

УДК 621.387.143: 630\*

**С. В. Рыбкина, М. В. Беляков**

Рыбкина Светлана Владимировна родилась в 1971 г., окончила в 1995 г. Смоленский государственный педагогический институт, старший преподаватель кафедры экологии Смоленского государственного педагогического университета. Имеет более 30 печатных работ по проблемам роста и развития семян древесных растений и функционирования лесных экосистем.



Беляков Михаил Владимирович родился в 1980 г., окончил в 2003 г. Смоленский филиал Московского энергетического института, аспирант кафедры оптоэлектронных систем Смоленского филиала Московского энергетического института (технического университета). Имеет 23 печатные работы в области спектроскопии оптического излучения и его воздействия на биообъекты.



## **ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Показано, что излучение плазмы гелия активирует всхожесть семян и рост корешков проростков.

*Ключевые слова:* гелиевая плазма, излучение, энергетическая экспозиция, всхожесть, длина корешков проростков.

В целях улучшения посевных качеств семян и усиления энергии роста семян используют различные способы их активации: химические, физические, в том числе оптическое излучение [1, 3, 4, 6]. Определенный интерес представляет, в частности, излучение плазмы инертных газов, действие которого испытано на ряде сельскохозяйственных культур [2]. Метод безвреден для здоровья человека и окружающей среды.

Цель нашей работы – изучить эффективность оптического излучения, в том числе гелиевой плазмы, для предпосевной обработки семян ели европейской.

Для генерации плазмы применены электродуговые плазмотроны со смешанным спектром излучения (сплошная составляющая теплового излучения и линии люминесценции гелия). Считается, что рабочей спектральной областью является диапазон 280...420 нм [2]. Семена ели наилучшим образом поглощают излучение в диапазоне длин волн 350...550 нм. В качестве источника полихроматического излучения применялась также разрядная ртутная лампа высокого давления.

После обработки семена ели проращивали в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 13056.6–97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести».

Энергетическая экспозиция  $H$  (Дж/м<sup>2</sup>) установлена по формуле

$$H = Et,$$

где  $E$  – облученность в зоне обработки, Вт/м<sup>2</sup>;

$t$  – время обработки, с.

Облученность для рабочего диапазона спектра определена из закона «квадрата расстояния»:

$$E = (I_e / h^2) \cos \theta,$$

где  $I_e$  – сила излучения, Вт/ср;

$h$  – расстояние от излучателя до облучаемых объектов, м;

$\theta$  – угол между направлением падения излучения и нормалью к поверхности семян, рад.

Таблица 1

Облученность, Вт/м <sup>2</sup>	Всхожесть семян, %, при времени обработки, с					
	1	5	10	15	25	40
0,59	92	89	89	91	88	90
0,99	91	90	92	90	91	92
1,21	91	85	88	88	88	89
2,07	88	91	91	91	88	90
2,98	92	90	91	90	92	91

Примечание. Всхожесть в контроле – 88 %.

Таблица 2

$t$ , с	$H$ , Дж/м <sup>2</sup>	$n$	$M \pm m$ , мм	% к контролю	$t_{\text{факт}}$	$p$ , %
1	1,25	251	30,6 ± 0,5	117,1	8,4	99,9
5	6,25	269	32,0 ± 0,3	122,4	16,4	99,9
10	12,50	265	32,8 ± 0,3	125,7	18,6	99,9
15	18,75	240	39,0 ± 0,4	149,4	28,8	99,9
25	31,25	249	32,6 ± 0,5	124,9	12,1	99,9
40	50,00	262	23,5 ± 0,5	90,1	4,8	99,9
Контроль	0	261	26,1 ± 0,2	100,0	–	–

Поскольку семена размещались преимущественно в центре светового пятна, то  $\theta \approx 0^\circ$  и  $\cos \theta \approx 1$ .

При одинаковой силе излучения плазмотрона и расстояния от излучателя до семян энергетическая экспозиция изменялась за счет варьирования времени воздействия на объекты. Контрольные образцы семян не облучали.

Установлено, что почти во всех вариантах наблюдается повышение (до 4 %) всхожести семян (табл. 1).

Влияние излучения гелиевой плазмы на рост корешков проростков ели приведено в табл. 2.

Очевидно, что оптимальной энергетической экспозицией при облучении семян ели является 18 ... 19 Дж/м<sup>2</sup>, что соответствует времени облучения около 15 с. При меньшей экспозиции стимулирующий эффект снижается, если она выше оптимальной, проявляется ингибирование.

Таким образом, существенным достоинством данного метода является сравнительно малое время обработки (до 15 ... 25 с) и, как следствие, высокая производительность.

Считая оптимальным время облучения 15 с, мы поставили серию опытов по изучению влияния силы излучения плазмотрона на параметры роста. В табл. 3 представлена зависимость длины корешков проростков ели от энергетической экспозиции при различной силе излучения.

