

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ПРОМЫШЛЕННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Известно, что лазерное излучение как источник когерентных фотонов вызывает энергетическую накачку биологических объектов. Физика распространения энергии в бурте семян – одна из малоизученных областей знаний. Это целая взаимосвязанная цепочка, начиная с физических явлений и заканчивая биологическими.

С 1991 года в странах ЕЭС проводятся реформы, направленные на ограничение использования химических средств и, в первую очередь, фунгицидов при возделывании зерновых культур. Перспективной альтернативой химическим методам является разработка и внедрение лазерных технологий, включающих предпосевную обработку семян как зерновых, технических, так и овощных культур для их обеззараживания, стимуляции роста и развития растений при их обработке на полях и индукции устойчивости к ряду болезней в процессе вегетации [1–5]. Приемы лазерной агротехники используются в комплексе с другими традиционными агротехническими мероприятиями и с минимальными затратами вписываются в существующий порядок сельскохозяйственных работ.

Применяемый лазерный луч в видимой красной области спектра длиной волны $\lambda = 632\text{--}670$ нм – это часть энергии солнечного спектра, которую улавливают зеленые пигменты растений и осуществляют фотосинтез. Эта часть спектра визуальнo контролируется при обработке семян в зернохранилище и растений на полях. Из литературы известно, что лазерное излучение как источник когерентных фотонов вызывает энергетическую накачку биологических объектов. Такие свойства лазерного луча, как монохроматичность, когерентность и поляризация, позволяют воздействовать избирательно на определенные структуры живых клеток, оказывают резонансное действие, ведущее к интенсифика-

ции физиологических процессов, т.е. открывают путь к практическому применению лазера для стимуляции роста и развития растений, повышению продуктивности и качества, а также индукции устойчивости растений к болезням.

Кроме того, открытое явление самовозбуждения на основе биоэнергетического взаимодействия позволяет проводить обработку только части объема семян в бурте, что резко снижает трудоемкость процесса лазерной активации и выгодно отличает ее от других физических способов обработки семян (магнитной, электромагнитной, ультразвуковой и др.). Физика распространения энергии в бурте семян – одна из малоизученных областей знаний. Это целая взаимосвязанная цепочка, начиная с физических явлений и заканчивая биологическими. То есть речь идет о молекулярном уровне воздействия на нижележащие слои трансформацией энергии. В клетках зародыша и эндосперма при лазерной обработке семян наряду с процессом поглощения индуцируется слабое вторичное излучение, за счет которого обеспечивается энергообмен между семенами [6].

На базе лазерных генераторов в мировой практике разработан ряд специализированных установок, имеющих главный недостаток, из-за которого они не получили широкого распространения в сельскохозяйственном производстве. Установки недостаточно адаптированы к промышленному сельскохозяйственному производству, где требуется перед посевом обработать несколько сотен тонн семян, и



Рис.1 Лазерная обработка семян перед посевом в закрытом складе

не решают проблему защиты растений от болезней на полях при вегетации. Кроме того, оборудование установок громоздкое, травмирующее мехпогрузчиками семена при пропуске их через лазерные установки. Их также отличает высокая трудоемкость и энергозатратность при проведении технологического процесса. Объективной причиной указанных противоречий являются трудности реализации возможностей физического метода обработки в производственных масштабах. Успех физических методов в значительной степени зависит от технического совершенства лазерной установки и биологических регламентов выполнения технологического процесса.

Учитывая недостатки ранее применяемых лазерных установок, научно-производственной фирмой "Биолазер" (г.Краснодар) разработана и защищена патентами Российской Федерации промышленная унифицированная лазерная установка "ЛУ-2" [7–9] для активации семян в стационарных условиях и вегетирующих растений в поле. Установка работает в автоматическом режиме через блок управления, обеспечивающий ее работу по регламенту применительно к конкретной сельскохозяйственной культуре.

За один технологический цикл одновременно обрабатывается до 200 тонн семян в статическом режиме в бурте, без перемещения их мехпогрузчиками и без пропуска через наклонный желоб (рис.1).

