

УДК 630*232.427

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

© Д.Г. Хинчук, ст. преп.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: d.khinchuk@narfu.ru

Исследования проводили в целях изучения эффективности импульсного магнитного излучения для предпосевной обработки семян ели обыкновенной, получения регрессионных уравнений для определения оптимального фактора воздействия на семена и достижения оптимального результата. Были использованы методы вариационной статистики с применением регрессионного анализа, оптимизации и обобщения данных и системного анализа. Опыты были поставлены с учетом данных о воздействии на семена магнитным излучением. Семена ели обыкновенной высевали в открытый грунт без замачивания, но облучая магнитным потоком, величина которого изменялась пошагово. На основании экспериментальных данных было выдвинуто предположение о существовании зависимости между параметрами всходов и магнитной индукцией импульсного магнитного поля. Применение полиномов Чебышева в ходе регрессионного анализа позволило получить уравнения регрессий для нескольких параметров всходов ели в зависимости от напряженности импульсного магнитного поля. Обобщающая зависимость для всех параметров при решении задачи оптимизации была решена нелинейным методом обобщенного понижающего коэффициента для гладких нелинейных задач в среде MS Excel. Таким образом, между параметрами всходов и напряженностью импульсного магнитного поля при обработке семян ели обыкновенной существует зависимость, которую можно описать уравнениями регрессии первой и второй степени. Для данного эксперимента оптимальное значение индукции импульсного магнитного поля составило 24 мТл. Для более точного определения данного параметра с учетом стандартов качества древесины необходимы дальнейшие исследования.

Ключевые слова: импульсное магнитное поле, полиномы Чебышева, параметры сеянцев, напряженность магнитного поля, регрессионный анализ.

Воздействие на семена растений различных стимуляторов роста, в том числе химической [8, 9, 12] и физической природы, активно используется как в сельском, так и в лесном хозяйстве для увеличения различных параметров растений и достижения оптимальной продуктивности.

Для этих целей активно используют магнитное излучение, которое дало положительный эффект на сеянцах и саженцах следующих растений: роза, картофель, сахарная свекла, лук, зерновые и т. д. [4–6, 10]. Некоторые исследователи [2, 3] проводили эксперименты и анализировали влияние импульсного магнитного поля на параметры сеянцев древесных пород. Эти опыты показали улучшение всхожести семян только при их обработке импульсным магнитным полем напряженностью $H = 8$ мТл [2], получен максимальный положительный эффект при воздействии на семена магнитным полем с индукцией от 2 до 21 мТл [4]. Учитывая [7], можно предположить, что положительное влияние данного фактора проявляется только в случае, если он соизмерим с внутренним магнитным полем объекта.

Цели исследования – изучение эффективности магнитного импульсного излучения для предпосевной обработки семян ели обыкновенной, получение регрессионных уравнений для определения оптимального фактора воздействия на семена и достижения оптимального результата.

Были использованы методы вариационной статистики с применением регрессионного анализа, оптимизации, обобщения данных и системного анализа.

Эксперимент проводили на территории Архангельского лесничества, на суглинистых почвах. Семена ели обыкновенной были посеяны в открытый грунт без замачивания лесной сеялкой оригинальной конструкции [11] с учетом агротехнических требований. Высев был произведен строчно-луночным способом. Длина строк – 9,5 м, шаг посева – 62 см, глубина заделки – 1 см, расстояние между строчками – 150 см. Такое размещение посевных строчек должно обеспечивать нормальное развитие сеянцев. Посев осуществляли в середине июня согласно научным изысканиям Ф.Б. Орлова для Архангельской области [8].

Было поставлено три опыта с применением магнитного поля: № 1 – $H = 8$ мТл; № 2 – 16 мТл; № 3 – 24 мТл. Частоту магнитного поля не учитывали, так как в

эксперименте использовали постоянные магниты. Точность измерения индукции магнитного поля обеспечивалась магнитометром. Так же был проведен контрольный высеv (без применения магнитного поля – магниты на сеялку не устанавливали). Индукцию магнитного поля изменяли пошагово, шаг изменения – 8 мТл.

Количество обмеров рассчитано согласно математической статистике, исходя из достоверности и предварительного эксперимента, и составило 10 в каждом варианте. Точность измерений показателей всхождений обеспечивалась штангенциркулем (ГОСТ 166). Предел допустимой погрешности 0,05 мм.

Эксперимент показал, что почти по всем показателям опыт № 1 опережает опыты № 2, 3. При этом наибольшее отклонение от контрольной группы отмечено для параметров «высота стволика» и «диаметр стволика». В данном опыте наблюдается увеличение показателей сеянцев, при этом среднее отклонение от контроля составило 123 % (см. таблицу).

