea*  
в эксперименте с воздействием магнитного поля**

Показатели роста	Контроль	Без криоконсервации				С криоконсервацией			
		Одинарное магнитное поле		Двойное магнитное поле		Одинарное магнитное поле		Двойное магнитное поле	
		1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток
Всхожесть, %	4,75 ±2,37	–	6,25 ±3,10*	2,5 ±1,67	3,25 ±2,28	3,25 ±2,18	13,5 ±3,35*	10,75 ±3,84*	9,75 ±4,14*
Энергия прорастания, %	4,75 ±2,37	–	6,25 ±3,10*	2,5 ±1,67	3,25 ±2,28	3,25 ±2,18	13,5 ±3,35*	10,75± 3,84*	9,75 ±4,14*

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05

Так, лучшие показатели прорастания наблюдались у семян, которые после криовоздействия непрерывно находились под влиянием постоянного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла в течение трех суток: всхожесть составила 13,5±3,35. По сравнению с контрольными значениями всхожесть и энергия прорастания повысились на 8,78 % (табл. 43). Таким образом для улучшения показателей прорастания семян исследуемого вида возможно использовать воздействие постоянных магнитных полей близких по интенсивности к величине естественного магнитного поля Земли в полдень (75–150 мкТесла). Рекомендуется семена предварительно в течение 1–3 дней подвергать воздействию экстремально низких температур и затем помещать под влияние постоянного магнитного поля с величиной индукции 75 мкТесла в течение 3 дней. Всхожесть увеличивается в 2,8 раза.

В экспериментах был также использован метод барботирования, позволяющий улучшить показатели прорастания за счет вымывания патогенной микрофлоры и обогащения семян кислородом. Данный метод показал улучшение показателей прорастания. Так, всхожесть составила 24,25 %, что значительно выше контрольных значений. Рекомендуется использовать предварительное криогенное хранение в течение суток, а затем применить метод барботирования в течение 24 ч (рис. 65).

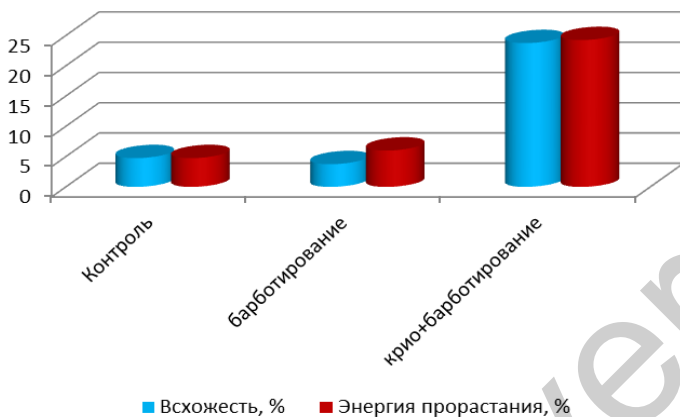
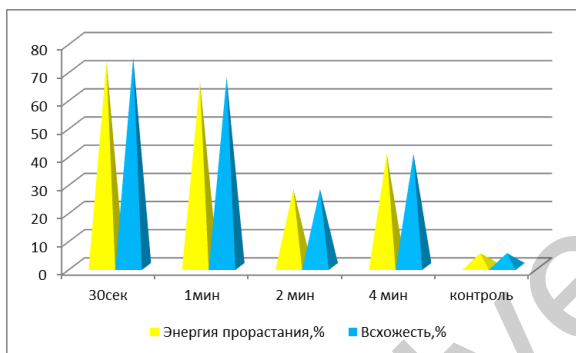


Рисунок 65. Барботирование семян *Portulaca oleracea* в эксперименте

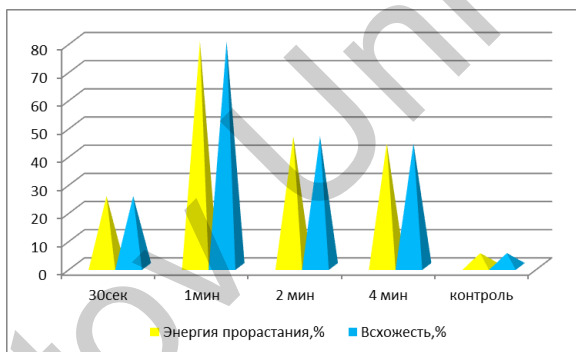
В опытах семена подвергались лазерному облучению для фотоактивации процессов прорастания. Семена *Portulaca oleracea* после традиционного хранения и после криодепонирования облучали He-Ne лазером в течение 30 секунд, 1, 2 и 4 минут. Также семена предварительно помещались в пары жидкого азота на одни сутки, затем подвергались облучению. Показатели прорастания сравнивали с контрольной группой проростков. Проведенные исследования показали положительное влияние на жизнеспособность семян и онтогенез проростков, поскольку всхожесть улучшилась на 75,25 % при предварительном криогенном хранении в течение суток и последующим облучением лазером в течение 1 минуты по сравнению с контрольными значениями (рис. 66).

Проведя сравнительный анализ по всхожести и энергии прорастания семенного материала *Portulaca oleracea* облученного лазером, была определена положительная динамика в устойчивом повышении показателей жизнеспособности семян, что свидетельствует о запуске механизмов роста и развития проростков. Семена исследуемого вида без предварительного криодепонирования, облученные лазером в течение 30 секунд, продемонстрировали наилучшую всхожесть в 74,25 %, это превышает результаты контроля на 69,5 %. В вариантах опыта с предварительным криохранением

нением семян и последующим облучением показали всхожесть в 80 %, что выше контроля на 75,25 %.



Облучение лазером без крио



Криохраниение+облучение лазером

Рисунок 66. Показатели жизнеспособности семян *Portulaca oleracea*, облученных лазерным лучом

Таким образом, проанализировав полученные результаты исследований по воздействию физических факторов, было установлено, что наилучшие результаты демонстрирует опыт с лазерным облучением в течение 1 минуты с предварительным хранением семян в жидком азоте в течение суток — всхожесть составила 80,0 %, что выше контроля на 75,25 %.

Сравнительный анализ воздействия химических и физических факторов на жизнеспособность семян *Portulaca oleracea* по-

казал преимущество применения криопротектора 15 %-ого раствора ДМСО, а также использования He-Ne лазера в течение 1-ой минуты.

