

Е.А. Гаврилькова, С.У. Тлеуменова*, Р.Т. Мусина, А.К. Қали

Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

*Автор для корреспонденции: damir--6@mail.ru

Влияние физических факторов на жизнеспособность семенного материала *Echinacea purpurea* сорт «Ливадия»

В статье представлены данные о прорастании семян *Echinacea purpurea* сорт «Ливадия» в результате влияния физических факторов. Семенной материал предварительно подвергался криогенному хранению в течение суток, затем семена подвергались лазерному облучению и воздействию магнитных полей в течение определенного времени, а также в эксперименте был применен метод барботирования. В результате проведенных исследований было установлено, что семена, испытывающие воздействие магнитных полей, сохраняют свою жизнеспособность, но не наблюдается улучшения показателей прорастания по сравнению с контрольной группой. Положительная динамика в прорастании семян и прохождении фаз онтогенеза наблюдалась в вариантах опыта с предварительным криогенным хранением семян и последующим барботированием в течение суток, показатели всхожести оказались сравнимыми с контрольными значениями. Семенной материал, облученный He-Ne лазерным лучом, продемонстрировал снижение показателей прорастания по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: семенной материал, *Echinacea purpurea*, магнитное поле, барботирование, облучение He-Ne лазером, криохранение, всхожесть.

Введение

Изучение влияния физических факторов на биологию прорастания видов растений, имеющих лекарственное значение, на сегодняшний день имеет важное практическое и теоретическое значение. Так как лекарственные растения необходимы для обеспечения запасами фармацевтической промышленности Казахстана лекарственным растительным сырьем.

Согласно литературным данным, физические факторы положительно влияют на прорастание семенного материала различных сельскохозяйственных и лекарственных культур. Одним из физических факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, является лазерное излучение, которое, в свою очередь, в настоящее время является малоизученным фактором. Но при этом научно доказано, положительное влияние ионизирующего излучения на рост и развитие проростков семян. При облучении семян наблюдается снижение фунгицидной и бактериальной активности, а также улучшение показателей биологической продуктивности видов. В клетках эндосперма и зародыша семян при их лазерной обработке происходит процесс поглощения излучения и наблюдается его вторичное излучение, за счет чего обеспечивается между семенами энергообмен. Лазерное излучение обладает такими свойствами, как монохроматичность. Поглощение ионизирующего излучения производится определенными компонентами семенной кожуры, зародышем и эндоспермом, что способствует запуску биохимических процессов, стимулирующих рост и развитие.

Одним из эффективных методов, позволяющих получить лучшую всхожесть семян, в частности, туговсхожих, является барботирование. Показатели прорастания семян улучшаются за счет повышения проницаемости защитного слоя семенной оболочки и вымывания пузырьками воздуха инфекционных агентов, выводит зародыш семени из состояния покоя, в результате чего наблюдается ускорение фаз онтогенеза. Обработка семян осуществляется в воде, насыщенной кислородом, с использованием компрессора, в течение суток. Преимущества барботирования заключаются в следующем: сокращение времени прорастания, более дружное прорастание семенного материала, активизируется рост проростков, возможность получения более ранних урожаев.

Другим физическим фактором, влияющим на прорастание семян, является магнитное поле. Под его влиянием в растении индуцируются процессы жизнедеятельности растительного организма. В научном сообществе доказано положительное влияние воздействия магнитного поля на прорастание семян различных культур.

Следует отметить, что в Казахстане произрастает порядка 500 видов лекарственных растений, однако многие из них находятся под угрозой исчезновения [1–4]. Учитывая глобальный характер проблемы, необходимо задействование научных подходов сохранения растительных ресурсов, например, таких как криоконсервация семян при температуре жидкого азота [5, 6].

В настоящее время мало изучено влияние физических факторов на прорастание семенного материала лекарственных растений. Лекарственные растения являются ценным биологическим материалом, так как активно используются в фармацевтической промышленности, а также в традиционной и народной медицине. Одним из таких растений является *Echinacea purpurea*, обладающая иммуномодулирующим, противовирусным, противовоспалительным и противоопухолевым действием [7].

