

4 Li Y. Humic acid fertilizer improves soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: a three-year experiment / Y. Li, F. Fang, J. Wei, X. Wu, R. Cui, G. Li, F. Zheng, D. Tan // Scientific Report. – 2019. – Vol. 9. – P. 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48620-46>

5 Arif M. Humic acids as a feed additive in poultry diets: a review / M. Arif, M. Alagawany, M. E. Abd El-Hack, M. Saeed, M. A. Arain, S. S. Elnesr // Iran J Vet Res. – 2019. – Vol. 20(3). – P. 167-172.

6 Savelyeva A.V. Detoxication of oil-contaminated soils by using humic acids / A.V. Savelyeva, E. V. Linkevich, N. V. Yudina, N. Nebogina // IOP Conference. Series Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 597(1). – Article ID 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/597/1/012020>

7 Tang W.W. Impact of humic/fulvic acid on the removal of heavy metals from aqueous solutions using nanomaterials: a review / W.W. Tang, G.-M. Zeng, J.-L. Gong, J. Liang, P. Xu, Ch. Zhang, B.-B. Huang // Sci Total Environ. – 2014. – Vol. 15(468-469). – P. 1014-1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.044>

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

УДК 58.036.5

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН *GYPSOPHILA PANICULATA*

Мусина Р.Т.¹, Ишмуратова М.Ю.¹, Силантьева М.М.².

¹Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

В данной статье рассмотрено влияние лазерного облучения на жизнеспособность семян *Gypsophila paniculata*. В результате показали, что обработка лазером положительно сказывается на всхожести семян. Семена *Gypsophila paniculata* облучались He-Ne 632,8 нМ лазером в течение от 30 секунд, 1, 2 и 4 минут. Наилучшие результаты по семенной всхожести *Gypsophila paniculata* получены при лазерной биостимуляции, что наилучшим временем воздействия для всхожести семян является 2 минуты, без предварительного депонирования в парах жидкого азота. Энергия прорастания в данном варианте опыта составила 100,0%, что выше контрольных значений на 12,5%. А в варианте опыта с предварительным хранением семян в сжиженном азоте лучшую всхожесть продемонстрировали семена, облученные в течение 2 минут - 97,5±2,9%, что выше значений контрольной группы на 10 %.

Ключевые слова: *Gypsophila paniculata*, лазерное облучение, семена, всхожесть, энергия прорастания

In this paper, the effect of laser irradiation on the viability of *Gypsophila paniculata* seeds was considered. The results showed that laser treatment had a positive effect on seed germination. *Gypsophila paniculata* seeds were irradiated with He-Ne 632.8 nM laser for from 30 seconds, 1, 2 and 4 minutes. The best results for seed germination of *Gypsophila paniculata* were obtained by laser biostimulation, that the

best exposure time for seed germination is 2 minutes, without prior deposition in liquid nitrogen vapor. The germination energy in this variant of the experiment amounted to 100.0%, which is 12.5% higher than the control values. And in the variant of the experiment with preliminary storage of seeds in liquefied nitrogen, the best germination was demonstrated by seeds irradiated for 2 minutes - $97.5 \pm 2.9\%$, which is higher than the control group values by 10%.

Keywords: *Gypsophila paniculata*, laser irradiation, seeds, germination, germination energy

Введение. *Gypsophila paniculata* из семейства *Caryophyllaceae* – многолетнее травянистое растение, имеющее ценное декоративное, мелиоративное, пищевое и кормовое значение [1]. Данный вид распространен на территории Центрального Казахстана, но является мало изученным в области биологии прорастания вида и влияния различных факторов. Для улучшения прорастания семенного материала в настоящее время чаще всего используют предпосевную обработку регуляторами роста либо проводят лазерную биостимуляцию. А криодепонирование семян позволяет сохранить жизнеспособность семенного материала долгое время. На основании выше изложенного нами было изучено влияние лазерного облучения на показатели всхожести семян *Gypsophila paniculata*.