На основании полученных результатов исследований был сформулирован алгоритм хранения семян *Portulaca oleracea* (рис. 67).

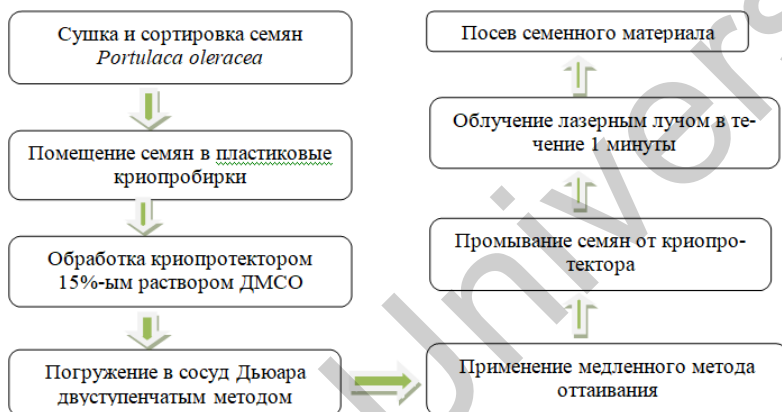


Рисунок 67. Алгоритм криогенного хранения семян *Portulaca oleracea*

### 2.14 *Nepeta cataria*

Котовник кошачий — *Nepeta cataria* L. (семейство *Lamiaceae*) является ценным лекарственным и эфирномасличным растением; многолетний травянистый вид высотой до 120 см (рис. 68). Стебли прямостоячие, 4-гранные; листья треугольно-овальные с зубчатым краем. Цветки зигоморфные, бледно-розового, фиолетового или белого цвета, собраны в соцветия кисти на верхушках генеративных побегов (Флора Казахстана, 1956–1966).

Семена котовника — мелкие, округлой или овальной формы, с еле заметным носиком. Поверхность гладкая, цвет от темнокоричневого до черного. Вес 1000 штук 0,4–0,5 г.



Рисунок 68. Цветущие побеги *Nepeta cataria*

Трава котовника кошачьего представляет интерес в качестве перспективного лекарственного растения, обладающего противовоспалительными, жаропонижающими, отхаркивающими, противокашлевыми, успокоительными и общеукрепляющими свойствами (Cigremis et al., 2013; Morombaye et al., 2018; Sharma et al., 2019).

Согласно проведенному эксперименту всхожесть свежих семян *Nepeta cataria* составила 46,75 %. После года хранения всхожесть снизилась до 26,5 %, после 1,5 лет — до 19,5 %, после 2-х лет — до 15,3 %, через 2,5 года — до 12,2 % (рис. 69). После 4-х лет хранения семена *Nepeta cataria* теряют способность к прорастанию (Ishmuratova et al., 2021).

Однако замораживание в жидком азоте положительно сказалось на прорастании семенного материала (рис. 70), лучшие результаты отмечены в варианте использования пластиковых криопробирок.

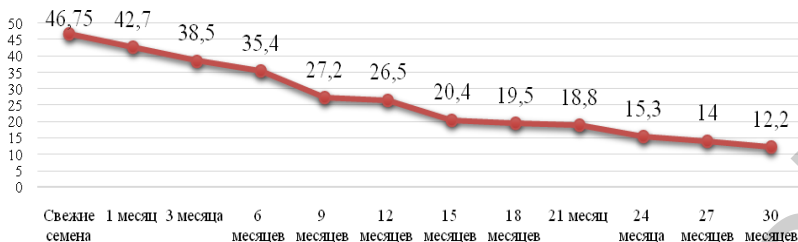


Рисунок 69. Динамика снижения всхожести семян котовника кошачьего в зависимости от сроков хранения

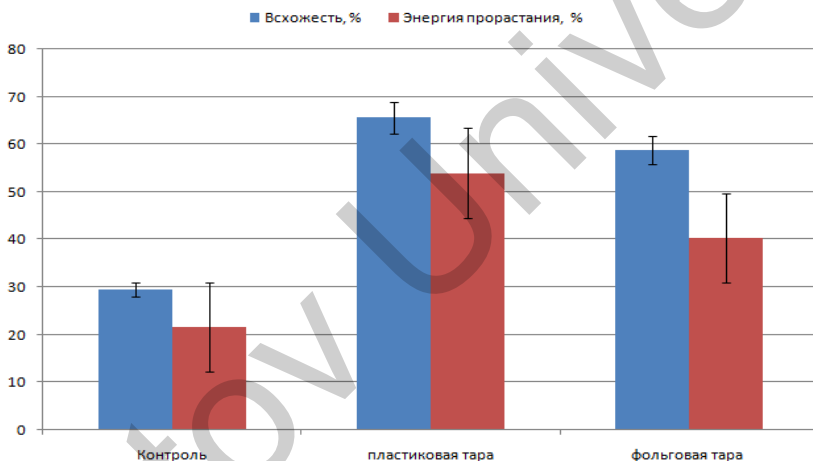


Рисунок 70. Показатели прорастания семян *Nepeta cataria* в зависимости от типа тары

В качестве дальнейшей оптимизации криозамораживания нами апробировано сочетание разных видов тары и условий размораживания (рис. 71).

Для дальнейшей оптимизации сохранности семян *Nepeta cataria* в жидком азоте использовали 4 типа криопротекторов разной концентрации. Лучшие результаты со значительным превышением показателей контроля получены в вариантах использования криопротектора — 15 %-ного раствора глюкозы (табл. 44).

