

УДК 630\*232.315.9

UDC 630\*232.315.9

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство  
(сельскохозяйственные науки)

06.01.01 - Agriculture, Crop Production (Agricultural  
Sciences)

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В ДЕКОРАТИВНОМ  
САДОВОДСТВЕ**

**LASER APPLICATION IN ORNAMENTAL  
GARDEN**

Максименко Анатолий Петрович  
д.с.х.н, профессор  
РИНЦ SPIN-код: 1565-0182

Maksimenko Anatoly Petrovich  
Dr.Sci.Agr., Professor  
RSCI SPIN-code 1565-0182

Горбунов Игорь Валерьевич  
к.с.-х.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 9815-3384

Gorbunov Igor Valerievich  
Cand.Agr.Sci., assistant professor  
RSCI SPIN-code 9815-3384

Дзябко Евгений Петрович  
к.с.-х.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 4333-1802  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина, 13*

Dzyabko Evgeny Petrovich  
Cand.Agr.Sci., assistant professor  
RSCI SPIN-code 4333-1802  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia  
350044, Kalinina,13*

В статье приведены результаты обработки семян и черенков около ста видов древесно-кустарниковых растений с помощью лазера. Определено, что наибольшей чувствительностью обладали семена в весенние месяцы (март-апрель), нежели в зимние (февраль). Показано, что при использовании лазерного облучения можно увеличить грунтовую всхожесть семян лесных культур на 15-30%. В тоже время оно эффективно также для семян с идущими метаболическими процессами, т.е. в стадии наклевывания. В этом случае луч лазера стимулирует активность ферментов, участвующих в реакциях, ответственных за прорастание, дальнейший рост и развитие проростков. Использование этого приема в лесном хозяйстве позволяет также отказаться от экологически вредных химических реагентов, что увеличивает экономический эффект от применения лазерной технологии

The article presents the results of processing seeds and cuttings of about a hundred species of woody and shrub plants using a laser. It was determined that the seeds were most sensitive in the spring months (March-April) than in the winter months (February). It is shown that the use of laser irradiation can increase the soil germination of forest seeds by 15-30%. At the same time, it is also effective for seeds with metabolic processes, i.e. in the pecking stage. In this case, the laser beam stimulates the activity of enzymes involved in the reactions responsible for germination, further growth and development of seedlings. The use of this technique in forestry also makes it possible to abandon environmentally harmful chemical reagents, which increases the economic effect of the use of laser technology

Ключевые слова: ЛАЗЕР, ОБРАБОТКА, СЕМЕНА,  
ЧЕРЕНКИ, ДЕРЕВЬЯ, КУСТАРНИКИ

Keywords: LASER, PROCESSING, SEEDS,  
CUTTINGS, TREES, SHRUBS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-162-010>

**Введение**

Увеличение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади в лесном хозяйстве возможно лишь на основе совершенствования агротехники и внедрения новых технологий, в том числе при подготовке посевного и посадочного материала. В настоящее время предпочтение

отдается комплексным технологиям, стимулирующим развитие растений, с защитным эффектом, включающим стимулирующее, фунгицидное воздействие, поддерживающее иммунную систему и формирующее устойчивость к неблагоприятным условиям среды.

Химический метод защиты лесных культур от грибных болезней постепенно вытесняется новыми альтернативными методами биологической и физической защиты. В частности, луч лазера, по мнению некоторых исследователей [1, 2], является мощным средством повышения иммунитета сельскохозяйственных и древесно-кустарниковых пород ко всякого рода неблагоприятным факторам, будь то выживание растений в условиях стрессовых ситуаций либо защита их от фитопатогенов.

### **Материал и объект исследований**

Мы в своей практике активно пользуемся лазерной технологией как наиболее простой и дешевой с 1995 года [3-9]. В результате многолетних испытаний совместно с сотрудниками ООО НПФ «Биолазер» тщательно изучено воздействие лазерного излучения на семена и черенки около 100 пород лесных культур. Среди изученных не было ни одной породы, которая в той или иной степени не отреагировала бы на лазерное облучение.

### **Методы исследований**

Перед лазерной обработкой семена тщательно перемешивали для однородности исходного материала и после обработки не протравливали ядохимикатами. При лазерной активации семян и черенков режим облучения задавали автоматически через пульт управления. Луч лазера — скользящий (сканирующий). Время облучения — 4-6 суток в зависимости от физиологического состояния семян, находящихся в состоянии покоя.

