

А.К. Рамазанов¹, С.У. Тлеукунова¹, Л.Г. Бабешина²,
Е.А. Гаврилькова¹, С.А. Кушербаев³

¹Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан;

²Научный центр экспертизы средств медицинского применения Минздрава России, Москва, Россия;

³Медицинский университет Караганды, Казахстан

(E-mail: damir--6@mail.ru)

Жизнеспособность семян сортов ромашки аптечной после криоконсервации

В статье изучено влияние сверхкритических низких температур на всхожесть семян ромашки аптечной. В качестве материалов исследованы два сорта ромашки аптечной «Подмосковная» и «Карагандинская». Семена используемых видов подвергались заморозке в жидком азоте в два этапа с различной длительностью (24 ч и 7 сут) и оттаиванием (быстрое и медленное). После криообработки семена высаживали в чашках Петри и помещали в климатическую камеру для определения лабораторной всхожести. Было отмечено, что низкотемпературное воздействие положительно повлияло на всхожесть и энергию прорастания семян ромашки аптечной (сорт «Подмосковная»), особенно при заморозке длительностью в 7 сут при медленном оттаивании. Хуже перенесла криообработку ромашка аптечная сорта «Карагандинская». Также следует отметить, что всхожесть и энергия прорастания семян обоих сортов после глубокого замораживания превышала 50 %. Таким образом, криообработка семян в жидком азоте (–196 °С) не оказала отрицательного действия на жизнеспособность семян ромашки аптечной обоих сортов. Данная методика пригодна для сохранения генетических ресурсов исследуемых видов.

Ключевые слова: ромашка аптечная, криоконсервация, криообработка, лабораторная всхожесть, энергия прорастания.

Введение

Ромашка аптечная *Chamomilla recutita* (L.) Raushert. (*Matricaria chamomilla* L., *M. recutita* L.) — однолетнее травянистое растение семейства Астровые (*Asteraceae*), типовой вид рода Ромашка (*Matricaria*). Обёртки корзинок — многорядные, 5–8 мм диаметром. Листочки обёрток — черепитчатые, мелкие, продолговатые, тупые, желтовато-зелёные, по краям буровато-плёнчатые; внешние листочки уже и немного короче внутренних. Цветоложе корзинок голое, без плёнок и щетинок, внутри полое, в начале цветения полушаровидное, в конце цветения и при плодах — удлинённое до узкоконического. Этот характерный признак корзинок позволяет отличить ромашку аптечную от похожих на неё других видов рода. Корзинки состоят из 12–18 белых краевых женских язычковых цветков и многочисленных золотисто-жёлтых обоеполых пятилопастных трубчатых. В трубчатых цветках пять тычинок, сросшихся пыльниками в трубку, окружающую столбик. Пестик с нижней одногнездной завязью, нитевидным столбиком и двумя линейными загнутыми рыльцами. Трубчатые цветки расцветают от края к центру, при распускании цветков в центре корзинок нижние находятся в стадии плодоношения. Плоды — цилиндрические, притуплённые, слегка согнутые мелкие, буро-зелёные семянки (1–2 × 0,2–0,3 мм), у основания суженные, обычно без хохолка [1, 2].

Ромашка аптечная входит в фармакопеи более чем двадцати стран мира. Это ценнейшее лекарственное растение, сырьем служат соцветия, содержащие эфирное масло, в состав которого входит более 40 компонентов. Основные лечебные свойства приписывают хамазулену, содержание его в селекционных сортах может достигать 10 % и более. Хамазулен обладает противовоспалительным, седативным, противоаллергическим и местноанестезирующим свойствами, активизирует функцию иммунной системы. В цветках ромашки лекарственной найдены флавоноиды, производные апигенина, лютеолина и кверцетина, обладающие противовоспалительным действием, а также бета-каротин, кумарины, ситостерин, гликозид спазмолитического действия, гликозид потогонного действия, полисахариды и органические кислоты [2, 3]. Основные поставщики сырья ромашки на мировой рынок: Аргентина, Болгария, Германия, Египет, Словакия, Чехия. Готовые лекарственные формы: Ромазулан, Алором, Арфазетин, Ротокан, Камилозид [2, 4–7].