Таблица 3

$I_e$ , мВт/ср	$H$ , Дж/м <sup>2</sup>	$n$	$M \pm m$ , мм	% к контролю	$t_{\text{факт}}$	$p$ , %
7,1	9,5	259	15,7 ± 0,4	108,8	2,3	95,0
8,3	11,1	268	18,3 ± 0,1	127,0	9,5	99,9
10,0	13,3	239	16,1 ± 0,4	111,4	3,0	99,9
15,0	20,0	274	15,6 ± 0,2	107,9	2,7	99,0
27,0	36,0	258	13,1 ± 0,4	90,9	2,3	95,0
Контроль	0	269	14,4 ± 0,4	100,0	–	–

Таблица 4

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Процент непроросших семян			Класс качества семян по ГОСТ 14161–86
			загнивших	пустых	зараженных вредителями	
Полный спектр	82	88	9	2	1	I
УФС8	88	90	7	3	–	I
ФС6	86	89	7	3	1	I
ФС1	87	90	7	3	–	I
БС3	88	90	6	4	–	I
Контроль	77	84	14	1	1	II

Максимальная длина корешков проростков (прирост 27 %) зафиксирована при силе излучения 8,3 мВт/ср. Однако стимулирующий эффект проявляется слабее, чем при варьировании временем.

В другом опыте семена ели европейской обрабатывали излучением ртутной разрядной лампы ДРТ230, пропущенным через выделяющие ультрафиолетовый (УФС8), фиолетовые (ФС6, ФС1) и отрезающий бесцветный (БС3) светофильтры (ГОСТ 9411–81) с расстояния 20 см в течение 5 с, после чего в установленные сроки определяли их энергию прорастания и всхожесть. Результаты представлены в табл. 4.

Для всех вариантов облучения энергия прорастания и всхожесть заметно увеличиваются (на 5 ... 11 и на 4 ... 6 % соответственно), хотя при использовании светофильтров результаты несколько лучше. Крайне важно то, что предпосевная обработка переводит семена из второго класса качества в первый, что позволяет существенно экономить семена при посеве.

Полевые опыты по изучению влияния оптического излучения разрядной ртутной лампы авторы проводили в 2003–2005 гг. в питомниках Ярцевского, Вяземского и Краснинского лесхозов Смоленской области. Усредненные результаты опытов по этим лесхозам представлены в табл. 5.

Во всех вариантах обработки отмечено превышение данных над контролем. Наилучшие результаты получены при обработке ртутной лампой со светофильтром УФС8 (прибавка по длине надземной части превышает 14 %, по длине главного корня близка к 30 %).

Таблица 5

Вариант	Число проростков	Длина надземной части		Длина главного корня	
		мм	% к контролю	мм	% к контролю
Полный спектр	195	39,1±0,1	108,6	130,5±10,6	119,2
УФС8	203	41,2±3,9	114,4	141,8±11,0	129,5
БСЗ	190	37,9±1,7	105,3	140,0±3,9	127,8
Контроль	209	36,0±1,1	–	109,5±3,1	–

2

Таким образом, предлагаемый способ стимуляции существенно активизирует рост проростков и сеянцев и при дальнейшем его совершенствовании (оптимизация спектра излучения и энергетической экспозиции обработки), возможно, будет рекомендован для применения в лесовосстановлении. В настоящее время ведутся исследования по изучению действия оптического излучения на посевные качества семян и рост сеянцев других важных лесобразующих пород – сосны обыкновенной и лиственницы сибирской [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Буторина, А.К.* Воздействие импульсных магнитных полей на семена сосны обыкновенной [Текст]/ А.К. Буторина [и др.] // Лесн. хоз-во. – 2001. – № 6. – С. 27–28.
2. *Гордеев, Ю.А.* Использование оптического излучения для предпосевной обработки семян [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Гордеев, М.В. Беляков. – Смоленск: ССХИ, 2005. – 104 с.
3. *Максименко, А.П.* Предпосевная лазерная активация семян и черенков лесных пород [Текст]/ А.П. Максименко // Лесн. хоз-во. – 1997. – № 6. – С. 31–32.
4. *Проказин, А.Е.* Использование ультразвука и парааминобензойной кислоты при предпосевной подготовке лесных семян [Текст]/ / А.Е. Проказин [и др.] // Лесн. хоз-во. – 1990. – № 3. – С. 46–49.
5. *Рыбкина, С.В.* Применение оптического излучения в качестве стимулятора роста древесных растений [Текст]/ / С.В. Рыбкина, М.В. Беляков. – Смоленск: Изд-во СГТ, 2005. – 46 с.

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

Смоленский государственный  
педагогический университет

Смоленский филиал  
Московского энергетического  
института (технического университета)

Поступила 31.10.05

*S.V. Rybkina, M.V. Belyakov*

**Use of Optical Radiation for Simulation of Seed Germination  
of Common Spruce**

It is shown that radiation of helium plasma activates the seed germination and germ roots growth.