

Д.М. Эменова*, Д.В. Агеев, А. Толеш, О.Б. Сельдюгаев,
Л.А. Зиновьев, М.А. Норцева

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

*Автор для корреспонденции: danagul_rtk@mail.ru

Влияние физических методов предпосевной обработки на всхожесть семян некоторых лекарственных растений

Применение физических методов обработки позволяет улучшить показатели жизнеспособности семян многих видов культурных растений. Физические методы обработки являются более экологически безопасными, дешевыми, могут легко реализовываться при организации коллекционных участков и плантаций. Использование физических методов предпосевной обработки для семян лекарственных растений ранее не проводилось. В статье представлены результаты изучения влияния физических методов (облучение магнитным полем и барботирование) на всхожесть и энергию прорастания семян *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* после хранения в течение 1,5 лет. Полученные результаты показали, что жизнеспособность семян всех трех видов достоверно повысилась по сравнению с контролем при облучении магнитным полем и применении барботирования в течение 24 ч. Лучшим физическим методом предпосевной обработки для семян шалфея степного признано сочетание криоконсервации и барботирования, для семян валерианы лекарственной и льна посевного — облучение двойным магнитным полем в течение 3-х суток.

Ключевые слова: лекарственные растения, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, семенной материал, физические методы предпосевной обработки, магнитное поле, барботирование, всхожесть, энергия прорастания.

Введение

Выращивание лекарственных растений в Казахстане является актуальным направлением растениеводства, что связано с ростом производства отечественных фитопрепаратов и дефицитом производства товарного сырья [1]. Одним из важным аспектов интродукции и выращивания лекарственного сырья является семеноводство [2–5]. Для многих лекарственных культур сроки хранения ограничены [6], всхожесть низкая, что ставит задачу разработки эффективных и недорогих способов повышения их всхожести.

В сельскохозяйственной практике отмечена эффективность таких физических методов обработки, как скарификация, холодовая стратификация, магнитное поле, барботирование, лазерное облучение, применение ультразвука и др. [7–10]. Так, обработка семян кормовых растений с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем позволила повысить их полевую всхожесть на 9,9 % [11]; применение электромагнитного поля позволяет повысить всхожесть семян бобовых культур на 6 % [12]; облучение семян зерновых культур и овощных лазером позволило увеличить всхожесть и урожай от 8,5 до 12 % [13, 14]; отмечено положительное влияние электромагнитного облучения, микроволн на всхожесть семян, рост и развитие проростков зерновых культур [15]. Основной объем ранее проведенных исследований касается вопросов активации всхожести традиционных зернобобовых и овощных культур, тогда как для лекарственных растений отмечены единичные работы [16]. Данный аспект позволяет определить перспективность оптимизации физических методов активации всхожести семян для лекарственных культур.

Цель настоящего исследования — изучить возможности применения физических факторов (магнитное поле и барботирование) на повышение показателей всхожести семян лекарственного растения шалфея степного, валерианы лекарственной и льна многолетнего.

Объекты и методика исследований

Объектами исследования являлись семена следующих лекарственных растений: валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L., *Valerianaceae*), льна посевного (*Linum usitatissimum* L., *Linaceae*) и шалфея степного (*Salvia stepposa* Des.-Shost., *Lamiaceae*) после 1,5 лет хранения. Семена валерианы и льна были собраны на коллекционном участке лекарственных и ароматических растений

Жезказганского ботанического сада (г. Жезказган, 3-я декада августа 2019 г.); шалфея степного – в горах Каркаралы, ущелье Тас-Булак (Каркаралинский район, Карагандинская область, 2-я декада сентября 2019 г.). Хранение семян вели в бумажных пакетах в холодильнике при температуре 0– -2 °С.