Осуществление операции предпосевной лазерной активации семян в буртах происходит путем облучения его поверхности сканирующим лазерным лучом особым способом, который повышает эффективность насыщения семян биоэнергией и упрощает техническое выполнение этой операции. Лазерную обработку посевного материала можно проводить в широком диапазоне сроков. Однако оптимально начинать ее за 20–25 дней до начала сева. Технологический цикл лазерной обработки семян в бурте объемом до 200 тонн составляет 4–6 суток согласно регламенту применительно к конкретной сельхозкультуре. Для обработки буртов больших объемов применяются сразу несколько лазерных устройств, которые могут рабо-

Таблица 1. Результаты посевных достоинств семян озимой пшеницы, обработанных лазером (О) и не обработанных (К) в ЗАО "Колос" Павловского района в 2004 году

№ п/п	Сорт	Объем, т	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %		Зараженность болезнями, %	
			К	О	К	О	К	О
1	Зимородок	60	74	90	88	94	25	7
2	Селянка	75	88	96	94	96	23	3
3	Дельта	100	94	98	94	100	24	5
4	Вита	15	84	94	92	94	26	5
5	Зимородок (Элита)	40	98	98	98	98	0	0
6	Батько	150	96	100	98	100	35	3
7	Лири	90	92	96	94	100	22	3
8	Дея	100	96	100	96	100	0	0
9	Фишт	55	94	100	96	100	15	3
10	Краснодар 99	90	92	94	94	98	40	4



Рис.2 Лазерная установка для обработки посевов в поле, навешенная на трактор

тать в автоматическом режиме от одного пульта управления, или одна лазерная установка, обрабатывающая большие объемы семян за несколько циклов. Экономическая выгодность данной технологии по сравнению с традиционными способами предпосевной обработки семян очевидна. Так как вес лазерной установки составляет всего 16 кг, потребляемая мощность 200 Вт, а при работе используют энергопитание от сети 220 В, то лазерная установка работает в полном автоматическом режиме в закрытом складе без присутствия оператора. После окончания обработки и

Таблица 2. Изменение урожая и его структуры у озимой пшеницы сорта Юна с использованием лазерной технологии (1990–2005 годы)

Показатели	Вариант опыта	
	с использованием лазерной технологии	без использования лазерной технологии
Высота растения, см	79,9	74,5
Длина главного корня, см	9,1	8,9
Количество зерен в колосе, шт	47,0	45,6
Масса зерен в колосе, г	1,74	1,44
Масса 1000 зерен, г	37,0	31,6
Количество колосьев на 1 м ² , шт	568,0	544,0
Урожай биологический, ц/га	98,8	78,3

Таблица 3. Влияние лазерных обработок на урожайность озимой пшеницы сортов Княжна и Победа 50 (2000–2001 годы)

Вариант опыта	Урожайность озимой пшеницы, ц/га	
	сорт Княжна	сорт Победа 50
Контроль	52,0	58,7
Эталон (Альто супер)	60,9	78,3
Опыт (лазер по семенам)	56,2	61,8
Опыт (лазер по семенам + по фазе флаг листа)	57,6	64,4
Опыт (лазер по семенам + по фазе флаг листа + по фазе цветения)	60,2	76,1

соответствующей отлежки семян в общей массе бурта для передачи энергии в нижележащие слои они подвергаются лабораторному контролю, в результате которого определяются их посевные качества и санитарное состояние (табл.1), выдаются рекомендации на посев. Посев производится традиционным способом с понижением нормы высева на 10–15%, так как лазерная обработка повышает полевую всхожесть и усиливает ростовые процессы.

Следующий технологический прием – лазерная активация посевов – предназначен для ускорения роста и развития растений, повышения урожайности сельхозкультур, а также профилактики болезней растений при вегетации (при этом сроки созревания наступают раньше на 5–10 дней). Осуществляют эту операцию при помощи такой же лазерной установки, как и при активации семян. Это упрощает технологию за счет унификации технических средств. При помощи специальной рамки установку навешивают на транспортное средство (трактор) (рис.2), от бортовой сети которого (аккумулятор 12 В) осуществляют питание. Облучение посевов производится при движении трактора по периметру поля или технологической колее (диаметр действия лазерного луча до 800 м).

Многолетние результаты внедрения лазерной активации семян и растений в более чем 50 хозяйствах Краснодарского края на площади свыше 80000 га за период 1990–2005 годы выявили устойчивое повышение урожайности культур до 10 ц/га (в среднем) за счет роста полевой всхожести и энергии прорастания на 10–15%, увеличения количества продуктивных колосьев и массы 1000 зерен (табл.2). Особенно следует подчеркнуть актуальность применения лазера для защиты сельскохозяйственных растений от болезней. Полевые опыты, которые проводили совместно с учеными ВНИИБЗР по изучению стимулирующих и фунгицидных свойств лазерного луча на озимой пшенице [1], дали хорошие результаты. Так, предпосевная обработка семян озимой пшеницы сортов Княжна и Победа 50 лучами гелий-неонового лазера низкой интенсивности с последующей обработкой вегетирующих растений (полевой опыт 2000–2001 годы) позволила повысить урожайность (табл.3) и защиту озимой пшеницы сорта Победа 50 от стеблевой ржавчины (табл.4). Итак, анализ полученных результатов подтверждает правильность разработанной технологии предпосевной обработки семян и вегетирующих растений лазерным лучом низкой интенсивности, которая приводит к повышению урожайности и эффективному ингибированию комплекса грибных патогенов у озимой пшеницы.