Так, для семян, требующих интенсивной и длительной стратификации, — 6 суток (длина волны - 630-670 нм, выходная мощность излучения 25 мВт). После обработки семена и черенки в течение 1-3 недель находились в состоянии «отлежки».

Контрольные (необработанные) семена и черенки хранились отдельно от активированных независимо от способов упаковки (необходимо было исключить прямой оптический контакт!) на расстоянии не менее 5 м и отделялись от обработанных брезентом или перегородкой.

При использовании семян, имеющих большую исходную всхожесть и энергию прорастания, стимулирующий эффект мало зависел от режима обработки. Было установлено, что в связи с сезонным изменением физиологического состояния семян лесных пород чувствительность их к лазерному облучению разная. Наибольшей чувствительностью обладали семена в весенние месяцы (март-апрель), нежели в зимние (февраль). Поэтому в зимнее время для получения равнозначного с весенним стимулирующего эффекта увеличивали время обработки.

Черенки в течение всего периода облучения и дальнейшей «отлежки» погружали на 1/3 в воду, чтобы исключить их высыхание. Режим облучения черенков был такой же, как и семян, но одревесневшие черенки облучали 6 суток, а зеленые — 4 суток. После обработки черенки в массе находились в состоянии «отлежки» в течение 1—2 недель в зависимости от того, одревесневший это черенок или зеленый.

Облученные и необлученные образцы высевали и высаживали в питомнике на грядках шириной 1 м и протяженностью 15 м. Для анализа ответных реакций растений на болезни их выращивали при интенсивном поливе, прикрывая пленкой, чтобы спровоцировать корневые гнили и ржавчину. При выкопке измеряли высоту растений, длину главного корня и диаметр корневой шейки.

## Результаты исследований

Многообразие ответных реакций различных древесно-кустарниковых пород на облучение вполне объяснимо, и в каждом конкретном случае требуется соответствующий анализ.

В табл. 1.8.1 и 1.8.2 приведены результаты исследований влияния лазерного облучения на характеристики семян и черенков древесно-кустарниковых пород, имеющих различную исходную всхожесть и укореняемость.

Показано, что при использовании лазерного облучения можно увеличить грунтовую всхожесть семян лесных культур на 15-30% (см. табл. 1). Отмечается также дружность прорастания семян, что имеет немаловажное значение для получения однородного материала. Высота опытных сеянцев увеличивается в среднем в 1,5 раза, с варьированием от 1,1 до 2,0 раз, диаметр корневой шейки — в 1,1 -1,5 раза больше, чем у необлученных. У облученных растений длина главного корня составляет  $30,0 \pm 1,5$  см, а у необлученных —  $16,00,8$  см в среднем.

Облученные черенковые саженцы существенно отличаются от необлученных по всем параметрам. Так, укореняемость у опытных в 1,2 раза выше в среднем, чем у контрольных (табл. 2), высота стебля — в 1,3-1,4 раза, диаметр корневой шейки и длина главного корня — в 1,3 - 1,5 раза больше, чем у контрольных (необлученных).

Лазерное облучение семян, направленное на улучшение роста и развития лесных пород, способствует устойчивости их к болезням, о чем косвенно можно судить по такому показателю, как отпад всходов или выход посадочного материала. Как видно из таблицы 3, у хвойных пород выход посадочного материала в среднем на 10-12%, а у тополя — на 7% выше, чем на контроле.

Таблица 1 - Влияние лазерного облучения на грунтовую всхожесть семян и характеристику сеянцев

