ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

КАЗАХСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ПРОБЛЕМЫ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ РАСТЕНИЙ

Выпуск IV

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

АЛМА-АТА 1975

В сборнике помещены материалы исследований ученых Казахстана, Украины и РСФСР по фотоэнергетике растений. В нем рассмотрены теоретические и практические вопросы использования интенсивного света (импульсного концентрированного, лазерного и электрического) для облучения семян и растений сельскохозяйственных и лесных культур. На фактическом материале показано повышение урожайности и улучшение качества продукции пшеницы, сои, сахарной свеклы, овощных, садовых и лесных культур. Большое внимание уделено действию импульсного облучения как нового мутагенного фактора. Показана перспективность применения ИКСС в борьбе с заболеваниями растений.

Сборник рассчитан на растениеводов, физиологов, биохимиков, биофизиков, генетиков и селекционеров.

Тематический сборник научных трудов рекомендован в печать Советом Института 26 июня 1975 г. и согласован с Государственным Комитетом Совета Министров СССР по науке и технике.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Член-корр. АН КазССР, профессор **Х. А. Арысканбеков** (председатель); д. б. н. профессор **А. А. Шахов** (ИФР АН СССР); д. б. н., профессор **А. А. Алманиязов**; д. с.-х. н., профессор **П. П. Бессчетнов**, к. с.-х. н., доцент **Т. Т. Тазабеков**; к. с.-х. н., доцент **М. З. Юсупов**.

© Казахский ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственный институт, 1975 г.

Х .А. Арыстанбеков

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАЗАХСТАНА

УДК 577.3:63:634.9.

Выступая на торжественном заседании 15 марта 1974 г. в г. Алма-Ате, посвященном 20-летию освоения целинных и залежных земель в Казахстане, Генеральный Секретарь ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнев сказал: «Перед нами стоят задачи не менее важные по сравнению с теми, которые мы решили в области сельского хозяйства. Достаточно сказать об одной только задаче, которая стояла, стоит и, очевидно, долго еще будет стоять, — это подъем урожайности сельскохозяйственных культур с каждого гектара». Следует отметить, что с повышением культуры земледелия и уровня урожаев увеличение продуктивности растений становится все более трудным и сложным делом. Поэтому научно-исследовательские работы, направленные на повышение урожайности сельскохозяйственных, плодовых и лесных культур, имеют исключительно большое значение для народного хозяйства нашей страны. Одной из важных проблем в этом отношении является стимуляция растений действием интенсивного света (концентрированного солнечного, лазерного и электрического).

Изучением этого вопроса занимается научное направление, названное профессором А. А. Шаховым фотоэнергетикой растений, которое развивается в нашей стране с 1960 года.

Фотоэнергетика растений ставит перед собой задачу полнее изучить зависимость процессов жизнедеятельности растений от спектрального состава и интенсивности света и пути повышения продуктивности растений.

Исследованиями, проведенными в различных природно-климатических зонах нашей страны, показано, что способ-

ность растений использовать световую энергию определяется не только фотосинтетической, но и нефотосинтетической трансформацией ее в растительной клетке. Так, светоимпульсное облучение нефотосинтетических органов — семян, пыльцы, клубней, генеративных почек и т. д. — вызывает изменение наследственности и повышает продуктивность растений. Такой путь утилизации световой энергии особенно интересен и перспективен.

В Казахском ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственном институте с 1962 года разрабатывается комплексная тема по светостимуляции растений. В разработке этой темы участвуют сотрудники шести кафедр (растениеводства, селекции и семеноводства, овощеводства, плодоводства, лесоводства, фитопатологии). Научно-исследовательская работа успешно проводится по следующим направлениям:

а) влияние энергии света (импульсного концентрированного солнечного, лазерного и электрического) на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур;

б) исследование действия ИКСС как мутагенного фактора;

в) изучение действия ИКСС как фактора повышения устойчивости растений к грибным и бактериальным заболеваниям;

г) влияние ИКСС на укореняемость и рост зеленых черенков некоторых садовых растений в гидротеплице КазСХИ.

Многолетние исследования показали, что в результате воздействия на семена и растения светом стимулирующий эффект зависит от продолжительности облучения и мощности светового потока.

На кафедре селекции и семеноводства с 1965 г. проводятся исследования по стимуляции растений зерновых культур ИКСС. От предпосевного облучения ИКСС семян озимой и яровой форм пшениц оптимальными дозами (90 минут полным белым ИКСС и 120 минут красным ИКСС) сокращается вегетационный период на 4—6 дней, повышаются урожай зерна на 14—27% и содержание белка на 0,8—1,5% по сравнению с контролем. Известно, что с повышением урожая зерна, как правило, снижается содержание белка. Поэтому, полученные результаты представляют определенный теоретический и практический интерес для сельскохозяйственной практики. Сотрудниками этой кафедры также установлено, что ИКСС является действенным мутагенным фактором.

Селекционно-генетические исследования, проведенные аспирантом А. Калиевым, показали, что облучение ИКСС семян яровой пшеницы сортов Мелянопус 26 и Харьковская 46 продолжительностью от 2 до 6 часов, а также облучение вегетирующих растений в фазу трубкования и кущения в течение 10 дней по 20 мин. приводит к образованию более продуктивных мутантных форм. Выявлено, что новые формы растений отличаются от исходных длиной колоса, числом колосков и зерен в колосе, повышенной продуктивностью и более высоким содержанием белка.

На кафедре растениеводства проводятся исследования по светостимуляции растений сахарной свеклы и сои. Предпосевное облучение семян сахарной свеклы ИКСС и лазерным светом повышает урожай корней на 7—10% и содержание сахара на 0,3—0,5%. Светоимпульсное облучение семян сои (в течение 45—60 мин.) повышает урожай зерна, особенно ранних сортов, до 25%, увеличивает содержание жира и белка. От продолжительного облучения (6 часов) семян сортов Амурская 41 и Джуау-Дау получены новые перспективные фотомутанты, которые отличаются от исходных окраской и величиной семян, скороспелостью и урожайностью, более высоким содержанием жира и белка.

На кафедре плодоводства в опытах с садовыми культурами выявлено, что облучение зеленых и одревесневших черенков винограда, смородины, вишни, груши, роз и других культур положительно влияет на укореняемость их в гидрогелиотеплице конструкции КазСХИ. Установлено, что под влиянием светоимпульсного облучения увеличивается процент укореняемости черенков, особенно у трудноукореняемых садовых растений. Этот метод имеет важное практическое значение при ускоренном размножении дефицитных сортов винограда, вишни, яблонь и т. д. Светоимпульсное облучение оказывает положительное действие и на устойчивость растений против болезней, в результате чего повышается урожайность. Этот метод является действенным фактором против семенной инфекции.

Многолетними исследованиями кафедры овощеводства установлено, что облучение семян овощных культур ИКСС оптимальной дозой повышает общий урожай на 16—25, а ранний — до 30% и обеспечивает получение чистого дохода в открытом грунте до 300 руб. в безрассадной культуре и до 800 — в рассадной, а под пленочными укрытиями до 1500 руб. с каждого гектара. Следует указать, что этот метод дает больший положительный эффект под пленкой. Так,

урожай огурцов ранних сортов (от растений из облученных семян) под пленкой превосходит урожай в посевной культуре в 4—5 раз. Несмотря на то, что под пленкой относительная прибавка раннего урожая меньше, чем в посевной культуре, высокий абсолютный выход раннего урожая огурцов дает большую выгоду. Следовательно, необходимо широко внедрять этот метод в овощеводческие хозяйства, имеющие пленочные укрытия и теплицы.

Метод ИКСС является перспективным и в селекции древесных пород, например, тополей. Опытами кафедры лесоводства показано, что светоимпульсное облучение генеративных почек и пыльцы тополя повышает не только эффективность гибридизации, но и способствует ускоренному росту гибридных особей в первые 2 года.

Поскольку Советом Министров Казахской ССР возложена на наш институт координация научно-исследовательских работ по данной проблеме в республике и учитывая, что институт был одним из основных организаторов проведения третьей Всесоюзной конференции по фотоэнергетики растений в Алма-Ате в 1974 году, в сборнике также представлены материалы по светостимуляции растений из других научных учреждений республики, Москвы и Украины.

Опытами Г. Д. Немцова (Министерство просвещения КазССР), проводившего исследования совместно с кафедрой овощеводства в учебно-опытном хозяйстве «Джанашарское» Казахского сельскохозяйственного института, установлено, что 5—6 часов облучение ИКСС семян томата сорта Советский 679 не только ускоряет плодоношение, но и приводит к изменению некоторых признаков растений. Новые формы отличаются скороспелостью, плоды содержат больше сухого вещества, моносахаров, аскорбиновой кислоты. Наиболее перспективной является форма ИКСС № 5, которая в настоящее время проходит сортоиспытание. Плоды лежкие, транспортабельные, легко отделяются от плодоножки. Данная форма может быть испытана для механизированной уборки.

Определенный интерес представляют работы ученых КазНИИКОХ. Сотрудниками этого института установлено, что в результате воздействия ИКСС повышается урожайность и качество продукции картофеля, огурцов, чеснока, лука и моркови.

Таким образом, многолетние исследования показали, что применение интенсивного света в растениеводстве открыло три перспективных направления повышения продуктивности

растений — светостимуляцию физиологических процессов, фотоиндуцированную направленность биосинтеза полезных продуктов обмена веществ, фотоиндуцированный мутагенез. При широком внедрении в сельскохозяйственное производство светового облучения вполне возможно добиться заметного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и дополнительно получить, например, по Казахстану до 3,5—4 млн. тонн зерна, 150—200 тыс. тонн овоще-бахчевых культур и около 500 тыс. тонн корней сахарной свеклы. Это явится действенным вкладом ученых института по реализации решений XXIV съезда КПСС.

Учитывая полученные обнадеживающие результаты по световому облучению и в целях дальнейшего развития глубоких исследований по изучению механизма действия светоимпульсного облучения и внедрения результатов исследований в производство, совместным решением Министерства сельского хозяйства СССР и МВССО СССР в Казахском сельскохозяйственном институте организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория по физическим методам биостимуляции растений. На лабораторию возложена разработка в десятой пятилетке физических методов, в особенности светового облучения, для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, сравнительная оценка эффекта стимуляции и выработка рекомендаций по внедрению перспективных методов повышения урожайности полевых культур.

Г. В. Алексенко

НОВЫЕ ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 621.472:33с.

В настоящее время в связи с быстро увеличивающимся ростом населения земного шара можно отметить три фундаментальные проблемы: обеспечение человечества пищей, энергией и сохранение природного равновесия окружающей среды. Решение трех этих задач в значительной мере может быть связано с использованием солнечной энергии.

С точки зрения обеспечения человечества энергией солнечная радиация по масштабам своих «ресурсов» превосхо-

дит другие энергоисточники. Если с позиций сегодняшнего дня оценить возможные энергоисточники, достаточно мощные для удовлетворения запросов энергетики будущего, то можно назвать лишь два: солнечную энергию и энергию управляемого термоядерного синтеза.

Известно, что развитие промышленной деятельности человека уже привело к нежелательным изменениям природной среды. В частности, существенным фактором загрязнения окружающей среды, в том числе теплового загрязнения, являются тепловые электростанции. С этой точки зрения получение энергии в больших масштабах за счет солнечной радиации, которая является исключительно «чистым» энергоисточником, представляет хорошую возможность сохранения на нашей планете природного равновесия окружающей среды.

Это не означает, что использование солнечной энергии является единственной возможностью для развития человечества в будущем, тем не менее эта проблема стоит того, чтобы активизировать усилия, направленные на решение всех ее аспектов как биологических, так и энергетических. В этой связи понятен тот интерес, который проявляется в последнее время во многих странах мира к проблеме использования солнечной энергии.

Работы по исследованию солнечной энергии находят свое отражение в международных соглашениях по научно-техническому и экономическому сотрудничеству. Соглашением о сотрудничестве между СССР и США в области энергетики предусмотрены совместные работы двух стран также в области использования солнечной энергии. Подготавливается программа сотрудничества по этой проблеме между странами — членами СЭВ.

Советский Союз обладает большими запасами органического топлива, в частности угля. Нашей стране не угрожает энергетический кризис, охвативший многие капиталистические страны. Тем не менее проблема использования солнечной энергии в народном хозяйстве является достаточно актуальной.

Получение низкотемпературного тепла (до +60°С) для сельскохозяйственных культивационных сооружений, подогрева воды, кондиционирования, опреснения воды, а также для многих технологических процессов и в быту населения южных районов страны будет способствовать экономии топлива и сохранению чистоты окружающей среды.

В проблеме использования солнечной энергии можно разграничить ближайшие и перспективные задачи. Последние требуют дальнейшего развития фундаментальных и прикладных исследований и опытных разработок, направленных на повышение эффективности преобразования солнечной энергии и значительного улучшения технико-экономических показателей средств преобразования солнечной радиации. Ближайшие задачи, не связанные с необходимостью продолжения исследовательских работ, состоят в промышленном освоении и широком применении уже достигнутых результатов научных исследований и разработок в этой области. Таким образом, новые задачи в области использования солнечной энергии в народном хозяйстве в настоящее время состоят в организации производства солнечных установок на промышленной основе при высоком качестве изготовления, обеспечении квалифицированного монтажа и обслуживания, пропаганде передового опыта их применения.

Партия и правительство придают большое значение использованию в народном хозяйстве возобновляющихся источников энергии: солнца, ветра, геотермальных вод.

Наряду с другими мерами выдвинута задача организации с 1975 года промышленного изготовления и широкого использования установок различного назначения: солнечных систем горячего водоснабжения, опреснителей, сушилок, кондиционеров и т. п. Союзным республикам — Казахской, Узбекской, Туркменской, Азербайджанской — определены задачи по промышленному выпуску солнечных установок и сооружению объектов, работающих на солнечной энергии. Следует отметить, что вопросы практического использования солнечной энергии весьма четко нашли отражение в директивных документах высших партийных и государственных органов. Это выдвигает ответственные задачи перед научными, проектными и хозяйственными организациями союзных республик по своевременной подготовке технической документации, определении предприятий—изготовителей, подготовке производства, освоения и промышленного выпуска солнечных установок и аппаратов. Вместе с тем необходимо проводить изучение экономически целесообразных сфер применения солнечной энергии с учетом конкретных местных условий, расширять области использования солнечной энер-

гии, обеспечить распространение передового опыта в применении солнечных установок.