Одним из наиболее приоритетных направлений в селекции лекарственных культур является сохранение и поддержание генофонда сортов и улучшенных популяций, созданных селекционерами на протяжении более 50 лет. В связи с тем, что не всегда есть возможность поддержания коллекции сортов лекарственных культур, осуществляется долговременное сохранение этой уникальной коллекции в виде семян.

Семена являются наиболее оптимальной формой хранения генетического материала, так как образцы требуют сравнительно небольшого ухода и остаются жизнеспособными в течение длительного периода времени [8]. С этой целью в начале 70-х гг. в ряде стран (Италия, Германия, США, Япония) были организованы первые Центры по долговременному сохранению зародышевой плазмы. Так как продолжительность жизни семян очень разная: от нескольких часов (у некоторых тропических орхидных) до десятков и сотен лет, то одним из самых важных вопросов является режим их хранения, который зависит от видовой принадлежности, анатомических, физиологических, биохимических, морфологических особенностей семян, что определяет условия их содержания (температуру, влажность, состав газовой среды и др.) [9].

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются производители сырья лекарственных растений, остается отсутствие современных экономически эффективных технологий выращивания, а также хранения семенного материала. Около 100000 видов растений находятся под угрозой исчезновения. Стратегия сохранения биологического разнообразия на Земле сегодня включает два основных направления: сохранение *in situ* (в естественных биоценозах) и сохранение разнообразия *ex situ*: в зоопарках, заповедниках, полевых коллекциях, ботанических садах, создание генбанков животных, растений, микроорганизмов и т.д. Около 6 миллионов образцов хранятся в национальных, региональных и международных генбанках. В настоящее время основным способом сохранения генофонда растительных ресурсов мира *ex situ* является длительное низкотемпературное хранение семян [10].

Известно, что общепринятые режимы хранения семян при низкой положительной температуре не обеспечивают длительного хранения семян; наиболее важным, экологически чистым и сравнительно недорогим способом считается хранение семян в жидком азоте при минус 196 °С (криоконсервация) [11]. В последние годы с развитием современных биотехнологических методов появляются новые технологии криосохранения семенного материала растений, что позволяет создавать генные банки длительного хранения. Осуществлять их активное размножение в необходимых объемах. На территории Казахстана криосохранение, как метод сохранения семенного материала лекарственных растений, практически не используется. Имеются отдельные работы по криоконсервации семян и апикальных меристем плодовых растений.

На успешность криоконсервации оказывает влияние ряд факторов, среди которых влажность семян, условия замораживания и размораживания, тара, применение криопротекторов [12].

Целью настоящего исследования являлось определить жизнеспособность семян ромашки аптечной после криообработки в жидком азоте.

Объекты и методика исследований

Объектами исследования являлись семена ромашки аптечной двух сортов «Подмосковная» и «Карагандинская». Семена ромашки аптечной сорта «Подмосковная» приобрели по делектусу (обмен семенного материала между ботаническими садами), семена же сорта «Карагандинская» приобрели в АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» г. Караганды. Криообработку проводили путем прямого погружения семян в пластиковых пробирках в сосуды Дюара с жидким азотом (–196 °С). Криопротекторы не применялись. Время криохранения составляло от 24 ч до 7 сут. В случае с заморозкой длительностью 24 ч образцы семян размораживали при комнатной температуре в течение 2 ч, а во втором случае (7 сут) была проведена быстрая и медленная разморозка. Быструю разморозку осуществляли на водяной бане при температуре +60 °С в течение 1 мин, медленную — при комнатной температуре в течение 3–4 ч [11, 12]. Жизнеспособность семян оценивали по лабораторной всхожести [13, 14]. Всхожесть рассчитывали как отношение числа проросших семян к числу первоначально заложенных на проращивание и выражали в процентах. После оттаивания все семена ставили на проращивание в чашках Петри по 50 шт. в 4-кратной повторности на двухслойной фильтровальной бумаге, предварительно смоченной дистиллированной водой (рис. 1). Чашки Петри с семенным материалом помещали в климатическую камеру (Binder) при температуре +25 °С с постоянным освещением.