Материалы и методы исследования

Объектом для исследований являлся семенной материал *Echinacea purpurea* сорт «Ливадия» из семейства *Asteraceae*. Сорт Ливадия — травянистое многолетнее засухоустойчивое и зимостойкое растение, достигающее в высоту до 100 см, с достаточно крупными пурпурно-розовыми цветками диаметром 7,0–7,5 см.

Была произведена постановка опытов по изучению влияния физических факторов на показатели прорастания семенного материала исследуемого вида. Барботирование семян осуществлялось в тканевых мешочках в мерном пластиковом цилиндре объемом в 1000 мл с погруженным в него компрессором. Два варианта опыта по барботированию было заложено: с предварительным хранением семян в сосуде Дьюара в парах жидкого азота в течение суток и последующим процессом барботирования продолжительностью 24 ч; барботирование семян осуществлялось в тканевых мешочках в течение суток.

Было исследовано влияние магнитных полей на всхожесть семян *Echinacea purpurea* сорт «Ливадия». Семена в пластиковых пробирках были размещены в установку, снабженную магнитами на 1 и 3 суток. В данной установке семенной материал подвергался воздействию постоянного одинарного и двойного магнитного поля. Также были проведены две вариации опытов: с предварительной криоконсервацией семян и без нее.

Изучено влияние лазерного излучения на прорастание семян исследуемого вида. Семена облучались гелий-неоновым лазером с длиной волны 632,8 нм интенсивностью 5 мВт/см² в течение 30 с, 1, 2 и 4 мин. Также семена были предварительно погружены в сжиженный азот на одни сутки, затем подвергнуты облучению.

Замораживание семенного материала производили в пластиковых криопробирках с погружением в жидкий азот в сосуд Дьюара на одни сутки. Размораживали при комнатной температуре +22 °С, +24 °С [8].

Посев семян производился сразу после проведенных экспериментов. В лабораторных условиях семенной материал проращивали в чашках Петри в 4-кратной повторности на 2-х слоях фильтровальной бумаги, смоченной дистиллированной водой. Семена предварительно дезинфицировали 0,5 % КМnO₄. Чашки Петри с семенным материалом помещали в климатическую камеру при температуре +24 °С. Для экспериментов специально семена не отбирали, отбраковывали только поврежденные, с измененной окраской или пустые.

Исследование показателей всхожести и энергии прорастания семенного материала производили по методическим указаниям М.С. Зориной и С.П. Кабанова [9], М.В. Мальцевой [10]. Наблюдение за ростом и развитием проростков проводили в течение 14–18 дней. Статистическую обработку результатов вели по методике Н.Л. Удольской [11] и использованием сайта www.medstatistic.ru [12].

Результаты и их обсуждение

Проанализировав проведенные исследования по изучению влияния магнитных полей на всхожесть семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» было установлено, что семена, подвергнутые воздействию двойного магнитного поля в течение суток, продемонстрировали лучшую всхожесть — 80,0±0 %. Всхожесть в контроле составила 90,0±4,71 %. Без предварительного хранения семенного материала лучшую всхожесть продемонстрировали семена, подвергшиеся воздействию двойного магнитного поля в течение суток — 80,0±0 %. По сравнению с контрольными значениями показатели прорастания снизились в среднем на 11,5 %. В вариантах опыта с предварительным хранением семян в парах жидкого азота и последующим влиянием магнитного поля, лучшая всхожесть наблюдалась у семян с 3-суточным воздействием одинарного магнитного поля — 75,25±3,5 % (табл. 1).