В опыте № 3 отмечен максимальный прирост длины главного корня (до 72 %). Однако в данном опыте имеется и отрицательная тенденция в случае диаметра главного корня: снижение составило 21 %.

В этом же опыте отмечена максимальная всхожесть семян – 12,5 %, что на 30 % превосходит контроль. Невысокие показатели всхожести в общем связаны с неблагоприятными условиями, так как высеv производили непосредственно в грунт без предварительной обработки почвы.

Результаты высева семян ели в грунт (показатели измерены в возрасте 1 год)

Опыт (магнитная индукция)	Всхожесть, %	Длина, мм		Диаметр, мм		Высота стволика, мм	Среднее отклонение от контроля, %
		хвои	корня	корня	стволика		
Контроль	9,4	18,7	38,7	0,6	13,0	0,7	–
№ 1 (8 мТл)	9,5	24,0	52,3	0,8	72	1,2	–
Отклонение от контроля, %	0,1	28,6	35,3	47,1	453,9	63,6	123,3
№ 2 (16 мТл)	6,9	23,0	60,4	0,6	68,5	1,2	–
Отклонение от контроля, %	–2,5	23,2	56,2	5,9	426,9	60,9	113,2
№ 3 (22 мТл)	12,5	22,5	66,5	0,5	65,5	0,9	–
Отклонение от контроля, %	3,1	20,5	72,0	–20,6	403,9	22,7	100,8

Примечание. Диаметр стволика измерен у корневой шейки; значения показателей приведены в среднем по группе (опыту).

На основании полученных данных было выдвинуто предположение о существовании зависимости между параметрами всхождений и индукцией импульсного магнитного поля.

Чтобы получить уравнения регрессии для описанных выше параметров, использовали полиномы Чебышева. Данный метод позволяет определить уравнение зависимости в случае пошагового изменения аргумента [1]:

$$y = b_0 P_0(x) + b_1 P_1(x) + \dots + b_k P_k(x),$$

где b_0, b_1, \dots, b_k – коэффициенты уравнения регрессии соответствующей степени;

P_0, P_1, \dots, P_k – многочлены Чебышева соответствующей степени;

k – степень уравнения регрессии.

В ходе регрессионного анализа были получены следующие уравнения регрессии для анализируемых параметров всхождений ели:

всхожесть:

$$y_0 = 2,8 + 0,02H \quad (R = 0,3; \varepsilon = 0,9);$$

длина хвои:

$$y_1 = 20,95 + 0,13H \quad (R = 0,6; \varepsilon = 0,66);$$

длина главного корня:

$$y_2 = 45,32 + 1,15H \quad (R = 1; \varepsilon = 0,03);$$

диаметр главного корня:

$$y_3 = 0,66 - 0,01H \quad (R = 0,5; \varepsilon = 0,78);$$

диаметр стволика:

$$y_4 = 0,003H^2 + 0,076H + 0,76 \quad (R = 1; \varepsilon = 0,02);$$

высота стволика:

$$y_5 = 39,35 + 1,92H \quad (R = 0,7; \varepsilon = 0,5),$$

где R – множественный коэффициент корреляции;

ε – корреляционное отношение.

Все уравнения проверены по критерию Фишера, на основании которого определен порядок уравнения регрессии.

Обобщив уравнения регрессии, провели их анализ, на основании которого получили подтверждение предположения о существовании зависимости между параметрами всходов и индукцией импульсного магнитного поля. Также была определена обобщающая зависимость по всем параметрам:

$$Y = 0,003H^2 + 3,48H + 129,27.$$

На основании этого уравнения были поставлены задачи оптимизации:

$$Y(H) \rightarrow \max;$$

$$Y(H) = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5;$$

$$H_{\min} \leq H \leq H_{\max},$$

где y_0, y_1, \dots, y_5 – уравнения регрессии параметров семян;

H_{\min}, H_{\max} – границы диапазона варьирования фактора H согласно эксперименту.

Приведенная задача была решена в среде MS Excel нелинейным методом обобщенного понижающего коэффициента для гладких нелинейных задач.

В результате получено оптимальное значение индукции импульсного магнитного поля для данного эксперимента: $H = 24$ мТл, так как $Y \rightarrow \max$ при $H \rightarrow \max$. Однако в этом случае нельзя забывать о возможной мутации генов [2].

Выводы

1. Между параметрами всходов и индукцией импульсного магнитного поля при обработке семян ели обыкновенной существует зависимость, которую можно описать уравнениями регрессии первой и второй степени.