Казахская республика с ее необъятными просторами, Узбекская, Таджикская, Туркменская, Киргизская, Грузинская, Азербайджанская и Армянская республики с их благоприятным солнечным климатом, большими возможностями и объективными предпосылками для использования солнечной энергии могут и должны играть ведущую роль в деле применения в народном хозяйстве этого мощного источника энергии.

Советские ученые и конструкторы создали разнообразные и экономически выгодные установки, которые позволяют эффективно использовать энергию солнца в сельском хозяйстве. Среди них солнечные опреснители воды, солнечные водонагреватели, кухни, сушилки и гелиотеплицы. Так, в совхозе «Бахарден» Туркменской ССР и в совхозе «Шафрикан» Узбекской ССР успешно прошли испытания солнечные опреснители для пастбищного водоснабжения в пустынной зоне. Показательно, что экономический эффект на одну тонну дистиллята составляет от 2,7 до 8,7 руб. Опреснитель площадью 1000 кв. м за один сезон работы (8 месяцев) дает экономию 140 тонн условного топлива, срок его окупаемости 2—2,5 года. В гелиотеплицах, созданных в Узбекистане, в результате аккумулирования солнечного тепла в грунте, можно сэкономить с 1 $м^2$ в год до 50 кг условного топлива.

В Узбекистане подготовлено технико-экономическое обоснование строительства гелиоустановки — солнечной фабрики с использованием импульсного концентрированного солнечного света для круглогодичного выращивания хлореллы с последующей переработкой ее в пасту. Общая площадь фабрики составит 23,5 га, поверхность зеркала воды — 8,2 га. Среднесуточная производительность — 10 тонн пасты.

В Бухаре строится завод для выпуска гелиоустановок. Однако потребность в них в стране он не сможет целиком удовлетворить, поэтому промышленный выпуск солнечных установок является также задачей и других республик.

Благоприятные климатические условия для применения различных гелиоустановок имеются в РСФСР (например,

Астраханская обл.), а также на Украине (Крым). Создание гелиоцентра в Крыму, начатое по инициативе академика АН УССР И. Н. Францевича, должно помочь использованию солнечной энергии в различных направлениях на Украине.

Таковы ближайшие задачи в решении проблемы использования солнечной энергии. Перспективные задачи в этой области состоят в продолжении и развитии научных исследований и разработок для создания новых средств преобразования солнечной энергии, повышения их экономичности, расширения сферы использования солнечной радиации в народном хозяйстве. Одним из направлений этих исследований является разработка и создание солнечных генераторов электрической энергии. Интересным и перспективным является энерготехнологическое направление в использовании солнечной радиации, связанное с синтезом новых материалов с заданными свойствами с помощью высоких температурных солнечных установок. И, конечно, наиболее обширной сферой энергетического применения солнечной радиации остается сельскохозяйственное производство. Сельское хозяйство является наиболее эффективной сферой использования солнечной энергии в силу ярко выраженной сезонности производства, связанной со сменой времен года, наличия большого числа относительно мелких потребителей, рассредоточенности их на обширном пространстве.

В 1974 году Госплан Казахской ССР выпустил небольшую книгу «Перспективы использования солнечной энергии в народном хозяйстве Казахстана». Ее авторы А. Е. Викторов, Л. А. Нечаев, Л. Н. Чернокнижная дали аналитический обзор, в котором первоочередным в использовании считают импульсный концентрированный солнечный свет (ИКСС). По их данным, потенциальный экономический эффект от применения ИКСС только при выращивании огурцов на всей посевной площади республики может составить более 5 млн. руб., а при выращивании томатов рассадой — более 8 млн. руб. в год. Понятно, чтобы получить даже меньший эффект, надо активно поработать над созданием установок, отработки режимов и доз облучения, с помощью которых можно было бы активировать светом большое количество семян. Долг ученых и конструкторов энергично поработать над этим вопросом. Научной стороны его мы коснемся дальше в связи с фотоэнергетикой. Необходимо обратить внимание на более ускоренное внедрение того, что может и уже дает фотоэнергетика и связанное с ней более полное использование солнечной энергии растениями.

Разумеется, надо внедрять то, что доказано и проверено практикой. С этой точки зрения заслуживает особого внимания большой опыт эксплуатации гелиотеплиц в совхозе «Пригородный» под Алма-Атой. По трехлетним данным директора совхоза, кандидата сельскохозяйственных наук И. М. Демченко, при различных культурооборотах (напр., рассада ранней капусты, огурцы и лук) общий урожай достигает 20—40 кг/м^2, а доход от реализации — 10—25 руб./м^2. В гелиотеплицах можно успешно выращивать рассаду и овощи в 3—4 оборота в течение 8 месяцев на солнечном обогреве и круглый год с дополнительным техническим обогревом. В Казахстане площадь пленочных теплиц в 1974 году составила 162 га. По-видимому, опыт совхоза «Пригородный» надо широко использовать, применив еще светоимпульсное облучение семян овощных культур.

Чтобы ускорить использование научно-технических достижений, необходимо, как известно, решить большой комплекс вопросов. Это и улучшение экономического стимулирования, и создание условий, при которых предприятие не страдало бы от временного ухудшения показателей в связи с переходом на выпуск новой техники, и совершенствование системы планирования и управления народным хозяйством, и организация экспериментальных баз и многое другое. Но сейчас речь о другом. А именно — о том, что не требует дополнительных капитальных вложений, изменения существующей структуры производства, дополнительных постановлений и инструкций. Многие разработки медленно внедряются из-за неорганизованности, стремления к «спокойной жизни», слабой ответственности работников различных министерств, ведомств и предприятий, а также в результате возведения межведомственных «барьеров».

Гелиотеплицам надо дать «зеленую улицу» в ряде наших республик. Следует также проявить максимум заинтересованности в создании различных световых установок для внедрения фотоэнергетики, необходимо наладить производство гелиотехники, обеспечить создание и выпуск необходимых для фотоэнергетики светоимпульсных установок, дозиметров и т. д.

Мы имеем, правда применительно к другим областям производства, факты о совершенно неправильном, недопустимом отношении к созданию новой техники со стороны отдельных министерств, предприятий и конструкторских организаций. У министров и руководителей ведомств достаточно

прав и возможностей для того, чтобы повысить ответственность работников за выполнение плановых заданий.

Уже несколько лет как фотоэнергетика прочно взяла на вооружение лазерное излучение и пользуется им не только как инструментом для исследования фотоэнергетических процессов, но и как средством повышения урожайности в хозяйствах. Необходимо, чтобы Министерство электронной промышленности СССР взяло на себя помощь в обеспечении фотоэнергетической науки лазерами, а сельского хозяйства — лазерными установками, которые для целей фотоэнергетики уже создаются под руководством академика Н. Д. Девяткова и вице-президента Академии наук Молдавской ССР Б. Р. Лазаренко.

Таким образом, практическое применение уже достигнутых результатов исследований в области использования световой энергии, а также дальнейшее развитие этих работ при четкой их организации и координации и соответствующем материальном обеспечении может дать большой экономический эффект.

Следует обратить внимание на возможность упомянутого использования солнечной энергии для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в связи с фотоэнергетическим подходом. Многолетними исследованиями, как известно, выявлена способность импульсным концентрированным солнечным или лазерным светом повышать урожайность у ряда культур на 10—20% и более.

Кафедрой биофизики Казахского госуниверситета проведены в 1974 году производственные испытания светового облучения семян на площади около 1500 га и получены заслуживающие внимания результаты.

К числу важных задач следует отнести развитие биологической фотоэнергетики.

Мы являемся свидетелями и участниками создания новой науки — фотоэнергетики растений, которая на прошедшей Всесоюзной конференции в Кишиневе в 1973 году продемонстрировала хорошие теоретические и практические результаты в области использования солнечной энергии для повышения урожайности и качества урожая сельскохозяйственных культур.

На Кишиневской конференции было обращено внимание на возможность более полного использования солнечной энергии в сельском хозяйстве и выявлены принципиально новые подходы к решению следующих проблем:

— повышение урожайности и скороспелости некоторых зерновых, зернобобовых и овощных культур;

— увеличение урожайности и сахаристости сахарной свеклы;

— интенсификация раннего и круглогодичного овощеводства в гелиотеплицах;

— интенсификация кормопроизводства;

— фотостимуляция солодоращения в пивоваренной промышленности.

Названные проблемы достаточно велики и сложны, над некоторыми из них работает армия ученых многие десятилетия. Важно, что фотоэнергетика прокладывает к ним свои плодотворные подходы и способы решения. На многих фактах, в ряде хозяйств в опытах и на производственных площадях достоверно доказана принципиальная возможность путем активирования семян интенсивным светом (концентрированным солнечным или лазерным) заметно повышать урожайность и стимулировать процессы в растениях. Для формирующейся науки это также принципиально важно, ибо « точка зрения жизни, практики должна быть первой и основной точкой зрения теории познания» (Ленин. Полн. собр. соч. изд. 5-е, т. 18, стр. 145).

За год, прошедший со времени Кишиневской конференции, интерес к фотоэнергетике возрос.

В июне 1974 г. Совет Министров Украинской ССР поручил Минсельхозу УССР, Академии наук УССР, Минвузу УССР и Южному отделению ВАСХНИЛ разработать предложения о развитии исследований по фотоэнергетике растений на Украине. В результате составлен план и начато проведение комплексных научно-исследовательских работ по фотоэнергетике в ряде учреждений республики. В постановлении Президиума АН УССР обращено внимание на необходимость организации междуведомственных комплексных работ главным образом по сахарной свекле и пшенице.

Поскольку в Казахстане интенсивно проводятся фотоэнергетические работы и намечается широкий выход в практику, было бы целесообразно также обеспечить развитие работ по фотоэнергетике растений. Это особенно целесообразно сделать в связи с вышедшим в мае 1974 года Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению развития молекулярной биологии и молекулярной генетики и использованию их достижений в народном хозяйстве».

Фотоэнергетические исследования по фотомутагенезу и фотомутационной селекции, выделенные на этой конференции в специальную секцию, нуждаются в развитии на молекулярно-генетическом уровне.

Учитывая результаты практического использования фотоэнергетики, было бы целесообразно поддержать предложение некоторых казахстанских ученых (д-ра биологических наук Инюшина) о целесообразности создания в Казахстане научно-производственного объединения «Фотоэнергетика» для дальнейшей разработки и внедрения в народное хозяйство республики достижений и методов новой науки.

Перспективы, открывающиеся фотоэнергетикой в деле повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур в Казахстане, выдвигают одной из главных задач конференции необходимость дать конкретные практические предложения для внедрения результатов фотоэнергетических работ в сельское хозяйство. Некоторые из предложений еще могут потребовать доработки, но важно держать их на «близком прицеле».

Несколько лет тому назад президент Академии наук СССР акад. М. В. Келдыш писал, что «надо всегда помнить, что высшее достижение науки — не там, где наука подражает природе, а там, где она создает возможности для преобразования природы. Ведь тогда перед человеком открываются новые перспективы, тогда он овладевает природой, создает лучшие условия для своей жизни» («Природа», № 12, 1963).

Фотоэнергетика рассматривается профессором А. А. Шаховым как формирующаяся наука о световом управлении растением, его процессами и продуктивностью; следовательно, она призвана преобразовывать природу и уже по одному этому заслуживает внимания и всемерного развития.

Важно подчеркнуть, что в эпоху научно-технического прогресса и научно-биологической революции каждая новая значительная проблема, поставленная на службу прогресса, имеет свою внутреннюю логику развития. Ломая препятствия, проблема будет развиваться и решать стоящие перед ней задачи и обязательно их решит. Но чтобы ускорить решение важных задач, важной проблемы — в этом мы все заинтересованы,— надо устранять преграды на пути развития проблемы или науки, помогать ее ускоренному развитию, интенсивным поискам и внедрению результатов в народное хозяйство.

Наилучшее и наиболее полное обеспечение продовольствием и растительным сырьем на основе более полного использования солнечной энергии — проблема общесоюзная, государственная. Хочется надеяться, что фотоэнергетический подход в интенсификации сельского хозяйства окажется перспективным на освоенных и целинных землях Казахстана.

Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Л. И. Брежнев в книге «Вопросы аграрной политики КПСС и освоение целинных земель Казахстана» пишет: «Мы уверены, что наши ученые будут и дальше обогащать практику новыми открытиями. Вместе с этим сейчас, как никогда, требуется сосредоточить внимание ученых, объединить их усилия с партийными, советскими и сельскохозяйственными органами, руководителями и специалистами колхозов и совхозов на более полном использовании в производстве результатов научных исследований, планомерном внедрении всего того, что уже завоевано наукой и проверено передовой практикой» (стр. 264—265).

А. А. Шахов

СТАНОВЛЕНИЕ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ КАК НАУКИ О СВЕТОВОМ УПРАВЛЕНИИ РАСТЕНИЕМ

УДК 577.3

Световая энергия, главным образом солнечная, была, есть и будет основным энергетическим источником, посредством которого беспрерывно растущее человечество **стихийно** обеспечивает себя продовольствием и растительным сырьем. Мы нарочито употребили слово «стихийно», потому что во всем мире сельское и лесное хозяйство находится во власти **неуправляемой** солнечной энергии, а возможность управления ею на полях на значительной площади исключается в обозримом будущем. Чтобы избежать в ближайшей перспективе продовольственного кризиса, угроза которого может возникнуть во всем мире, так же как возник энергетический кризис, мы должны, мы обязаны ради собственного и наших потомков благополучия с большим вниманием отнестись к возможности максимального использования световой энергии растениями.