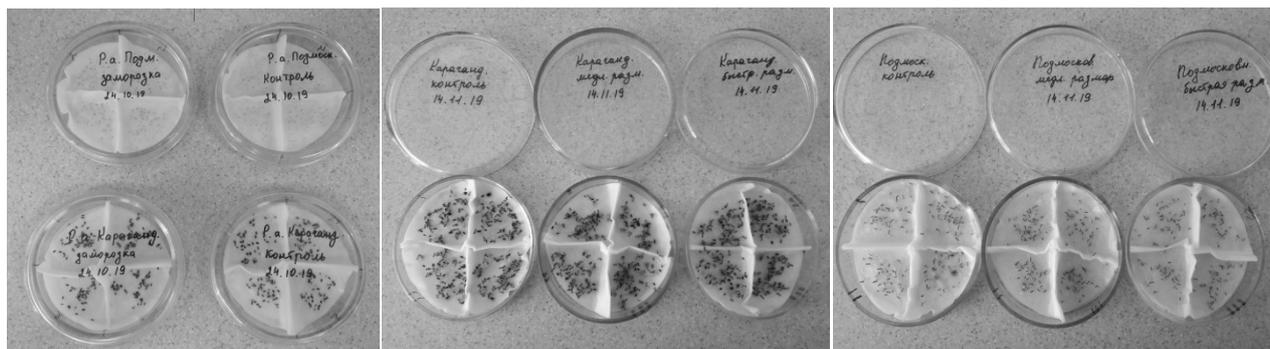


Рисунок 1. Определение жизнеспособности семян ромашки аптечной в лабораторных условиях

Во время наблюдения за прорастанием отмечали ежедневно появление проростков, оценивали всхожесть (за 15 дней, %) и энергию прорастания (за 7 дней, %) по вариантам опыта. Контролем служили семена без замораживания в жидком азоте.

Результаты и обсуждение

После криообработки семян в жидком азоте (длительность 24 ч) деконсервированные семена ромашки аптечной обоих сортов были высажены в чашках Петри для определения лабораторной всхожести и энергии прорастания. Результаты проведенного эксперимента показаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели всхожести и энергии прорастания семян *Chamomilla recutita* при криообработке длительностью 24 ч

Сорт растения	Группа эксперимента	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Ромашка аптечная, сорт «Подмосковная»	Контроль	52,5±12,5	51,5±12,6
	Криоконсервация	73,5±9,6	73,0±9,3
Ромашка аптечная, сорт «Карагандинская»	Контроль	70,0±7,8	67,0±6,8
	Криоконсервация	62,5±1,9	56,5±1,9

После проведенного исследования были получены следующие результаты. Контрольная группа семян ромашки аптечной сорта «Подмосковная» показала невысокую всхожесть и составила 52,5 %. Криообработка же повысила всхожесть семян на 21 % (73,5 %), также на 21,5 % увеличилась и энергия прорастания (рис. 2). Невысокая всхожесть семян контрольной группы, видимо, связана с длительным сроком хранения, более 1 года. Согласно литературным данным, максимальная всхожесть отмечена для семян ромашки аптечной сроков хранения от 6 до 12 мес, после чего наблюдается постепенное снижение всхожести [15]. Также рядом авторов [3] установлены важные факты, вскрывающие некоторые причины низкой всхожести семян у растений по их хранению: снижение интенсивности дыхания; увеличение содержания свободных жирных кислот; уменьшение содержания жизненно необходимых веществ; снижение содержания сахарозы; действие патогенной микрофлоры.

После криообработки семена ромашки аптечной сорта «Карагандинская» показали понижение жизнеспособности на 7,5 % по сравнению с контрольной группой, что составило 62,5 %, энергия прорастания также понизилась и составила 56,5 %, что на 10,5 % ниже показателя контроля (рис. 3).

