

Problemy razvitiya APK regiona. 2019. No. 1. (37). S. 85-92.

2. Nikulin A.B. Fiziologicheskie osobennosti rasteniy amaranta kak S4-rasteniya / A.B. Nikulin, I.N. Tarasova // Sbornik nauchnykh trudov "Estestvoznaniye i gumanizm". – T. 4. – No. 1. – Tomsk, 2007. – S. 46-48.

3. Kazarina, A.V. Osobennosti agrotekhnologii vozdeystviya amaranta v Samarskom Zavolzh'e / A.V. Kazarina // Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. – 2015. – No. 4. – S. 7-11.

4. Tsugkiev B.G. Fotosinteticheskiy potentsial obraztsov amaranta, kultiviruemykh v RSO-Alaniya / B.G. Tsugkiev, L.V. Chkareuli // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – T. 56. – No. 4. – S. 180-184.

5. Atakova, E. A. Vliyaniye guminovykh i mineralnykh udobreniy na produktivnost amaranta v usloviyakh Srednego Povolzh'ya / E. A. Atakova, A. V. Kazarina // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2019. – No. 12-2 (39). – S. 29-32. – DOI 10.24411/2500-1000-2019-11879.

6. Pavlenkova S.V. Sravnitel'naya kharakteristika kachestvennykh pokazateley amarantovogo i

kukuruznogo silosa / S. V. Pavlenkova, G. P. Shuvaeva, L. A. Miroshnichenko [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. – 2017. – T. 79, No. 4 (74). – S. 220-226. – DOI 10.20914/2310-1202-2017-4-220-226.

7. Smirnova, Yu. V. Mekhanizm deystviya i funktsii guminovykh preparatov / Yu. V. Smirnova, V. S. Vinogradova // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2004. – No. 1. – S. 22-23.

8. Sinegovskaya, V. T. Aktivizatsiya fotosinteza i urozhaynost soi pri kompleksnom ispolzovanii gumata natriya / V. T. Sinegovskaya, S. Tszin, V. P. Sukhorukov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No. 10 (60). – S. 31-35.

9. Karaev A.Kh., Tmenov Amarant – bogatyy istochnik proteina i aminokislot / A.Kh. Karaev, I.D. Tmenov I.D. Vladikavkaz. 1998. 75 s.

10. Sabbione, A. C., Rinaldi, G., Añón, M. C., Scilingo, A. A. (2016). Antithrombotic Effects of *Amaranthus hypochondriacus* Proteins in Rats. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 71 (1), 19–27. <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0517-2>.



УДК 633.3:631.53.027.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-258-4-31-38

**А.С. Алагов, Б.С. Калоев, П.В. Алборова,  
Л.М. Базаева, А.Х. Козырев  
A.S. Alagov, B.S. Kaloev, P.V. Alborova,  
L.M. Bazaeva, A.Kh. Kozyrev**

## СТИМУЛЯЦИЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТИ БОБОВЫХ ТРАВ

### STIMULATION OF SEED GERMINATION AND PRODUCTIVITY OF LEGUME GRASSES

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, облучение семян, посевные качества, бобовые травы, энергия прорастания, всхожесть, симбиотическая активность, фотосинтетическая деятельность, продуктивность.

Для подбора технологических приемов, направленных на повышение качества семян бобовых трав, проведены исследования воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные свойства семян клевера лугового и эспарцета песчаного. Опыты проводили с использованием установки непрерывного излучения. Обрабатывали воздушно-сухой семенной материал с временем экспозиции 10,

20, 30, 40, 50, 60 и 70 с. В качестве объектов испытаний использовали районированные для предгорной зоны Северного Кавказа сорта: клевер луговой – Дарьял, эспарцет песчаный – Зерноградский 2. Эффективность СВЧ-обработки устанавливали по ряду лабораторных показателей: энергии прорастания и лабораторной всхожести, а также по морфометрическим характеристикам проростков. Дополнительно в условиях коллекционного питомника выполняли оценку и сравнительное изучение образцов обеих культур по совокупности количественных и качественных признаков для соотнесения с лабораторными результатами. Полученные данные свидетельствуют, что наиболее выраженное стимулирующее