Влияние магнитных полей на жизнеспособность семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»

Показатели роста	Контроль	Без криоконсервации				С криоконсервацией			
		одинарное поле		двойное поле		одинарное поле		двойное поле	
		1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток
Энергия прорастания, %	77,0±0	62,5±9,86	50,0±20,0	75,0±5,77	65,0±5,77	75,0±11,06	69,25±0,55	75,0±14,53	60,5±6,35
Всхожесть, %	90,0±4,71	65,0±11,06	55,0±17,3	80,0±0	65,0±5,77	75,0±11,06	75,25±3,5	75,0±14,53	60,5±6,35

Проанализировав полученные данные, было установлено, что семена, испытывающие воздействие магнитного поля, сохраняют свою жизнеспособность, но не наблюдается улучшения показателей прорастания по сравнению с контрольной группой. Тем не менее наилучшую всхожесть продемонстрировали семена без предварительного погружения в пары жидкого азота и подвергшиеся влиянию постоянного двойного магнитного поля в течение суток. Энергия прорастания составила 65,0±5,77 %, всхожесть — 80,0±0 %.

Проведя анализ динамики прорастания семенного материала исследуемого вида, было установлено, что в контрольной группе семена начинают прорастать на 4-й день после посева, всхожесть составила 6,0±4,0 %. Семена, которые были подвергнуты воздействию двойного и одинарного магнитного поля в течение 3 суток без предварительной криоконсервации, продемонстрировали всхожесть на 4-е сутки. Причем всхожесть семян после воздействия одинарного магнитного поля выше, чем при воздействии двойного. На 5-е сутки начали прорастать семена без предварительного криогенного хранения, подвергнутые воздействию одинарного и двойного магнитного поля в течение суток, а также после предварительной криоконсервации и последующего воздействия в течение 3 суток одинарным и двойным магнитными полями. На 6-е сутки начали прорастать семена, предварительно погруженные на сутки в сжиженный азот и оказавшиеся под влиянием двойного и одинарного магнитных полей в течение суток. Дружное прорастание семенного материала наблюдается в контрольной группе — 87,5±2,89 %; 75,0 % всхожести характерно для следующих вариантов опыта: без предварительной криоконсервации и воздействием двойного магнитного поля в течение суток, с предварительным криогенным хранением и последующим воздействием одинарного и двойного магнитных полей (табл. 2).

Динамика прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»

Дни прорастания	Контроль	Всхожесть, %							
		без криоконсервации				с криоконсервацией			
		одинарное поле		двойное поле		одинарное поле		двойное поле	
		1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток	1 сутки	3 суток
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	6,0±4,0	–	15,0±11,06	–	5,0±5,77	–	–	–	–
5	59,25±0,87	10,0±6,67	27,5±11,9	15,0±11,06	21,0±13,55	–	5,0±3,33	–	15,0±3,33
6	59,25±0,87	30,0±11,75	27,5±11,9	50,0±14,91	21,0±13,55	25,0±14,53	35,0±10,34	52,5±17,24	20,0±0
7	59,25±0,87	30,0±11,75	34,5±16,34	55,0±11,06	21,0±13,55	70,0±14,91	50,25±0,29	70,0±20,0	25,0±3,33
8	77,0±0	50,0±14,91	35,0±16,67	75,0±5,77	22,5±15,18	70,0±14,91	65,0±2,75	70,0±20,0	50,25±0,73
9	87,5±2,89	62,5±9,86	50,0±20	75,0±5,77	60,0±9,43	75,0±11,06	65,0±2,75	70,0±20,0	50,25±0,73
10	90,0±4,71	62,5±9,86	50,0±20	75,0±5,77	65,0±5,77	75,0±11,06	69,25±0,55	70,0±20,0	60,0±6,04

Таким образом, изучив влияние магнитных полей на всхожесть семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», было установлено, что семена в достаточной мере сохраняют жизнеспособность, но, по сравнению с контрольной группой, эти значения ниже. Что же касается прохождения фаз онтогенеза, они не отличимы от контрольной группы, в некоторых вариантах опыта наблюдалась задержка прорастания семени на 1–2 суток. Не рекомендуется использовать данный метод при хранении в парах жидкого азота, а также он не показал улучшения показателей прорастания семян,

так как всхожесть значительно снижается, что обусловлено негативным влиянием на прорастание семени и на развитие проростка.