Валериана лекарственная является ценным лекарственным растением, включена в Фармакопею Республики Казахстан [17]. Подземные органы применяются как седативное средство, при лечении расстройств сна, депрессии, некоторых заболеваний сердечно-сосудистой системы [18]. Лен посевной также является фармакопейным видом [17], семена обладают легким слабительным, обволакивающим, противовоспалительным действием, применяются при лечении желудочно-кишечных заболеваний, запорах, наружно — при воспалительных заболеваниях кожи, ожогах, трофических язвах [19]. Шалфей степной используется в народной медицине как антибактериальное, противовоспалительное средство [20], что может служить альтернативой шалфею лекарственному.

Для активации всхожести семена после 1,5 лет хранения обрабатывали с применением физических методов, как барботирование и магнитное поле в сочетании с замораживанием в жидком азоте в течение 3-х суток. Варианты эксперимента следующие:

- 1) К: контроль, без обработки;
- 2) ОП1 — одинарное магнитное поле, сутки;
- 3) ОП3 — одинарное магнитное поле, 3 суток;
- 4) КОП1 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, сутки;
- 5) КОП3 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, 3 суток;
- 6) ДП1 — двойное магнитное поле, сутки;
- 7) ДП3 — двойное магнитное поле, 3 суток;
- 8) КДП1 — криоконсервация + двойное магнитное поле, сутки;
- 9) КДП3 — криоконсервация + двойное магнитное поле, 3 суток;
- 10) Б — барботирование, сутки;
- 11) КБ — криоконсервация + барботирование, сутки.

Для создания постоянного магнитного поля, в которое помещались обрабатываемые семена, использовалась система постоянных круглых магнитов диаметром 20 мм, размещенных на плоской поверхности пластиковой пластины в шахматном порядке на расстоянии 30 мм друг от друга (см. рис.). Размеры пластины составляли 400×400 мм. Обрабатываемые семена помещались в область наиболее однородного поля на перпендикуляре от центра пластины. Ориентация магнитного поля системы магнитов совпадала с ориентацией магнитного поля Земли.



А



Б

Рисунок. Предпосевная обработка семян в магнитном поле (А) и барботированием (Б)

Пакеты с семенами размещались на расстоянии 120 мм и 240 мм от пластины, что соответствовало напряженности магнитного поля 140 микротесла (двойное магнитное поле Земли) и 75 микротесла (стандартное магнитное поле Земли) соответственно. Эти величины определялись суммарным магнитным полем пластины и Земли. Измерение величины магнитного поля производилось с использованием встроенного магнитометра смартфона и ПО EMF Finder.

Барботирование (рис. 1) осуществляли в течение 24 ч в водной среде с применением погружного насоса Aquael. Криоконсервацию семян проводили в пластиковых криобирках с погружением в жидкий азот в сосуды Дьюара на 3-е суток.

Проращивание семян вели на чашках Петри на 2-слойной фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой в соответствии со стандартными методиками [21]. Количество повторностей — 4, количество семян в каждой повторности — 25. Для объектов исследования оценивали энергию прорастания (количество семян на 3–5-е сутки) и всхожесть (общее количество проросших семян). Статистическую обработку результатов проводили с применением программы STATISTICA, статистическую значимость оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента [22].

Результаты и их обсуждение

Результаты лабораторных опытов показали, что применение физических методов предпосевной обработки во всех вариантах эксперимента приводило к повышению всхожести и энергии прорастания (табл. 1–3).

Таблица 1

Всхожесть и энергия прорастания семян *Linum usitatissimum* в зависимости от физических методов предпосевной обработки

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	70,00 ± 4,73 ^a	56,14 ± 2,11 ^a
ОП1	85,50 ± 3,69 ^b	80,25 ± 0,50 ^b
ОП3	93,25 ± 0,96 ^c	72,75 ± 4,26 ^a
КОП1	85,00 ± 4,89 ^{ab}	79,50 ± 3,08 ^b
КОП3	79,75 ± 0,50 ^a	68,25 ± 4,19 ^{ab}
ДП1	80,75 ± 3,25 ^a	70,00 ± 5,16 ^b
КДП1	79,75 ± 3,81 ^a	66,50 ± 3,55 ^{bc}
ДП3	95,00 ± 3,46 ^c	41,50 ± 5,67 ^a
КДП3	75,00 ± 4,08 ^a	68,25 ± 4,19 ^b
Б	80,04 ± 5,61 ^a	69,14 ± 5,02 ^a
КБ	81,00 ± 4,72 ^a	64,25 ± 4,50 ^a