Наиболее перспективным является использование лазерной агротехники при возделывании риса. Средняя урожайность риса в России составляет 3,5 т/га, что в 1,5–2 раза меньше, чем в США, Японии, Италии и других промышленно развитых странах мира. В частности, снижение

Таблица 4. Влияние лазерных обработок на распространение стеблевой ржавчины на озимой пшенице сорта Победа 50, 2000–2001 годы

Вариант опыта	Распространение стеблевой ржавчины, %
Контроль	90
Эталон (Альто супер)	26,9
Опыт (лазер по семенам)	7,6
Опыт (лазер по семенам + по фазе флаг листа)	3,6
Опыт (лазер по семенам + по фазе флаг листа + по фазе цветения)	0,2

урожайности риса вызывают болезни (пирикулярриоз, фузариоз, альтернариоз, гельминтоспориоз, а также нематода). Болезни снижают урожайность на 15–20%, а в годы с эпифитотией – на все 100%. Для борьбы с ними используются различные виды пестицидов, что влияет на качество продуктов и окружающую среду.

Снижение урожайности обусловлено также различиями холодо- и солеустойчивости растений риса. Лазерная активация семян и растений является одним из путей повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям почвы и внешней среды. Уборка риса в осенний период часто сопровождается дождями. Семена убираются при повышенной влажности 20–25%. Временное хранение их в буртах приводит к резкому снижению всхожести – на 35–40%. Такие семена часто приходится выбраковывать как несоответствующие семенному ГОСТу. Кондиционные семена имеют всхожесть 90–100%. Одним из эффективных путей повышения всхожести семян является использование их лазерной активации.

Районированные сорта риса, возделываемые в различных зонах рисосеяния, имеют период вегетации 110–160 дней. Сокращение сроков периода вегетации является актуальным для нашей страны. Имея скороспелые сорта, можно раньше, до периода дождей, начинать уборку и после уборки сеять промежуточные культуры (озимый рапс, рожь, пшеницу), которые улучшают структуру почвы, ее плодородие. Кроме того, промежуточные культуры весной можно косить на корм скоту, а в мае сеять рис. Проведенные работы в рисосеющих хозяйствах показали, что лазерная обработка семян риса оказывает стимулирующее действие на рост и развитие растений. Так, семена риса сортов Спальчик, Кулон, Славянец, Краснодарский 424 с пониженной всхожестью (50–70%) при обработке импульсным режимом лазера повысили всхожесть на 15–18%, увеличилась длина проростков, первичных корней, высота растений, а в процессе вегетации фаза выметывания у растений наступала на 5–6 дней раньше, чем в контрольном варианте.

Опыты, проведенные в камерах искусственного климата и на вегетационной площадке, показали, что обработка лазером семян риса сорта Спальчик с 45%-ным поражением

фузариозом при всхожести 39% повысила их всхожесть до 67% и снизила зараженность семян фузариозом в 2 раза.

Исследования влияния лазерной активации на пирикулярриоз проводились на вегетирующих растениях риса сорта Славянец. В фазе трубкования растения риса были заражены спорами гриба пирикуляррии до 49,6%. После обработки импульсным лучом лазера [10] произошло снижение поражения пирикулярриозом листьев на 21,2%.

Производственные испытания лазерной технологии в хозяйствах Краснодарского края показали, что обработка семян, а затем растений по основным фазам их развития позволяет наряду с улучшением посевных качеств и стимуляции роста эффективно защищать их от экономически значимых патогенов. Сравнительный анализ применения лазера и химических препаратов также показал, что лазерная технология дешевле химических обработок в 4 и более раз. На практике был подтвержден высокий уровень ее экономической рентабельности, особенно в тех хозяйствах, которые отказались от параллельного с лазерной обработкой проведения химического протравливания. Производственные испытания также выявили высокую адаптацию лазерной технологии к условиям промышленного сельского хозяйства (лазерная установка эффективна и проста при использовании на больших объемах семян и посевов на полях).