Для изучения влияния времени криообработки на всхожесть семян исследуемых видов мы провели более длительную заморозку (7 сут) по сравнению с первой частью эксперимента (время заморозки 24 ч). Также были проведены работы по изучению влияния видов оттаивания после заморозки на всхожесть семян. После глубокого замораживания провели быструю и медленную разморозку (табл. 2).

Результаты проведенных экспериментов показали, что всхожесть семян ромашки аптечной сорта «Подмосковная» после криогенного хранения выше контрольных значений, как при быстром 71 %, так и при медленном оттаивании 78 %. Энергия прорастания на 10 % повысилась при медленном оттаивании, а при быстром оттаивании показатели были на уровне контроля (рис. 4).

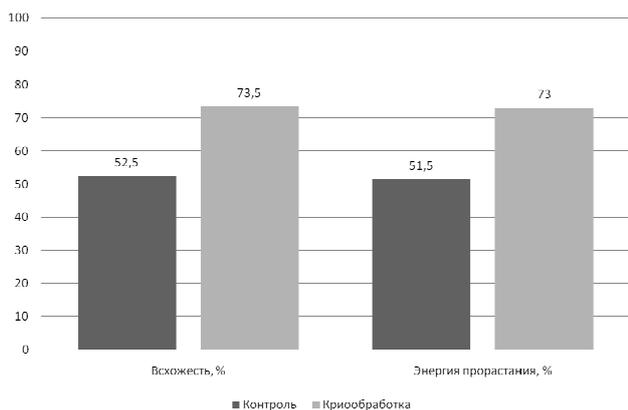


Рисунок 2. Влияние криобработки на всхожесть и энергию прорастания семян *Chamomilla recutita* сорта «Подмосковная» (длительность заморозки 24 ч)

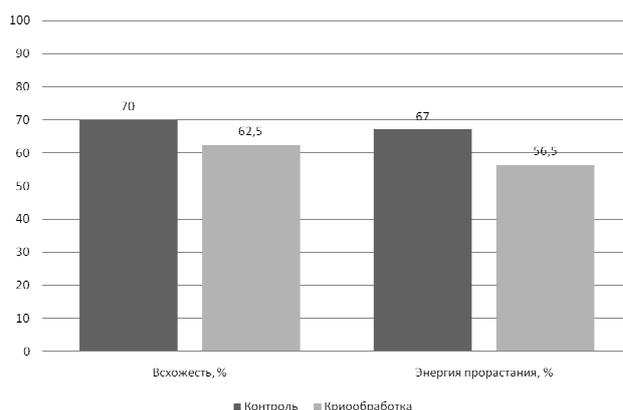


Рисунок 3. Влияние криобработки на всхожесть и энергию прорастания семян *Chamomilla recutita* сорта «Карагандинская» (длительность заморозки 24 ч)

Т а б л и ц а 2

Показатели всхожести и энергии прорастания семян *Chamomilla recutita* при криобработке длительностью 7 суток

Вид растения	Группа эксперимента	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Ромашка аптечная, сорт «Подмосковная»	Контроль	67,0±7,7	65,5±6,0
	Криоконсервация, быстрое оттаивание	71,0±15,1	65,0±13,3
	Криоконсервация, медленное оттаивание	78,0±5,6	75,5±6,0
Ромашка аптечная, сорт «Карагандинская»	Контроль	71,0±4,7	69,0±5,2
	Криоконсервация, быстрое оттаивание	70,5±11,2	66,5±10,2
	Криоконсервация, медленное оттаивание	72,5±8,5	67,5±8,1

Семена ромашки аптечной сорта «Карагандинская» после криогенного хранения показали незначительное повышение всхожести (72,5 %) при медленном оттаивании по сравнению с контрольными значениями. При быстром оттаивании показатели всхожести оставались на уровне контроля (70,5 %). Энергия же прорастания семян в обоих случаях незначительно ниже показателя контрольной группы (рис. 5).