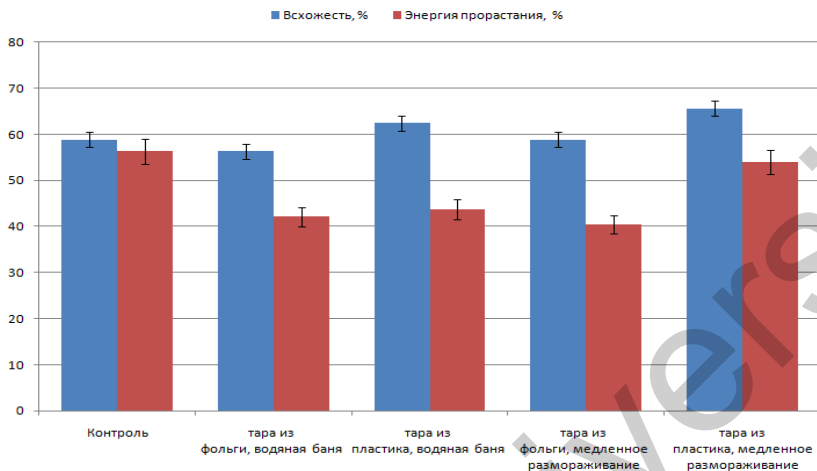


Рисунок 71. Показатели прорастания семян *Nepeta cataria* при использовании разных видов тары и условий размораживания

Т а б л и ц а 4 4

**Показатели прорастания семян *Nepeta cataria* в зависимости от применения криопротекторов**

Вариант эксперимента	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Контроль, без криопротекторов	46,8±19,5	27,8±5,6
глюкоза 10 %	70,5±3,2*	48,9±1,5*
глюкоза 15 %	74,5±3,3*	58,9±1,6*
сахароза 10 %	65,6±3,7*	60,5±2,4*
сахароза 15 %	45,8±2,4	24,4±1,7
глицерин 20 %	42,8±3,0	20,1±3,1
глицерин 40 %	41,2±3,3	20,5±3,3
пропиленгликоль 5 %	61,3±3,7*	50,2±3,5*
пропиленгликоль 10 %	68,0±3,0*	65,8±1,8*

\* — Достоверное отличие от контроля при P≤0,05.

Таким образом, при хранении семян *Nepeta cataria* выявлено постепенное снижение всхожести. Оптимальными условиями для криоконсервации семян данного вида является замораживание в пластиковой таре, размораживание при комнатной температуре и использование 15 % раствора глюкозы в качестве криопротектора.

Итоги опытов позволили разработать алгоритм криоконсервации семян *Nepeta cataria* (рис. 72).

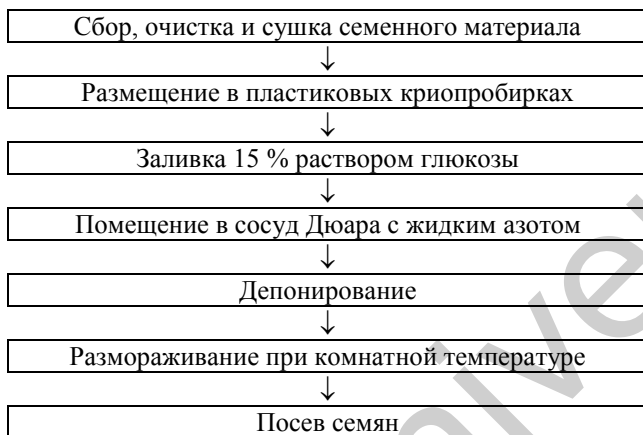


Рисунок 72. Алгоритм криоконсервации семян *Nepeta cataria*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность использования лекарственных растений неизмеримо возросла в последние десятилетия. Преимуществом лекарственных растений является их малая токсичность и возможность длительного применения без существенных побочных явлений. В мире наблюдается активный рост применения лекарственных трав и препаратов на их основе, что свидетельствует о необходимости расширения сырьевой базы и организации качественного семеноводства и семенных банков длительного хранения.

Отдельные плантации лекарственных растений в республике выращивают в центральном, южном, юго-восточном и восточном Казахстане. Их дальнейшее расширение ограничивается отсутствием устойчивой семенной базы. К сожалению, в Казахстане недостаточно проводились исследования по организации системы хранения и сохранения качества семенного материала лекарственных растений

Сложности создания семенных банков лекарственных культур заключаются в том, производство их весьма ограничено, что создает небольшой объем спроса на семена. В мире отсутствуют достаточные объемы семенных обменных фондов и банков лекарственных растений, поэтому при необходимости закладки больших плантаций найти семена удовлетворительного качества весьма сложно.

Криоконсервация лекарственных растений является перспективным направлением криобиологии. Хранение семян при обычных условиях не позволяет обеспечить длительный период и удовлетворительные показатели жизнеспособности. Так, для отдельных видов срок хранения может варьировать от 9–12 месяцев до 5–6 лет.

Проведенные эксперименты по оптимизации условий криоконсервации семенного материала лекарственных растений позволили определить, что они успешно сохраняют всхожесть и энергию прорастания после депонирования в жидком азоте.

Для 14 лекарственных видов авторами монографии были оптимизированы условия криоконсервации, включая тип тары для размещения, условия замораживания и оттаивания, применение разных видов криопротекторов, а также применение физических

методов активации прорастания семян и регуляторов роста после криоаморазивания.

Отмечено положительное воздействие регуляторов роста, барботирования, магнитного поля и лазерного облучения, а также некоторых регуляторов роста. В итоге, для всех видов были разработаны рекомендации и протоколы криоконсервации, что позволило создать криоколлекцию семенного материала.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Абдуллабекова Р.М., Турсунова Ш.Б. Разработка состава и технологии суппозиториев с углекислотным экстрактом скабиозы бледно-желтой // Сборник материалов научно-практической конференции «Абу Али Ибн Сино и инновации в современной фармацевтике». — Ташкент, 2019. — С. 122–125.

Агеев Д.В., Ишмуратова М.Ю., Сельдюгаев О.Б., Зиновьев Л.А. Рекомендации по криоконсервации семенного материала шалфея степного. — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова 2023. — 18 с.

Аксеновский А.В., Аникеева Э.Н., Аксеновская Д.А. Физические способы предпосевной обработки семян // Наука и образование. — 2019. — Т. 2, № 4. — С. 223–230.

Әменов Д.М., Агеев Д.В., Толеш А., Сельдюгаев О.Б., Зиновьев Л.А., Норцева М.А. Влияние физических методов предпосевной обработки на всхожесть семян некоторых лекарственных растений // Вестник Карагандинского университета. Серия биология, медицина, география. — 2022. — № 1(102). — С. 16–22. <https://doi.org/10.31489/2022BMG1/16-22>

Богданова Н.А., Вахрамеев К.И., Болотник Е.В. Растения рода *Echinacea*: химический состав, фармакологические действия и препараты на их основе // IV Междун. научно-практ. конф. Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения. — Екатеринбург, 2019. — С. 1314–1318.

Бутенко О.Ю., Бондаренко А.С., Пелевина Н.Н. Влияние режимов замораживания и оттаивания на всхожесть семян сосны и ели // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2014. — № 1. — С. 38–46.