№ п/п	Лесные породы	Вариант опыта	Всхожесть, %	Размеры сеянцев	
				Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм
1.	Софора японская <i>Sophora Japonica</i> L.	К	78,0	53,3±2,7	7,0±0,2
		О	90,0	95,0±4,8	9,0±0,3
2.	Дрок <i>Genista</i>	К	78,0	85,0±4,2	4,0±0,1
		О	90,0	104,0±5,2	5,0±0,2
3.	Альбиция ленкоранская <i>Allbizzia julibrissin Durarr</i>	К	50,0	30,0±1,5	3,0±0,09
		О	65,0	60,0±3,0	4,0±0,1
4.	Клематис <i>Clematis targutla</i>	К	50,0	20,0±1,0	3,0±0,09
		О	60,0	30,0±1,5	4,0±0,1
5.	Платан <i>Platanus orientalis</i>	К	40,0	23,0±0,4	2,0±0,06
		О	50,0	33,5±0,4	2,5±0,08
6.	Сосна крымская <i>Pinus Palasiana Lamb.</i>	К	40,0	4,5±0,1	2,0±0,06
		О	50,0	5,0±0,2	2,0±0,06
7.	Катальпа <i>Catalpa bignonioides</i>	К	70,0	38,0±1,3	6,0±0,2
		О	90,0	43,0±1,3	8,5±0,3
8.	Церцис <i>Cercis siliquastrum</i>	К	70,0	17,3±0,5	3,0±0,09
		О	90,0	34,6±1,0	4,0±0,1
9.	Липа <i>Tilia Cordata</i>	К	60,0	10,9±0,3	1,5±0,05
		О	75,0	18,4±0,6	2,0±0,06
10.	Береза <i>Betula pendula</i>	К	25,0	2,0±0,06	2,0±0,06
		О	30,0	3,5±0,1	2,5±0,08
11.	Робиния <i>Robinia pseudoacacia L.</i>	К	60,0	47,2±1,8	4,4±0,2
		О	80,0	60,0±2,3	5,0±0,2
12.	Гледичия <i>Gleditshia triacanthos</i>	К	39,0	40,9±1,6	4,0±0,2
		О	51,0	57,1±2,2	4,5±0,2
13.	Орех черный <i>Juglans nigra L.</i>	К	30,0	42,4±1,6	9,3±0,3
		О	66,0	55,5±2,1	10,4±0,4

*Примечание:* здесь и далее О - данные по облученным черенкам, К - по необлученным.

Различие показателей в пользу облученных сеянцев и черенковых саженцев явно свидетельствует о повышении их жизнеспособности, что позволило нам рекомендовать этот способ при подготовке сеянцев и саженцев лесных культур для высадки в неблагоприятных условиях произрастания, таких как загрязнение почв нефтепродуктами [10], в стрессовых

условиях Восточного Приазовья либо в жестких температурных (засуха, жара) условиях [8]. Предпосевная обработка лазером семян лесных культур решает проблему получения в питомниках сеянцев, имеющих большие линейные размеры, что позволяет не перешколировать их. Это экономит дополнительные трудозатраты в 1,5-2 раза.

Таблица 2 - Влияние лазерного облучения черенков лесных пород на их укореняемость и характеристику саженцев

№ п/п	Лесные породы	Вариант опыта	Укореняемость, %	Размеры сеянцев		
				Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина главного корня, см
1.	Облепиха <i>Hippophae rhamnoides L.</i>	К	80,0	42,0±2,1	3,5±0,1	9,0±0,3
		О	90,0	55,0±2,8	4,5±0,1	12,0±0,4
2.	Спирея Вангутта <i>Spiraea Vanhouttei</i>	К	50,0	30,0±1,5	3,0±0,1	5,0±0,2
		О	64,0	45,0±2,3	4,0±0,1	7,0±0,3
3.	Ежевика бесколючковая <i>Rubus caeslus</i>	К	80,0	31,0±1,6	4,0±0,1	6,0±0,2
		О	90,0	51,0±2,6	5,0±0,2	8,0±0,2
4.	Вейгела <i>Weigela florida</i>	К	27,0	18,3±0,1	2,0±0,1	5,0±0,2
		О	33,0	23,5±1,2	3,0±0,1	6,0±0,2
5.	Тополь китайский <i>Populus Szechuanica Scyneid</i>	К	29,0	101,0±3,0	6,0±0,2	22,0±0,7
		О	39,0	130,0±3,9	10,2±0,3	34,0±1,0
6.	Ива вавилонская <i>Salix babylonica</i>	К	50,0	75,0±3,8	6,0±0,3	2,2±0,4
		О	60,0	99,0±5,0	7,2±0,4	12,8±0,6
7.	Тополь белый <i>populus alba</i>	К	35,0	72,8±2,8	9,8±0,3	-
		О	70,0	106,9±4,1	10,0±0,4	-
8.	Арония <i>aronia melanocarpa</i>	К	25,9	5,0±0,2	2,5±0,1	-
		О	30,0	6,0±0,2	3,0±0,2	-
9.	Самшит вечнозеленый <i>Buxus sempervirens L.</i>	К	75,0	5,0±0,2	2,5±0,1	-
		О	85,0	6,0±0,2	2,5±0,1	-
10.	Форзиция <i>Forsythia suspesa Vahl.</i>	К	27,0	79,3±1,6	10,5±0,2	-
		О	50,0	95,0±2,0	13,0±0,3	-
11.	Спирея (зеленые черенки) <i>spiraea japonica L.</i>	К	31,3	20,2±1,0	8,1±0,2	-
		О	62,1	25,3±1,3	10,3±0,2	-
12.	Чубушник кавказский <i>Philadelphus Koehne</i>	К	31,3	49,3±2,5	10,7±0,2	-
		О	54,9	59,1±3,0	12,7±0,3	-