действие наблюдалось при экспозиции 30-50 с при мощности 800 Вт, при котором для семян клевера и эспарцета фиксировали увеличение энергии прорастания на 12,3-13,8% и рост лабораторной всхожести на 11,1-13,4%. Одновременно отмечалось более выраженное развитие проростков: длина корешков достигала 5,3-6,2 см, а их масса превышала контроль на 0,31-0,34 г. Важным практическим следствием стало более раннее появление всходов (на 2-3 дня). При более длительном воздействии (60-70 с) выявлялась обратная тенденция: значения энергии прорастания и всхожести снижались, что указывает на нежелательность превышения оптимального времени экспозиции. Анализ полученных в полевых условиях опытных данных показал, что предварительная СВЧ-активация семян сопровождалась ростом продуктивности клевера и эспарцета. Данный эффект был связан с увеличением всхожести на 11-17%, повышением выживаемости – на 2,8-3,1% и сохранности растений на 1,9-2,8%. Кроме того, отмечались ускорение темпов развития на 10-12% и усиление фотосинтетической активности, достигавшее 11,1-21,4%.

**Keywords:** *electromagnetic field, seed irradiation, sowing qualities, legume grasses, germinating energy, germination, symbiotic activity, photosynthetic activity, productivity.*

To identify technological approaches aimed at improving the quality of legume grass seeds, studies were conducted on the effects of a super-high frequency (SHF) electromagnetic field on the sowing qualities of red clover (*Trifolium pratense*) and Hungarian sainfoin

(*Onobrychis arenaria*) seeds. The experiments employed a continuous-wave irradiation setup. Air-dry seed material was treated. The exposure time was as following: 10, 20, 30, 40, 50, 60, and 70 s. The research targets were the varieties adapted to the foothill zone of the North Caucasus: red clover 'Daryal' and Hungarian sainfoin 'Zernogradskiy 2'. The effectiveness of super-high frequency treatment was assessed using laboratory indices of germinating energy and laboratory germination as well as morphometric traits of seedlings. In addition, under collection nursery conditions, the accessions of both crops were evaluated and comparatively studied for a set of quantitative and qualitative characters to relate field performance to laboratory results. The most pronounced stimulatory effect was observed at exposures of 30...50 s at a power of 800 W: germinating energy exceeded the control by 12.3...13.8%, and laboratory germination increased by 11.1...13.4%. Improvements in seedling indices were also recorded: root length increased by 5.3...6.2 cm and root weight by 0.31...0.34 g. A practically important outcome was earlier seedling emergence (by 2...3 days). With longer exposure (60...70 s), an opposite trend was observed - both germinating energy and germination decreased thus indicating that exceeding the optimal exposure time was undesirable. The analysis of field experimental data showed that pre-sowing SHF activation of seeds was associated with increased productivity of clover and sainfoin. This effect was associated with higher emergence (by 11...17%), increased survival (by 2.8...3.1%), and improved plant stand persistence (by 1.9...2.8%). In addition, the development rates accelerated by 10...12%, and photosynthetic activity increased by 11.1...21.4%.

**Алагов Асланбек Симонович**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: agrofak\_ae@gorskigau.ru.

**Калоев Борис Сергеевич**, д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой зоотехнии и аквакультуры, ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: bkaloev@yandex.ru.

**Алборова Полина Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: polinaalborova@mail.ru.

**Базаева Лиана Михайловна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: lianabazaeva@mail.ru.

**Козырев Асланбек Хасанович**, д.с.-х.н., профессор, гл. науч. сотр., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, филиал, Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр РАН» с. Михайловское, Пригородный р-н, Республика Северная Осетия – Алания, Российская Федерация, e-mail: ironlag@mail.ru.

**Alagov Aslanbek Simonovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Gorsky State Agricultural University, Vladikavkaz, Russian Federation, e-mail: agrofak\_ae@gorskigau.ru

**Kaloev Boris Sergeevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Dept. of Animal Science and Aquaculture, Gorsky State Agricultural University, Vladikavkaz, Russian Federation, e-mail: bkaloev@yandex.ru.

**Alborova Polina Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Gorsky State Agricultural University, Vladikavkaz, Russian Federation, e-mail: polinaalborova@mail.ru.