Вержук В.Г., Павлов А.В. Анализ эффективности методов криоконсервации по показателю жизнеспособности плодовых растений после криосохранения // Научный журнал НИУ ИТМО, серия процессы и аппараты пищевых производств. — 2015. — № 2. — С. 162–167.

Вержук В.Г., Павлов А.В., Мурашев С.В., Дзюбенко Н.И., Тихонова О.А., Орлова С.Ю., Новикова Л.Ю., Шубин Н.А. Регулирующая роль криопротекторов и антиоксидантов при хранении геноплазмы плодовых и ягодных культур // Международный на-

учно-исследовательский журнал. — 2016. — № 11(53). — С. 115–118.

Воронкова Н.М., Холина А.Б., Якубов В.В. Прорастание семян растений полуострова Камчатка и их реакция на глубокое замораживание // Вестник КрасГАУ. — 2009. — № 1. — С. 62–68.

Воронкова Н.М., Холина А.Б. Морфология, биология прорастания и криорезистентность семян представителей флоры острова Сахалин // Вестник КрасГАУ. — 2010. — № 4. — С. 30–36.

Воронкова Н.М., Холина А.Б. биология прорастания и криохранение семян некоторых пищевых и лекарственных видов растений Дальнего Востока России // Вестник КрасГАУ. — 2011. — № 9. — С. 55–59.

Гаврилькова Е.А., Ишмуратова М.Ю., Тлеукунова С.У. Рекомендации по криогенному хранению семенного материала *Echinacea pallida* сорта «Лебедушка». — Караганда: Изд-во КарУ, 2023. — 35 с.

Гарник Т.П., Фролов В.М., Романюк Б.П., Пересадин Н.А., Дьяченко Т.В. Тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.) и тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.): ботаническая характеристика и фармакологические свойства (обзор литературы) // Украинський медичний альманах. — 2009. — Т. 12, № 5. — С. 215–218.

Горбунов Ю.Н., Хоциалова Л.И., Волкова О.Д., Ермаков М.А. Влияние замораживания семян *Abutilon theophrasti* Medik. и *ErUCA vesicaria* (L.) Cav. на всхожесть, рост и развитие растений // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. — 2021. — № 4. С. 1–9. <https://doi.org/10.51419/20214407>

Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. изд. — Алматы, 2014. — 230 с.

Дадаев Х.А., Акилов Д.Х., Тогаев М.К. Валериана лекарственная // Фитотерапия. — 2021. — № 1 (47). — С. 233–249.

Далецкая Т.В., Полякова Е.Н. Влияние криоконсервации на прорастание семян и некоторые стороны метаболизма // Биофизика живой клетки. — 1994. — Т. 6. — С. 81–86.

Джолимбетов О.Н., Уйасова Г.Р. Лекарственное значение эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*) // Экономика и социум. — 2022. — № 10(101). — С. 336–338.

Додонова А.Ш., Антипова Д.Д. Изучение влияния способа внесения криопротекторов на сохранение семенного материала мята длиннолистной при криоконсервации // Вестник Карагандинского университета. Серия биология, медицина, география. — 2022. — № 3 (107). — С. 42–46. <https://doi.org/10.1489/2022BMG3/42-46>

Ерохин А.И., Цуканова З.Р. Физические методы предпосевной обработки семян и эффективность их использования // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2014. — № 3 (11). — С. 84–88.

Жунусова М.А. Фармацевтическая разработка лекарственных средств из растительного сырья *Scabiosa ochroleuca* L. и *Scabiosa isetensis* L. // Диссертация PhD. — Караганды, 2019. — 173 с.

Жунусова М.А., Ахметова С.Б. Получение и исследование биологической активности масляного экстракт из травы *Scabiosa isetensis* L. // III международная научно-практическая конф. «Междисциплинарные исследования: опыт прошлого, возможности настоящего, стратегии будущего». — Мельбурн, 2020. — С. 178–180.

Зибарева Л.Н., Амосова Е.Н., Крылова С.Г. Растения родов *Silene* L. и *Lychnis* L. (*Caryophyllaceae*): состав химических Р24 компонентов и биологическая активность. — Томск: Из-во Томского государственного университета, 2021. — 496 с.

Зубцова В.А., Осипова Л.Л., Лебедева Т.И. Льняное семян, его состав и свойства // Российский химический журнал. — 2002. — Т. XLVI, № 2. — С. 14–16.

Ишмуратова М.Ю., Тлеукунова С.У. Разработка методов криоконсервации семян некоторых лекарственных растений // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. — 2018. — Т. 21, № 10. — С. 63–66.

Ишмуратова М.Ю., Тлеукунова С.У., Гаврилькова Е.А., Агеев Д.В. Рекомендации по криоконсервации семенного материала календулы лекарственной. — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 28 с.

Ишмуратова М.Ю., Гаврилькова Е.А., ТлеуKENOVA C.Y. Рекомендации по криоконсервации семенного материала льна многолетнего. — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 25 с.

Ишмуратова М.Ю., Кыздарова Д.К., Кали А.К. Рекомендации по криоконсервации семенного материала валерианы лекарственной. — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 26 с.

Ишмуратова М.Ю., Гаврилькова Е.А., ТлеуKENOVA C.Y. Рекомендации по хранению в жидком азоте *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия». — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 30 с.

Канн А.А. Покой семян: смена концепций и теорий // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. — М.: Колос, 1982. — С. 47–71.

Кокшеева И.М., Нестерова С.В. Условия и сроки хранения семян рододендронов // Вестник ОГУ. — 2011. — № 4(123). — С. 103–109.

Крупенникова В.Г. Фармакогностическое исследование *Scabiosa comosa* и *Scabiosa ochroleuca* L., произрастающих в Восточной Сибири // Автореф. дис. канд. фарм. наук. — Улан-Удэ, 2007. — 15 с.

Кузьмин Г.П., Куваев В.А. Криохранилище семян в криолихозоне // Успехи современного естествознания. — 2018. — № 12, Ч. 1. — С. 155–161.

Кушнаренко С.В., Мухитдинова З.Р., Аралбаева М.М. Криоконсервация семян: метод. реком. — Алматы: Изд-во Ин-та биологии и биотехнологии растений, 2011. — 33 с.

Молодкин В.Ю. Методы консервации семян культурных растений при низких и сверхнизких температурах // Автореферат канд. дис. — Ленинград, 1987. — 18 с.