До недавнего времени в рассмотрении этой проблемы мы жили только туманной надеждой, ибо на полях, в лесах и садах во всем мире достигнут предел использования растениями солнечной энергии на фотосинтез — это максимум 3—4%, а чаще 1—2% и того меньше. За счет этих 1—2% живет все человечество на ниве растительного мира. Повышение использования световой энергии растением только через фотосинтез является чрезвычайно трудным и кажется почти непреодолимым, ибо улучшить хлоропласты, созданные с изумительным совершенством, на какое была способна природа в течение миллионов лет своего неустанного труда, в настоящее время практически невозможно. Исследования генетиков пока не дали обнадеживающих результатов, хотя вера в возможность улучшения фотосинтетического аппарата остается, в особенности в связи с открытием фотоиндуцированного мутагенеза.

В течение нескольких десятилетий ученые разных стран всесторонне изучают хлоропласты, чтобы понять тайны, совершающегося в них процесса преобразования солнечной энергии. Благодаря огромным усилиям выяснено очень многое. Однако в последние годы изучение фотосинтеза вышло в мировой науке на плато. Словно исчерпав свои возможности (разумеется, временно), изучение фотосинтеза ряд лет не дает принципиально нового и значительного в познании его, чтобы кресчендо, все увеличивающимися шагами приближаться к разгадке (все еще остающейся великой тайной) трансформации и запасания энергии света в растениях. Такое временное «насыщение» познания процесса трансформации световой энергии в растении вызвано относительно изолированным от других органоидов и всей клетки изучением процессов трансформации только в хлоропластах. Мы не хотим сказать, что фокусировка внимания исключительно на хлоропласты, в которых протекают элементарные и фундаментальные процессы фотосинтеза, не закономерна. Напротив, она вполне естественна и оправдана. И мы должны и впредь продолжать всемерно изучать эти процессы.

Однако как бы не было велико значение хлоропласта, какое бы привилегированное положение он не занимал в фотосинтезирующей клетке и как бы не ослеплял наше сознание своей космической ролью. нельзя, на наш взгляд, преобразование световой энергии в растениях связывать исключительно с хлоропластами.

Мы считаем, что за трансформацию поглощенной световой энергии и ее запасание в растениях ответственна вся

клетка; все основные циклы метаболизма вовлечены в реакцию клетки на поглощенные кванты света и ни один из органоидов не остается безучастным к световой энергии, трансформированной в хлоропластах. В качестве рабочей гипотезы мы пользуемся схемой, образно называемой «энергетическим пентагоном», в которой частично представлены внутриклеточные связи, так или иначе определяющие энергетику и метаболизм клетки. В центре схемы находится клеточное ядро, взаимосвязанное с хлоропластами, митохондриями, микротельцами, рибосомами и эндоплазматической сетью. Последние расположены в углу пятиугольника и взаимосвязяаны с другими органоидами. Эта рабочая схема помогает нам ставить фотоэнергетические задачи и эксперименты.

Таким образом, процессы преобразования световой энергии в растениях надо изучать, по нашему мнению, не только в хлоропластах, а во всей фотосинтезирующей или нефотосинтезирующей клетке. Хотя хлоропласты с содержащимися в них пигментами являются сильным экраном, перехватывающим световые лучи, нельзя не учитывать действие света на всю огромную по масштабам клетки мембранную внутриклеточную энергосистему, частью которой являются хлоропласты. Наличие фоторецепторов в остальной, кроме хлоропластов, части мембранной энергосистемы (митохондрии, микротельца, ядро и др.) делает ее светочувствительной, а значит способной к использованию энергии квантов света. Работами нашей лаборатории показана способность микротелец, клеточного ядра и митохондрий реагировать на свет и изменять протекающие в них процессы (Шахов, Зенченко, Чурина, 1971; Новикова и др., 1974; 1975; Кузнецов, Шахов, 1974, 1975; Шахов. Балаур, 1969; Зенченко, Шахов, 1974).

Многие десятилетия биология живет классическими представлениями о единственном в природе способе преобразования и запасания солнечной энергии растениями только при участии хлорофилла, его различных форм. Бесхлорофилльные ткани растения и бесхлорофилльные микроорганизмы считаются неспособными к преобразованию и запасанию энергии света. Поэтому изучение влияния световой энергии на растения много лет сосредоточено главным образом на фотосинтезе, под которым понимается фотосенсибилизированная хлорофиллом окислительно-восстановительная реакция между водой и углекислотой, где вода — донор, а углекислота — акцептор электрона (Евстигнеев, 1970).

Фотосинтез настолько чувствителен к свету, что высокая интенсивность его в полуденные часы солнечного излучения, как известно, часто снижает процесс усвоения углекислоты из воздуха и тем уменьшает продуктивность. В изучении проблемы в природе исследователи ограничивались определением действия дневного солнечного освещения. Вопрос о влиянии высокоинтенсивного света на повышение продуктивности растений долгое время не ставился, ибо такая постановка будто бы не имела смысла: считали, что растению интенсивный свет не нужен и даже вреден. Отсюда изучение продуктивности фотосинтеза шло главным образом при пониженных интенсивностях света, чаще всего не превышающих естественных и носило пассивный характер как по воздействию света, так и в подходах к исследуемому вопросу.

По прошествии почти 200 лет изучения фотосинтеза открылась возможность влиять на продуктивность растений импульсным концентрированным солнечным или лазерным светом. При этом весьма актуальным становится представление, что за преобразование световой энергии ответственна, как отмечено выше, вся растительная клетка, наполненная очень развитой мембранной энергосистемой, чувствительной к свету. Оказалось, что действию света подвержены самые фундаментальные, наиболее жизненно важные участки в цитоплазме, связанные с биосинтезом белков и нуклеиновых кислот. Это сделало плодотворной давно высказанную нами гипотезу о нефотосинтетической трансформации и запасании световой энергии в клетке.

Чтобы изложенные представления могли стать общепринятыми, необходимы доказательства, преодоление теоретических, экспериментальных и даже психологических трудностей; ведь здесь приходится грести против течения. По утверждению, например, А. Л. Курсанова и А. А. Ничипоровича, полемизирующих с автором этих строк, доказательство существования у растений нефотосинтетического запасания световой энергии могло бы рассматриваться как крупнейшее открытие. Вполне понятно, что при такой постановке вопроса обостряется интерес и отношение к самой возможности нефотосинтетической трансформации и запасания световой энергии.

Известно, что наука немыслима без переоценки устоявшихся взглядов и теорий, иначе она перестает быть наукой. В тех вопросах теории, где преобладает консервативное начало, одних теоретических исследований для принятия новой точки зрения недостаточно, необходимо решающее сло-

во практики. Именно такой подход был избран нами в изучении нефотосинтетической трансформации энергии света.

Изучение нефотосинтетической трансформации световой энергии в зеленых растениях — дело трудное, ибо этот процесс заслоняется фотосинтезом в хлоропластах. Поэтому надо изучать либо трансформацию фотосинтетически неактивных лучей, т. е. средневолновых УФ и коротковолновых инфракрасных, либо видимых фотосинтетически активных, но в нефотосинтезирующих органах. Так мы с сотрудниками и поступили, изучая действие света на семена, этиолированные проростки, пыльцу и т. д.

Не имея возможность в рамках статьи для подробного рассмотрения наших выше упомянутых данных по влиянию света на нефотосинтезирующие органоиды, отметим, что нефотосинтетическая трансформация с самого начала выражается в фотоиндуцированном образовании долгоживущих свободных радикалов (неспаренных электронов) в семенах после их облучения концентрированным солнечным светом (Шахов, Бидзиля, 1965; Бидзиля, Шахов, 1967). Частичное сохранение энергии импульсного фотовозбуждения в виде длительно существующих парамагнитных центров (свободных радикалов) можно рассматривать как одну из форм нефотосинтетической трансформации световой энергии; установленный в наших первых работах по светоимпульсной стимуляции свободнорадикальный механизм частичного нефотосинтетического запасания энергии используется в процессах прорастания семени и развития проростков и ускоряет формирование мембранной энергосистемы, в особенности хлоропластов и митохондрий (Шахов, Балаур, 1971). С этим согласуются данные о стимуляции мембраногенеза нефотосинтетическим ИК-излучением при превращении пропластид в хлоропласты (Балаур, Шахов, 1969). Для нефотосинтетического запасания световой энергии имеет значение фотоиндуцированное усиление дыхания, сопряженного с фосфорилированием, и свободного и общего дыхания митохондрий (Зенченко, 1971), в которых, как известно, образуется АТФ. Вообще фотоактивирование ряда окислительных процессов дыхания, рассмотренное в нашей с В. А. Зенченко статье в этом сборнике, — один из важных путей нефотосинтетической трансформации энергии света.

При изучении нефотосинтетического запасания световой энергии у хлореллы В. Е. Петровым и Л. Н. Лосевой (1972) показана возможность запасания энергии зелеными растениями в реакциях, отличных от фотосинтеза (ассимиляции

углекислоты) при ингибировании последнего ядами типа диурона.

Возможность запасания световой энергии без участия хлорофилла показана В. Е. Петровым и Л. Н. Лосевой (1974) при изучении роли света в энергетике некоторых нефотосинтезирующих микроорганизмов.

Хорошей моделью для изучения процессов нефотосинтетической трансформации являются грибы (низшие растения), дрожжи и галобактерии. В них нет хлоропластов и хлорофилла и потому преобразование световой энергии не может быть заслонено фотосинтезом. У плесневых грибов (аспергиллов, пенициллов) наблюдается многообразие путей нефотосинтетического преобразования энергии света, что принципиально очень важно и интересно. Центральное место при этом занимает система энергетического обмена: активирование гликолиза, глиоксилатного цикла, появление пути переноса электронов с участием фенолов, а также блокирование пентозофосфатного цикла, цитохромной и нитрат редуктазной систем (Чеботарев, 1974).

Интересные данные получил Л. Н. Чеботарев по фотоиндуцированию биоэнергетических коэффициентов у грибов (табл. 1).

Таблица 1

Биоэнергетические коэффициенты Botritis cinerea после действия света (2 вт/м²)

Спектральные участки (нм)	Коэффициент основного обмена (кал/г сут)	Трофический коэффициент (кал/г)×10³	Коэффициент использования энергии	Калорийность вещества мицелия (кал/г)×10³
Темнота	247±26	12,8±0,7	0,23±0,02	2,83±0,27
660	234±21	11,2±0,9	0,22±0,02	2,78±0,28
615	246±22	12,3±1,1	0,20±0,02	2,94±0,31
550	262±25	12,6±1,0	0,21±0,02	3,12±0,33
536	248±27	13,1±1,2	0,22±0,02	2,97±0,28
470	286±31	13,4±1,3	0,22±0,02	3,42±0,36
430	279±28	15,4±1,4	0,25±0,02	3,78±0,34
360	298±27	14,7±1,5	0,27±0,03	4,37±0,42

Повышение коэффициента использования энергии, а также увеличение калорийности вещества мицелия указывает на эффективность нефотосинтетической трансформации све-

та. Л. Н. Чеботарев указывает на взаимосвязь системы энергообмена с процессами конструктивного обмена в фотоэнергетике грибов. Эта связь, по его данным, состоит в изменении биосинтеза белков и липидов в результате изменения образования в цикле Кребса их метаболических предшественников. Аккумуляция в мицелии энергии в форме высококалорийных веществ (липидов) является одним из примеров последствий трансформации энергии света в метаболических реакциях. Другим примером трансформации световой энергии, приводящей к изменениям структурно-функциональных систем с последующим продолжением в метаболических процессах, названный выше автор считает фотоиндукцию биосинтеза пигментов. Способность аккумуляции световой энергии в форме высококалорийных веществ — липидов, кроме грибов, наблюдается у дрожжей. Исследования проф. П. Н. Разумовского, Л. И. Балаур, Н. С. Балаур и др. (1975) выявили фотоиндуцированную стимуляцию биосинтеза липидов лазерным излучением (табл. 2).

Таблица 2

Содержание общих липидов у Rhodotorula gracilis К-1 при облучении лазерным излучением

Продолжительность облучения, мин	λ = 6328 Å		λ = 4400 Å	
	липиды			
	г/на 10 г сухой биомассы	% к контролю	г/на 10 г сухой биомассы	% к контролю
10	20,0	139,8	8,0	5,8
15	26,9	188,1	17,6	123,0
20	17,4	123,0	15,1	105,5
25	23,2	163,8	12,4	86,7
30	5,2	36.4	7,2	50,4
40	12,6	88,2	6,0	41,9
45	6,1	42,6	4,0	27,9

Авторы также установили фотоиндуцированное увеличение биосинтеза свободных жирных кислот во всех вариантах лазерного облучения, а также повышение содержания стеринов в 2—2,5 раза после облучения красным лазерным светом в течение 10—15 минут.

В связи с изучением способов и механизмов нефотосинтетического запасания энергии света необходимо обратить внимание на фенольные соединения. Чеботарев наблюдал у грибов весьма сильное увеличение веществ фенольной природы после светового облучения в диапазоне 405—660 нм (табл. 3).

Таблица 3

Содержание веществ фенольной природы (% от темновых вариантов) в клетках мицелия грибов после действия света (2 вт/м²)

Вид грибов	Длина волны света (нм)				
	темнота	660	550	470	405
Penicillium luteum	100	130±10	180±20	640±60	470±80
Botritis cinerea	100	110±10	210±20	490±50	890±90
Trichoderma lignorum	100	140±20	160±20	580±60	760±80
Aspirgillus pisi	100	100±10	150±10	440±50	870±90

Эти данные важны в связи с современным представлением о том, что высшие растения способны расщеплять бензольные ядра молекул фенольных соединений и тем самым использовать запасенную в них энергию для разнообразных процессов жизнедеятельности (Запрометов, 1970).

Итогом обширных исследований Л. Н. Чеботарева по фотоэнергетике грибов является следующее его представление о нефотосинтетической трансформации и запасании световой энергии плесневыми грибами (рис. 1).

Автор считает нефотосинтетическую трансформацию и запасание световой энергии плесневыми грибами общей основой всех биохимических и физиологических эффектов, проявляющихся у грибов после действия света. Причем воздействие света может служить одним из эффективных средств интенсификации производства в микробиологической промышленности, так как световое облучение имеет ряд преимуществ перед многими другими средствами воздействия на микроорганизмы.