**Bazaeva Liana Mikhaylovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Gorsky State Agricultural University, Vladikavkaz, Russian Federation, e-mail: lianabazaeva@mail.ru.

**Kozyrev Aslanbek Khasanovich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Chief Researcher, North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Farming, Branch, Federal Scientific Center "Vladikavkaz Scientific Center of Russian Academy of Sciences", Mikhaylovskoe, North Ossetia-Alania, Russian Federation, e-mail: ironlag@mail.ru.

### Введение

Современный уровень развития аграрных технологий позволяет заметно повышать урожайность, воздействуя как на семена, так и на ранние этапы формирования растений. Однако универсально обоснованных и действительно оптимальных режимов предпосевной подготовки семенного материала по-прежнему нет, а механизмы, посредством которых физические факторы способны стимулировать семена, остаются изученными неполно и во многом дискуссионными [1, 2].

Запуск прорастания является определяющим многостадийным событием, от которого зависит дальнейшее протекание онтогенеза. В этот период запасы питательных веществ, накопленные в семени, переходят в формы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности зародыша; прежде всего это связано с обеспечением роста первичного корня. Поскольку в природной среде условия для начального развития растений нередко оказываются ограничивающими, сельскохозяйственная практика использует совокупность приёмов, направленных на рост продуктивности культур [3]. Особое место среди них занимают методы, ускоряющие и выравнивающие прорастание, а также повышающие физиологическую активность зародыша на ранних этапах [4, 5].

Значимость рассматриваемой темы определяется двойственной задачей. С одной стороны, требуется совершенствование привычных агротехнических операций (подготовка почвы, уборка, предпосевная обработка семян), включая химические, термохимические и термические способы, а также соответствующие технические средства. С другой стороны, сохраняется потребность в развитии электротехнологических решений, которые, помимо прикладного эффекта, дают возможность углубленно анализировать морфологические, физиологические и биохимические процессы, лежащие в основе повышения продуктивности растений при действии низкоэнергетических факторов [6].

Электротермические методы, использующие воздействие высоких и сверхвысоких частот, относят к технологически трудоёмким решениям. Причины связаны, с одной стороны, с особенностями взаимодействия электромагнитного поля с семенами, а с другой, – с тем, что связь между режимом обработки и последующими изменениями роста и развития растений неред-

ко оказывается непрямолинейной и трактуется неоднозначно [7, 8].

При этом для большинства известных вариантов предпосевной обработки семян электромагнитным полем типичной проблемой остаётся слабая воспроизводимость эффекта. Указанное обстоятельство затрудняет выделение таких параметров воздействия, которые обеспечивали бы стабильно положительный результат в разных условиях.

**Цель** исследований была ориентирована на разработку приёмов, позволяющих повысить посевные и хозяйственно-ценные качества семян бобовых трав, а также увеличить их семенную продуктивность.

### Объекты и методы

Изучение влияния сверхвысокочастотного электромагнитного поля на посевные качества семян бобовых исследовали на установке непрерывной генерации излучения. В качестве средства предпосевной стимуляции применяли СВЧ-устройство SAMSUNG VI 1736 N R-X. В рабочем объёме поддерживали частоту 2450 МГц, а мощность на выходе устанавливали в пределах 100-800 Вт. Обработывали воздушно-сухой семенной материал. Время экспозиции задавали дискретно: 10, 20, 30, 40, 50, 60 и 70 с. Таким образом обеспечивалась возможность сравнения эффектов как при кратковременном, так и при более длительном воздействии.

Нагрев образцов контролировали в двух зонах: непосредственно в области рупорного узла экспериментальной установки и внутри резонаторного пространства СВЧ-печи. Для измерений использовали ртутный термометр типа Т (ГОСТ 2823-73) с погрешностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Дополнительно температуру семян, помещённых в кювет, регистрировали электротермометром ТПЭМ-1 (допустимая погрешность  $\pm 0,26^\circ\text{C}$ ).