Муратова А.М. Применение физических методов обработки для повышения жизнеспособности семян календулы лекарственной // Материалы региональной научно-практической конференции магистрантов и студентов, посвященной 50-летию Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова «Букетовские чтения — 2022». — Караганда: КарУ, 2022. — С. 46–49.

Нестерова С.В. Крриоконсервация семян дикорастущих растений Приморского края // Автореферат канд.дис. — Владивосток, 2004. — 21 с.

Никишина Т.В., Попов А.С., Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Широков А.И., Коломейцева Г.Л. Крриоконсервация семян орхидей // Вестник ТвГУ, серия биология и экология. — 2007. — № 4. — С. 38–43.

Николаева М.Г., Тихонова В.Л., Далецкая Т.В. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян // Консервация генетических ресурсов. Информационный материал. — Пушкино: Пушин. науч. центр РАН, 1992. — 36 с.

Николаева М.Г., Лянгусова И.В., Позднова Л.М. Биология семян — СПб: НИИ химии СПбГУ, 1999. — 232 с.

Павлов А.В., Вержук В.Г. Применение криопротекторов, как нуклеаторов льда при хранении плодовых культур в парах жидкого азота // Научный журнал НИУ ИТМО, серия процессы и аппараты пищевых производств. — 2014. — № 1. — С. 1–6.

Павлов А.В., Пороховинова Е.А., Брач Н.Б., Павлов А.В., Вержук В.Г. Влияние крриоконсервации в жидком азоте на жизнеспособность семян льна // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2023. — Т. 184 (1). — С. 9–20. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-1-9-20>

Поспелов С.В. Изучение активности в онтогенезе *Echinacea pallida* (Nutt.) // Химия растительного сырья. — 2013. — № 1. — С. 191–196.

Рамазанов А.К., Тлеукунова С.У. Рекомендации по крриоконсервации семенного материала ромашки аптечной. — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 21 с.

Рамазанов А.К., Ишмуратова М.Ю., Тлеукунова С.У., Агеев Д.В. Рекомендации по крриоконсервации семенного материала расторопши пятнистой (*Silybum marianum*). — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 24 с.

Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства *Caprifoliaceae* — *Lobeliaceae* / Отв. ред. А.Л. Буданцев. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. — 630 с.

Ромаданова Н.В., Аралбаева М.М., Рымханова Н.К., Байгаераев Д.Ш., Рамазанов А.К., Ишмуратова М.Ю., Кушнарченко Н.В. Криоконсервация как способ повышения лабораторной всхожести и энергии прорастания семян // Бюллетень Карагандинского университета. Серия биология, медицина, география. — 2022. — № 1(105). — С. 86–95. <https://doi.org/10.489/2022BMG1/86-95>

Ромаданова Н.В., Кушнарченко С.В. Сохранение биоразнообразия растений методами биотехнологии // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2023. — Т. 184, № 1. — С. 239–248. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-20>

Сафина Г.Ф., Бурмистрова Л.А. Низкотемпературное и криогенное хранение семян груши *Rugus L.* // Цитология. — 2004. — Т. 46, № 10. — С. 851.

Сафина Г.Ф., Петрова М.Н. Жизнеспособность и динамика всхожести семян яблони при криоконсервации // Сельскохозяйственная биология. — 2008. — № 5. — С. 78–81.

Сидельников Н.И., Осипов В.И., Сидельников А.Н., Хазиева Ф.М. Фармакологически активные алкаамиды в сырье эхинацеи пурпурной // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. — 2015. — № 8. — С. 3–8.

Сирман Д.Ю., Блялова М.Ж., Сейлбек Ж. Влияние криозамораживания на всхожесть семян некоторых представителей рода сосна (*Pinus*) на фоне использования одно- и двусоставных криопротекторов // Теория и практика научных исследований: материалы межд.науч. -практ.конф. — Астана, 2018. — С. 11–25.

Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Изд. 2. — Рим, 2015. — 183 с.

Теоретические и практические аспекты современной криобиологии. Материалы международной научно-практической конференции. — Сыктывкар, 2014. — 412 с.

Тихонова В.П., Яшина С.Г., Шабаева Э.В. Изучение роста и развития дикорастущих травянистых растений из семян, прошедших криоконсервацию // Биофизика живой клетки. 1994. — Т. 6. — С. 86–90.

Тлеукунова С.У., Ишмуратова М.Ю., Гаврилькова Е.А., Рамазанов А.К. Рекомендации по криоконсервации семенного ма-

териала *Thymus serpyllum* сорта «Медок». — Караганда: Изд-во КарУ им. Е.А. Букетова, 2023. — 29 с.

Тоцкая С.А., Грязнов М.Ю. Ромашка аптечная (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — объект селекции // В сб.: Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине. — М., 2016. — С. 321–324.

Турсынова Ш.Б., Абдуллабекова Р.М., Жунусова М.А., Жунусов Е.С. Исследование возможности применения углекислотного экстракта из травы *Scabiosa ochroleuca* L. в дерматологии // Актуальные проблемы современной науки: сборник тезисов научных трудов XXX Международной научно-практической конференции. — СПб., 2018. — С. 66–68.

Тыржанова С.С., Ишмуратова М.Ю. Рекомендации по криоконсервации семенного материала скабиозы бледно-желтой и скабиозы исетской. — Караганда: Print Shop, 2023. — 25 с.

Федосенко В.А. Использование сверхнизких температур для длительного хранения семян (методы и техника) // Бюллетень ВИР. — 1978. — Т. 77. — С. 53–57.

Флора Казахстана. ТТ. 1–9. — Алма-Ата: Наука, 1956–1966.

Фурса Н.С., Фурса С.Н. Валериана лекарственная в фитотерапии простудных заболеваний и заболеваний органов дыхания // Фармация. — 1993. — № 6. — С. 7677.

Фурса Н.С., Фурса С.Н. Валериана лекарственная в фитотерапии заболеваний глаз, полости рта и аллергических дерматозов // Фармация. — 1994. — № 3. — С. 7374.

Холина А.Б., Воронкова Н.М. Сохранение генофонда дальневосточных растений методом криоконсервации семян // Известия РАН, серия биологическая. — 2008. — № 3. — С. 304–312.