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

Таблица 2

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

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	46,25 ± 3,01 ^a	15,00 ± 5,77 ^a
ОП1	85,50 ± 4,01 ^b	55,00 ± 10,00 ^b
ОП3	69,00 ± 8,13 ^b	36,25 ± 3,54 ^b
КОП1	78,25 ± 9,77 ^b	62,50 ± 12,58 ^b
КОП3	91,00 ± 8,68 ^b	57,75 ± 4,91 ^b
ДП1	86,00 ± 8,00 ^b	73,75 ± 3,58 ^c
ДП3	99,25 ± 0,96 ^{bc}	64,25 ± 8,50 ^c
КДП1	77,50 ± 7,23 ^{bc}	30,00 ± 11,55 ^a
КДП3	78,25 ± 7,17 ^b	65,50 ± 7,60 ^b
Б	85,14 ± 11,10 ^b	77,05 ± 9,60 ^c
КБ	82,75 ± 4,73 ^b	56,00 ± 8,00 ^b

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

**Всхожесть и энергия прорастания семян *Salvia stepposa*
в зависимости от физических методов предпосевной обработки**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	36,80 ± 3,40 ^a	30,15 ± 2,90 ^a
ОП1	51,25 ± 5,41 ^a	47,25 ± 6,64 ^a
ОП3	79,00 ± 9,35 ^b	66,25 ± 9,25 ^b
КОП1	59,50 ± 9,68 ^a	46,25 ± 7,02 ^a
КОП3	61,50 ± 6,90 ^b	58,25 ± 7,11 ^b
ДП1	50,75 ± 4,86 ^a	45,00 ± 19,15 ^a
ДП3	64,00 ± 5,94 ^b	55,25 ± 9,59 ^a
КДП1	63,50 ± 5,52 ^b	60,00 ± 6,33 ^b
КДП3	63,50 ± 4,34 ^b	58,75 ± 14,36 ^{ab}
Б	82,11 ± 5,90 ^c	75,04 ± 8,60 ^b
КБ	90,12 ± 4,50 ^c	82,45 ± 5,90 ^b

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

Для семян льна посевного самый высокий процент лабораторной всхожести отмечен в варианте предпосевной обработки с двойным полем в течение 3-х суток (95 %), при этом разница с контролем составила 25 %. Высокие результаты отмечены также в варианте с применением одинарного поля в течение 3-х суток — 93,25 %. Остальные варианты превышали контроль на 9,75–15,5 %. Максимальные значения энергии прорастания отмечены при обработке одинарным полем в течение суток — 80,25 % (выше контроля на 24,11 %) и варианте с применением криоконсервации и помещением в одинарное поле на сутки — 79,50 % (превышение над контролем 23,36 %). Достоверные отличия в сравнении с контролем отмечены для вариантов опыта ОП1, ОП3, КОП1, ДП3, остальные варианты не имели достоверной разницы.

Для валерианы лекарственной превышение всхожести семян по вариантам опыта в сравнении с контролем составило от 22,75 до 53,0 %, все варианты эксперимента имели достоверное различия. Энергия прорастания изменялась от 15 до 62,05 %, только вариант КДП1 не имел достоверного превышения над контролем. Лучшие показатели всхожести зафиксированы в варианте с применением двойного поля в течение 3-х суток — 99,25 %; энергии прорастания — при барботировании в течение суток — 77,05 %.