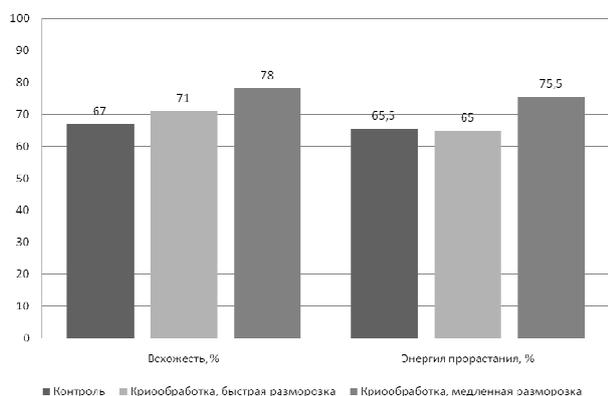


Рисунок 4. Влияние криобработки на всхожесть и энергию прорастания семян *Chamomilla recutita* сорта «Подмосковная» (длительность заморозки 7 сут)

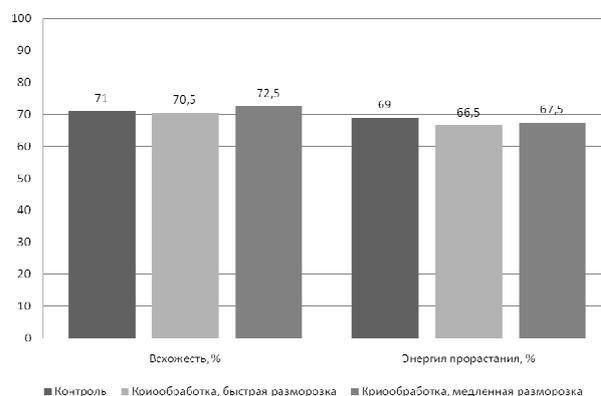


Рисунок 5. Влияние криобработки на всхожесть и энергию прорастания семян *Chamomilla recutita* сорта «Карагандинская» (длительность заморозки 7 сут)

На рисунке 6 представлены сравнительные показатели влияния криобработки на семена ромашки аптечной указанных выше сортов. Очевидно, что низкотемпературное хранение положительно

повлияло на всхожесть и энергию прорастания семян ромашки аптечной сорта «Подмосковная», особенно при заморозке длительностью в 7 сут при медленном оттаивании. Несколько хуже перенесла криообработку ромашка аптечная сорта «Карагандинская», в то же время жизнеспособность семян при заморозке длительностью в 7 сут при медленном оттаивании выше показателей первой части эксперимента с заморозкой длительностью в 24 ч. Также следует отметить, что всхожесть и энергия прорастания семян обоих сортов после глубокого замораживания все же не ниже 50 %, что является неплохим показателем.

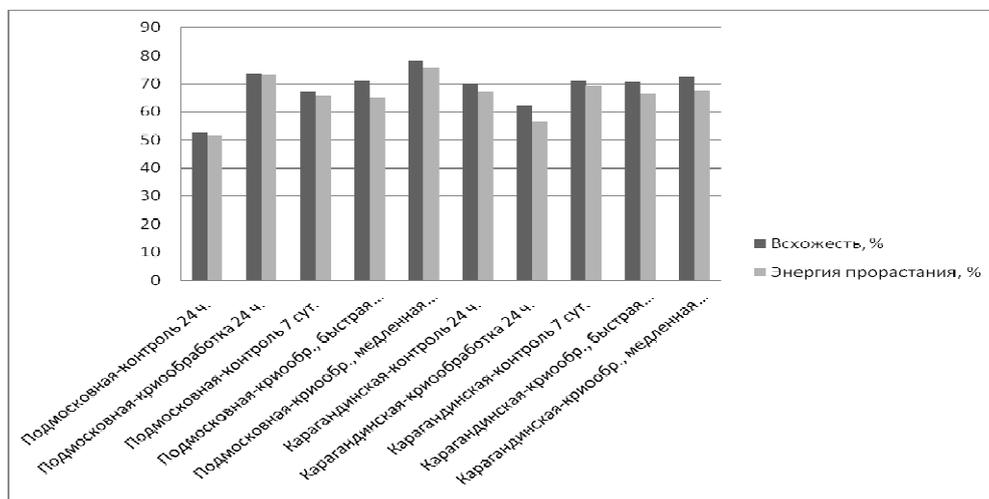


Рисунок 6. Сравнительные результаты по влиянию криообработки на семена *Chamomilla recutita* сортов «Подмосковная» и «Карагандинская»