Полевые испытания проводились в учебно-научно-производственном отделе Горского ГАУ в периоде 2024-2025 гг., которые включали контроль без облучения для двух культур – клевера лугового и эспарцета песчаного – и варианты СВЧ-обработки при мощности 800 Вт. В обработанных сериях выделяли диапазоны длительности 10-20, 30-40 и 50-60 с, а также отдельный режим с экспозицией 70 с.

Экспериментальная работа проводилась на семенном материале районированных в предгорьях Северного Кавказа сортов: клевера лугово-

го Дарьял и эспарцета песчаного Зерноградский 2. Посевные качества семян клевера и эспарцета оценивались после их обработки в электромагнитном СВЧ-поле и последующей трёхсуточной отлежки. Проращивание семян осуществлялось в строгом соответствии с методическими требованиями ГОСТ 12038-84.

В коллекционном питомнике проводили комплексную оценку образцов клевера лугового и эспарцета песчаного, учитывая совокупность качественных и количественных признаков. В течение вегетации выполняли регулярные фенологические наблюдения, фиксируя прохождение ключевых фаз роста и развития культур во всех вариантах опыта.

Закладку и ведение полевых опытов осуществляли в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормов [9] и общепринятыми требованиями к постановке полевого эксперимента [10]. Статистическая обработка экспериментальных данных включала применение дисперсионного и корреляционного анализов.

### Результаты исследований и их обсуждение

Оценивание действия СВЧ-облучения на семена осуществляли по нескольким биометрическим и посевным признакам. В качестве основных критериев рассматривали изменения энергии прорастания и лабораторной всхожести, а

также варьирование длины и массы проростков у обработанных семян по отношению к контролю, который не подвергали воздействию.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что наибольший стимулирующий результат формируется при сравнительно кратковременной обработке, преимущественно в пределах 30-50 с. После СВЧ-воздействия для семян клевера и эспарцета фиксировали увеличение энергии прорастания на 12,3-13,8% и рост лабораторной всхожести на 11,1-13,4%. Одновременно отмечалось более выраженное развитие проростков: длина корешков достигала 5,3-6,2 см, а их масса превышала контроль на 0,31-0,34 г. Сопоставимая направленность изменений наблюдалась и при аэрозольном увлажнении с последующей трехсуточной отлежкой семян. В этих вариантах появление всходов происходило раньше общепринятой технологии подготовки материала: разница составляла, как правило, 2-3 дня.

При дальнейшем увеличении продолжительности облучения (60-70 с) тенденция изменялась на противоположную. В данном диапазоне регистрировали снижение энергии прорастания на 2,3...5,9%, а лабораторной всхожести – на 2,7-12,3%, что указывает на ингибирующее действие при избыточной экспозиции (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние ЭМП СВЧ на посевные качества семян, полевую всхожесть и сохранность растений (среднее за 2024-2025 гг.)**

Экспозиция, с	Энергия прорастания, %		Лаборат. всхожесть, %		Длина корешка, см		Масса 100 корешков, г		Дружность всходов, %		Сохранность, %	
	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет
Контроль	74,2	73,8	79,5	78,7	37,4	28,5	1,42	1,54	73,7	75,5	94,5	95,2
10	74,4	73,9	79,8	79,0	37,5	28,6	1,44	1,68	74,0	75,1	96,6	96,5
20	77,5	75,3	82,8	82,1	38,9	29,4	1,58	1,74	77,3	78,2	96,1	97,1
30	79,4	78,4	83,8	84,3	39,6	32,1	1,65	1,79	78,3	80,3	96,2	97,8
40	86,5	87,6	90,6	92,1	42,7	34,7	1,73	1,88	85,0	87,2	96,4	98,0
50	79,4	82,5	82,5	86,4	37,9	33,5	1,60	1,78	77,9	85,4	96,2	97,7
60	71,9	79,1	76,8	79,5	34,3	29,4	1,31	1,60	69,0	79,1	84,0	88,4
70	64,3	70,0	67,2	72,1	30,2	27,3	1,18	1,40	63,3	73,3	75,1	80,1
НСР	2,84	1,45										

Среди изученных режимов наиболее выраженный и одновременно устойчивый эффект связан с длительностью обработки 40 с. В этих

условиях энергия прорастания возрастала на 13,0%, всхожесть – на 12,0%; корешки становились длиннее (прибавка порядка 5,8 см), а их

масса увеличивалась примерно на 0,32%. Важно, что отрицательное влияние режимов 60-70 с проявлялось не только в лаборатории: на делянках это сопровождалось уменьшением полноты всходов на 2,3-5,9%.