Всхожесть семян шалфея степного варьировала от 36,8 до 90,12 %, энергия прорастания от 30,15 до 82,45 %. Превышение показателей всхожести над контролем составило 13,95–53,32 %, энергии прорастания — 14,85–52,3 %. Статистическое достоверное превышение экспериментальных данных отмечено для вариантов ОП3, КОП3, ДП3, КДП1, КДП3, Б и КБ. Максимальные показатели отмечены в варианте с применением криоконсервации и барботирования. Так, всхожесть составила 90,12 %, энергия прорастания — 82,45 %.

Заключение

Выявлено положительное влияние физических методов предпосевной обработки путем криоконсервации, применения магнитного поля и барботирования на увеличение лабораторной всхожести и энергии прорастания семян валерианы лекарственной, льна посевного и шалфея степного. Отмечено, что в среднем процент всхожести семян увеличивался на 9,75–90,12 %, энергии прорастания — на 9,86–79,5 %.

Лучшие показатели жизнеспособности семян льна многолетнего после 18 месяцев хранения наблюдаются при варианте предпосевной обработки — двойное магнитное поле в течение 3-х суток; семян валерианы лекарственной — двойное магнитное поле в течение 3-х суток; для семян шалфея степного — сочетание криозамораживания с последующим барботированием.

Полученные результаты могут использоваться для активации всхожести семян лекарственных растений перед организацией посева в полевых условиях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке грантового проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (номер гранта AP09259548).