Заключение

Таким образом, криообработка семян в жидком азоте (-196°C) не оказала отрицательного действия на жизнеспособность семян ромашки аптечной, особенно при длительной заморозке с медленным оттаиванием. После криогенного воздействия всхожесть обоих сортов ромашки аптечной повышалась либо оставалась на уровне контроля. Следовательно, данная методика может быть использована для сохранения генетических ресурсов исследуемых видов.

Список литературы

- 1 Атлас лекарственных растений России / Под ред. В.А. Быкова. — М., 2006. — 350 с.
- 2 Тоцкая С.А. Ромашка аптечная (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — объект селекции / С.А. Тоцкая, М.Ю. Грязнов // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ВИЛАР (23–25 июня 2016 г.). — М., 2016. — С. 321–324.
- 3 Губанов И.А. Лекарственные растения / И.А. Губанов — М.: Московские университеты, 1993. — С. 8.
- 4 Куприянов А.Н. Путешествие ромашки / А.Н. Куприянов // Биология. — 2003. — № 24. — С. 23.
- 5 Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии / С.А. Войткевич. — М., 1999. — С. 116.
- 6 Фитопрепараты ВИЛАР: науч.-справоч. изд. — М.: Бюрос-пресс, 2009. — 256 с.
- 7 Регистр лекарственных средств России. — М.: Веданта, 2015. — 351 с.
- 8 Свистунова Н.Ю. Изучение влияния продолжительности и режима хранения сортовых семян лекарственных растений на основные посевные качества и цитогенетические характеристики их проростков / Н.Ю. Свистунова // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Центрального бот. сада НАН Беларуси. — Минск, 2017. — С. 528.
- 9 Бутенко О.Ю. Влияние режимов замораживания и оттаивания на всхожесть семян сосны и ели / О.Ю. Бутенко, А.С. Бондаренко, Н.Н. Пелевина // Тр. СПб. науч.-исслед. ин-та лесного хоз-ва. — 2014. — № 1. — С. 38–46.
- 10 Тихонова Н.Г. Стратегия и методы длительного хранения генофонда растений / Н.Г. Тихонова, Г.И. Филипенко, В.Г. Вержук, А.С. Жестков // Проблемы криобиологии. — 2008. — Т. 18, № 2. — С. 76–84.
- 11 Николаева М.Г. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян / М.Г. Николаева, В.Л. Тихонова, Т.В. Далецкая // Консервация генетических ресурсов. Информационный материал. — Пушкино: Пушкинский науч. центр РАН, 1992. — 36 с.

12 Ишмуратова М.Ю. Выявление оптимальной тары при криоконсервации семян некоторых лекарственных растений / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеукенова, А.К. Рамазанов // Наследие академика Н.В. Цицина. Современное состояние и перспективы развития: Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 120-летию Н.В. Цицина. — М., 2019. — С. 189, 190.

13 Зорина М.С. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов / М.С. Зорина, С.П. Кабанов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: Наука, 1986. — С. 75–85.

14 Thomson K. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity / K. Thomson, J.P. Bakker, R.M. Bekker. — Cambridge: University Press, 1997. — 140 p.

15 Тлеукенова С.У. Онтогенез ромашки аптечной сорта «Карагандинская» в условиях Центрального Казахстана / С.У. Тлеукенова, С.С. Айдосова, М.Ю. Ишмуратова // Вестн. КазНУ. Сер. биол. — 2008. — № 3. — С. 13–15.