Проведя серию опытов по изучению влияния процесса барботирования на показатели прорастания семенного материала исследуемого вида, была установлена положительная динамика в прорастании семян и прохождении фаз онтогенеза. Всхожесть семян при барботировании составила $83,0 \pm 3,92$ %, что ниже контрольных значений на 7 %, а в варианте опыта с предварительной криоконсервацией и последующим барботированием в течение суток показатели прорастания составили $89,25 \pm 8,99$ % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Показатели прорастания семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» после барботирования

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	$77,0 \pm 0$	$90,0 \pm 4,71$
Барботирование	$73,0 \pm 9,30$	$83,0 \pm 3,92$
Криоконсервация + барботирование	$70,25 \pm 7,89$	$89,25 \pm 8,99$

Изучив динамику прорастания семян исследуемого вида, было определено, что семена быстрее начинают прорастать после хранения в парах жидкого азота в течение суток и последующего барботирования. Наклевание семени наблюдалось на 2-е сутки. В контрольной группе семена начали прорастать позднее 2-х суток. В вариантах опыта с барботированием без предварительного хранения в парах жидкого азота семена проросли только лишь на 5-е сутки (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Динамика прорастания семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» после барботирования

Дни прорастания	Барботирование	Криоконсервация+барботирование	Контроль
1	–	–	–
2	–	$20,75 \pm 14,4$	–
3	–	$20,75 \pm 14,4$	–
4	–	$70,25 \pm 7,89$	$6,0 \pm 4,0$
5	$51,5 \pm 11,25$	$70,25 \pm 7,89$	$59,25 \pm 0,87$
6	$51,75 \pm 11,43$	$70,25 \pm 7,89$	$59,25 \pm 0,87$
7	$62,5 \pm 5,09$	$83,25 \pm 7,78$	$59,25 \pm 0,87$
8	$70,0 \pm 7,82$	$89,25 \pm 8,99$	$77,0 \pm 0$
9	$73,0 \pm 9,3$	$89,25 \pm 8,99$	$87,5 \pm 2,89$
10	$78,0 \pm 5,85$	$89,25 \pm 8,99$	$90,0 \pm 4,71$

В варианте опыта с криоконсервацией и последующим барботированием исследуемые семена продемонстрировали лучшее прохождение фаз онтогенеза в среднем на 1–2-е сутки, по сравнению с другими вариантами опыта, что связано с положительным воздействием экстремально низких температур и последующим насыщением семенной кожуры пузырьками воздуха.

Таким образом, для ускорения фаз развития проростка и прорастания семян рекомендуется применять барботирование семян, но предварительно необходимо их хранить в парах жидкого азота.

В лабораторных исследованиях было изучено влияние лазерного облучения на прорастание семени и динамику прохождения проростком этапов развития. Семена *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» облучались He-Ne лазером в течение от 30 с до 4 мин. Показатели прорастания сравнивали с контрольной группой проростков. По истечении наблюдения за прорастанием семени и развитием проростка лазерная биостимуляция показала, что наилучшим временем воздействия для всхожести семян является 1 мин. Всхожесть в данном варианте опыта составила 80,5 %, что ниже контрольных значений на 9,5 %, энергия прорастания оказалась ниже на 22 % (табл. 5)

Влияние лазерного облучения на показатели прорастания *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»

Показатели роста	Контроль	Без криоконсервации				С криоконсервацией			
		30 с	1 мин	2 мин	4 мин	30 с	1 мин	2 мин	4 мин
Энергия прорастания, %	77,0±0	45,0±10	55,0±10	50,0±0	55,0±3,33	55,0±5,77	65,0±3,33	60,0±13,33	50,0±0
Всхожесть, %	90,0±4,71	70,0±6,67	80,5±13	70,0±0	70,0±0	60,0±9,43	65,0±3,33	60,0±13,33	75,0±3,33

При сравнении вариантов опыта с предварительным криогенным хранением семенного материала и без него, последующим облучением лазерным лучом было определено, что наилучшие показатели прорастания наблюдаются в вариантах опыта без криоконсервации семян. Так, например, в эксперименте с семенами без криогенного хранения, наилучшую всхожесть продемонстрировали семена, облученные лазером в течение 1 мин, — 80,5±1,3 %. А в варианте опыта с предварительным хранением семян в сжиженном азоте лучшую всхожесть продемонстрировали семена, облученные в течение 4 мин, — 75,0±3,33 %.