Список литературы

- 1 Черкашина Е.В. Проблемы производства лекарственного растительного сырья в Республике Казахстан / Е.В. Черкашина, А.А. Оспанова // Наука и образования: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. — Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2015. — С. 204–208.
- 2 Терехин А.А. Технология возделывания лекарственных растений: учеб. пос. / А.А. Терехин, В.В. Вандышев. — М.: РУДН, 2008. — 201 с.
- 3 Васфилов Е.С. Некоторые закономерности интродукции лекарственных растений, выявленные на основе анализа их уровней жизнестойкости / Е.С. Васфилов, О.Е. Сушенцов, К.С. Зайнуллина, Н.В. Портнягина, М.Г. Фомина // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биология. — 2013. — Вып. 2. — С. 4–10.
- 4 WHO guidelines on good agricultural and collection practices for medicinal plants. — Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2003. — 80 p.
- 5 Silori Ch.S. Medicinal plant cultivation and sustainable development / Ch.S. Silori, R. Badola // Mountain Research and Development. — 2000. — Vol. 20, No. 3. — P. 272–279. [https://doi.org/10.1659/02764714\(2000\)020\[0272: MPCASD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/02764714(2000)020[0272: MPCASD]2.0.CO;2)
- 6 Свистунова Н.Ю. Сохранение сортового и видового биоразнообразия семян лекарственных и ароматических культур / Н.Ю. Свистунова // Молодой ученый. — 2015. — № 9.2 (89.2). — С. 120, 121.
- 7 Siddique A. Physiological and biochemical basis of pre-sowing soaking seed treatment — an overview / A. Siddique, P. Kumar // Plant Archives. — 2018. — Vol. 18, No. 2. — P. 1933–1937.
- 8 Sousa Araujo S. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology / S. Sousa Araujo, S. Paparella, D. Dondi, A. Bentivoglio, D. Carbonera, A. Balestrazzi // Front. Plant Sci. — 2016. — Vol. 7. — Article 646. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>
- 9 Аксеновский А.В. Физические способы предпосевной обработки семян / А.В. Аксеновский, Э.Н. Аникьева, Д.А. Аксеновская // Наука и образование. — 2019. — Т. 2, № 4. — С. 223–230.
- 10 Kubeyev E.I. Decomposition of technological processes for evaluating the performance of production line for pre-sowing treatment of seeds / E.I. Kubeyev, B.S. Antropov // Agricultural machinery and technology. — 2018. — Vol. 12, No. 3. — P. 18–22. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27>
- 11 Зубова Р.А. Обоснование режимов предпосевной обработки семян с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем сверхвысокой частоты: дис. ... канд. техн. наук / Р.А. Зубова. — Красноярск, 2017. — 141 с.
- 12 Ерохин А.И. Физические методы предпосевной обработки семян и эффективность их использования / А.И. Ерохин, З.Р. Цуканова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2014. — № 3 (11). — С. 84–88.
- 13 Букатый В.И. Лазер и урожай: моногр. / В.И. Букатый, В.П. Карманчиков. — Барнаул: АГУ, 2003. — 57 с.
- 14 Дворовенко Н.И. Лазерная стимуляция семян овощных культур / Н.И. Дворовенко // Вестн. Кемеров. с.-х. ин-та. — 1995. — № 1. — С. 34–36.
- 15 Bezpalko V.V. Ecologically safe methods for presowing treatment of cereal seeds / V.V. Bezpalko, L.V. Zhukova, S.V. Stankevych, Yu.N. Ogurtsov, I.I. Klymenko, R.A. Hutianskyi, A.M. Fesenko, V.P. Turenko, I.V. Zabrodina, S.V. Bondarenko, O.M. Batova, L.V. Golovan, I.V. Klymenko, A.A. Poedinceva, V.O. Melenti // Ukrainian Journal of Ecology. — 2019. — Vol. 9, No. 3. — P. 189–197.
- 16 Шиш С.Н. Влияние предпосевной обработки семян на состав масла чернушки посевной / С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, Ж.Э. Мазец, С.А. Фатыхова, П.С. Шабуня // Физиология растений и генетика. — 2019. — Т. 41, № 2. — С. 161–171. <https://doi.org/10.15407/fgr2019.02.161>
- 17 Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Т. 2. — Астана, 2009. — 803 с.
- 18 Al-Attraqchi O.H.A. Review of the Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Valeriana officinalis* / O.H.A. Al-Attraqchi, P.K. Deb, N.H.A. Al-Attraqchi // Current Traditional Medicine. — 2020. — Vol. 6, Iss. 4. — P. 260–277. <https://doi.org/10.2174/2215083805666190314112755>
- 19 Cunnane S.C. High a-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans / S.C. Cunnane, S. Ganguli, C. Menard, A.C. Liede, M.J. Hamadeh, Z.Y. Chen, T.M. Wolever, D.J. Jeckins // British Journal of Nutrition. — 1993. — Vol. 69, Iss. 2. — P. 443–453. <https://doi.org/10.1079/BJN19930046>
- 20 Levaya Ya.K. Antibacterial activity of ultrasonic extract of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan / Ya.K. Levaya, M.E. Zholdasbaev, G.A. Atazhanova, S.B. Akhmetova // Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Ser. — 2021. — Vol. 101, No. 1. — P. 45–49. <https://doi.org/10.31489/2021BMG1/45-49>
- 21 International rules for seed testing. — Japan: Sapporo, 2019. — 20 p.
- 22 Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

Д.М. Әменова, Д.В. Агеев, А. Толеш, О.Б. Сельдюгаев,
Л.А. Зиновьев, М.А. Норцева

Кейбір дәрілік өсімдіктердің тұқымдарының өнуіне алдын ала егудің физикалық әдістерінің әсері

Өңдеудің физикалық әдістерін пайдалану мәдени өсімдіктердің көптеген түрлерінің тұқымдарының өміршендігін жақсартуға мүмкіндік береді. Физикалық өңдеу әдістері экологиялық таза, арзан, коллекциялық учаскелер мен плантацияларды ұйымдастыруда оңай жүзеге асырылады. Дәрілік өсімдіктердің тұқымдары үшін егу алдындағы өңдеудің физикалық әдістерін қолдану бұрын жүргізілмеген. Мақалада *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* тұқымдарының 1,5 жыл сақталғаннан кейін өңгіштігі мен өну қарқындылығына физикалық әдістердің (магнит өрісімен сәулелендіру және барботирлеу) әсерін зерттеудің нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер көрсеткендей, 24 сағат бойы магниттік өріспен сәулеленіп, барботажау кезіндегі бақылаумен салыстырғанда барлық үш түрдің тұқымдарының өміршендігі айтарлықтай жоғарылағанын көрсетті. Дала сәлбенінің тұқымдары үшін егу алдындағы өңдеудің ең жақсы физикалық әдісі — әдісі криоконсервация мен барботаждың үйлесімі, шүйгіншөп мен зығыр тұқымдары үшін — 3 күн ішінде магнит өрісімен сәулелендіру болып табылады.