А.К. Рамазанов, С.У. Тлеукенова, Л.Г. Бабешина,
Е.А. Гаврилькова, С.А. Кушербаев

Криоконсервациядан кейінгі дәріханалық түймедақ сұрыптары тұқымдарының өміршеңдігі

Мақалада дәріханалық түймедақ тұқымының өнгіштігіне аса төмен температуралардың әсері зерттелген. Зерттеу материалы ретінде «Подмосковная» және «Қарағандылық» дәріханалық түймедақтың екі сұрпы пайдаланылды. Пайдаланылған түрлердің тұқымдары әр түрлі ұзақтығымен (24 сағат және 7 тәулік) және еруімен (жылдам және баяу) екі кезеңде сұйық азотта тозандатылған. Криоөңдеуден кейін тұқымдар Петри тостағандарына отырғызылып, зертханалық өнімділікті анықтау үшін климаттық камераға орналастырылды. Төмен температуралы әсер «Подмосковная» дәріханалық сұрпы түймедақ тұқымдарының өнгіштігі мен өсу энергиясына, әсіресе баяу еру кезінде 7 тәулік ұзақтығымен мұздатуына оң әсерін тигізді. «Қарағандылық» дәріханалық түймедақ сұрпы криоөңдеу тәсілінен нашар өтті. Сондай-ақ, терең мұздатудан кейін екі сұрпы да тұқымның өнгіштігі мен өсу энергиясы 50 %-дан төмен емес екенін атап өткен жөн, бұл жақсы көрсеткіш болып табылады. Осылайша, сұйық азотта (–196 °С) криоөңдеу екі сұрпы дәріханалық түймедақ тұқымдарының өміршеңдігіне теріс әсер еткен жоқ. Бұл әдістеме зерттелетін түрлердің генетикалық ресурстарын сақтау үшін жарамды.

Кілт сөздер: дәріхана түймедағы, криоконсервация, криоөңдеу, зертханалық өнгіштік, өсу энергиясы.

A.K. Ramazanov, S.U. Tleukenova, L.G. Babeshina,
H.A. Gavrilkova, S.A. Kuserbayev

Viability of seeds of sorts of *Chamomilla recutita* after cryopreservation

The effect of extra-critical low temperatures on the germination of the seeds of the *Chamomilla reticulata* was studied in the article. Two varieties of chamomile «Podmoskovnaya» and «Karagandinskaya» were used in the work. Seeds of the tested species were frozen in liquid nitrogen in two stages with different duration (24 hours and 7 days) and thawed (fast and slow). After cryo processing, seeds were planted in Petri dishes and spaces in a climate chamber to determine laboratory germination. It was noted that low-temperature exposure positively affected germination and germination energy of *Chamomilla reticulata* seeds variety «Podmoskovnaya», especially when frozen for 7 days with slow thawing. *Chamomilla reticulata* variety «Karagandinskaya» worse suffered cryoprocessing. It should also be noted that the seed germination and germinative energy of both varieties after deep freezing exceeded 50 %. Thus, the cryopreservation of the seeds in liquid nitrogen (–196 °C) did not adversely affect the viability of the chamomile seeds of both varieties of the pharmacy. This technique is suitable for the conservation of the genetic resources of the species under study.

Keywords: *Chamomilla reticulata*, cryopreservation, cryoprocessing, laboratorial germination, germinative energy.

References

- 1 Bykova, V.A. (Eds.). (2006). *Atlas lekarstvennykh rastenii Rossii [Atlas of medicinal herbs of Russia]*. Moscow [in Russian].
- 2 Totskaya, S.A., & Griaznov, M.Yu. (2016). Romashka aptechnaya (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — obekt selektsii [Chamomile chemist's (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — object of selection]. Proceedings from Biological characteristics of medicinal and aromatic herbs and their role in medicine: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posviashchennaya 85-letiyu VILAR (23–25 iyunia 2016 hoda)* — *International scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary of VILAR*. (pp. 321–324). Moscow [in Russian].