Проведя сравнительный анализ по динамике всхожести семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» в различных вариантах эксперимента, было установлено, что прорастание семян, облученных в течение 4 мин без криоконсервации, наступает 3-е сутки. По сравнению с остальными вариантами опытов, прорастание задерживается на 1–2 суток. Семенной материал без криоконсервирования, облученный в течение 2 мин, пророс на 5-й день, а также семена с криогенным хранением, подвергнутые воздействию лазерного луча в течение 1 мин (табл. 6).

Динамика прорастания семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», облученного лазерным лучом

Дни прорастания	Контроль	Всхожесть, %							
		без криоконсервации				с криоконсервацией			
		30 с	1 мин	2 мин	4 мин	30 с	1 мин	2 мин	4 мин
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	5,0±3,33	–	–	–	–
4	6,0±4,0	5,0±3,33	15,0±10	–	10,0±6,67	10,0±6,67	–	10,0±6,67	15,0±10
5	59,25±0,87	35,0±0	55,0±10	35,0±3,33	55,0±3,33	55,0±5,77	30,0±6,67	60,0±13,33	45,0±3,33
6	59,25±0,87	35,0±0	55,0±10	35,0±3,33	55,0±3,33	55,0±5,77	30,0±6,67	60,0±13,33	45,0±3,33
7	59,25±0,87	35,0±0	55,0±10	35,0±3,33	55,0±3,33	55,0±5,77	30,0±6,67	60,0±13,33	45,0±3,33
8	77,0±0	45,0±10	55,0±10	45,0±3,33	60,0±0	60,0±9,43	45,0±10	60,0±13,33	50,0±0
9	87,5±2,89	65,0±10	80,0±13,33	50,0±0	70,0±0	60,0±9,43	65,0±3,33	60,0±13,33	65,0±3,33
10	90,0±4,71	65,0±10	80,0±13,33	50,0±0	70,0±0	60,0±9,43	65,0±3,33	60,0±13,33	65,0±3,33

Таким образом, при облучении семян *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия» He-Ne лазером в достаточной мере сохраняется жизнеспособность, проросток проходит все фазы своего развития. Оптимальным временем воздействия лазерного облучения, позволяющим достичь наилучших показателей прорастания, является 1 мин. Не рекомендуется семена предварительно хранить в парах жидкого азота, так как это приводит к снижению всхожести семян. Метод облучения He-Ne лазером не актуален для исследуемого вида, по-видимому ионизирующее облучение отрицательно сказывается на прорастании семени и развитии проростка.

Проведя сравнительный анализ во воздействие физических факторов на жизнеспособность семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», было определено, что для достижения максимальных показателей прорастания семени необходимо применять предварительное криогенное хранение семени в течение суток и затем использовать метод барботирования (табл. 7, рис. 1).

**Влияние физических факторов на показатели прорастания
семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»**

Показатели прорастания	Контроль	Двойное магнитное поле (1 сутки) без криоконсервации	Криогенное хранение + барботирование	Без криохранения, облучение лазером He-Ne (1 мин)
Энергия прорастания, %	77,0±0	75,0±5,77	70,25±7,89	55,0±10
Всхожесть, %	90,0±4,71	80,0±0	89,25±8,99	80,5±13