Кілт сөздер: дәрілік өсімдіктер, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, тұқым материалдары, егу алдындағы физикалық әдістер, магниттік өріс, барботажау, өңгіштік, өну қарқындылығы.

D.M. Amenova, D.V. Ageev, A. Tolesh, O.B. Seldiugaev,
L.A. Zinovev, M.A. Nortseva

Influence of physical methods of pre-sowing treatment on seed germination of some medicinal plants

The use of physical processing methods improves the viability of seeds of many species of cultivated plants. Physical processing methods are more environmentally friendly, cheap, can be easily implemented when organizing collection sites and plantations. The use of physical methods of pre-sowing seed treatment of medicinal plants has not previously been carried out. The article presents the results of studying the effects of physical methods (magnetic field irradiation and bubbling), on the germination rate and energy of germination of the seeds of *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* after 1,5 years of storage. The results demonstrated that the viability of the seeds of all three species was significantly increased compared to the control after irradiation with a magnetic field and the use of bubbling for 24 hours. The best physical method of pre-sowing treatment for *Salvia stepposa* seeds was recognized as the combination of cryopreservation and bubbling, for *Linum usitatissimum* and *Valeriana officinalis* seeds were irradiation with a double magnetic field for 3 days.

Keywords: medicinal plants, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, seed materials, physical methods of pre-sowing treatment, magnetic field, babbling, germination rate, energy of germination.

References

- 1 Cherkashina, E.V., & Ospanova, A.A. (2015). Problemy proizvodstva lekarstvennogo rastitelnogo syria v Respublike Kazakhstan [Problems of production of medicinal plants raw materials in Republic of Kazakhstan]. Proceedings from Science and education: experiences, prospects of development: *XIV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — XIV International scientific-practical conference*. Krasnoiar'sk: Krasnoiar'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 204–208 [in Russian].
- 2 Terekhin, A.A., & Vandyshev, V.V. (2008). *Tekhnologiya vozdelevaniia lekarstvennykh rastenii [Technology of medicinal plants cultivation]*. Moscow: RUDN [in Russian].
- 3 Vasfilov, E.S., Sushentsov, O.E., Zainullina, K.S., Portniagina, N.V., & Fomina, M.G. (2013). Nekotorye zakonomernosti introduktsii lekarstvennykh rastenii, vyjavlennye na osnove analiza ikh urovnei zhiznennosti [Some patterns of introduction of medicinal plants revealed on the basis of analysis of their vitality levels]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya biologiiia — Bulletin of the Perm University. Biology Series*, 2, 4–10 [in Russian].
- 4 World Health Organization (2003). *WHO guidelines on good agricultural and collection practices for medicinal plants*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- 5 Silori, Ch.S., & Badola, R. (2000). Medicinal plant cultivation and sustainable development. *Mountain Research and Development*, 20 (3); 272–279. [https://doi.org/10.1659/02764714\(2000\)020\[0272: MPCASD\]2.0.CJ:2](https://doi.org/10.1659/02764714(2000)020[0272: MPCASD]2.0.CJ:2).