Фенологические учеты в посевах клевера лугового и эспарцета песчаного показали ускорение темпов раннего развития при индукционно-энергетическом воздействии: отдельные фазы наступали на 2-3 дня раньше по сравнению с контролем.

С физико-биологической позиции важное значение могут иметь резонансные явления в электрическом поле: в таких условиях напряжённость на объекте способна возрасти приблизительно в 4,5 раза. Следовательно, заметный биологический эффект потенциально достижим при сравнительно невысокой удельной мощности воздействия (менее 20 МВт/см).

Объяснение наблюдаемых изменений обычно связывают с наложением внешнего электромагнитного поля на суммарное собственное поле живой системы (биополе), формируемое биопотенциалами клеточных мембран и субклеточных структур. Воздействие малых доз рассматривают как стимул, запускающий или усиливающий метаболические процессы в семенах: повышается активность ферментов (в том числе амилазы), что сопровождается ростом энергии прорастания, улучшением всхожести и ускорением начальных темпов роста.

Наиболее ранние всходы получали при предварительном увлажнении семян и режиме 40 с при мощности 800 Вт. Если мощность сохраняли на том же уровне, но увеличивали длительность обработки до 60-70 с, появление всходов, напротив, сдвигалось на 1-2 дня. Сходные закономерности были выявлены и в полевых условиях: положительное действие проявлялось в интенсификации ростовых процессов, при этом длина корней, их объём и масса менялись в зависимости от выбранной экспозиции. Например, при 40-секундной обработке (800 Вт) длина корневой системы и объём корней превышали контрольные значения на 14,1 и 21,7% соответственно. Сухая масса корней у клевера и эспарцета в этом варианте была выше контрольной на 22,0%.

СВЧ-стимуляция отражалась и на формировании вегетативных органов возобновления. Количество корневищных побегов возрастало на 4,1-38,8%, а число зимующих почек – на 2,5-22,5%. В совокупности такие изменения рассматриваются как факторы, повышающие вероятность успешной перезимовки обеих культур.

В год посева клевер и эспарцет характеризуются сравнительно умеренной площадью листовой поверхности (27,9-34,8 тыс. м<sup>2</sup>/га), причем ее величина варьирует в зависимости от режима воздействия. Применение СВЧ-стимуляции сопровождалось расширением листовой поверхности примерно на 7,7-8,1% (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние стимуляции семян ЭМП СВЧ на фотосинтетические показатели бобовых трав (2024-2025 гг.)**

Экспозиция, с	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га				ФП, млн м <sup>2</sup> дн/га				ЧПФ, г/м сутки			
	1-й год		2-й год		1-й год		2-й год		1-й год		2-й год	
	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет
Контроль	25,8	33,1	49,7	46,4	1,30	1,40	1,60	1,80	2,70	2,90	2,90	2,96
10	25,9	33,2	50,5	47,1	1,32	1,41	1,62	1,80	2,72	2,91	2,90	2,97
20	26,2	33,7	53,8	52,8	1,34	1,48	1,64	1,83	2,82	2,93	3,05	3,12
30	26,5	34,0	58,7	57,3	1,58	1,89	1,67	2,00	2,87	2,96	3,16	3,17
40	27,9	34,8	63,8	59,6	1,80	2,30	1,90	2,40	3,30	3,60	3,20	3,58
50	27,1	33,7	63,1	54,5	1,59	1,94	1,70	1,96	2,88	2,98	3,18	3,36
60	25,8	33,1	54,7	50,8	1,34	1,51	1,64	1,87	2,76	2,78	3,12	3,30
70	24,3	31,8	46,7	47,1	1,26	1,37	1,58	1,78	2,64	2,71	2,87	3,04
НСР	1,20	2,68	1,32	1,84	0,16	0,11	0,09	0,21	0,18	0,22	0,17	0,28