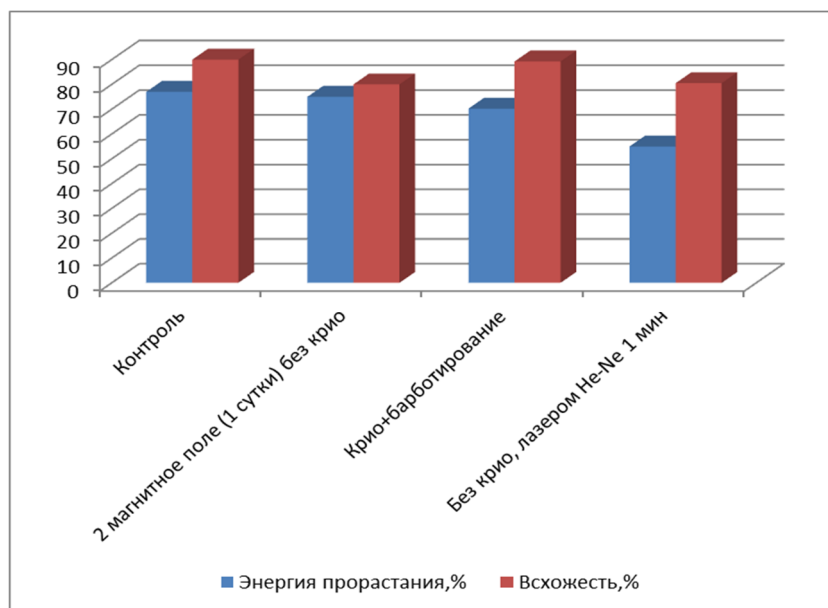


Рисунок 1. Всхожесть семенного материала *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия», прошедшего обработку физическими факторами

При сравнении наилучших показателей прорастания семян исследуемого вида, испытывающих влияние различных вариаций физических факторов, было определено, что семена начинают прорастать быстрее и соответственно этапы онтогенеза наступают раньше в варианте опыта с предварительным хранением семян в парах жидкого азота и последующим барботированием в течение суток. В контрольной группе и в эксперименте с облучением семян He-Ne лазерным лучом прорастание семени наблюдалось на 4-е сутки, а в эксперименте с воздействием на семена двойного магнитного поля они проросли на 5-е сутки (табл. 8, рис. 2).

**Влияние физических факторов на показатели прорастания семян
исследуемого вида *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»**

Дни прорастания	Контроль	Крио+ барботирование	Без крио + лазер (1 мин)	Без крио + 2 магнитное поле (1 сут.)
1	–	–	–	–
2	–	20,75±14,4	–	–
3	–	20,75±14,4	–	–
4	6,0±4,0	70,25±7,89	15,0±10	–
5	59,25±0,87	70,25±7,89	55,0±10	15,0±11,06
6	59,25±0,87	70,25±7,89	55,0±10	50,0±14,91
7	59,25±0,87	83,25±7,78	55,0±10	55,0±11,06
8	77,0±0	89,25±8,99	55,0±10	75,0±5,77
9	87,5±2,89	89,25±8,99	80,0±13,33	75,0±5,77
10	90,0±4,71	89,25±8,99	80,0±13,33	75,0±5,77

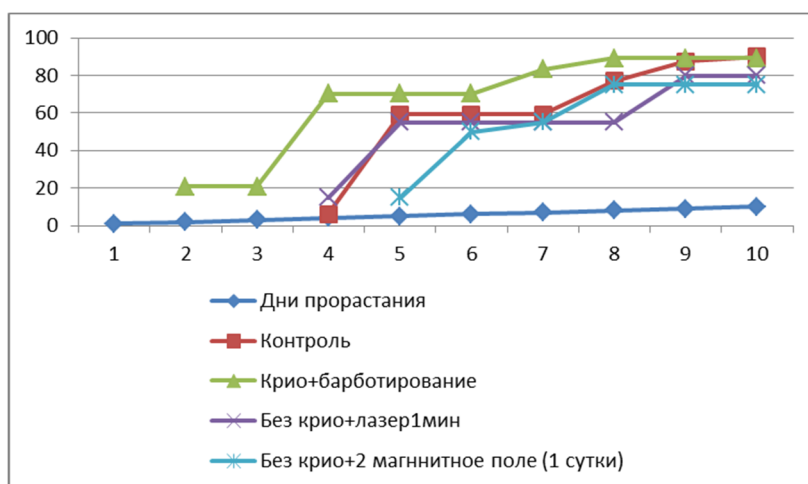


Рисунок 2. Динамика прорастания семян в различных вариантах опыта *Echinacea purpurea* сорта «Ливадия»