2. Получено оптимальное значение индукции импульсного магнитного поля: $H = 24$ мТл.

3. Необходимо проведение дальнейших опытов для более точного определения параметра H с учетом стандартов качества древесины при росте обработанных растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. 327 с.

2. Буторина А.К., Мурая Л.С., Левин М.Н., Сиволапов А.И., Иванов Р.В. Воздействие импульсных магнитных полей на семена сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. 2001. № 6. С. 27–28.

3. Дроздов В. Экспериментальная работа по выявлению влияния импульсного магнитного поля на семена лука // Сайт семьи Дроздовых (дата обновления: 01.10.2009). URL: <http://drozdovs.ru.1gb.ru/index.php?q=node/23> (дата обращения: 20.04.2012).

4. Касьянов Г.И. Перспективы использования ЭМП НЧ в экстракционных технологиях // Личный сайт Касьянова Г.И. – рук. науч.-пед. школы по обработке сырья сжиженными и сжатыми газами. URL: <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm> (дата обращения: 30.04.2012).

5. Колин А.Р., Сергеев В.В., Горбачевич Н.А. Воздействие градиентным магнитным полем на посадочный материал и вегетирующие картофельные растения // Русские высокие технологии. Биотехнологии (дата обновления 15.03.2008). URL: <http://skutis.ucoz.ru/publ/26-1-0-13> (дата обращения: 15.03.2008).

26.04.2012).

6. Лихолат Т.В., Яшикчев В.И., Крылов П.П. Влияние низкочастотного магнитного поля на прорастание семян с пониженной всхожестью // Биофизика России: справ. [1999-2012]. URL: <http://www.library.biophys.msu.ru/gettext?Serial=76696> (дата обращения: 26.04.2012).

7. Мизун Ю.Г., Мизун П.Г. Влияние магнитного поля на растительный и животный мир // Вести науки (дата обновления 30.11.2009). URL: <http://www.vestinauki.ru/content> (дата обращения: 26.04.2012).

8. Орлов Ф.Б., Малаховец П.М. Сроки посева семян сосны и ели в Архангельской области. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1965. 25 с.

9. Хазинов И.Б., Лубягина В.М., Сыроижско А.Н., Базулина Л.В., Пентелькин С.К., Пентелькина Н.В. О применении стимуляторов роста // Лесн. хоз-во. 1997. № 6. С. 30–31.

10. Халаджян А.С. Повышение укореняемости роз с помощью магнитного поля // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ [2003–2012]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/10/> (дата обращения: 26.04.2012).

11. Хинчук К.Е., Хинчук Д.Г. Решение пространственной компоновки прицепа модуля лесной сеялки при использовании средств малой механизации // Развитие Северо-Арктического региона: проблемы и решения: материалы науч. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и асп. САФУ имени М.В. Ломоносова, посвященной Дню российской науки (Архангельск, 6–9 февр. 2012 г.). Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. С. 127–128.

12. Чилимов А.И., Пентелькин С.К. Проблемы использования стимуляторов роста в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во. 1995. № 6. С. 11–12.

Поступила 30.04.13

УДК 630*232.427

Influence of Magnetic Radiation on Parameters of Common Spruce Seedlings

D.G. Khinchuk, Senior Lecturer

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russia; e-mail: d.khinchuk@narfu.ru

The aim of the article is to study the effectiveness of pulsed magnetic radiation for pretreatment of common spruce seeds, to obtain the regression equations to determine the optimal influencing factor on seeds, and optimum productivity. The following methods of operation have been used: a method of variation statistics using regression analysis, optimization method and the method of synthesis of data and system analysis. Experiments were carried out after summarizing the data on the impact on seeds by magnetic flux. Common spruce seeds were planted in open ground without steeping, with irradiation by magnetic flux of various dimension, which were changed in equally steps. It has been suggested about the existence of relationships between the parameters of shoots and the magnetic induction of the pulsed magnetic field, based on the experimental data. To determine regression equations depending the parameters of seedlings from the magnetic induction have been used regression analysis such as Chebyshev polynomials. Then regression equations were derived for some parameters spruce sproutings. Subsequent analysis of the equations has showed the support of hypothesis, that is the existence of the relationship between the parameters of sproutings and intensity of pulsed magnetic field. Generalizing dependence was determined on all represented parameters. Then was tasked to optimize generalizing depending on a factor of the magnetic field intensity, which is solved by MicroSoft Excel. This task has been solved by nonlinear method of lower generalized coefficient for smooth nonlinear problems. Conclusions: There is a relationship between the parameters of sproutings and factor of intensity of pulsed magnetic field for treatment of common spruce seeds that can be described by regression equations of first and second degree. The best setting of the magnetic induction is $H = 24 \text{ mTl}$ (for this experiment). Further experiments are necessary to conduct for more exact definition of this parameter considering the quality standards of the wood.