По мере изменения длительности облучения прослеживалось усиление фотосинтетической активности, а максимальные значения достигались при экспозиции 40 с. У клевера первого года жизни площадь листьев составляла 27,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, а фотосинтетический потенциал – 1,8 млн м<sup>2</sup>·дн/га; относительно контроля это означало прирост на 8,1% по листовой поверхности и на 38,4% по ФП. У эспарцета того же возраста площадь листовой поверхности достигала 34,8 тыс. м<sup>2</sup>/га при фотосинтетическом потенциале 2,3 млн м<sup>2</sup>·дн/га. По сравнению с контрольным вариантом соответствующее увеличение составило 5,1% по площади листа и 64,2% по фотосинтетическому потенциалу.

Во второй год вегетации у клевера площадь ассимиляционной поверхности достигала 63,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, при этом фотосинтетический потенциал составил 1,9 млн м<sup>2</sup>·дн/га. У эспарцета аналогичные показатели были несколько ниже по площади листьев (59,6 тыс. м<sup>2</sup>/га), но выше по фотосинтетическому потенциалу (2,40 млн м<sup>2</sup>·дн/га).

Сопоставление вариантов показало, что у клевера в контроле нарастание листовой поверхности оценивалось в 92,6%, тогда как при воздействии изучаемого фактора увеличение оказалось более выраженным и достигало 2,14-кратного уровня. У эспарцета листовая поверхность возрастала в 1,71 раза, а фотосинтетический потенциал прибавлял в пределах 4,3-5,5%. При этом наибольшая скорость формирования листового аппарата у клевера была характерна именно для второго года жизни.

Следовательно, параметры фотосинтетической деятельности клевера лугового и эспарцета песчаного, определяющие эффективность использования солнечной энергии и итоговую

урожайность при сопоставимых значениях ФАР, теплообеспеченности и водного режима, заметно увеличиваются под влиянием стимулирующего действия СВЧ-электромагнитного поля.

Предпосевная обработка семян электромагнитным полем благоприятно отразилась на формировании структурных компонентов урожая у бобовых трав. В условиях оптимального режима (экспозиция 40-50 с при мощности 800 Вт) фиксировалось увеличение числа соцветий на растениях клевера и эспарцета; одновременно возрастали показатели, связанные с продуктивностью соцветий, включая количество плодов и число семян в них.

Установленная связь между числом соцветий, количеством бобов на побеге, семенной наполненностью боба и валовым сбором семян указывает на выраженную положительную корреляцию данных признаков, то есть их синергетическое влияние на общую семенную урожайность.

Анализ семенной продуктивности клевера лугового и эспарцета песчаного показал зависимость репродуктивного результата от параметров СВЧ-ЭМП. Наиболее стабильное увеличение урожайности семян в первый и второй годы жизни отмечали при длительности воздействия 20-50 с при мощности 800 Вт (табл. 3).

Наибольшая прибавка была получена при длительности воздействия 40 с: по сравнению с контролем она составила 0,02 т/га у клевера и 0,07 т/га у эспарцета. При дальнейшем увеличении времени обработки до 60-70 с семенная продуктивность обоих видов снижалась относительно контрольного варианта. Аналогичная закономерность прослеживалась и при анализе посевов второго года жизни.

Таблица 3

**Урожайность семян клевера лугового и эспарцета песчаного, т/га**

Экспозиция, с	1-й год жизни, 2024 г.		2-й год жизни, 2025 г.	
	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет
Контроль	0,30	0,77	0,44	0,92
10	0,30	0,78	0,44	0,94
20	0,31	0,78	0,45	0,97
30	0,31	0,80	0,46	1,00
40	0,32	0,84	0,47	1,07
50	0,32	0,83	0,46	0,98
60	0,31	0,81	0,46	0,92
70	0,29	0,80	0,40	0,89
<i>НСР</i>	0,05	0,08	0,05	0,10

### Заключение

Обобщение результатов полевых опытов свидетельствует, что предварительная СВЧ-активация семян ЭМП повышает продуктивность клевера и эспарцета. Наблюдаемый эффект объясняется ростом лабораторной всхожести на 11-17%, увеличением выживаемости на 2,8-3,1% и сохранности растений на 1,9-2,8, ускорением темпов развития на 10-12, а также усилением фотосинтетической активности на 11,1-21,4%. Указанные изменения интерпретируются как следствие улучшения структурно-качественных характеристик семенного материала.