Заключение

Согласно проведенному патентно-информационному поиску, было установлено, что физические факторы положительно влияют на всхожесть семенного материала и на развитие проростков. В результате проведенных исследований было определено снижение показателей прорастания в вариантах опыта с облучением семян He-Ne лазерным лучом и воздействием магнитных полей с предварительным хранением в парах жидкого азота и без него. В среднем всхожесть в различных вариантах опыта снизилась от 10 до 40 %, по сравнению с контрольными значениями. Положительное влияние на прорастание семени оказал процесс барботирования, в варианте опыта с предварительным криогенным хранением в течение суток. Показатели прорастания оказались сравнимы с контрольными значениями. Таким образом, метод барботирования может быть рекомендован при организации банка краткосрочного и долгосрочного хранения семян.

Данные исследования выполнены в рамках грантового проекта КН МОН РК AP09259548.

Список литературы

- 1 Флора Казахстана. — Т. 7. — Алма-Ата: Наука, 1964. — 345 с.
- 2 Доброхотова К.В. Лекарственные растения Казахстана / К.В. Доброхотова, В.В. Чудинов. — Алма-Ата: Казах. гос. изд-во, 1961. — 109 с.
- 3 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справоч. изд. / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — 200 с.
- 4 Красная книга Казахстана. — Т. 2. Растения. — Астана: ТОО Арт Print XXI, 2014. — 452 с.
- 5 Dixit S. Cryopreservation: a potential tool for long-term conservation of medicinal plants / S. Dixit, A.A. Narula, P.S. Srivastava // Plant Biotechnology and Molecular Markers. — New-Delhi: Anamaya Publisher, 2004. — P. 278–288. https://doi.org/10.1007/1-4020-3213-7_19
- 6 Chen S.-L. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress and prospects / S.-L. Chen, H.-M. Luo, Q. Wu, C.-F. Li, A. Steinmetz // Chinese Medicine. — 2016. — Vol. 11 (37). — P. 2–10. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>
- 7 Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: учеб. пос. / под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. — СПб.: Специальная литература, 2004. — 763 с.
- 8 Додонова А.Ш. Рекомендации по криоконсервации семенного материала лекарственных и эндемичных видов растений / А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова, М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуменова. — Караганда: Полиграфист, 2017. — 76 с.
- 9 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.
- 10 Мальцева М.В. Пособие по определению посевных качеств семян лекарственных растений / М.В. Мальцева. — М., 1950. — 56 с.
- 11 Удольская Н.Л. Методика биометрических расчетов / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 45 с.
- 12 Электронный ресурс. Режим доступа: <https://medstatistic.ru/>

Е.А. Гаврилькова, С.У. Тлеуенова, Р.Т. Мусина, А.К. Қали

Физикалық факторлардың тұқым материалының *Echinacea purpurea* «Ливадия» сортының өміршеңдігіне әсері

Мақалада физикалық факторлардың нәтижесінде «Ливадия» сортынан *Echinacea purpurea* тұқымдарының өнуі туралы деректер келтірілген. Тұқымдық материал алдын-ала бір тәулік бойы криогендік сақтауға ұшырады, содан кейін тұқымдар белгілі бір уақыт ішінде лазерлік сәулеленуге және магнит өрістеріне ұшырады, сонымен қатар экспериментте көпіршікті (барботирлеу) әдіс қолданылды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде магниттік өрістердің әсеріне ұшыраған тұқымдар өздерінің өміршеңдігін сақтайтыны анықталды, бірақ бақылау тобымен салыстырғанда өну көрсеткіштерінің жақсаруы байқалмады. Тұқымның өнімділігі және онтогенез кезеңдерінің өтуіндегі оң динамика тұқымдарды алдын-ала криогенді сақтаумен және бір тәулік ішінде барботирлеу мен тәжірибе нұсқаларында байқалды, өну көрсеткіштері бақылау мәндерімен салыстырылды. He-Ne лазер сәулесімен сәулелендірілген тұқымдық материал бақылау тобымен салыстырғанда өсу көрсеткіштерінің төмендегенін көрсетті.