Keywords: pulsed magnetic field, Chebyshev polynomials, parameters of seedlings, intensity of a magnetic field, regression analysis.

REFERENCES

1. Akhnazarova S.L., Kafarov V.V. *Metody optimizatsii eksperimenta v khimicheskoy tekhnologii* [Optimization Methods of Experiment in Chemical Engineering]. Moscow, 1985. 327 p.

2. Butorina A.K., Muraya L.S., Levin M.N., Sivolapov A.I., Ivanov R.V. Vozdeystvie impul'snykh magnitnykh poley na semena sosny obyknovnoy [Impact of Pulsed Magnetic Fields on the Seeds of Scotch Pine]. *Lesnoe khozyaystvo*, 2001, no. 6, pp. 27–28.

3. Drozdov V. *Eksperimental'naya rabota po vyyavleniyu vliyaniya impul'snogo magnitnogo polya na semena luka* [Experimental Work for Identify the Influence of Pulsed Magnetic Field on Onion Seeds]. Available at:

<http://drozdovs-ru.lgb.ru/index.php?q=node/23> (accessed 20 April 2012).

4. Kas'yanov G.I. *Perspektivy ispol'zovaniya EMP NCh v ekstraktsionnykh tekhnologiyakh* [Prospects for the Use of Electromagnetic Field of Low Frequencies in Extraction Technologies]. Available at: <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm> (accessed 30 April 2012).

5. Kolin A.R., Sergeev V.V., Gorbatshevich N.A. *Vozdeystvie gradientnym magnitnym polem na posadochnyy material i vegetiruyushchie kartofel'nye rasteniya* [Impact of Gradient Magnetic Field on Planting and Vegetating Potato Plants]. *Russkie vysokie tekhnologii. Biotekhnologii* [Russian High Technology. Biotechnology] Available at: <http://skutis.ucoz.ru/publ/26-1-0-13> (accessed 26 April 2012)/

6. Lykholat T.V., Yashkichev V.I., Krylov P.P. *Vliyanie nizkochastotnogo magnitnogo polya na prorastanie semyan s ponizhennoy vskhozhest'yu* [Effect of Low-Frequency Magnetic Field on the Germination of Seeds with Low Viability]. Available at: <http://www.library.biophys.msu.ru/gettext?Serial=76696> (accessed 26 April 2012).

7. Mizun Yu.G., Mizun P.G. *Vliyanie magnitnogo polya na rastitel'nyy i zhivotnyy mir* [Influence of Magnetic Field on the Flora and Fauna] Available at: <http://www.vestishki.ru> (accessed 26 April 2012).

8. Orlov F.B., Malakhovets P.M. *Sroki poseva semyan sosny i eli v arkhangel'skoy oblasti* [Seeds Sowing Terms of Pine and Spruce in the Arkhangelsk Region]. Arkhangelsk, 1965. 25 p.

9. Khazinov I.B., Lubyagina V.M., Syroizhko A.N., Bazulina L.V., Pentel'kin S.K., Pentel'kina N.V. *O primeneniі stimulyatorov rosta* [About the Application of Growth Factors]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1997, no. 6, pp. 31–33.

10. Khaladzhyan A.S. *Povyshenie ukorenyaemosti roz s pomoshch'yu magnitnogo polya* [Upsurge of Roses Rooting with a Magnetic Field]. *Nauchnyy zhurnal*. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/10/> (accessed 26 April 2012).

11. Khinchuk K.E., Khinchuk D.G. *Reshenie prostranstvennoy komponovki pritsepnogo modulya lesnoy seyalki pri ispol'zovanii sredstv maloy mekhanizatsii* [Solution of the Spatial Integration of Tree-Seed Drill Module by Power Choring Facilities]. *Razvitie severo-Arkticheskogo regiona: problemy i resheniya: materialy nauchnoy konferentsii* [Development of the Northern Arctic Region: Problems and Solutions. Proc. Conf.]. Arkhangelsk, 2012, pp. 127–128.

12. Chilimov A.I., Pentel'kin S.K. *Problemy ispol'zovaniya stimulyatorov rosta v lesnom khozyaystve* [Problems of Using Growth Factors in Forestry]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1995, no. 6, pp. 11–12.