Материалы и методы. Объектом исследования был использован семенной материал *Gypsophila paniculata*. Было проведено 2 варианта эксперимента: семена предварительно погружались в сжиженный азот на одни сутки, затем подвергались облучению гелий-неоновым лазером в течение 30 с, 1, 2 и 4 мин; семена, облученные лазером, высевались в чашки Петри. Длина волны лазерного луча составила 632,8 нм, а интенсивность воздействия — 5 мВт/см^2 . Замораживание семенного материала изучаемого вида осуществляли в криопробирках в сосуде Дьюара в течение 24 ч. при температуре -196°C [2]. Сразу после проведенных манипуляций семена высевали в чашки Петри на увлажненной дистиллированной водой фильтровальной бумаге в 4-кратной повторности. Семенной материал до посева подвергался протравливанию 0,5 % перманганатом калия в течение 5–6 мин. Чашки Петри с исследуемыми семенами помещали в климатическую камеру с постоянным температурным режимом $+24^\circ\text{C}$. Исследование всхожести и энергии прорастания семенного материала производили согласно методическим указаниям М.С. Зориной и С.П. Кабанова [3], М.В. Мальцевой [4]. Наблюдения за ростом и развитием проростка проводили в течение 14 дней с момента наклевывания семени. Статистическую обработку данных, полученных в результате эксперимента, проводили согласно методическим указаниям Н.Л. Удольской [5] и с использованием онлайн калькулятора medstatistic.ru [6].

Результаты и их обсуждение. Влияние лазерного облучения на прорастание семян и динамику прохождения проростков через стадии развития: семена *Gypsophila paniculata* облучали гелий-неоновым лазером в течение 30 секунд, 1, 2 и 4 минут. Показатели всхожести семян сравнивались с проростками в контрольной группе. Наблюдения за прорастанием семян и развитием проростков показали, что оптимальное время облучения для прорастания семян при лазерной биостимуляции, без предварительного депонирования в парах жидкого азота, составляет 2 минуты. Всхожесть и энергия прорастания в данном варианте опыта составила $100,0 \pm 0\%$, что выше контрольных значений на 7,5% (таблица 1).

Таблица 1

**Влияние лазерного облучения на показатели прорастания семенного материала
*Gypsophila paniculata***

Показатели роста, %	Контроль	Без крио				С крио			
		30сек	1мин	2 мин	4 мин	30 сек	1 мин	2 мин	4 мин
Энергия прорастания	57,5±7,3	92,5±5,5	85,0±3,3	90,0±4,7	80,0±8,2	80,0±0	92,5±2,9	97,5±2,9	90,0±4,7
Всхожесть	87,5±8,7	92,5±5,5	97,5±2,9	100±0	97,5±2,9	0,0±4,7	95,0±3,3	97,5±2,9	95,0±5,8

примечание: * - достоверное отличие от контроля при $P \leq 0,05$

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 показали семена облученные лазером в течение 2 минут – 100,0±0%, что выше контроля на 12,5% (рисунок 1).

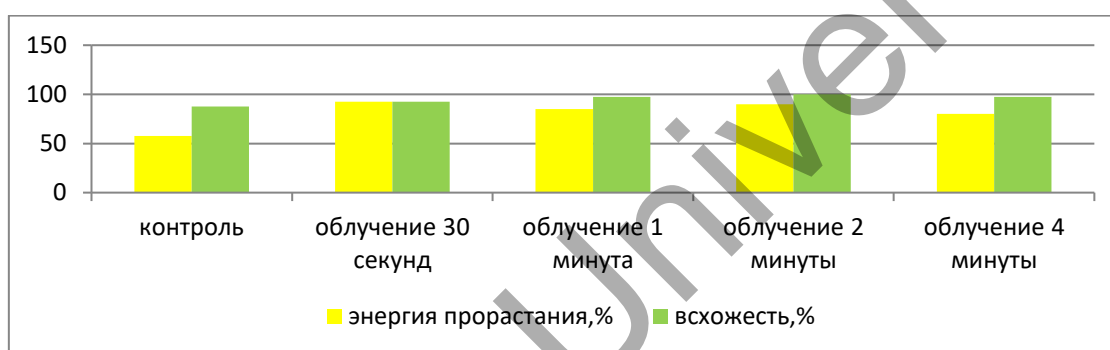


Рисунок 1. Влияние лазерного облучения на жизнеспособность семенного материала *Gypsophila paniculata*

А в варианте опыта с предварительным хранением семян в сжиженном азоте лучшую всхожесть продемонстрировали семена, облученные в течение 2 минут - 97,5±2,9%, что выше значений контрольной группы на 10% (рисунок 2).