Клт сөздер: тұқымдық материал, *Echinacea purpurea*, магнит өрісі, барботирлеу, He-Ne лазермен сәулелену, криосақтау, өнімділік.

E.A. Gavrilkova, S.U. Tleukenova, R.T. Musina, A.K. Kali

The influence of physical factors on the viability of the seed material *Echinacea purpurea* variety “Livadia”

This article presents data on the germination of *Echinacea purpurea* seeds of the variety “Livadia” as a result of the influence of physical factors. The seed material was previously cryogenically stored for a day, then the seeds were exposed to laser irradiation and magnetic fields for a certain time, and the bubbling method was also used in the experiment. As a result of the conducted studies, it was found that seeds exposed to magnetic fields retain their viability, but there is no improvement in germination indicators compared to the control group. Positive dynamics in seed germination and the passage of ontogenesis phases were observed in experimental variants with preliminary cryogenic storage of seeds and subsequent bubbling for one day, germination rates were comparable with control values. The seed material irradiated with a He-Ne laser beam showed a decrease in germination rates compared to the control group.

Keywords: seed material, *Echinacea purpurea*, magnetic field, bubbling, He-Ne laser irradiation, cryopreservation, germination.

References

- 1 (1964). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka, 7, 345 [in Russian].
- 2 Dobrokhotova, K.V., & Chudinov, V.V. (1961). *Lekarstvennye rasteniia Kazakhstana [Medicinal plants of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Kazakhskoe gosudarstvennoe izdatelstvo [in Russian].
- 3 Grudzinskaia, L.M., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V., & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana: spravochnoe izdanie [Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 4 (2014). *Krasnaia kniga Kazakhstana. T. 2. Rasteniia [Red Book of Kazakhstan. Vol. 2. Plants]*. Astana: Ltd Art Print XXI [in Russian].
- 5 Dixit, S., Narula, A.A., & Srivastava, P.S. (2004). Cryopreservation: a potential tool for long-term conservation of medicinal plants. *Plant Biotechnology and Molecular Markers. New-Delhi: Anamaya Publisher*, 278–288. https://doi.org/10.1007/1-4020-3213-7_19
- 6 Chen, S.-L., Luo, H.-M., Wu, Q., Li, C.-F., & Steinmetz, A. (2016). Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress and prospects. *Chinese Medicine*, 11(37); 2–10. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>
- 7 (2004). *Lekarstvennoe rastitelnoe syre. Farmakognozii: uchebnoe posobie [Plant raw materials. Pharmacognosy. Manual]*. G.P. Yakovlev, K.F. Blinova (Ed.). Saint-Petersburg: Spetsialnaia literatura [in Russian].
- 8 Dodonova, A.Sh., Gavrilkova, E.A., Ishmuratova, M.Yu., & Tleukenova, S.U. (2017). *Rekomendatsii po kriokonservatsii semennogo materiala lekarstvennykh i endemichnykh vidov rastenii [Recommendation for cryopreservation of seed materials of medicinal and endemic plant species]*. Karaganda: Poligrafist [in Russian].

9 Zorina, M.S., & Kabanov, S.P. (1986). Opredelenie semennoi produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Examination of seed productivity and quality of seeds of introduced plants]. *Metodiki introduktsionnykh issledovani v Kazakhstane — Methodology of introduction research in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

10 Maltseva, M.V. (1950). *Posobie po opredeleniiu posevnykh kachestv semian lekarstvennykh rastenii [Handbook for examination of sowing quality of medicinal plants]*. Moscow [in Russian].

11 Udolskaia, N.L. (1976). *Metodika biometricheskikh raschetov [Methodology of biometric accounts]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

12 Medstatistic. Retrieved from <https://medstatistic.ru/>