Чанотей Д., Осипенко А.Е. Криоконсервация — передовая технология сохранения генетических ресурсов лесных растений (обзор иностранной литературы) // Леса России и хозяйство в них. — 2022. — № 4. — С. 56–65. <https://doi.org/10.51318/FRET.2022.56.46.007>

Четверикова Е.П., Шабаева Э.В., Яшина С.Г. Сходство во влиянии разных режимов криоконсервации семян на рост и развитие растений // Биофизика. — 2008. — Т. 53, Вып. 5. — С. 842–848.

Шубин Н.А. Прикладная криобиология. Криотехника и организация криобанков // В сб. Методы культивирования клеток. — СПб., 2008. — С. 50–261.

Al-Attraqchi O.H.A., Deb P.K., Al-Attraqchi N.H.A. Review of the phytochemistry and pharmacological properties of *Valeriana officinalis* // Current Traditional Medicine. — 2020. — Vol. 6(4). — P. 260–277. <https://doi.org/10.2174/2215083805666190314112755>

Barnes J., Anderson L.A., Gibbons S., Phillipson J.D. *Echinacea* species (*Echinacea angustifolia* (DC.) Hell., *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L.) Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties // J Pharm Pharmacol. — 2005. — Vol. 57(8). — P. 929–954. <https://doi.org/10.1211/0022357056127>

Barrett B. Medicinal properties of *Echinacea*: a critical review // Phytomedicine. — 2003. — Vol. 10(1). — P. 66–86. <https://doi.org/10.1078/094471103321648692>

Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. — New-York Acad. Press, 1998. — 666 p.

Bauer R. Echinacea drugs — effects and active ingredients // Z Arztl Fortbild. — 1996. — Vol. 90(2). — P. 111–115.

Bonner F.T. Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation // Forest Ecol. Management. — 1990. — Vol. 35. — P. 35–43.

Chandra S., Rawat D.S. Medicinal plants of the Family *Caryophyllaceae*: a review of ethnomedicinal uses and pharmacological properties // Integrative Med Res. — 2015. — Vol. 4(3). — P. 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2015.06.004>

Cigremis Y., Ulukanlia Z., Ilcimb A., Akgozc M. In vitro antioxidant activity and phenolic composition of *Nepeta cataria* L. extracts // International Journal of Agricultural Science and Technology. — 2013. — Vol. 1, № . 4. — P. 74–79.

Das S.K., Mukherjee S., Vasudevan D.M. Medicinal properties of milk thistle with special reference to silymarinin: an overview // Natural Product Radiance. — 2008. — Vol. 7(2). — P. 182–192.

de Sousa Araujo S., Paparella S., Dondi D., Bentivoglio A., Carbonera D., Balestrazzi A. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology // Front. Plant Sci.

— 2016. — Vol. 7. — Article 646 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>

Devin S.R., Tamizgran M., Devin K.R. The Medicinal Properties of Milk Thistle (*Silybum Marianum*) With Emphasis on Its Property in Reducing the Side Effects of Chemotherapy: A Mini-Review // Am J Biomed Sci & Res. — 2022 — Vol. 15(6). — Article ID 002165. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2022.15.002165>

Dhwaj V., Kumar A., Verma M., Garg V.K., Gupta S.K. Therapeutic potential of *Calendula officinalis* // Pharmacy & Pharmacology International Journal. — 2018. — Vol. 6, Issue 2. — P. 149–155. <https://doi.org/10.15406/ppij.2018.06.00171>

Dodonova A.S., Gavrilkova H.A., Ishmuratova M.Y., Tleukenova S.U. Drug plant seed viability preservation by cryoconservation // European researcher. — 2013. — Vol. 54, № 7–1. — P. 1791–1796.

Donath F. et al. Critical evaluation of the effect of valerian extract on sleep structure and sleep quality // Pharmacopsychiatry. — 2000. — № 33(2). — P. 47–53.

Dorsch W. Clinical application of extract of *Echinacea purpurea* or *Echinacea pallida*. Critical evaluation of controlled clinical studies // Z Arztl Fortbild. — 1996. — Vol. 90(2). — P. 117–122.

Eftekhari Z. Antimicrobial properties of medicinal plants; the new therapeutic aspect of *Valeriana officinale* // Plant Biotechnology Persa. — 2020. — Vol. 2(1). — P. 59–60. <https://doi.org/10.29252/pbp.2.1.59>

El Merzougui S., Benelli C., El Boullani R., Sergh M.A. The cryopreservation of medicinal and ornamental geophytes: application and challenges // Plants. — 2023. — Vol. 12. — Article ID 2143. <https://doi.org/10.3390/plants12112143>

Grisez T.J. Black cherry seeds stored 8 years // Tree Planter's Notes. — 1976. — Vol. 27. — P. 20–21.

Gonzalez-Benuto E.M., Perez-Garcia F. Cryopreservation of lipid-rich seeds: effect of moisture content and cooling rate on germination // Cryo Letters. — 2001. — Vol. 22(2). — P. 135–140.

Jaric S., Mitrovic M., Pavlovic P. Review of ethnobotanical, phytochemical, and pharmacological study of *Thymus serpyllum* // Evid Based Complement Alternat Med. — 2015. — Vol. 2015 (101978). <https://doi.org/10.1155/2015/101978>

Jovanovic A.A., Balanč B.D., Petrović P., Pravić P., Djordjević V.B. Pharmacological potential of *Thymus serpyllum* L. (wild thyme) extracts and essential oil: A review // J Eng & Proces Management. — 2021. — Vol. 13(2). — P. 32–41. <https://doi.org/10.7251/JEPM210203J>

Hamilton K.N., Ashmore S.E., Pritchard H.W. Thermal analysis and cryopreservation of seeds of Australian wild *Citrus* species (Rutaceae): *Citrus australasica*, *C.inodora* and *C.garrawayi* // Cryo Letters. — 2009. — Vol. 30(3). — P. 268–279.

Hofer M., Hanke M.-V. Cryopreservation part of the conservation strategy fruit genetic resources in Germany // Cryobiology. — 2018. — Vol. 18. — P. 162.

Hu W.H., Yang Y.H., Liaw S.I., Chang Ch. Cryopreservation the seeds of a Taiwanese terrestrial orchid, *Bletilla formosana* (Hayata) Schltr. by vitrification // Botanical Studies. — 2013. — Vol. 54. — P. 1–7. <https://doi.org/10.1186/1999-3110-54-33>

Hussein Z., Aziz R.A. Chemical composition and antibacterial activity of *Linum usitatissimum* L. (flaxseed) // Sys Rev Pharm. — 2021. — Vol. 12 (2). — P. 145–147.

