

*В.И. Букатый, Н.А. Вечернина, В.П. Карманчиков*

## **Лазерная фотоактивация семян сельскохозяйственных культур Алтая**

С давних времен важнейшим условием увеличения продуктивности растениеводства справедливо считается улучшение плодородия земли. На мелиорацию, ирригацию и химизацию земледелия расходуются во всем мире огромные средства и усилия ученых. Однако печальный парадокс прогресса при химизации сельского хозяйства заключается в том, что после чрезмерного применения нитратов, фосфатов, пестицидов, синтетических регуляторов роста злой тенью следует отравление урожая, пищи, воды, угроза здоровью и жизни людей. Поэтому заслуживает внимания разработка новых путей и методов интенсификации продуктивности растениеводства с помощью самого чистого экологического фактора с световой энергии солнца и других ее источников [1].

Всего около сорока лет отделяет нас от того момента, когда совместными усилиями радиофизиков и оптиков были созданы первые оптические квантовые генераторы – лазеры. В настоящее время лазеры широко применяются в самых различных областях – обработке материалов, медицине, физических, химических и биологических исследованиях, а также в сельском хозяйстве. В работе рассматривается проблема использования лазерного излучения в сельском хозяйстве применительно к культурам, широко распространенным на Алтае.

Лазерная фотоактивация (обработка) сельскохозяйственных культур – это непрерывное или импульсное облучение семян и их всходов лучом лазера. Основной целью такой обработки является повышение урожайности, снижение заболеваемости растений различными инфекциями, развитие мощной корневой системы у с/х культур. В результате лазерной обработки семян увеличивается их всхожесть и энергия прорастания, растения быстрее развиваются, дают больше плодов [1–4].

Лазерная фотоактивация сельскохозяйственных культур начала развиваться в 70-х гг. В производственных условиях метод лазерной фотоактивации успешно использовался как в Казахстане, так и в отдельных регионах Российской Федерации, таких как Ростовская, Донецкая, Куйбышевская области, Краснодарский край. Принципиально новый метод лазерной фотоактивации имеет целый ряд преимуществ перед существующими физическими и химическими способами предпосевной подготовки семян.

К ним относятся:

- 1) кратковременность воздействия, отсутствие отрицательных эффектов в широком диапазоне режимов лазерной обработки семян;
- 2) стабильное повышение урожайности сельскохозяйственных культур на фоне различных почвенно-климатических условий;
- 3) повышение качества сельскохозяйственной продукции (увеличение сахаров, витаминов, содержание белка и клейковины);
- 4) возможность снижения нормы высева на 10–30% за счет повышения полевой всхожести семян и усиления ростовых процессов;
- 5) повышение устойчивости растений к поражению различными заболеваниями;
- 6) безвредность обработки для семян и обслуживающего персонала [2].

Нами проведены опыты на кондиционных семенах яровой пшеницы сортов «Алтайская 50» и «Алтайский простор». В опытах использовалось непрерывное излучение He-Ne-лазера с длиной волны 0,63 мкм. Излучение от лазера, отраженное от поворотного зеркала, направлялось на объект исследования (семена различных сельскохозяйственных культур). Семена засыпались в воронку, соединенную с алюминиевой трубкой. При прохождении по трубке семена приобретали определенную скорость, зависящую от угла ее наклона, и попадали под лазерный луч, тем самым облучались. Для изменения времени облучения семян с целью выбора оптимального режима обработки в установке было предусмотрено изменение выше названного угла.

Определение времени облучения семян проходило по следующей методике: установка оснащалась дополнительной аппаратурой, состоящей из конденсорной линзы, с помощью которой лазерный луч фокусируется и направляется на фотодатчик, соединенный с осциллографом, регистрирующим сигнал в виде импульса. Эта аппаратура давала возможность определить время, в течение которого семя перекрывало лазерный луч. Ясно, что для каждой сельскохозяйственной культуры это время различно даже при одинаковых значениях угла наклона трубки, так как семена имеют разный коэффициент трения при движении по наклонной плоскости.

Мощность лазерного излучения ( $P$ , мВт) измерялась прибором ИМО-2 с точностью 5%. Плот-