Кроме того, внедрение данной технологии дает возможность стабилизации экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях, поскольку лазерная технология является экологически чистой и позволяет добиться результата без применения химических средств защиты растений или при значительном снижении объема их использования (варианта интегрированного применения лазерной обработки и (в ограниченном объеме) химических средств).

В результате лазерной обработки семян не только повышается урожайность зерновых культур, но и улучшаются мукомольные и хлебопекарные свойства зерна. Все эти положительные достоинства позволяют рекомендовать лазерную технологию при выращивании сельхозкультур как в крупных, так и в мелких фермерских хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

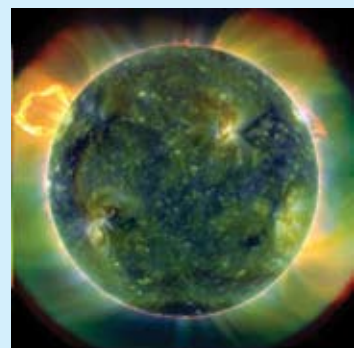
1. Андросова В.М. Индукция болезнеустойчивости озимой пшеницы лазерным облучением семян и вегетирующих растений: Тез. докл. I Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002.
2. Журба Т.П. Использование лазера против грибных инфекций при выращивании сельскохозяйственных культур. – Краснодар: Инф. листок, 1999, № 106–99.
3. Журба П.С., Трещев Д.Л., Андросова В.М. Экологически чистые технологии защиты и повышения урожайности сельскохозяйственных культур на основе лазерной активации семян и растений. Современные технологии и пер-

спективы использования экологически безопасных средств защиты растений и регуляторов роста: Тез. докл. III семинара-совещания. – М.: ЦИНАО, 2001.

4. Трещев Д.Л. Применение лазерных технологий при возделывании сельскохозяйственных культур. – Краснодар: Инф. листок, 1997, №226.
5. Трещев Д.Л., Андросова В.М., Журба П.С. Механизация применения лазера для защиты сельскохозяйственных культур от болезней. – Фитосанитарное оздоровление экосистем: Матер. II Всерос. Съезда по защите растений. – СПб, 2005, т.2.
6. Инюшин В.М., Ильсов Г.У., Федорова Н.Н. Луч лазера и урожай. – Алма-Аты: Кайнар, 1981.
7. Пат. 2072758 РФ. Способ лазерной активации семян в буртах и система его реализации / П.С.Журба, А.Н.Долгов, Т.П.Журба. Оpubл. 29.10.1992.
8. Пат. 2202869 РФ. Устройство для лазерной обработки семян и растений / П.С.Журба, Т.П.Журба, Д.Л.Трещев. Оpubл. 21.05.2001.
9. Пат. 240663 РФ. Способ промышленного возделывания сельскохозяйственных культур с использованием лазерного облучения / П.С.Журба, Т.П.Журба, Е.П.Журба. Оpubл. 11.03.2003.
10. А.с. 1827744 РФ. Способ борьбы с болезнями риса / П.С.Журба, С.А.Дьякунчак, М.Б.Попова. Оpubл. 19.06.1991.

И "Хаббл" для Солнца

В рамках программы NASA "Жизнь со звездой" (Living With a Star, LWS) 11 февраля 2010 года в космос была запущена Обсерватория солнечной динамики (Solar Dynamics Observatory, SDO). Этот аппарат способен совершить настоящую революцию в изучении Солнца – подобную той, что когда-то совершил "Хаббл" во всей астрономии. Все, что есть интересного и меняющегося на Солнце: протуберанцы, пятна, вспышки, – суть проявления маг-



нитного поля и конвекции вещества. Наше светило гораздо интересней выглядит не в видимом свете, а в далеком (жестком) УФ, где регистрируется нетепловая активность, связанная опять же с магнитным полем. Основные инструменты

Обсерватории солнечной динамики – это сборка из четырех телескопов с разными ультрафиолетовыми светофильтрами



(Atmospheric Imaging Assembly), гелиосейсмограф (принцип работы которого основан на доплеровском эффекте), магнитный картограф (эффект Зеемана) и детектор далекого ультрафиолета. Станция запущена на наклонную геостационарную орбиту. Наконец-то реализован темп передачи данных, соответствующий современным возможностям: 150 мегабит в секунду постоянно. Аппарат будет передавать снимок высокого разрешения каждые 0,75 с, снимая таким образом непрерывный высококачественный фильм.

Б.Штерн, газета "Троицкий вариант"