### Библиографический список

1. Козырев, А. Х. Инокуляция семян люцерны / А. Х. Козырев, М. В. Герасименко, А. Т. Фарниев. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 35-36. – EDN OLNOYO.
2. Doev, D.N. Biological nitrogen share in lucerne plants nutrition depending on the activeness of nodule bacteria strain / D.N. Doev, V.P. Tsotsieva, L.Zh. Basieva // Science Almanac of Black Sea Region Countries. 2015. No. 4(4). P. 34-37. EDN VPSGNV.
3. Предпосевная обработка семян зерновых культур низкочастотным электромагнитным полем / А. Г. Аксенов, М. Е. Чаплыгин, Л. С. Шибряева [и др.]. – DOI 10.17816/0321-4443-642452. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 6. – С. 843-852.
4. Эффективность мероприятий по борьбе с болезнями озимой пшеницы в условиях предгорной зоны РСО-Алания / П. В. Алборова, Л. М. Базаева, Д. К. Ханаева, Л. Ж. Басиева. – Текст: непосредственный // Оптимизация структур ландшафтного земледелия в условиях адаптивной интенсификации: тезисы докладов 67-й научной конференции студентов агрономического факультета, Владикавказ, 01 января – 31 декабря 1996 года. – Владикавказ: ГГАУ, 1996. – EDN GQTYNQ.
5. Kozyreva, M., Basieva, L., Majeed, N., et al. (2020). Growth and development of Alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition. *BIO Web of Conferences*. 23. 03007. DOI: 10.1051/bioconf/20202303007.
6. Джикаева, Л. Г. Биологическая активность почвы в звене почвозащитного севооборота горной зоны РСО-А / Л. Г. Джикаева, Л. Ж. Басиева. – Текст: непосредственный // Известия Горского

государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49, № 1-2. – С. 23-25. – EDN OUYPTN.

7. Астахов, Е. Ю. Влияние ЭМП СВЧ на экологическую чистоту муки / Е. Ю. Астахов, Н. В. Сокол, В. И. Каун. – Текст: непосредственный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 4. – С. 7-8.

8. Ерохин, А. И. Применение низкочастотного электромагнитного поля для предпосевной обработки семян гороха / А. И. Ерохин. – DOI 10.24412/2309-348X-2022-2-66-73. – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 66-73.

9. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса, 1987. – 198 с. – Текст: непосредственный.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2014. 351 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Kozyrev, A.Kh. Inokulyatsiya semyan lyutserny / A.Kh. Kozyrev, M.V. Gerasimenko, A.T. Farniev // Zemledelie. 2001. No. 6. S. 35-36.
2. Doev, D.N. Biological nitrogen share in lucerne plants nutrition depending on the activeness of nodule bacteria strain / D.N. Doev, V.P. Tsotsieva, L.Zh. Basieva // Science Almanac of Black Sea Region Countries. 2015. No. 4 (4). P. 34-37.
3. Predposevnaya obrabotka semyan zernovykh kultur nizkochastotnym elektromagnitnym polem / A. G. Aksenov, M. E. Chaplygin, L. S. Shibryaeva [i dr.] // Traktory i selkhoz mashiny. 2024. T. 91, No. 6. S. 843-852. – DOI: 10.17816/0321-4443-642452.
4. Effektivnost meropriyatij po borbe s boleznyami ozimoy pshenitsy v usloviyakh predgornoy zony RSO-Alaniya / P. V. Alborova, L. M. Bazaeava, D. K. Khanaeva // Optimizatsiya struktur landshaftnogo zemledeliya v usloviyakh adaptivnoy intensifikatsii. – Vladikavkaz: GGAU, 1996.
5. Kozyreva, M., Basieva, L., Majeed, N., et al. (2020). Growth and development of Alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition. *BIO Web of Conferences*. 23. 03007. DOI: 10.1051/bioconf/20202303007.