ность мощности ( $I$ , мВт/см<sup>2</sup>) определялась по формуле  $I = 4P/\pi d^2$ , где  $d$  – диаметр лазерного луча, определяемый на уровне «е». Изменение  $I$  осуществлялось при помощи конденсорной линзы, устанавливаемой на пути лазерного луча. Плотность мощности в опыте составляла 2 и 70 мВт/см<sup>2</sup> соответственно. Обработка длилась 1–10 мс. Высеивались семена на делянки, каждая с посевной площадью 0,2025 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Общая посевная площадь для двух сортов составила 3,6450 м<sup>2</sup>. В результате предпосевной обработки семян лучом лазера средняя урожайность яровой пшеницы составила: для первого сорта в контроле (без облучения) 124,5 ц/га, в опыте с 117,0 и 138,6 ц/га; для второго сорта в контроле 117,7 ц/га, в опыте – 139,3 и 119,5 ц/га. В соответствии с вышеуказанными значениями урожайность яровой пшеницы сорта «Алтайская 50» понизилась на 6,0% при  $I = 2$  мВт/см<sup>2</sup> и повысилась на 11,3% при  $I = 70$  мВт/см<sup>2</sup>. Для сорта «Алтайский простор» урожайность повысилась на 18,4% при  $I = 2$  мВт/см<sup>2</sup> и на 1,5% при  $I = 70$  мВт/см<sup>2</sup>. С общей площади было собрано 4,596 кг зерна. Средняя урожайность пшеницы по двум сортам составила 126,1 ц/га. Облучение He-Ne-лазером (0,63 мкм) клубней картофеля проводили при плотности мощности излучения 100 мВт/см<sup>2</sup> с экспозициями 2 и 33 мс. Картофель высаживали на делянки с посевной площадью 4,5 м<sup>2</sup> однократно.

Сравнивая опытный картофель с контрольным, заметили, что первый быстрее достиг стадии бутонизации и зацвел на 5–7 дней раньше второго. В период уборки урожая на опытных делянках картофеля урожайность составила 487,0 и 551,0 ц/га, в контроле – 413,0 ц/га. Прибавка урожая – 74,0 и 138,0 ц/га, или 17,9 и 33,4% соответственно. Число клубней в урожае одного опытного растения повысилось по сравнению с контролем на 13,4% (среднее число клубней под кустом в контроле 10,8).

В опытах с кукурузой сорта «Молдавский 215» облучение семян проводили He-Ne-лазером (0,63 мкм) с экспозицией 3 мс и плотностью мощности 180 и 2800 мВт/см<sup>2</sup> соответственно. Посевная площадь делянки составляла 4,68 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. В результате было получено, что облученные семена имели меньшее время рос-

та, растения начинали раньше цвести. Наибольший урожай зеленой массы (423,3 ц/га) получили при первом значении плотности мощности, меньший (393,8 ц/га) – при втором, что на 11,4 и 3,6% выше контроля (380,0 ц/га).

Для выяснения влияния лазерного излучения на семена на биохимическом уровне нами были проведены лабораторные эксперименты с яровой пшеницей первой репродукции сорта «Алтайская 50». Семена облучали He-Ne лазером (0,63 мкм) и лазером на парах меди (0,51 мкм). Для первого использовалась плотность мощности 20 и 2200 мВт/см<sup>2</sup>, для второго с 2 и 400 мВт/см<sup>2</sup> соответственно. Время экспозиции с 1–10 мс. С помощью разделения белков семян методом денатурирующего электрофореза получали спектральные линии. В данных исследованиях наблюдали объективную картину изменений на ранних стадиях. В некоторых случаях отметили появление видимых изменений в спектре полипептидов в виде дополнительных пиков, которые отсутствовали в контроле. Появление таких пиков, по-видимому, свидетельствует о том, что в семенах происходит либо синтез ферментов de novo, либо переход ковалентно-связанных с мембраной ферментов в свободное состояние [5].

Результаты лабораторных исследований показали, что заметные отличия от контроля наблюдались на электрофореграммах, полученных от семян, облученных при плотности мощности лазерного излучения 2 и 2200 мВт/см<sup>2</sup>. Стимулирующий эффект не ограничивается только ускоренным прорастанием семян, он проявляется и дальше в росте самих растений. Все это приводит к повышению урожайности, так как дополнительная энергия за счет лазерного света в семенах и солнечного в растениях способствует более интенсивному поглощению питательных веществ растениями из почвы.

Получен фактический материал, который в целом свидетельствует о наличии положительного эффекта от лазерной фотоактивации семян (клубней): в семенах проявляется ранний стимулирующий эффект; ускоряется развитие растений, особенно в начальные фазы, что несколько сокращает длину вегетационного периода; повышается урожайность с/х культур, применяемых в условиях Алтая.

## Литература

1. Шахов А.А. Фотоэнергетика растений и урожай. М., 1993.
2. Инюшин В.М. Луч лазера и урожай. Алма-Ата, 1981.
3. Букатый В.И., Карманчиков В.П. Лазер и урожай. Барнаул, 1999.
4. Букатый В.И., Карманчиков В.П. Лазеры на

службе урожая в Алтайском крае // Вестник алтайской науки. 2000. №1.

5. Букатый В.И., Вечернина Н.А., Карманчиков В.П. Лазерная фотоактивация семян сельскохозяйственных культур // 6-я Международная научно-практическая конференция: Тез. докл. Томск, 2000.