Ishmuratova M.Yu., Tleukenova S.U., Atikeyeva S.N., Auelbekova A.K., Zhuzbayeva G.O., Zhumagaliyeva Zh.Zh. Cryopreservation of *Calendula officinalis* seeds // EurAsian Journal of BioSciences. — 2020. — Vol. 14, Iss. 1. — P. 501–505.

Ishmuratova M.Yu., Baigarayev D.S., Tleukenova S.U., Gavrilkova E.A., Ramasanov A.K., Zhumina A.G. Development of cryopreservation methods of seed of *Nepeta cataria* // Bulletin of the Karaganda University, series biology, medicine, geography. — 2021. — № 2 (102). — P. 37–42.

Issac M., Kuriakose P., Leung S., Costa A.B., Johnson S., Bucalo K., Stober J.M., Determann R.O., Rogers W.L., Cruse-Sanders J.M. Seed Cryopreservation, Germination, and Micropropagation of Eastern Turkeybeard, *Xerophyllum asphodeloides* (L.) Nutt.: A Threatened Species from the Southeastern United States // Plants. — 2021. — Vol. 10. — Article ID 1462. [10.3390/plants10071462](https://doi.org/10.3390/plants10071462)

Jan N., Andrabi K.I., John R. *Calendula officinalis* — an important medicinal plant with potential biological properties // Proceedings of the Indian National Science Academy. — 2017. —

Vol. 83, Issue 4. — P. 769–787. <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2017/49126>

Kaithwas G., Mukherjee A., Chaurasia A.K., Majumdar D.K. Anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of *Linum usitatissimum* L. (flaxseed/linseeds) fixed oil // Indian Journal of Experimental Biology. — 2011. — Vol. 49. — P. 932–938.

Kaviani B. Conservation of plant genetic resources by cryopreservation // Australian Journal of Crop Science. — 2011. — Vol. 5(6). — P. 778–798.

Kushnarenko S., Kovalchuk I., Turdiyev T., Romadanova N. Cryobanking clonally propagated plants in Kazakhstan: 15-year experience // Cryobiology. — 2018. — Vol. 18. — P. 162.

Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Aralbayeva M.M. Current state and in vitro conservation of the only endangered population of *Corylus avellana* in Kazakhstan // Research on Crops. — 2020. — Vol. 21 (4). — P. 681–686. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2020.106>

Levaya Y., Atazhanova G., Zholdasbaev M.E., Akhmetova S.B. Antibacterial activity of ultrasonic extracts of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan // Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography. — 2021. — № 1(101). — P. 45–49. <https://doi.org/10.31489/2021BMG1/45-49>

Levaya Y., Zholdasbaev M.E., Atazhanova G., Akhmetova S.B. Evaluation of Antibacterial Activity of *Salvia stepposa* Extracts Isolated using Microwave Extraction, Growing Wild in Kazakhstan // Trends in Science. — 2022. — Vol. 19(7). — P. 1–6. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.3217>

Li J., Li X., Wang Ch., Zhang M., Ye M., Wang Q. The potential of *Valeriana officinalis* as a traditional Chinese medicine: traditional clinical applications, bioactivities, and phytochemistry // Front. Pharmacol. — 2022. — Vol. 13 (2022). <https://doi.org/10.3389/fpharm.2022.973138>

Lovecka P., Lipov J., Thumova K., Macurkova A. Characterization of biological active substances from *Calendula officinalis* // Curr. Pharm. Biotechnol. — 2017. — Vol. 18 (14). — P. 1167–1174. <https://doi.org/10.2174/1389201019666180226151910>

Manayi A., Vazirian M., Saeidnia S. *Echinacea purpurea*: pharmacology, phytochemistry and analysis methods // Pharm Rev. —

2015. — Vol. 9(17). — P. 63–72. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.156353>

Marghescu F.I., Teodorescu M.S., Radu D. The Positive impact of flaxseed (*Linum usitatissimum*) on breast cancer // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. — 2012. — Vol. 18 (2). — P. 161–168.

Martinkova Z., Honek A. The effect of cryopreservation on germination of dandelion seeds // Plant Protec Sci. — 2007. — Vol. 43. — № 2. — P. 63–67.

Montoya-García C.O. et al. Bioactive compounds of purslane (*Portulaca oleracea* L.) according to the production system: A review // Scientia Horticulturae. — 2023. — Vol. 308. — P. 111584.

Morombaye S.M., Kangogo M., Revathi G., Nyerere A., Ochora J. Evaluation of the antimicrobial effect of *Nepeta cataria* and *Basella alba* against clinically resistant *Acinetobacter baumannii* in Nairobi, Kenya // Advances in Microbiology. — 2018. — № 8. — P. 790–803. <https://doi.org/10.4236/aim.2018.810052>

Pence V.G. Germination, desiccation and cryopreservation of seeds of *Populus deltoides* Bartr // Seed science and technology. — 1996. — Vol. 24, № 1. — P. 151–157.

Pilerood S.A., Prakash J. Nutrition and medicinal properties of Valerian (*Valeriana officinalis*) herb: a review // Int J Food Nutr & Dietetics. — 2013. — Vol. 1 (1). — P. 25–32.

Pinto D.C.G.A., Rahmouni N., Beghidja N., Silva A.M.S. *Scabiosa* genus: a rich source of bioactive metabolites // Medicines. — 2018. — Vol. 5. — Article ID 110 <https://doi.org/10.3390/medicines5040110>

Plotnikov M.B., Aliev O.I., Vasilev A.S., Maslov M.Iu., Zibareva L.N., Dmitruk S.E., Kalinkina G.I. The hemorheological effects of *Lychnis chalconica* L. extracts // Eksp Klin Farmakol. — 2000. — Vol. 63(2). — P. 54–56.

Pritchard H.W. Cryopreservation and Freeze-drying Protocols // Methods in Molecular Biology. — 1995. — Vol. 38. — P. 133–144.