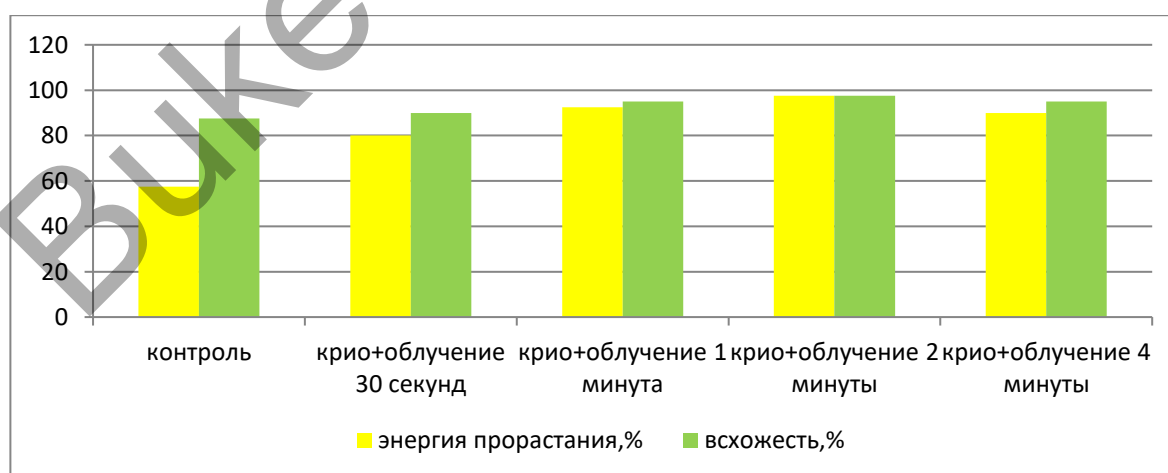


Рисунок 2. Сохранение всхожести криоконсервируемых семян *Gypsophila paniculata* с последующим лазерным облучением

Таким образом, всхожесть и энергия прорастания семян *Gypsophila paniculata* в экспериментах с лазерной стимуляцией оказалась выше контрольных значений, но сравнив показатели прорастания, было установлено, что наилучшие значения наблюдались в опыте без предварительного криодепонирования.

Список литературы:

- 1 Байтенов М.С. Флора Казахстана / М. С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 2001. — 331 с.
- 2 Додонова А.Ш. Рекомендации по криоконсервации семенного материала лекарственных и эндемичных видов растений / А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова, М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеукенова. — Караганда: Полиграфист, 2017. — 76 с.
- 3 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.
- 4 Мальцева М.В. Пособие по определению посевных качеств семян лекарственных растений / М.В. Мальцева. — М., 1950. — 56 с.
- 5 Удольская Н.Л. Методика биометрических расчетов / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 45 с. 12
- 6 Электронный ресурс. Режим доступа: <https://medstatistic.ru/>

УДК 615.322

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТОВ ПЛОДОВ *RIBES L.* МЕТОДОМ DPPH

Оразбай А.Д., Закирова В., Жумина А.Г., Кожадиясова Г.С., Жанаева М.Б.

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

В статье приведены результаты исследования водно-спиртовых экстрактов смородины золотистой и смородины красной методом DPPH. Экстракты смородины золотистой (*Ribes aureum*) продемонстрировал IC₅₀ равный 458,52 мкг/мл, смородины красной (*Ribes rubrum*) - 219,73 мкг/мл, что относит их к категории слабых антиоксидантов. Такой результат может быть объяснён низким содержанием полифенольных соединений в экстракте или их недостаточной активностью. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение химического состава экстрактов смородины, изучение активности отдельных биологически активных соединений и исследование возможности комбинирования смородины с другими растительными экстрактами для создания более эффективных средств с антиоксидантными и другими полезными свойствами.

Ключевые слова: антиоксидант, метод DPPH, смородина, экстракт, активность.

The article presents the results of a study of golden currant and red currant water-alcohol extracts by the DPPH method. Extracts of golden currant (*Ribes aureum*) demonstrated an IC₅₀ of 458.52 mcg/ml, red currant (*Ribes rubrum*) - 219.73 mcg/ml, which classifies them as weak antioxidants. This result can be explained by the low content of polyphenolic compounds in the extract or their insufficient activity. Further