Для доказательства существования нефотосинтетического запасания световой энергии представляют интерес исследования Стокениуса и Скулачева, проведенные на галобактериях. Фоторецептором в мембранах галофильных бактерий

Рис. 1. Фотостимуляция и фотоингибирование биохимических систем грибов и степень интенсификации осуществляемых ими превращений (пропорциональна толщине стрелок)

Halobacterium halobium является бактериородопсин — комплекс ретиталя с белком. Его спектральная полоса поглощения имеет максимум при 560 нм и под действием света сдвигается в область 415 нм (Oesterhelt, 1972; Oesterhelt, Stoeckenius, 1973). Предполагается, что при участии бактериородопсина в клетках галобактерии происходит трансформация энергии света в энергию трансмембранного градиента ионов H^+. Действительно, В. П. Скулачевым с сотруд. (Drachev et al., 1974) показана трансформация световой энергии в электрическую комплексами бактериородопсина, включенными в плоскую фосфолипидную мембрану. В опытах с протеолипосомами, содержащими бактериородопсин, пока-

зана возможность фотофосфорилирования у галобактерии (Racker, Stoeckenius, 1973; Danon, Stoeckenius, 1974).

В итоге этих исследований В. П. Скулачев (1974) пришел к заключению, что простейшим среди генераторов мембранного потенциала является, по-видимому, бактериородопсин — белок с молекулярным весом 26000, содержащийся в особых участках мембран галобактерий. Бактериородопсин осуществляет электрогенный транспорт протонов из внутриклеточного во внеклеточное пространство за счет световой энергии, которая запасается в форме электрохимического потенциала H^+ и может использоваться затем для синтеза АТФ. Генерация мембранного потенциала бактериородопсином не требует других белков и может быть воспроизведена в модельных системах протеолипосом, а также плоских фосфолипидных мембран. В последнем случае преобразование световой энергии в электрический ток удается зарегистрировать посредством обычных электрометрических приборов. Тем самым гипотеза, считает Скулачев, предполагающая существование молекулярных генераторов электрического тока в биологических мембранах, получает прямое подтверждение.

На основании изложенных фактов можно сделать вывод о том, что давно постулированное, а затем частично показанное нами явление нефотосинтетического запасания световой энергии получило новые веские доказательства.

Итак, по развиваемым нами представлениям процесс преобразования световой энергии в клетке нельзя ограничивать только хлоропластами, а значит и происходящим только в них фотосинтезом. Как установлено, облучение нефотосинтезирующих органов, нефотосинтезирующих микроорганизмов или фотосинтезирующих растений импульсным концентрированным солнечным или ксеноновым светом, а в последние годы и лазерным оказалось настолько эффективным, что создало предпосылки для активного светового воздействия на растения в целях повышения их продуктивности и создания высокопродуктивных форм.

Все это привело к тому, что начало развиваться учение о единстве фотоэнергетических процессов, включающих фотосинтетические и нефотосинтетические реакции, в которых участвуют все клеточные органоиды и наиболее важные биологические соединения. В результате многочисленных исследований стало формироваться научное направление, названное фотоэнергетикой растений. Фотоэнергетика изучает пре-

образование энергии света в клетке и световое управление растением.

С рождением фотоэнергетики растений определился принципиально новый подход — наряду с важностью изучения фотосинтеза при относительно невысоких интенсивностях света обращено особое внимание на изменение процессов в растительной клетке при высокоинтенсивном освещении растения. Это побудило исследователей искать пути и способы, какими осуществляется трансформация энергии света во всей клетке, а не только в хлоропластах; именно при таком подходе следует искать самых интимных зависимостей растения от солнечной энергии и от энергии высокоинтенсивных источников света, в том числе и лазерного излучения. Это открыло путь к активному вмешательству в жизнь растения с целью светового управления им.

Предметом фотоэнергетики растений как науки служит изучение явлений преобразования, запасания и использования энергии оптического излучения в основных процессах растительной клетки. Общей задачей фотоэнергетики является познание закономерностей изменения метаболизма, наследственности и продуктивности растений под влиянием энергии спектральных участков света и раскрытие путей использования этих закономерностей. Принципиально новой фундаментальной является задача: изучить влияние преобразования световой энергии, процессов фоторегуляции в клеточных органоидах, содержащих ДНК и РНК, на ядерную и цитоплазматическую наследственность растений. Теоретическим основанием для выделения фотоэнергетики в качестве самостоятельного научного направления явилось установление в последние десять лет трех фундаментальных процессов: нефотосинтетической трансформации световой энергии растениями, стимуляции процессов в растениях высокоинтенсивным светом (в том числе и лазерным излучением) и фотоиндуцированного изменения наследственности растений.

Фотоэнергетика растений родилась на стыке физиологии, биохимии и биофизики растений, с одной стороны, и гелиотехники, лазерной техники и генетики растений — с другой.

Фотоэнергетика растений включает изучение и энергетики фотосинтеза, не затрагивая исследования других сторон этой функции растений. В изучении нефотосинтетической трансформации световой энергии фотоэнергетика имеет дело с преобразованием видимого света (монохроматического, поляризованного, когерентного), но и с трансформацией энер-

гии пограничных с ним средневолновых ультрафиолетовых и ближних инфракрасных лучей. На этом спектральном участке фотоэнергетика соприкасается с фотобиологией, но в отличие от последней и здесь основной своей целью ставит фотоуправление растением.

Таким образом, на основе недавних исследований и изобретений, создании новой техники светового облучения и при «стыковке» ряда наук возникло научное направление, которое открывает дополнительные возможности познания явления преобразования солнечной энергии растениями. Это преобразование в биологическом смысле является единым процессом и состоит из нефотосинтетической и фотосинтетической трансформации энергии фотонов в растительной клетке. Изучение преобразования и путей его многообразного использования в народном хозяйстве (сельском, лесном, ряде отраслей промышленности и т. д.) должно наиболее интенсивно осуществляться именно фотоэнергетикой растений как наукой. Ее дальнейшее развитие должно быть связано с прогрессом молекулярной биологии, фотохимии, биоэнергетики, фотобиологии, молекулярной генетики, генной инженерии, а также техники светового, в том числе и лазерного облучения и новых источников света.

Фотоэнергетика обладает своими методами исследований, среди которых первое место принадлежит источникам и методам оптического облучения: импульсный концентрированный солнечный свет (ИКСС), импульсный концентрированный электрический свет (ИКЭС), в том числе облучение светом ксеноновых и различных по спектру ламп, лазерное излучение разных длин волн, поляризованный и монохроматический свет. Применение различных источников оптического излучения привело к созданию оригинальных солнечных, ксеноновых, лазерных и других установок, предназначенных для фотоэнергетических работ. Для изучения фотоэнергетических процессов в растениях разработаны оригинальные методы калориметрии и спектрофотометрии с соответствующими новыми приборами и т. д.

Для дальнейшего развития рассматриваемого направления важно наращивать его научный потенциал, частью которого являются новые идеи, направленные на решение существующих проблем и способные породить другие идеи, эксперименты и фундаментальные проблемы. К таким идеям относится прежде всего проблема нефотосинтетической трансформации и запасания световой энергии.

Обобщая имеющиеся в настоящее время данные, можно полагать, что пути нефотосинтетической трансформации и запасания энергии света разнообразны и затрагивают в клетке основные метаболические циклы. Кванты света через фоторецепторы, ферменты и мембраны действуют на основное звено жизнедеятельности растений — нуклеиново-белковый метаболизм. Через него или непосредственно, но все равно сначала через фоторецепторы, ферменты и мембраны, происходит фотоактивирование или фотоингибирование (это зависит от интенсивности света) окислительного фосфорилирования, гликолатно-глиоксилатного цикла, пентозного, углеродного, трикарбонового циклов и липидного обмена.

Нефотосинтетическая трансформация световой энергии — процесс разветвленный и не сводится к запасанию световой энергии только в каком-либо одном соединении, будь то химический путь его биосинтеза, или физический — может быть через мембранный потенциал или другой. Надо исследовать пути нефотосинтетического фотоиндуцированного переноса электрона с запасанием энергии в продуктах реакции.

Большую роль в нефотосинтетической трансформации энергии света играют различные фоторегуляторные процессы, протекающие в клетке. Они влияют на активность и биосинтез ферментов, ростовых веществ, на функцию мембранной системы и на проявление активности генов. Некоторые из этих вопросов рассматривались нами в коллективной монографии «Повышение урожайности концентрированным светом» (изд. «Колос», 1972).

Исследованиями светоимпульсного облучения семян и пыльцевых зерен показано, какое сильное последействие проявляется в этих нефотосинтезирующих органах в результате прошедших в них процессов световой нефотосинтетической трансформации. Надлежит выяснить, на каких принципах протекает нефотосинтетическая трансформация света. Здесь потребуется разработка идей в областях фотобиокатализа, мембранологии, кооперативных фотопроцессов, при изучении оптической активности органических молекул и исследовании фотореакций в иммобилизованных ферментах. Привлечение этих новых разделов физики и химии поможет раскрытю механизмов фотометаболизма.

Фотоэнергетика растений, как и любая другая наука, имеет свои общие фундаментальные закономерности, выведенные и сформулированные в качестве обобщения на основе многих достоверных фактов. Среди этих закономерностей можно назвать две наиболее важные.

Первая закономерность — о внутриклеточной полифункциональности света: оптическое излучение поглощается и преобразуется в растительной клетке многочисленными фоторецепторами и хромофорными группами и действует прямо или опосредованно на все основные процессы обмена веществ. Отсюда следует, что фотосинтез является только одним из проявлений этой фотоэнергетической закономерности и перед исследователями открыто огромное поле для изучения нефотосинтетической трансформации и запасания световой энергии.

Для гармоничного протекания жизненных процессов у растений необходим полихроматический поток оптического излучения, коротковолновой границей которого является 300 нм. Облучая растения отдельными спектральными участками света, можно изменять процессы в клетках. Но в этом случае вступает в силу вторая фотоэнергетическая закономерность — спектральное взаимодополнение: изменения, вызванные в растительной клетке одним спектральным участком оптического излучения усиливаются или ослабляются квантами другого спектрального участка при определенном сочетании длин волн.

Внутриклеточная полифункциональность света находит отражение в многогранном проявлении действия световой энергии на растения и микроорганизмы. Таковы эффект Эмерсона (он же эффект усиления), фотореактивация на Уф-участке и фотоаппологизм на ИК-участке, фитохромный эффект (т. е. красное-дальнекрасное взаимодействие), взаимодействия ионизирующего излучения с оптическим и др.

При дальнейшем анализе и обобщении фактов и физико-математическом обосновании, по-видимому, можно будет указанные закономерности вознести в ранг фотоэнергетических законов. Во всяком случае, опираясь на эти закономерности, можно планировать целенаправленные исследования и создавать световые установки, пользуясь оптическим излучением как одним из рычагов светового управления растениями и помня, что для разных процессов эффективны разные области оптического спектра.

Фотоэнергетика растений изучает такие пути преобразования и использования растениями световой энергии, которые ведут к улучшению их полезных свойств. Мы подчеркиваем принципиально новый подход этой формирующейся науки — усиление интенсивным светом полезных свойств и признаков и создание с его помощью более продуктивных

форм растений. Таким образом, в экспериментальных условиях она изучает возможность с помощью световой энергии управлять растением, а тем самым его продуктивностью и качеством продукта. И здесь получены весьма обнадеживающие результаты. Правда, они еще не означают, что в процессе направленного светового воздействия — солнечного, лазерного или ксенонового — мы имеем абсолютно полную, стопроцентную реализацию наших надежд. Природа растения в отношении восприятия дополнительной световой энергии так сложна, что еще потребуется много усилий и лет, чтобы с полным успехом решить проблему светового управления растением. Тем не менее, интенсивное полихроматическое или монохроматическое облучение растений или его органов стало важным инструментом изменения растения в желательную для нас сторону. Теперь неотложной стала задача, изучая механизм фотоуправления растением, сделать этот инструмент более совершенным и действующим строго целенаправленно.

Фотоэнергетика как формирующаяся наука о световом управлении растением должна принять, в частности, участие в решении большой государственной важности проблемы — повышении сахаристости сахарной свеклы. Здесь предстоит нелегкая, но увлекательная творческая работа по изменению процессов и созданию растений с новыми признаками и свойствами, обеспечивающими более активные синтез и накопление сахарозы.

Известно, что синий свет стимулирует биосинтез белков, а красный — углеводов. Импульсное облучение семян красным лазерным светом может повышать сахаристость сахарной свеклы и содержание сахаров в огурцах и томатах. Необходимо сконструировать специальные облучатели и испытать эффективность импульсного синего света, чтобы попробовать стимулировать, например, белковистость у пшениц или синтез алкалоидов у некоторых лекарственных растений. Как установлено Г. К. Кузнецовой, светоимпульсное облучение повышает на 20% содержание алкалоидов (соласодина) у некоторых лекарственных растений. С. А. Станко и Т. А. Виноградова нашли увеличение содержания белка в зерне пшеницы в результате предпосевного светоимпульсного облучения семян. М. С. Садыков, Х. А. Бердыкулов, Т. Т. Таубаев и Г. Я. Умаров показали влияние спектральных участков ИКСС на рост и продуктивность хлореллы. Спектральное облучение они рассматривают как способ регуляции биосинтеза в культиваторе.

На конференции показана возможность светового управления растением, его урожаем и качеством урожая, посредством светоимпульсной стимуляции. Представлены данные о высоком достоверном повышении урожайности и качества урожая светоимпульсным облучением семян овощных и бахчевых культур (М. З. Юсупов, С. Ф. Негруцкий, П. А. Сычев, П. М. Энербург, Н. И. Боголепова, В. И. Глухов, О. И. Кузнецов и др.), зерновых и зернобобовых (И. И. Канивец, А. Т. Бойко, М. З. Юсупов, В. И. Жигулев), сахарной свеклы (А. С. Оканенко, Е. А. Казаков, В. Т. Зоря, К. А. Маковецкий, Н. И. Бидзиля, В. С. Дверняков, И. И. Францевич, М. Я. Грицунов, Л. Б. Мацуцина и др.) и т. д. Весьма наглядны данные по фотомутагенезу и фотомутационной селекции получены на пшенице А. А. Алманиязовым, А. Калиевым, В. Н. Ремесло и Ю. П. Шалиным; на сое — Ф. М. Быргэу, В. С. Горя, М. З. Юсуповым и В. И. Жигулевым; на томатах — Н. Г. Немцовым; на чесноке — А. С. Лахиным. Заслуживают внимания исследования П. П. Бессчетнова по фотоиндуцированной гибридизации тополей, по фотомутагенезу кукурузы — О. В. Бляндур, В. Н. Лысиков, Л. И. Балаур, Н. С. Балаур и т. д.