- 6 Svistunova, N.Yu. (2015). Sokhranenie sortovogo i vidovogo bioraznoobraziia semian lekarstvennykh i aromatischeskikh kultur [Conservation of varietal and species biodiversity of medicinal and aromatic seeds]. *Molodoi uchenyi — Young Scientist*, 9.2 (89.2), 120, 121 [in Russian].
- 7 Siddique, A., & Kumar, P. (2018). Physiological and biochemical basis of pre-sowing soaking seed treatment — an overview. *Plant Archives*, 18 (2); 1933–1937.
- 8 Sousa Araujo, S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. *Front. Plant Sci.*, 7; 646 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>.
- 9 Aksenovskii, A.V., Anikeva, E.N., & Aksenovskaia, D.A. (2019). Fizicheskie sposoby predposevnoi obrabotki semian [Physical methods of pre-sowing treatment of plants]. *Nauka i obrazovanie — Science and education*, 2 (4), 223–230 [in Russian].
- 10 Kubeyev, E.I. & Antropov, B.S. (2018). Decomposition of technological processes for evaluating the performance of production line for pre-sowing treatment of seeds. *Agricultural machinery and technology*, 12 (3); 18–22. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27>
- 11 Zubova, R.A. (2017). Obosnovanie rezhimov predposevnoi obrabotki semian s tverdoi obolochkoi ultrazvukom i elektromagnitnym polem sverkhvysokoi chastoty [Substantiation of modes of pre-sowing seeds treatment with solid shell by ultrasound and electromagnetic field of ultra-high frequency]. *Candidate's thesis*. Krasnoiar'sk [in Russian].
- 12 Erokhin, A.I., & Tsukanova, Z.R. (2014). Fizicheskie metody predposevnoi obrabotki semian i effektivnost ikh ispolzovaniia [Physical methods of pre-sowing seeds treatment and efficiency of their use]. *Zernobobovye i krupianye kultury — Legumes and cereals*, 3 (11); 84–88 [in Russian].
- 13 Bukatyi, V.I., & Karmanchikov, V.P. (2003). *Lazer i urozhai: monografiia [Laser and harvest. Monograph]*. Barnaul: AGU, 57 [in Russian].
- 14 Dvorovenko, N.I. (1995). Lazernaia stimulatsiia semian ovoshchnykh kultur [Laser stimulation of vegetable seeds]. *Vestnik Kemerovskogo selskokhoziaistvennogo instituta — Bulletin of the Kemerovo Agrochemical Institute*, 1, 34–36 [in Russian].
- 15 Bezpalko, V.V., Zhukova, L.V., Stankevych, S.V., Ogurtsov, Yu.H., Klymenko, I.I., & Hutianskyi, R.A., et al. (2019). Ecologically safe methods for presowing treatment of cereal seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3); 189–197.
- 16 Shish, S.N., Shutova, A.G., Mazets, Zh.E., Fatykhova, S.A., & Shabunia, P.S. (2019). Vliianie predposevnoi obrabotki semian na sostav masla chernushki posevnoi [Influence of pre-sowing seeds treatment on composition of blackberry seed oil]. *Fiziologiya rastenii i genetika — Plant physiology and genetics*, 41 (2); 161–171 [in Russian].
- 17 (2009). *Gosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan. Tom 2 [The state pharmacopeia of Republic of Kazakhstan. Volume 2]*. Astana [in Russian].
- 18 Al-Attraqchi, O.H.A., Deb, P.K., & Al-Attraqchi, N.H.A. (2020). Review of the Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Valeriana officinalis*. *Current Traditional Medicine*, 6 (4); 260–277. <https://doi.org/10.2174/2215083805666190314112755>.
- 19 Cunnane, S.C., Ganguli, S., Menard, C., Liede, A.C., Hamadeh, M.J., & Chen, Z.Y., et al. (1993). High α -linolenic acid flaxseed (*Linurn usiiaissimurn*): some nutritional properties in humans. *British Journal of Nutrition*, 69 (2); 443–453. <https://doi.org/10.1079/BJN19930046>.
- 20 Levaya, Ya.K., Zholdasbaev, M.E., Atazhanova, G.A., & Akhmetova, S.B. (2021). Antibacterial activity of ultrasonic extract of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan. *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Ser.*, 1(101); 45–49. <https://doi.org/10.31489/2021BMG1/45-49>
- 21 (2019). *International rules for seed testing*. Japan: Sapporo.
- 22 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia [Biometrics]*. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].