- 3 Gubanov, I.A. (1993). *Lekarstvennye rasteniia [Medicinal herbs]*. Moscow: Moskovskie universitety [in Russian].
- 4 Kupriianov, A.N. (2003). Puteshestvie romashki [Chamomile travel]. *Biologiya — Biology*, 24, 23 [in Russian].
- 5 Voitkevich, S.A. (1999). *Efirnye masla dlia parfumerii i aromaterapii [Essential oils for perfumes and aromatherapy]*. Moscow [in Russian].
- 6 *Fitopreparaty VILAR [Phytopreparations VILAR]*. (2009). Moscow: Borus-press [in Russian].
- 7 *Rehistr lekarstvennykh sredstv Rossii [Register of medical facilities of Russia]*. (2015). Moscow: Vedanta [in Russian].
- 8 Svistunova, N.Yu. (2017). Izuchenie vliianiia prodolzhitel'nosti i rezhima khraneniia sortovykh semian lekarstvennykh rastenii na osnovnye posevnye kachestva i tsitoheneticheskie kharakteristiki ikh prorostkov [Studying the influence of the duration and storage mode of varietal seeds of medicinal herbs on the main sowing qualities and cytogenetic characteristics of their seedlings]. Proceedings from The Role of Botanical Gardens and Arboretums in the conservation, study and sustainable use of plant diversity: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia, posviashchennaia 85-letiiu Tsentralnogo botanicheskogo sada NAN Belarusi — International Scientific Conference dedicated to the 85th anniversary of the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus* (pp. 528). Minsk [in Russian].
- 9 Butenko, O.Yu., Bondarenko, A.S., & Pelevina, N.N. (2014). Vliianie rezhimov zamorazhivaniia i ottaivaniia na vskhozhest semian sosny i eli [Influence of freezing and thawing regimes on germination of pine and spruce seeds]. *Trudy Sankt-Peterburhskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khoziaistva — Proceedings of the St. Petersburg research Institute of forestry*, 1, 38–46 [in Russian].
- 10 Tikhonova, N.G., Filipenko, G.I., Verzhuk, V.G., & Zhestkov, A.S. (2008). Stratehiia i metody dlitel'nogo khraneniia henofonda rastenii [Strategy and methods of long-term storage of the herbs gene pool]. *Problemy kriobiologii — Problems of Cryobiology*, 18, 2, 76–84 [in Russian].
- 11 Nikolaeva, M.G., Tikhonova, V.L., & Daletskaiia, T.V. (1992). Dolhovremennoe khranenie semian dikorastushchikh vidov rastenii. Biologicheskie svoistva semian [Long-term storage of seeds of wild herbs species. Biological properties of seeds]. *Konservatsiia heneticheskikh resursov. Informatsionnyi material — Conservation of genetic resources. Information material*. Pushchino: Pushchinskii nauchnyi tsentr [in Russian].
- 12 Ishmuratova, M.Yu., Tleukenova, S.U., & Ramazanov, A.K. (2019). Vyiavlenie optimalnoi tary pri kriokonservatsii semian nekotorykh lekarstvennykh rastenii [Identification of optimal containers during cryopreservation of seeds of some medicinal herbs]. Proceedings from The Legacy of Academician N.V. Tsitsin. Current state and development prospects: *Vserossiiskaia nauchnaia konferentsiia s mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennaia 120-letiiu N.V. Tsitsina — All-Russian Scientific Conference with international participation, dedicated to the 120th anniversary of N.V. Tsitsin* (pp. 189–190). Moscow [in Russian].
- 13 Zorina, M.S., & Kabanov, S.P. (1986). Opredelenie semennoi produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Determination of seed productivity and quality of seeds of introduced plants]. *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane — Methodology of introduced study in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 14 Thomson, K., Bakker, J.P., & Bekker, R.M. (1997). *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge: University Press.
- 15 Tleukenova, S.U., Aidosova, S.S., & Ishmuratova, M.Yu. (2008). Ontogenez romashki aptechnoi sorta «Karahandinskaia» v usloviakh Tsentralnogo Kazakhstana [Ontogenesis of Chamomilla reticuta sort «Karagandinskaya» in the conditions of the Central Kazakhstan]. *Vestnik KazNU. Serii biologiiia — Bulletin of Kazakh National University, Biology series*, 3, 13–15 [in Russian].