На основании открытия ряда фотоэнергетических явлений, в том числе и нефотосинтетической трансформации, можно сообщить о первых практических результатах.

Фотоэнергетическими исследованиями в разных зонах страны доказана возможность повышения урожайности за счет светового (концентрированным солнечным или лазерным излучением) активирования семян на 10—20% и более у ряда овощных культур. Это установлено производственными испытаниями под руководством доц. М. З. Юсупова (КазСХИ), проф. В. М. Инюшина (КазГУ), проф. Эренбурга и канд. с.-х. наук А. С. Лахина (КазНИИ картофельного и овощного хозяйства) в Казахстане. Такие же результаты получены в совхозе «Московский» под руководством академика Н. Д. Девяткова, в совхозах «Спартак» и «Криничанский» на Украине проф. С. Ф. Негруцким и доц. П. А. Сычевым, в совхозе «Гремячинский» и в опытном хозяйстве в Воронежской опытной станции под руководством канд. биол. наук Г. И. Кособокова (НИИОХ), в некоторых хозяйствах Татарии под руководством доцентов Г. И. Пахомовой, В. Г. Безуглова, Н. Н. Попова ,Р. Б. Тагирова и др.

Некоторые результаты по Казахстану приведены в таблице 4.

Таблица 4

Производственное испытание светоимпульсного активирования семян овощных в Казахстане (1974 г.)

Культура	Свет	Хозяйство	Прибавка урожая, тонн	
			с 1 га	по хозяйству
Томаты	солнечный концентрированный	«Джанашарское»	3,8	с 24,5 га — 93,1
Томаты	лазерный	«Алма-Ата»	7,5	с 6 га — 45,0
Огурцы	лазерный	«Алма-Ата»	12,6	с 5 га — 63,0

В хозяйстве «Джанашарское» под Алма-Атой в результате облучения семян импульсным концентрированным солнечным светом (ИКСС) прибавка урожая томатов на площади 24,5 га была 13—15% и составила 3,8 т/га, а со всей площади хозяйство получило дополнительно 100 тонн плодов. Стоимость прибавки — 605 руб/га. Под пленкой на площади 1 га прибавка урожая от светоимпульсного облучения была 6,8 тонны, а стоимость прибавки — 1613 руб. Еще большая прибавка получена от предпосевного облучения семян томатов лазерным светом, о чем свидетельствуют акты, представленные в 1974 году. В колхозе «Алма-Ата» на площади 6 га урожай был 32,5 т/га, что по сравнению с контрольным полем дало прибавку 7,5 т/га, а всего дополнительно получено 45 тонн.

Денежная прибыль с 6 га составила 4500 руб. По огурцам прибавка урожая была 12,6 т/га, а с площади 5 га — 63,0 тонны. В теплицах прибавка от световой стимуляции томатов и огурцов на площади 1 га составляет 2—3 кг/м^2, а стоимость прибавки — 7—12 тыс. руб/га. На Украине (совхоз «Криничанский») прибавка урожая огурцов в теплицах от световой (ИКСС) стимуляции была тоже 2—3 кг/м^2, такая же прибавка установлена и под Москвой (НИИОХ).

В 1969 г. Министерство сельского хозяйства Казахской ССР выпустило составленные доц. Г. Т. Каплиной и Н. Т. Бойко «Рекомендации по выращиванию южной грунтовой рассады томатов на вывоз в Северо-Восточные зоны Казахстана». В рекомендациях показана эффективность светоимпульсного облучения, а в коллективной монографии «Повышение урожайности растений концентрированным светом»

(1972) представлена экономика фотоэнергетического агроприема в совхозе «Ярославский».

Более важным является намечаемое участие фотоэнергетики в решении зерновой проблемы.

По данным производственных испытаний 1974 г. световое активирование семян ячменя на площади около 1000 га в Южном Казахстане в условиях жестокой засухи, какая постигла этот район, дало прибавку урожая. И несмотря на низкий из-за засухи урожай, колхоз «Луч востока», по сообщению В. М. Инюшина, получил прибыль в 20 тыс. руб.

Возможность повышения урожайности зерновых на 5—10% и больше благодаря предпосевному облучению семян показана в ряде хозяйств Казахстана, где работы выполняются под руководством проф. В. М. Инюшина и проф. И. И. Канивец (Целиноградский СХИ). Всего в Казахстане в 1975 г. производственные испытания фотоактивирования семян разных сельскохозяйственных культур производились на площади около 1500 га. Несмотря на засуху, приведшую к гибели части посевов, в некоторых хозяйствах получены хорошие результаты.

Учитывая, что в результате светоимпульсного облучения семян пшеницы урожай повышается на 3—5 ц/га, а такая величина является крупным резервом увеличения валового сбора зерна, можно оптимистично смотреть на участие фотоэнергетики в повышении урожайности этой культуры. Для этого нужны высокопроизводительные световые установки, чтобы фотоактивированные семена стали действительно «золотым фондом» будущего урожая. Создание такого фотоактивированного семенного материала может иметь некоторое значение в борьбе с грозным бичом — вымерзанием озимых зерновых культур. Об этом свидетельствуют данные опытов В. Н. Ремесло, И. Н. Францевича, Ю. П. Шалина с сотрудниками (1974) по перезимовке пшениц на Украине. Число перезимовавших растений увеличивалось в 2—3 раза и достигло 60%. Такие же данные получены в Мироновке и в 1974 году — количество перезимовавших растений достигало 70%.

Следующая очень важная проблема, подлежащая рассмотрению, это повышение урожайности хлопчатника.

Производственные испытания М. К. Кахарова в Узбекистане показывают полную рентабельность фотоактивирования семян этой культуры (табл. 5).

Таблица 5

Экономическая эффективность светоимпульсного облучения семян хлопчатника в Бухаре

Сорт	Урожай, ц/га			Реализационная цена 1 ц хлопка-сырца, руб.	Денежная прибавка, руб./га	Дополнительные издержки, руб./га			Чистый доход, руб./га
	контроль, без облучения	облучение ИКСС дозой 10·3, кал/см²	прибавка урожая хлопка-сырца, ц/га			на облучение семян	на уборку и заготовку урожая	всего	
153-Ф	45,2	51,4	5,6	43,8	245,3	13,5	21,5	35	210,3
С-6030	39,4	44,0	4,6	90,0	414,0	13,5	21,5	35	379,0

Светоимпульсная стимуляция хлопчатника сорта «Ташкент» в Бухаре в производственных испытаниях 1974 г. на площади 10 га дала достоверную прибавку урожая в 5,9 ц/га (повышение урожая с 39,4 до 45,2 ц/га). Чистый доход исчисляется в зависимости от сорта — примерно от 200 до 350 руб/га. Ранее многолетними исследованиями Ташкентского СХИ была показана возможность светоимпульсным облучением семян улучшить качество урожая хлопка-сырца, а облучением генеративных органов повышать его урожай в последующих поколениях. В опытах ВНИИ селекции и семеноводства хлопчатника (Ташкент) в 1974 г. получена от облучения семян солнечным концентрированным или лазерным светом достоверная прибавка урожая хлопка-сырца на 10%. Все это свидетельствует о большой перспективности внедрения в хлопководство светового активирования семян. По многолетним данным фотоэнергетическая прибавка урожая хлопка установлена в среднем на уровне пшеницы, т. е. 3—5 ц/га. Всего с 3—5 тыс. га, засеянных фотоактивированными семенами, можно ожидать доход в 1 млн. руб. Причем эффект от светоимпульсного облучения семян хлопчатника сохраняется по крайней мере в течение двух-трех месяцев, а по данным М. Х. Кахарова, фотоактивированные семена даже через 2—3 года после облучения имеют более высокую энергию прорастания и всхожесть по сравнению с контрольными семенами из той же партии, хранившейся тоже 2—3 года. Конечно, двух-трехлетнее хранение семян понижает по-

севные качества, но у фотоактивированных семян это происходит медленнее и поэтому они отличаются лучшими посевными качествами. Таким образом, фотсактивирование посевного материала хлопчатника можно производить заранее.

Очевидно, в хлопкосеющих солнечных республиках фотоэнергетика должна найти широкое развитие. В хлопководстве Узбекистана данный агроприем улучшения посевных качеств семян хлопчатника может дать ежегодно миллионы рублей прибыли, а при создании с помощью светового облучения более продуктивных сортов — большой доход. На примере хлопчатника хорошо видна эффективность нефотосинтетической трансформации и запасания световой энергии в нефотосинтезирующем органе — семени.

Для интенсификации сельскохозяйственного производства особого внимания заслуживают селекционные работы, проводимые на фотоэнергетической основе. К ним еще в 1970 г. проявил большой интерес академик П. П. Лукьяненко, однако сам широко развернуть их в свое время не смог изза большой занятости и задержки с финансированием работ со стороны Министерства СХ РСФСР. В Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства по инициативе Лукьяненко проводятся работы по фотоиндуцированному мутагенезу, но о результатах пока говорить рано. По совету П .П. Лукьяненко мы способствовали развитию фотомутационной селекции пшеницы прежде всего в Казахстане и на Юго-Востоке. В Казахском сельскохозяйственном институте под руководством проф. А. А. Алманиязова проводятся работы по созданию исходного материала для селекции пшеницы с помощью светоимпульсного облучения. Кандидатом сельскохозяйственных наук А. Калиевым получены фотомутанты пшениц, которые в четвертом и пятом поколениях сохранили повышенную урожайность, дав в 1975 году урожай на 5—8 ц/га больше, чем исходные сорта. Селекционеры это высоко оценили. В 1976 году, вероятно, можно будет иметь для испытания первые гектары этих перспективных пшениц. Данные об этих пшеницах приведены в настоящем сборнике.

На Украине, в Мироновском НИИ селекции и семеноводства пшеницы под руководством В. Н. Ремесло получено Ю. П. Шалиным несколько форм пшеницы, в том числе полукарликовых и карликовых; они получены световым воздействием и перспективны для создания высокопродуктивных и зимостойких сортов. Перспективные формы включены в малое сортоиспытание. На основании своих исследований

В. Н. Ремесло пришел к заключению, что «фундаментальные и прикладные исследования в области изучения влияния световых условий при создании исходного материала для селекции надо всемерно расширять и углублять, так как даже самые скромные результаты этих исследований могут оказать огромную помощь селекционерам в их практической работе по созданию новых сортов сельскохозяйственных культур, не говоря уже о не меньшем значении этих исследований для развития биологической науки в целом».

Селекция обогатилась новыми методами светового воздействия и это положительно проявляется из года в год. Так, в 1975 году в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока Н. Н. Салтыковой совместно с С. А. Станко (ИФР АН СССР) получены зимостойкие фотомутанты пшеницы.

Ранее в Молдавском НИИ полевых культур зимостойкие формы пшеницы начали использоваться селекционерами для получения зимостойких сортов. Молдавские фотомутанты пшеницы устойчивы в 7—8 изученных поколениях. Их авторы Ф. М. Быргэу и В. С. Горя получили с помощью ИКСС скороспелый фотомутант сои, который испытывается на госсортучастке; эта фотомутантная форма высевалась для производственного испытания в двух хозяйствах в 1974 г. на площади 9 га, в 1975 г. — на площади 10 га. Она созревает на 22—30 дней раньше исходного сорта, сохраняя урожайность (около 20 ц/га) на уровне или выше исходного сорта. В 1974 году было собрано 10 тонн зерна этого сорта, названного «Сперанца».

В результате десятилетней работы с различными полевыми культурами В. С. Горя и Ф. М. Быргэу (1975) пришли к выводам, что селекция на фотоэнергетической основе может стать одним из главных путей создания новых сортов, что особый интерес представляют высокожизненные мутанты выдающихся сортов и такие мутанты можно получить на базе фотоэнергетики растений. При этом, считают авторы, сам селекционный процесс значительно упрощается и сокращается во времени, что весьма важно в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства.

Скороспелые формы сои получены также с помощью ИКСС в Казахстане. Там же Г. Д. Немцов получил высокопродуктивный фотомутант томата (табл. 6).

Таблица 6

Урожайность фотомутанта томата в производственном испытании в 1974 г. (в ц/га)

Сорт и превышение урожая	Посев		Рассада	
	урожай общий	товарных плодов	урожай общий	товарных плодов
В совхозе «Пригородный»				
Советский 679-исходный сорт	453,1	394,1	580,4	525,3
ИКСС-5-фотомутант	485,6	436,4	635,6	582,1
Превышение урожая над исходным сортом	32,5	42,3	55,2	56,8
В совхозе «Джанашарский»				
Советский 679-исходный сорт	476,4	424,3	—	
ИКСС-5-фотомутант	505,0	451,7	—	
Превышение урожая над исходным сортом	28,6	27,4	—	

Перспективные формы кукурузы, томатов, сахарной свеклы получены от лазерного облучения. Часть высокопродуктивных мутантных форм, полученных в работах по фотоэнергетике, включена в сортоиспытание или подготавливается к нему. Некоторые константные формы пшеницы и кукурузы используются селекционерами для скрещивания с другими сортами. Важные для теории и практики исследования проводят П. П. Бессчетнов в Казахстане и Н. И. Мансуров и К. Партоев в Таджикистане по светоимпульсному облучению нефотосинтезирующих органов — пыльцевых зерен тополей и хлопчатника. Развернутые этими селекционерами работы по фотоиндуцированной гибридизации являются пионерскими и принципиально важными для оценки роли нефотосинтетической трансформации световой энергии в изменении наследственности растений.