Таблица 3 - Влияние лазерного облучения семян на качество посадочного материала

№ п/п	Лесные породы	Вариант опыта	Всхожесть, %	Выход посадочного материала, %	Размеры сеянцев	
					Высота, см	Длина главного корня, см
1	Сосна сибирская <i>Pinus Sibirica</i>	К	32	60	4,0±0,12	5,0±0,18
		О	38	70	5,0±0,18	6,3±0,19
2	Ель голубая <i>Picea Pungens F. Glauca</i>	К	40	63	4,0±0,12	5,0±0,15
		О	50	75	5,0±0,15	6,2±0,19
3	Тополь <i>Pupulus L.</i>	К	29	80	101,0±3,0	22,0±0,7
		О	38	87	125,0±3,7	28,0±0,8

Обработка лучами лазера вегетирующих растений робинии в возрасте 6 листьев с навешенным на машине УАЗ гелий-неоновым лазером позволила обеззаразить их корневые шейки от гнили и тем самым предотвратить распространение этой болезни на весь посев (3 га), не применяя при этом химических препаратов [9]. Наш опыт позволяет сделать вывод, что на лесных культурах, так же как и на сельскохозяйственных (злаковых, бобовых, технических), где этот метод ранее себя зарекомендовал, можно использовать лучи лазера для обеззараживания вегетирующих лесных растений от грибковых болезней.

Таким образом, результаты исследований, проводимых на опытных участках Краснодарского опытного лесхоза с 1995 года, подтвердили целесообразность и перспективность применения лучей лазера при выращивании посадочного материала лесных культур. Его эффективность не вызывает сомнения, особенно для семян с пониженной всхожестью. Расчеты показывают, что экономический эффект от внедрения лазерной технологии составляет 1700 руб./га за счет увеличения всхожести семян и большего выхода посадочного материала с единицы площади. Облучение лазером эффективно также для семян с идущими метаболическими процессами, т.е. в стадии наклевывания. В этом случае луч лазера стимулирует активность ферментов, участвующих в реакциях,

ответственных за прорастание, дальнейший рост и развитие проростков. Использование этого приема в лесном хозяйстве позволяет также отказаться от экологически вредных химических реагентов, что увеличивает экономический эффект от применения лазерной технологии.

### **Заключение**

Многолетние результаты использования лазерной обработки семян и растений позволили выявить преимущества лазерной активации перед другими физическими, биологическими и химическими методами подготовки черенков и семян к посеву и защите посевов от грибных болезней.

Преимущества лазерной активации:

- повышение грунтовой всхожести и энергии прорастания на 15-30%;
- снижение нормы высева на 15-20%;
- увеличение корневой массы и глубины залегания корней;
- обеззараживание семян и черенков, повышение устойчивости их к патогенной микрофлоре;
- увеличение приживаемости черенков на 10-20 %;
- сокращение сроков перехода к цветению и созреванию на 1-2 года;
- автоматизация процесса подготовки семян и уход от традиционных способов: стратификации скарификации и др.;
- сокращение сроков выращивания сеянцев и саженцев до стандартных размеров.

### **Библиографический список**

1. Бельский А.И. Повышение товарных качеств плодов косточковых пород с помощью светолазерной и электромагнитной защиты растений / А.И. Бельский, И.А. Бельский. Лазеры в технологических системах. - М.: - МГАПП. Вып. 2. Тезисы 1991-1993 гг. М. - 1994. - С. 26-29.
2. Журба П.С. Лазер в сельском хозяйстве - гарант высоких, экологически чистых урожаев озимой пшеницы. / П.С. Журба, Д.Л. Трещев, В.М. Андросова // Современные технологии и перспективы использования экологически безопасных средств защиты растений и регуляторов роста: тезисы докладов III семинара-совещания. (Анапа - 2001). -



М.: ЦИНАО, 2001. - С. 55-56.

3. Максименко А.П. Предпосевная лазерная активизация семян и черенков лесных пород // Лесное хозяйство. - 1997. - № 6. - С. 31-32.

4. Максименко А.П. Использование лазерной технологии для активации посевного и посадочного материала в лесном хозяйстве. - Краснодар: Инф. листок, 1998. - № 79-98. - С. 1-4.