6. Dzhikaeva, L.G. Biologicheskaya aktivnost pochvy v zvene pochvozashchitnogo sevooborota gornoy zony RSO-A / L.G. Dzhikaeva, L.Zh. Basieva // Izvestiya Gorskogo GAU. 2012. T. 49, No. 1-2. S. 23-25.

7. Astakhov E.Yu., Sokol N.V., Kaun V.I. Vliyaniye EMP SVCh na ekologicheskuyu chistotu muki // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva. 2005. No. 4. S. 7-8.

8. Erokhin A.I. Primeneniye nizkochastotnogo elektromagnitnogo polya dlya predposevnoy

obrabotki semyan gorokha // Zernobobovye i krupyanye kultury. 2022. No. 2 (42). S. 66-73. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-66-73.

9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. – Moskva: VNII kormov im. V.R. Vilyamsa, 1987. 198 s.

10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – Moskva: Alyans, 2014. 351 s.



УДК 631.436.3(571.15)

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-258-4-38-45

С.В. Макарычев, Т.В. Тихонова  
S.V. Makarychev, T.V. Tikhonova

## ДИНАМИКА ВЛАГОЗАПАСОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОФИЛЕ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ФЛОКСОВ МЕТЕЛЬЧАТЫХ

### DYNAMICS OF MOISTURE STORAGE AND TEMPERATURE IN THE OF DARK GRAY FOREST SOIL PROFILES UNDER PHLOX PANICULATA PLANTATIONS

**Ключевые слова:** темно-серая лесная почва, температура, влажность, сумма температур, продуктивные запасы влаги (ПЗВ).

Целью работы явилось исследование сезонных особенностей теплового и водного режима почвы в агроценозе флоксов в условиях высокого Алтайского Приобья. Почвенный покров представлен темно-серой лесной почвой. Для него характерен легкосуглинистый гранулометрический состав. Температурные измерения показали, что конец мая и первые числа июня 2024 г. были отмечены высокими температурами почвы. С 1 августа имело место снижение температуры. Промерзания почвы зимой зафиксировано не было, поскольку снежный покров установился до сильных морозов. Температура почвы на глубине 5 см 1 декабря составила 1°C, а на 60 см – 2,0°C. К 21 декабря она понизилась на 1°C, а затем оставалась неизменной вплоть до конца февраля. Весной 2025 г. стационарное состояние температурного поля сохранялось до 1 апреля. Сумма температур в течение июля и начала августа 2024 г. оставалась постоянной (66-68°C). Осень была очень теплой. В 1-й декаде декабря сумма температур постепенно снижалась и к концу месяца оказалась равной 2°C, после чего стабилизировалась вплоть до весны. Количество влаги в корнеобитаемом слое почвы в 1-й декаде июня 2024 г. соответствовало НВ. Осадки 2-й декады месяца увеличили влагосодержание до 15% от массы почвы. В 3-й декаде июля влажность почвы катастрофически уменьшилась. Так, в гумусо-

вых горизонтах она стала ниже ВЗ. В целом недостаток влаги имел место с конца июля до середины августа, поэтому цветы требовали полива в объеме от 200 до 250 м<sup>3</sup>/га. В 2025 г. в 1-ю половину вегетации цветочные культуры находились в условиях, благоприятных для их роста и цветения, но во 2-ю требовали орошения.

**Keywords:** dark gray forest soil, temperature, moisture content, accumulated temperature, available moisture.

The research goal was to study the seasonal features of the thermal and water regimes of the soil in the phlox agrocenosis under the conditions of the high Altai Region's Ob River area. The soil cover was represented by dark gray forest soil. It was characterized by a light loamy particle-size composition. The temperature measurements showed that the end of May and the first days of June 2024 were characterized by high soil temperatures. From August 01, there was temperature decrease. There was no freezing of the soil in winter, as the snow cover was set before severe frosts. On December 01, the soil temperature at a depth of 5 cm was 1.0°C, and at a depth of 60 cm it was 2.0°C. By December 21, it decreased by one degree, and then remained unchanged until the end of February. In the spring of 2025, the stationary state of the temperature field persisted until April 01. The accumulated temperature during July and early August 2024 remained constant (66-68°C). The autumn was very warm. In the first ten-days of De-