Таким образом, высокоинтенсивное световое облучение становится подручным селекционера и здесь открывается широкое поле деятельности для работы генетиков и селекционеров. Необходимо, чтобы селекционеры шире развернули работы по фотоиндуцированной селекции в селекционных

центрах страны. Это — важная государственная задача, достойная решения в долгосрочных планах развития селекционных исследований.

Из изложенного следует, что фотоэнергетические идеи, несомненно, плодотворны. Но плодотворной научная идея, как считал акад. С. Г. Струмилин (1964), становится не с той минуты, когда она озарила своим сиянием отдельного ученого, а с той, когда она вошла в обращение и становится в меру этого общественным продуктом и достоянием. Сказанное можно отнести и к обсуждаемому нами вопросу.

Выведение высокоурожайных сортов растений тов. Л. И. Брежнев в речи в Алма-Ате назвал благодатной задачей науки. «Мы обращаемся,— сказал Л. И. Брежнев,— с такой просьбой к нашим ученым, к опытным станциям, селекционерам. Чем быстрее они откликнутся на эту просьбу, чем успешнее справятся с этой важной задачей — тем больше заслужат благодарность и признание народа».

В связи с работами по фотомутационной селекции особое внимание уделялось нами исследованиям по фотостимуляции сахарной свеклы. Часть недавно полученных результатов приведена в этом сборнике.

По данным, полученным в опытах на Кубани, Украине и Казахстане светоимпульсное облучение клубочков свеклы повышает сахаристость корней до 0,3—0,5%. По сообщению украинских ученых, проводивших вегетационные опыты, облучение семян свеклы ИКСС в отдельные годы и в отдельных опытах способствует увеличению урожая корней и повышает их сахаристость на 1—1,5%. Повышение сахаристости свеклы только на 0,2% на Украине могло бы дать увеличение годового сбора сахара на десятки тысяч тонн. Понятно, что указанные данные не могут не привлекать внимания. Тем более по сообщению старейшего специалиста по свекле, члена-корреспондента АН УССР А. С. Оканенко, после светоимпульсного облучения семян в 1972 году получены в 1974 году корни с повышенным содержанием сахара. Это очень важное сообщение, но требует подтверждения в последующие годы и особенно тщательной проверки, ибо имеются расхождения при определении сахаристости разными методами. В работе по сахарной свекле надо добиться хорошей воспроизводимости данных и совершенно достоверных результатов прежде чем выходить на большие производственные площади. Впрочем, по сообщению В. М. Инюшина и соответствующей справке хозяйства, в совхозе «Комсомольский» производственное испытание световой (лазерной) стимуля-

ции сахаристости сахарной свеклы сорта-гибрида Ялтушковская односемянная в 1974 г. на площади 22 га дало, по данным учета, на площади 10 га увеличение сахаристости с 13,6% до 14,6%, т. е. на 1% при урожайности 225 ц/га в опыте и 220 ц/га — на контрольном поле.

Получение потомства с повышенной сахаристостью корня и фотостимуляция сахаристости являются стимулом для всемерного развития работ в данном направлении, каких бы денежных и материальных затрат это не стоило. Выведение высокосахаристых сортов окупило бы все расходы на фотоэнергетику. В 1975 г. на Украине получено много семян от первых фотоиндуцированных форм свеклы, обладающих повышенной сахаристостью.

Таким образом, мы подошли к очень трудному и необыкновенному сложному вопросу — к возможности изменения наследственности растений высокоинтенсивным светом, в том числе и лазерным. Но мы в этом отношении не первые и не одиноки, ибо квантами ионизирующих излучений, а затем химическими мутагенами уже научились давно нарушать строжайшую последовательность и устойчивость наследственного аппарата растений. Однако с самого начала следует подчеркнуть, что трансформация световой энергии растениями — это источник и квинтэссенция их жизни; это первоисточник всей клеточной энергетики, основа их особой структурной организации, это, наконец, уникальное свойство, благодаря которому растения строят себя из химических элементов неживой материи. Логично допустить, что значительным изменением интенсивности, длины волны, монохроматичности и поляризованности света можно повлиять на процессы трансформации энергии фотонов в клетке, а через возникшие реакции на биохимические механизмы в клеточном ядре и хромосомах, на биосинтез ДНК и РНК в органоидах, ибо для всех процессов в растении, как известно, необходима световая энергия.

Если кванты ультрафиолетового и ионизирующих излучений, а также молекулы химических мутагенов способны прямо поражать цель, попадая в ДНК и взаимодействуя с ней, то кванты видимого света не обладают таким свойством, так как молекулы нуклеиновых кислот прозрачны для видимого света. Отсюда, естественно, возникшее у некоторых ученых настороженное отношение к возможности фотомутагенного эффекта. Однако надо помнить, что биосинтез нуклеиновых кислот — процесс ферментативный, а ферменты — это белки, и среди них есть такие, которые поглощают види-

мый свет. Неоднократно установлена фотостимуляция биосинтеза нуклеиновых кислот (см. гл. I и V монографии «Повышение урожайности концентрированным светом». «Колос», 1972), что имеет принципиальное значение для понимания явления фотоиндуцированного мутагенеза, открытого нашими исследованиями. Не рассматривая механизма этого явления, пока очень слабо изученного, и роли в нем процессов в клеточном ядре, следует указать на участие нефотосинтетической и фотосинтетической трансформации энергии света в фотомутагенном эффекте. Прямые доказательства этому уже получены П. Н. Разумовским, Л. И. Балаур, Н. С. Балаур с сотрудниками на дрожжах Rhodotorula gracilis К-1, облученных лазерным светом. Созданы фотоиндуцированные мутантные штаммы с измененной биосинтетической способностью. По-видимому, в этом случае удастся развить исследования по направленной изменчивости на основе нефотосинтетической трансформации и запасания энергии света. Кроме изучения процессов в ядре, здесь следует предусмотреть исследование генетических функций органоидов цитоплазмы, т. е. цитоплазматической наследственности.

Современное понимание наследственности дает хорошую опору для развития молекулярно-генетической фотоэнергетики. Если применять формулу, что наследственность — это структурно-биохимическое воспроизведение интегрированных типов обмена веществ на базе передачи структурной и регуляторной генетической информации, то сущность наследственности выразится в упомянутом взаимодействии молекул ДНК, РНК и белков в системе клетки. Такой подход важен с фотоэнергетической позиции, ибо в основе жизнедеятельности зеленого растения, как подчеркнуто выше, находится трансформация энергии света, которая происходит в системе взаимосвязанных строго регулируемых фотохимических и химических реакций, типов обмена веществ. Они регулируются различными механизмами, среди которых процессы в клеточном ядре играют существенную роль сами по себе и в силу подверженности световому влиянию. Последнее показано в наших с Е. Д. Кузнецовым (1972—1975) работах, посвященных фотоиндуцированному изменению гистонов.

На повестку дня следует поставить совершенно новую проблему: «нефотосинтетическая трансформация света и генетические функции органоидов цитоплазмы» или еще более острую проблему: «нефотосинтетическая трансформация света и нехромосомная наследственность». Предстоит нелег-

кая задача перекинуть мост, т. е. выяснить передачу энергии от фоторецепторов в ядре, хлоропластах и митохондриях, к содержащимся в них ДНК и РНК, чтобы понять глубокую зависимость процессов обмена веществ в клетке от световой энергии. Образно говоря, мост этот микроскопически чрезвычайно мал, но «висит» над огромной и глубокой в теоретическом отношении неисследованной областью. Здесь-то и предстоит узнать многое по вопросам фотосинтетической и нефотосинтетической трансформации световой энергии в клетке, по влиянию этой трансформации на фотомутагенез растений.

Если фотомутагенный эффект — это ошибка репликации, то пристального внимания заслуживает фотоиндуцированные изменения в биосинтезе нуклеиновых кислот в ядре и органоидах цитоплазмы. С этой точки зрения заслуживают внимания сведения о связи ДНК, ДНК-зависимой РНК-полимеразы, ДНК-полимеразы с ламеллами хлоропластов, что по утверждению И. И. Филиппович и А. И. Опарина с сотрудниками (1974) указывает на существование в ламеллах транскрипционно-трансляционного аппарата, состоящего из ДНК, полирибосом и соответствующих ферментов. Накопление таких сведений, не говоря уже о значении генетического аппарата митохондрий, необходимо для выработки подходов к достижению направленного фотомутагенеза.

Использование «светового резерва» станет особенно плодотворным, когда мы в значительной мере овладеем световым управлением растениями. Для этого предстоит разработка фотоинтегративной теории управления растением, в которой видное место должны занять фотоиндуцированное гормональное регулирование, фоторегулирование процессов метаболизма и фотоиндуцированное изменение генома.

В практическом аспекте фотоэнергетике растений следует особое внимание уделить дальнейшей разработке и использованию фотоэнергетических способов получения наследственных изменений у растений путем светового, в том числе и лазерного, облучения нефотосинтезирующих органов и вегетирующих растений с целью создания фотомутантов интенсивного типа. На их основе селекционеры должны создавать высокопродуктивные и высококачественные сорта и гибриды, отвечающие современным требованиям интенсивного земледелия. Предстоит большая работа в области улучшения семеноводства с помощью света, повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды и к болезням. Надо открытия нефотосинтетической трансформа-

ции света и фотомутагенеза использовать для стимуляции биосинтеза белков и витаминов у микроводорослей как это успешно осуществляется А. М. Музафаровым с сотрудниками в Узбекистане. Следует разработать фотостимуляцию биосинтеза белков и витаминов у некоторых бактерий и дрожжей. Необходимы дальнейшие исследования по использованию света в этом направлении, результаты которых смогут помочь микробиологической, гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности, также выпускающей кормовые дрожжи, ускорить ликвидацию белкового дефицита в кормах для животных. Предстоят научно-производственные испытания фотостимуляции солодоращения в пивоварении, фотостимуляция биосинтеза некоторых алкалоидов в лекарственных растениях и т. д.

Если обратиться к очень короткой десятилетней истории формирования фотоэнергетического направления и бросить взгляд на некоторые его успехи, то мы вправе думать, что вышли на новую в науке дорогу. Преграждать движение по ней, как это делают некоторые, неразумно и вредно, ибо новое все равно рано или поздно преодолеет консерватизм старого. Наш известный физик Я. И. Френкель правильно считал, что выражением нашего консерватизма, нежелания допустить существование чего-то такого, что не укладывается в знакомую схему, созданную предыдущими знаниями, является непринятие нового. Вот почему, считал Френкель, прогресс науки часто обязан радикально настроенным теоретикам, ломающим старые схемы и открывающим путь к новым фактам, неправильно понятым консервативными учеными, которым не удалось оценить подлинную новизну этих факторов и увидеть раскрывающиеся за ними новые горизонты.

Резюмируя изложенное можно отметить, что фотоэнергетика растений имеет пока два открытия крупного масштаба: первое — нефотосинтетическая трансформация и запасание энергии света, второе — индуцированный концентрированным солнечным и лазерным светом мутагенез. В первом выявлена субстратная роль света в его нефотосинтетическом преобразовании, во-втором — генетическая.

Опираясь на эти первые успехи, коллектив фотоэнергетиков, работающий в разных районах страны, призван решать большой круг все более усложняющихся задач. Ведь фотоэнергетика поставила много новых проблем, решение которых приведет к направленному световому управлению растением посредством фотоэнергетических законов. Таким обра-

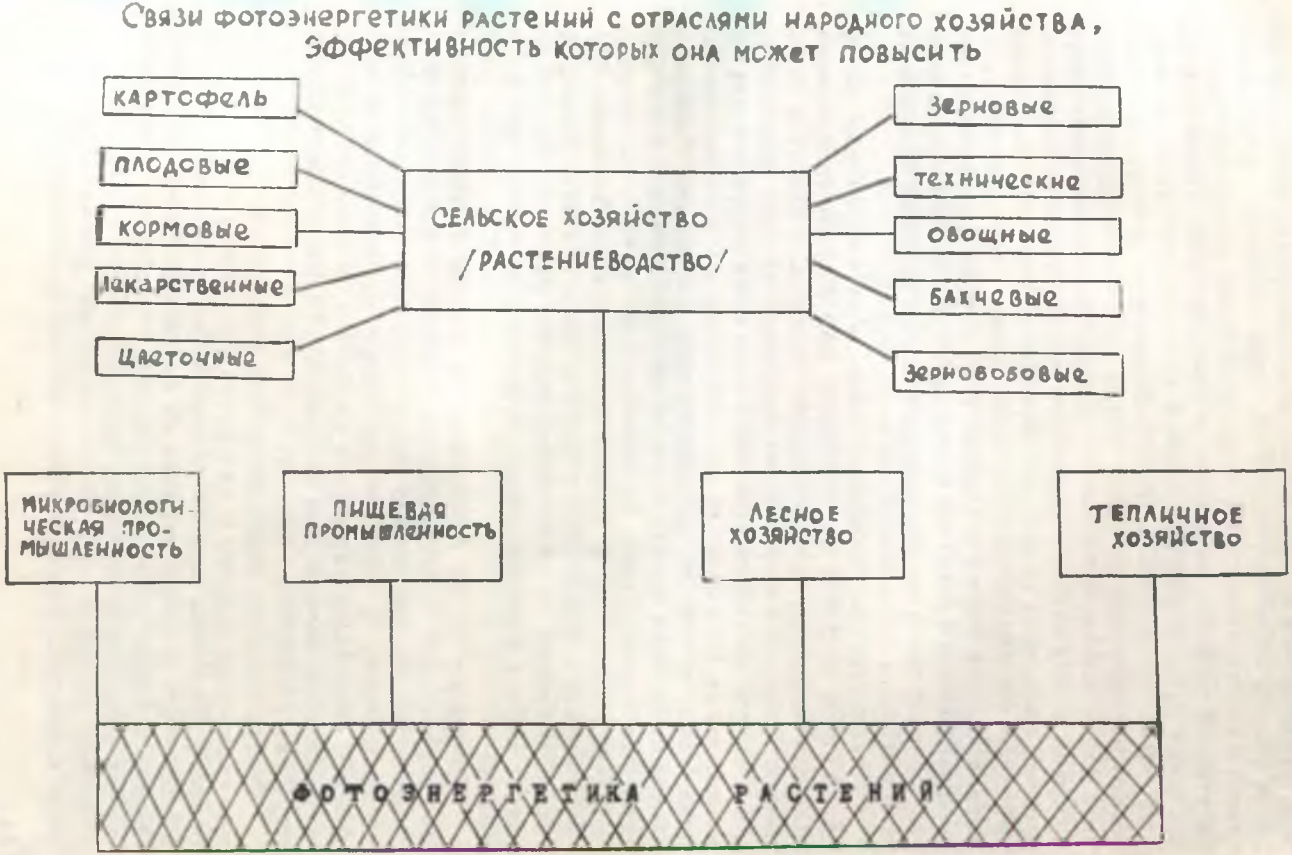

Связи фотоэнергетики растений с отраслями народного хозяйства, эффективность которых она может повысить
картофель
плодовые
кормовые
лекарственные
цветочные
сельское хозяйство /растениеводство/
зерновые
технические
овощные
бахчевые
зернобобовые
микробиологическая промышленность
пищевая промышленность
лесное хозяйство
тепличное хозяйство
фотоэнергетика растений

Рис. 2.