5. Максименко А.П. Использование лазерной обработки сеянцев и черенковых саженцев интродуцентов в лесокультурном производстве. - Краснодар: Инф. листок, 2000. - № 82. - С. 1-4.

6. Максименко А.П. Лазер на службе у лесного хозяйства // Вестник Краснодарского опытного лесного хозяйства по лесному опытному делу. - Краснодар, 2002. - Вып. № 1. - С. 16-19.

7. Максименко А.П. Лазерная активизация семян, черенков и вегетирующих растений лесных культур: рекомендации. - Краснодар, 2002. - 15 с.

8. Максименко А.П. Использование лазера и смеси биологических фунгицидов в защите лесных пород от фитопатогенов / А.П. Максименко, Е.Н. Гвоздык, Л.Н. Титаренко // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Матер. II Всеросс. съезда по защите раст. 5-10 дек. 2005. - СПб. - Т. II. - С. 541-542.

9. Максименко А.П. О возможностях использования биофунгицидов и лазерного облучения в защите лесных пород от фитопатогенов / А.П.Максименко, Л.Н.Титаренко // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 5-й междунар. конф. 7-10 (13) октября 2002 г. - М.: 2002. - С. 150-152.

10. Максименко А.П. Заявка на изобретение № 2005112993 «Способ очистки и рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами». - М. - 28.04.2005.

## References

1. Bel'skij A.I. Povyshenie tovarnyh kachestv plodov kostochkovykh porod s pomoshh'ju svetolazernoj i jelektromagnitnoj zashhity rastenij / A.I. Bel'skij, I.A. Bel'skij. Lazery v tehnologicheskikh sistemah. - M.: - MGAPP. Vyp. 2. Tezisy 1991-1993 gg. M. - 1994. - S. 26-29.

2. Zhurba P.S. Lazer v sel'skom hozjajstve - garant vysokih, jekologicheski chistykh urozhaev ozimoj pshenicy. / P.S. Zhurba, D.L. Treshhev, V.M. Androsova // Sovremennye tehnologii i perspektivy ispol'zovanija jekologicheski bezopasnykh sredstv zashhity rastenij i reguljatorov rosta: tezisy dokladov III seminaru-soveshhanija. (Anapa - 2001). - M.: CINAО, 2001. - S. 55-56.

3. Maksimenko A.P. Predposevnaja lazernaja aktivizacija semjan i cherenkov lesnykh porod // Lesnoe hozjajstvo. - 1997. - № 6. - S. 31-32.

4. Maksimenko A.P. Ispol'zovanie lazernoj tehnologii dlja aktivacii posevnogo i posadochnogo materiala v lesnom hozjajstve. - Krasnodar: Inf. listok, 1998. - № 79-98. - S. 1-4.

5. Maksimenko A.P. Ispol'zovanie lazernoj obrabotki sejancev i cherenkovykh sazhencev introducentov v lesokul'turnom proizvodstve. - Krasnodar: Inf. listok, 2000. - № 82. - S. 1-4.

6. Maksimenko A.P. Lazer na sluzhbe u lesnogo hozjajstva // Vestnik Krasnodarskogo opytного lesnogo hozjajstva po lesnomu opytному delu. - Krasnodar, 2002. - Vyp. № 1. - S. 16-19.

7. Maksimenko A.P. Lazernaja aktivacija semjan, cherenkov i vegetirujushhijh rastenij lesnykh kul'tur: rekomendacii. - Krasnodar, 2002. - 15 s.

8. Maksimenko A.P. Ispol'zovanie lazera i smesi biologicheskikh fungicidov v zashhite lesnykh porod ot fitopatogenov / A.P. Maksimenko, E.N. Gvozdyk, L.N. Titarenko // Fitosanitarное оздоровление jekosistem: Mater. II Vseross. s#ezda po zashhite rast. 5-10 dek. 2005. - SPb. - T. II. - S. 541-542.

9. Maksimenko A.P. O vozmozhnostjah ispol'zovanija biofungicidov i lazernogo obluchenija v zashhite lesnykh porod ot fitopatogenov / A.P.Maksimenko, L.N.Titarenko // Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii: Mater. 5-j mezhdunar. konf. 7-10 (13) oktjabrja 2002 g. - M.: 2002. - S. 150-152.

10. Maksimenko A.P. Zajavka na izobrenie № 2005112993 «Sposob ochildki i rekul'tivacii pochv, zagrijaznennyh neft'ju i nefteproduktami». - M. - 28.04.2005.