Post-White J., Ladas E.J., Kelly K.M. Advances in the use of milk thistle (*Silybum marianum*) // Integr Cancer Ther. — 2007. — Vol. 6(2). — P. 104–109. <https://doi.org/10.1177/1534735407301632>

Pullman G.S., Bucato K., Determann R.O., Cruse-Sanders J.M. Seed cryopreservation and germination of *Rhus glabra* and the

critically endangered species *Rhus michauxii* // Plants. — 2021. — Vol. 10. — Article ID 2277. <https://doi.org/10.3390/plants10112277>

Roos E.E., Stanwood P.C. Effects of low temperature, cooling rate, and moisture content on seed germination of lettuce // Journal Amer Sco Hort. Sci. — 1981. — Vol. 106. — P. 30–34.

Sakai A., Noshiro M. Some factors contributing to the survival of crop seeds cooled to the temperature of liquid nitrogen // Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. — 1975. — P. 317.

Schofield E., Jones E.P., Sarasan V. Cryopreservation without vitrification suitable for large scale cryopreservation of ochrid seeds // Botanical Studies. — 2018. — Vol. 59(13). <https://doi.org/10.1186/s40529-018-0229-7>

Sharma A., Nayik G.A., Cannoo D.S. Pharmacology and toxicology of *Nepeta cataria* (Catmint) species of genus *Nepeta*: a review // Plant and Human Health. — 2019. — Vol. 3. — P. 285–299. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04408-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04408-4_13)

Siddique A., Kumar P. Physiological and biochemical basis of pre-sowing soaking seed treatment — an overview // Plant Archives. — 2018. — Vol. 18, № 2. — P. 1933–1937.

Stanwood P., Bass L. Ultracold preservation of seed germplasm // Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. — 1978. — 361 p.

Stanwood P., Sowa S. Evaluation on onion (*Allium cepa* L.) seed after 10 years of storage at -5, -18, and -196°C // Crop Sci. — 1995. — Vol. 35, № 3. — P. 825–856.

Tavarini S., Angelini L.G., Casadei N., Spugnoli P., Lazzeri L. Agronomical evaluation and chemical characterization of *Linum usitatissimum* L. as oilseed crop for bio-based products in two environments of Central and Northern Italy // Italian Journal of Agronomy. — 2016. — Vol. 11 (735). — P. 122–132. <https://doi.org/10.4081/ija.2016.73514>

Tleukenova S., Ramazanov A., Ishmuratova M., Mussina R., Atikeeva S., Nurkenova A., Zhumadilov S., Shapatova G., Saesembaeva A. Germination of chamomile (*Matricaria recutita*) seeds during cryopreservation using PVS2 cryoprotectant // Research on Crops. — 2022. — Vol. 23 (2). — P. 466–472. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2022.063>

Touchell D.H., Dixon K.W. Cryopreservation of seed of Western Australian native species // Biodiversity & Conservation. — 1993. — Vol. 2. — P. 594–602.

Tyrzhanova S.S., Ishmuratova M.Yu., Atikeeva S.N., Kydyrmoldina A.S., Malik M.M. Biological study *Scabiosa ochroleuca* seeds germination and development of methods for a long-term storage // OnLine Journal of Biological Science. — 2022. — Vol. 22(4). — P. 512–519. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.512.519>

Umer K.H., Zeenat F., Ahmad W., Ahmad I., Khan A.V. Therapeutics, phytochemistry and pharmacology of Alsi (*Linum usitatissimum* Linn): An important Unani drug // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. — 2017. — Vol. 6 (5). — P. 377–383.

Vertucci C.W. Effects of cooling rate on seeds exposed to liquid nitrogen temperatures // Plant Physiol. — 1989. — Vol. 90. — P. 1478–1485.

Zadeh J.B., Kor N.M., Kor Z.M. Chamomile (*Matricaria recutita*) As a Valuable Medicinal Plant // International journal of Advanced Biological and Biomedical Research. — 2014. — Vol. 2, № 3. — P. 823–829.

Zamecnik J., Faltus M., Bilavcik A. Vitrification solutions for plant cryopreservation: modification and properties // Plants (Basel). — 2021. — Vol. 29 (10). — P. 2623. <https://doi.org/10.3390/plants10122623>

Zhou Y.-X., Xin H.-L., Rahman K., Wang S.-J., Peng C., Zhang H. *Portulaca oleracea* L.: a review of phytochemistry and [harmacological effects // Biomed Res Int. — 2015. — Vol. 2015 (925631). <https://doi.org/10.1155/2015/925631>

Zhunusova M.A., Suleimen E.M., Iskakova Zh.B., Ishmuratova M. Yu., Abdullabekova R.M. Constituent composition and biological activity of CO<sub>2</sub>-extracts of *Scabiosa isetensis* and *S. ochroleuca* // Chemistry of Natural Compounds. — 2017. — Vol. 53, № 4. — P. 775–777.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Применение криоконсервации для сохранения семенного материала.....	5
2 Разработка методов криоконсервации семенного материала лекарственных растений .....	11
2.1 <i>Scabiosa ochroleuca</i> .....	11
2.2 <i>Scabiosa isetensis</i> .....	15
2.3 <i>Chamomilla recutita</i> .....	18
2.4 <i>Calendula officinalis</i> .....	23
2.5 <i>Linum usitatissimum</i> .....	31
2.6 <i>Valeriana officinalis</i> .....	38
2.7 <i>Echinacea pallida</i> .....	46
2.8 <i>Echinacea purpurea</i> .....	59
2.9 <i>Silybum marianum</i> .....	69
2.10 <i>Lychnis chalcedonica</i> .....	76
2.11 <i>Salvia stepposa</i> .....	84
2.12 <i>Thymus serpyllum</i> .....	89
2.13 <i>Portulaca oleracea</i> .....	97
2.14 <i>Nepeta cataria</i> .....	109
Заключение.....	114
Список использованных источников.....	116

Научное издание

**Ишмуратова Маргарита Юлаевна,  
Тлеукенова Салтанат Ушкempiровна,  
Гаврилькова Елена Анатольевна и др.**

**КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

*Монография*

Ответственный редактор: *канд. биол. наук, проф. Ишмуратова М.Ю.*

Технический редактор: *Гаврилькова Е.А.*

Верстка: *Бутиякин В.В.*

Подписано в печать 22.11.2023 г.

Формат 60×84 1/16. Бумага ксероксная. Гарнитура Times.

Объем 8,19 п.л. Тираж 000 экз. Заказ № 105.

Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова  
100024, г. Караганда, ул. Университетская, 28.

Отпечатано в Издательстве Карагандинского  
университета имени академика Е.А. Букетова  
Тел. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)