зом, укрепляется надежда, что фотоэнергетика растений, если ее становление как науки не «придержать», а «поддержать» в полную силу, уже через несколько лет начнет давать ощутимый эффект, например, в овощеводстве. Действительно, после предстоящей доработки режимов светового облучения семян, проводимых производственных испытаниях светового активирования семян и при наличии высокопроизводительных световых установок можно было бы овощеводство в стране, в особенности закрытого грунта, начать ставить в десятой пятилетке на фотоэнергетическую основу. Пользуясь данными производственного испытания светоимпульсного активирования семян в Казахстане, можно подсчитать, что овощеводческое хозяйство всего на 1 тыс. га может иметь от светоимпульсного активирования семян дополнительно около 5 тыс. тонн плодов томатов или огурцов.

Фотоэнергетика, приспособливая и оттачивая для своих целей такие мощные инструменты, как импульсный солнечный или лазерный свет, подбирает различные ключи к повышению продуктивности растениеводства. И если помножить выявленную ею нефотосинтетическую силу квантов света на возможности электронной промышленности, специально направленные в область фотоэнергетики, то можно добиться обнадеживающих результатов. С научной точки зрения они окажутся только одним из достижений научно-биологической революции, какую начала молекулярная биология. Хочется верить и приложить усилия к тому, чтобы и фотоэнергетика растений — наше отечественное научное направление — заняла достойное место в научно-биологической революции.

Профессор Г. В. Алексенко в своей статье наглядно подчеркнул практическую сторону фотоэнергетики. Действительно, она может быть довольно большой. Можно представить в виде схемы связи фотоэнергетики растений с отраслями народного хозяйства, в которых она может разрабатывать весьма важные проблемы и тем помогать народному хозяйству (рис. 2).

Теперь кажется очевидным, что в вопросах использования солнечной энергии и лазерного излучения для нужд народного хозяйства нам не обойтись без решения проблем, выдвинутых и разрабатываемых фотоэнергетикой растений. Однако впереди не мало трудностей. Чтобы их преодолеть, полнее овладеть открытыми возможностями биологического действия световой энергии и сделать их достоянием народного хозяйства, надо усилить научно-исследовательские и

конструкторские работы: по разным фотоэнергетическим проблемам провести комплексные исследования физиологов, биофизиков, генетиков, биохимиков, фотохимиков, инженеров, селекционеров. Необходимо значительно расширить и углубить фундаментальные исследования молекулярно-генетические, по нефотосинтетической трансформации света и фотомутагенезу, по фотобиокатализу и работы по конструированию и выпуску светоустановок различного типа и дозиметров. Надо шире вовлечь в исследования генетические и селекционные учреждения.

Использование «светового резерва» для интенсификации сельскохозяйственного производства во многом будет зависеть от наличия соответствующей техники и отработанности методов светового облучения .

Под руководством Н. С. Лидоренко, Б. Р. Лазаренко, Н. Д. Девяткова, Г. Я. Умарова и других созданы и используются в исследованиях различные гелиотехнические и лазерные установки. Их описание дано в сб. «Проблемы фотоэнергетики растений» вып. 3, Кишинев, 1975. На некоторые из них выданы авторские свидетельства, как и на некоторые приемы облучения растений.

Задача состоит в том, чтобы из имеющихся установок отобрать наиболее эффективные и высокопроизводительные и после их доработки и испытания выпустить сериями для исследовательских и производственных работ. Наряду с этим должны постоянно проводиться дальнейшие разработки и поиск новых конструктивных решений для оснащения фотоэнергетического эксперимента и для внедрения полученных результатов в народное хозяйство. Польза фотоэнергетики сельскому хозяйству во многом будет зависеть от успехов в проведении инженерно-конструкторских работ и от обеспечения хозяйств, институтов, селекционных центров страны фотоэнергетической техникой. Госкомитет по науке и технике обращает на это особое внимание специалистов, работающих в данном направлении. Также важно создать специальные фотоэнергетические приборы для измерения интенсивных лучистых потоков непрерывного и импульсного действия.

На основании выполнения многих заданий координационного плана Госкомитета по науке и технике ясно, что выявленный и проверенный в разных республиках «световой резерв» интенсификации сельскохозяйственного производства надо освоить и поставить на службу сельскому хозяйству в 10-ой пятилетке. Освоение резерва означает проведение

комплекса научно-исследовательских и конструкторских работ, дальнейшие производственные испытания и внедрение в производство.

Вопрос о развитии работ по фотоэнергетике растений рассматривался в 1974 году на заседании коллегии Министерства сельского хозяйства СССР под председательством товарища Д. С. Полянского. Направление было одобрено, а ряд предложений реализуется в научно-исследовательских институтах Минсельхоза СССР и ВАСХНИЛ. Для развития и координации работ по фотоэнергетике растений созданы научные проблемные советы в Академии наук МССР, Академии наук УзССР и Казанском университете. Решением Президиума ВАСХНИЛ от 14 мая 1975 г. создан Научно-методический совет по проблеме «Использование лазеров в сельскохозяйственных исследованиях и производстве». Президиум ВАСХНИЛ поручил Совету составить координационный план по данной проблеме на 1976—1980 годы. В проекте плана намечается разработка способов использования лазеров в растениеводстве.

Как известно, одним из слагаемых научного потенциала в развитии всякого научного направления являются передовые идеи и квалифицированные кадры. Надо, чтобы и то и другое было представлено у нас хорошо. Следует уделить внимание подготовке специалистов фотоэнергетиков, ибо без них мы не сможем получить от фотоэнергетики то, что она может дать народному хозяйству. Сплав науки и производства, связь фотоэнергетиков и селекционеров, фотоэнергетических лабораторий с колхозами и совхозами должен привести к интенсификации сельского хозяйства на фотоэнергетической основе.

В 10-ой пятилетке для развития научных основ фотоэнергетики растений предстоит изучить механизм нефотосинтетической трансформации световой энергии; разработать фотоэнергетическую теорию и методы изменения наследственных признаков растений светоимпульсным и лазерным облучением с целью создания исходного материала для селекции высокопродуктивных сортов; разработать оптимальные режимы и дозы светоимпульсного и лазерного активирования семян для повышения урожая и его качества с целью внедрения фотостимуляции в зерновое хозяйство, овощеводство, свекловодство, хлопководство и т. д.

Таким образом, фотоэнергетическое научное направление, развивающееся под эгидой Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике, устремляет свои практичес-

кие усилия в 10-ой пятилетке в ту область, где возможно максимальное использование «светового резерва» — повышение продуктивности растениеводства.

Три года назад на первой Всесоюзной конференции по фотоэнергетике растений в Ташкенте мы имели хорошие идеи и достоверные результаты деляночных опытов и посевы на нескольких гектарах.

На следующей конференции — хочется надеяться — мы будем иметь уже более оформившуюся науку — фотоэнергетику и первые тысячи гектар сельскохозяйственных растений с повышенным урожаем. Если дела пойдут все убыстряющимися шагами и фотоэнергетику растений удастся обеспечить специальной фотоэнергетической техникой, поставить на индустриальную основу, то через 5 лет, т. е. к концу 10-ой пятилетки мы достигнем повышения урожая и его качества на сотнях тысяч гектар пашни. И тогда фотоэнергетика может стать производительной силой в нашем сельском хозяйстве, а может быть, и в некоторых отраслях пищевой и микробиологической промышленности. Поэтому нашим долгом является активное стремление к общенародной цели повышения производительности сельского хозяйства, что будет важным вкладом во всенародное социалистическое соревнование в честь XXV съезда КПСС.

М. Б. Чурина, В. А. Зенченко, А. А. Шахов

ДЕЙСТВИЕ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СПЕКТРА НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИСОМ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ФОТОДЫХАНИЯ

УДК 557.3.

Одной из наиболее интенсивно развивающихся областей современной биологии является биоэнергетика, выделенная в мае 1968 года на симпозиуме в Италии, в качестве новой ее отрасли.

У нас в стране в последние годы развитие получила фотоэнергетика растений, давшая толчок, в частности исследованиям нефотосинтетического преобразования световой энер-

гии в растениях и микроорганизмах. Предполагается, что за трансформацию поглощенной энергии света ответственна вся клетка, все основные центры метаболитической активности вовлечены в реакцию на поглощенные кванты света, вся растительная клетка так или иначе вовлечена в реакцию на свет, если не сразу, то в процессах последующего метаболизма (Шахов, 1974).

В фокусе фотоэнергетических исследований находится изучение деятельности основных центров клетки (ядра, хлоропластов, митохондрий) под влиянием различных участков спектра. Выявлены изменения ультратонной структуры хлоропластов и митохондрий под влиянием света. Важной стороной этих исследований является изучение зависимости основных процессов, определяемых этими органоидами (фотосинтеза и дыхания) от интенсивности и спектрального состава света. Здесь могут быть выявлены механизмы нефотосинтетического использования энергии, первичные процессы светового влияния на метаболизм и различные пути биосинтеза практически ценных метаболитов.

В последние годы в области физиолого-биохимических исследований четко обрисовался новый специальный раздел — фотодыхание. Исследованиями ученых различных стран выявлены специфические особенности этого явления. Вопрос этот в силу его новизны и малой разработанности очень актуален и заслуживает большого внимания.

Изучение фотодыхания растительной ткани на свету затрудняется наличием других процессов — дыхания осуществляемого посредством цикла трикарбоновых кислот, гликолиза, фотосинтеза и т. д. Эти процессы влияют на газообмен ткани на свету, затеняя и искажая картину фотодыхательного газообмена.

Влияние света на дыхание можно исследовать путем исключения фотосинтеза, что достигается различными путями: применением ядов подавляющих фотосинтез; исключением углекислого газа из атмосферы, где помещены растения; изучением тканей не содержащих активного фотосинтетического аппарата (этиолированных проростков, альбиносных растений). Другой путь для исследования этого вопроса — изучение последействия света на дыхание. Установлено, что после освещения растительной ткани начальная скорость газообмена в темноте значительно выше, затем идет спад и устанавливается стационарная темновая скорость. В последние годы в связи с разработкой методики меченых атомов, появилась возможность изучения прямого газообме-

на при одновременно идущих процессах дыхания и фотосинтеза, что дало возможность выяснить некоторые особенности поглощения кислорода фотосинтезирующими тканями. Однако и данный метод требует дальнейшего совершенствования.

Многочисленными исследованиями, проведенными по выявлению эффекта света на дыхание различных объектов как бесхлорофилльных, так и хлорофиллоносных тканей установлено, что на свету имеет место стимуляция дыхания. С увеличением интенсивности света дыхание усиливается, усиление отмечается как по углекислотному, так и по кислородному газообмену. Это явление названо фотодыханием. В настоящее время довольно подробно изучены физиологические особенности этого явления. Однако возникает вопрос, является ли фотодыхание самостоятельным процессом, отличающимся от классического типа дыхания осуществляемого в цикле трикарбоновых кислот?

Одним из основных аргументов в пользу того, что здесь имеет место иной процесс, служит зависимость светового и темнового дыхания от содержания кислорода в среде. Известно, что содержание O_2 выше 1—2% не влияет на скорость темнового дыхания, на свету же наблюдается усиление дыхания с увеличением концентрации кислорода в среде вплоть до 100% (Forrester, Krotkov, Nelson, 1966).

Стимулируемое светом дыхание имеет и спектральную зависимость на чем мы и хотели подробнее остановиться в данной работе.

Действие широкой области спектра снято немногими исследователями и часто результаты даже одного исследователя, проведенные в разное время на различных объектах могут не совпадать.

Коваллик (1967) снял действие широкой области спектра на мутанте Chlorella vulgaris, не содержащем хлорофилла. Дыхание измерялось полярографически по поглощению O_2. Наибольшее поглощение O_2 наблюдается в области спектра между 450 и 475 нм, далее кривая падает по направлению к зеленому свету с минимумом при 400 нм, второй меньший пик поглощения кислорода наблюдается при 375 нм. Усиление не найдено при длинах волн более 520 нм. Желтый, красный и дальний красный свет не активировали поглощения кислорода даже при высоких интенсивностях, хотя при 450 нм насыщение имело место при 500 эрг/см^2·сек.

Затем эти исследования были повторены на зеленых клетках Chlorella pyrenoidosa, фотосинтез которых был подавлен

добавлением специфического яда — 3(3,4-дихлорофенил)-1,1 диметилмочевины (ДХММ). Результаты совпадали с теми, что были получены на Chlorella vulgaris.

В отличие от результатов, полученных на желтом мутанте хлореллы, зеленые клетки при освещении красным светом уменьшали поглощение O_2 больше всего в области 680 нм. Ингибирующее действие красного света не имеет последействия. Предполагается, что пигментом ответственным за угнетение поглощения O_2 является хлорофилл. С. Френч и Д. С. Фок (1961) в переходные моменты в начале освещения и в начале затемнения на красной водоросли Porphiridium cruentum установили усиление поглощения O_2 на красном свету (695 нм), причем стимуляция фотосинтеза была незначительна. Зеленый свет (570 нм) был малоэффективен для фотодыхания и активнее действовал на фотосинтез.

При включении света наблюдается сильное поглощение O_2 (отрицательный пик), которое обнаруживается при таких низких интенсивностях, где фотосинтез не отмечается. По-видимому это происходит в результате того, что поглощение O_2 в процессе фотодыхания опережает фотосинтетическое выделение O_2.

Насыщение фотодыхания имеет место при значительно более низких интенсивностях — по отрицательному пику в начале освещения при 100—200 эрг/см^2·сек, тогда как фотосинтез при 8000 эрг/см^2·сек.

Спектр действия фотодыхания мало изучен на высших растениях.

На основании множества фактов можно считать, что свет различных длин волн неодинаково действует на световое дыхание — коротковолновая часть спектра с максимумами в области 460 нм и 370 нм активирует дыхание. В отношении длинноволнового света данные противоречивы.

Области спектра в которых наблюдается стимуляция дыхания близко совпадают с областью поглощения света каротиноидами и некоторыми ферментами, участвующими в процессах окисления, в связи чем предполагается, что действие света может осуществляться посредством этих компонентов клетки.

Наиболее возможными участками в процессе активации дыхания представляются флавиновые ферменты (Delbruck, Shropshire, 1960). Адсорбционный спектр флавинов почти полностью совпадает со спектром действия света на дыхание. Что же касается адсорбционного пика в дальней ультрафиолетовой области, то это согласуется с наблюдаемой акти-

визацией дыхания в этой области спектра. Адсорбционный спектр флавиновых коферментов — флавинмононуклеотида и рибофлавина, имеет почти одинаковый спектр поглощения с максимумами при длинах волн 445, 378, 260 нм (Kowallik, 1967).

Имеются данные и против участия флавиновых ферментов в процессе активации — слишком малые количества флавинов (Kowallik, 1967). Но эксперименты с экстрактами листьев выявили, что активность лишь одного из флавиновых ферментов — гликолатоксидазы более, чем достаточно для объяснения наблюдаемой скорости фотодыхания (Fock, Krotkov, Canad, 1969).

И. Зелич (1964) предположил, что фотодыхание зависит от обмена гликолиевой кислоты. Применив меченый углерод он показал, что выделяемая растением углекислота на свету образуется из гликолата. С тех пор были накоплены более основательные доказательства, подтверждающие эту гипотезу. Исследования метаболизма гликолиевой кислоты показали активацию этого процесса при низком содержании CO_2, высокой концентрации O_2 и большой интенсивности света.

В глиоксалатном цикле реакцией, более ответственной за выделение CO_2, видимо, является больше реакция глицин — серии, чем глиоксалатное декарбоксилирование, тогда как поглощение O_2 имеет место в реакции гликолат-глиоксалат. Глиоксалат легко синтезируется, но также легко и окисляется, поэтому аккумулируется в незначительных количествах (Zelitch, 1966). Эксперименты с грубыми листовыми экстрактами выявили, что активность гликолатоксидазы более, чем достаточна для объяснения скорости фотодыхания на всех стадиях развития листа (Zelitch, 1964).

Гликолат синтезируется в хлоропластах, но метаболизируется вне их. Превращение гликолата осуществляется в пероксисомах (микротельцах). Термин микротельца впервые был введен в электронно-микроскопическую литературу Д. Родиным в 1954 году для обозначения цитоплазматических телец, присутствующих в клетках почечных канальцев и имеющих однослойную мембрану и тонкогранулярный матрикс. Предполагалось, что микротельца это место метаболизма перекиси водорода, поэтому был предложен термин — пероксисомы (Duve, 1960).

В результате многочисленных исследований животной и растительной тканей установлено, что основной критерий

пероксисом — связь каталазы с несколькими оксидазами; пероксисомные оксидазы различаются в зависимости от типа клеток. Наиболее постоянная оксидазная активность представлена одним или несколькими ферментами действующими на гликолат или L—α-гидроксикислоты. В зависимости от типа клеток ферментный набор пероксисом может изменяться уратоксидаза обнаружена лишь в пероксисомах печени (Duve, 1960). Д-аминокислотная оксидаза, общая для пероксисом печени и почек у Tetrahymena pyriformis, тогда как аконитаза и цитротсинтетаза обнаружены лишь в прорастающем эндосперме клещевины (Breidenbach, Beevers, 1967). Глиоксалатредуктаза и трансаминаза были установлены в нескольких зеленых тканях.

Микротельца из растительной ткани — эндосперма прорастающих семян клещевины впервые удалось выделить Брейденбаху с коллегами (1967). Так как помимо каталазы микротельца содержали набор ферментов для превращения ацетата в сукцинат по глиоксалатному циклу, эти частицы были названы глиоксисомами.

Учитывая предполагаемую связь фотодыхания с глиоксалатным циклом, который локализован в пероксисомах, мы постарались выяснить возможно ли прямое воздействие света на активность этих субъединиц. Объектом первоначальных наших исследований является эндосперм прорастающих семян клещевины. Методика выделения микротелец, очищенных в градиенте сахарозы от примеси других субклеточных единиц, была первоначально разработана на эндосперме прорастающих семян клещевины, кроме того, эндосперм прорастающих семян клещевины не содержит хлоропластов, что удобно для исследования действия света на дыхание. Но данные полученные на эндосперме, нельзя, на наш взгляд, безоговорочно переносить для объяснения фотодыхания, так как эта ткань не приспособлена к световым воздействиям, что без сомнения сказалось на результатах исследования фотодыхания, хотя в общих чертах они соответствовали основным критериям фотодыхания.

На следующем этапе исследования мы перешли к новому объекту — проросткам пшеницы. Здесь возникли новые проблемы. Так, при использовании зеленой ткани во фракцию перексисом попадают осколки хлоропластов, которые при световом воздействии затемняют процесс фотодыхания. Поэтому мы использовали этиолированные проростки пшеницы, не содержащие активного фотосинтетического аппарата и показали, что изолированные глиоксисомы семян

клещевины чувствительны к свету (Шахов, Зенченко, Чурина, 1971). Между стимулирующим действием света на окислительную активность изолированных глиоксисом и на дыхание ткани эндосперма существует сходство, которое является свидетельством возможного участия глиоксисом в фотодыхании эндосперма клещевины (Шахов, Зенченко, Чурина, 1972).

Как указывалось выше ферментный состав пероксисом может до некоторой степени варьироваться в зависимости от объекта. И мы предположили, что микротельца фотосинтезирующих тканей более чувствительны к свету, чем микротельца эндосперма клещевины.

Рассмотрим особенности светочувствительности микротелец проростков пшеницы. Полностью очистить препараты пероксисом от хлорофилла современными методами не удается, поэтому мы работали с этиолированными проростками пшеницы не содержащими хлорофилла. Микротельца этих проростков, по-видимому, превращаются в пероксисомы при зеленении листьев подобно тому, как это происходит с глиоксисомами при зеленении проростков масличных растений (Gerhardt, 1973).

Удельный вес микротелец, у этиолированных проростков пшеницы меньше, чем у зеленых растений, и близок к удельному весу митохондрий, полностью отделить оба органоида друг от друга при центрифугировании в градиенте плотности невозможно. Получить активную фракцию микротелец очищенную в градиенте сахарозы из этиолированных проростков пшеницы нам не удалось. Различные модификации метода — разделение в градиенте маннитола, фикола; изменение содержания альбумина и других добавок в среду выделения; использование метода флуктуации не дали положительных результатов. Микротельца после прохождения через градиент сахарозы теряли свою активность, тогда как после дифференциального центрифугирования фракция, обогащенная микротельцами, была способна к окислению гликолата. Поэтому мы использовали фракцию, полученную после дифференциального центрифугирования.

Активность микротелец определяли по окислению специфического субстрата — гликолата. Семена пшеницы проращивали в темноте, этиолированные ростки лишенные корней, растирали в среде, содержащей сахарозу, трис-буфер pH 7,5, сывороточный альбумин, KCl, ЭДТА, $MgSO_4$. Из гомогента с помощью дифференциального центрифугирования в течение 10 мин. выделяли фракцию, осаждаемую меж-

ду 500 и 10 000g и состоящую из смеси микротелец, митохондрий и пропластид. Все операции проводили при температуре 0—2°. Гликолатоксидазную активность определяли при 25° полярографически по поглощению кислорода в ячейке Шольца и Островского. Суспензию органелл в ячейке освещали лампой накаливания через водный фильтр (для устранения инфракрасного излучения). При освещении синим светом использовали стеклянный фильтр СС-5, красным — КС—15+СЗС—14% (ГОСТ 9411—60). При сравнении действия света разного спектрального состава освещенность выравнивали по термостолбику изменением напряжения тока в лампе. Интенсивность облучения $2{,}7-10^4-4{,}7-10^5$ эрг см^2 сек.$^{-1}$. Активность гликолатоксидазы при освещении измеряли после стабилизации снижения силы электрического тока в ячейке. При вычислении вводили поправку на снижение силы тока при освещении в инкубационной среде без органелл. Дыхание целых тканей измеряли в аппарате Варбурга у ростков погруженных в раствор флавинмононуклеотида (ФМН) с добавлением и без добавления гликолата. Освещение смеси раствором ФМН и гликолата вызывало лишь ничтожное поглощение кислорода.

Таблица 1

Влияние белого света на гликолатоксидазную активность микротелец

(микроатомы O_2 в 1 мл реакционной смеси за 1 час)

Возраст проростков	Концентрация гликолата мМ	Концентрация кислорода мМ	Поглощение кислорода	
			темнота	белый свет
7	3,2	0,109	0,426	0,728
5	7,0	0,208	0,388	0,468
5	7,0	0,205	0,250	0,409
5	7,0	0,168	0,772	1,103
4	7,0	0,164	0.888	1.127
4	7,0	0,160	0,514	1,211
5	7,0	0,158	0,331	0,534
5	7,0	0,141	0,817	1,008
5	7,0	0,104	0,720	0,903
4	7,0	0,088	0,750	1,017
4	7,0	0,082	0,195	0,662
6	7,0	0,075	0,562	0,980
5	7,0	0,069	1,386	1,851
7	10,0	0,173	0,628	0,724
4	10,0	0,129	0,282	1,925
7	10,0	0,126	0,352	0,694
7	10,0	0,101	0,314	0,663
4	14,0	0,077	0,933	1,643

В таблице 1 представлены данные по влиянию света на гликолатоксидазную активность микротелец из этиолированных проростков пшеницы. Как видно из материалов таблицы, белый свет повышает активность гликолатоксидазы в среднем на 0,397 ±0,084 микроатома кислорода, что составляет в среднем по отношению к темновому дыханию 193,9%. В отдельном случае фотоактивация поглощения O составила 682,6%.

Считалось, что у этиолированных проростков активность гликолатоксидазы не проявляется и что активный фермент можно получить лишь после нескольких часов освещения (French, Fock, 1961). Нашими данными это не подтверждается. Нам удалось выделить из этиолированных тканей пшеницы активный фермент, способный к окислению гликолата, что подтверждает предположение П. А. Колесникова, И. С. Именовой (1956) о существовании какого-то ингибитора

Таблица 2

Влияние белого и синего света на гликолатоксидазную активность органелл (микроатомы O в 1-м реакционной смеси за 1 час)

Возраст проростков, дни	Концентрация гликолата, мМ	Концентрация кислорода, мМ	Активность		
			темнота (контроль)	свет	
				белый	синий
7	0,1	0,194	0,335	1,431	—
4	0,1	0,172	0,598	1,988	—
7	0,1	0,162	1,025	2,059	—
8	0,1	0,112	0,373	0,470	—
8	0,2	0,191	0,264	0,300	0,375
6	0,2	0,189	0,730	0,847	—
8	0,2	0,180	0,208	0,263	0,359
8	0,2	0,172	0,200	0,236	0,348
7	0,2	0,169	0,466	0,657	—
6	5,2	0,139	0,507	0,538	0,790
6	5,2	0,122	0,432	0,440	0,684
6	5,2	0,107	0,310	0,354	0,591
6	7,0	0,166	0,161	0,177	0,290
6	7,0	0,160	0,134	0,152	0,237
6	7,0	0,160	0,309	0,333	0,471
6	7,0	0,152	0,111	0,122	0,174
6	7,0	0,146	0,092	0,097	0,166
6	7,0	0,143	0,077	0,086	0,163
8	7,0	0,143	0,298	0,318	0,425
6	7,0	0,138	0,052	0,089	0,156
6	7,0	0,134	0,058	0,091	0,152
8	7,0	0,134	0,260	0,305	0,386

гликолатоксидазы, который может быть устранен светом или гликолатом — в этих опытах гликолиевая кислота давалась в темноте этиолированным растениям.

Сравнивая эти данные с результатами полученными на клещевине (Шахов, Зенченко, Чурина, 1972) можно заметить, что фотоактивация поглощения кислорода у проростков пшеницы значительно выше, чем у глиоксисом эндосперма, где средняя активация составила 129,1%, а максимальное увеличение 253%. Следует отметить, что в противоположность данным, полученным на пшенице при высокой концентрации гликолата (0,7 мМ и более), свет тормозит активность гликолатоксидазы глиоксисом клещевины (Tolbert,

Таблица 3

Влияние синего и красного света на гликолатоксидазную активность органелл (микроатомы O_2 в 1 мл реакционной смеси за 1 час)

Возраст проростков, дни	Концентрация гликолата, мМ	Концентрация кислорода, мМ	Активность		
			темнота (контроль)	свет	
				синий	красный
8	0,2	0,202	0,165	0,188	0,028
8	0,2	0,197	0,140	0,178	0,031
8	0,2	0,190	0,090	0,160	0,036
8	0,2	0,183	0,045	0,176	0,040
8	0,2	0,179	0,028	0,185	0,043
6	5,2	0.167	0,456	0,584	0,455
6	5,2	0,156	0,459	0,551	0,431
6	5,2	0,141	0,371	0,504	0,204
6	5,6	0,176	0,198	0,305	0,215
6	5,6	0,167	0,169	0,301	0,226
6	5,6	0,157	0,181	0,297	0,079
6	7,0	0,214	0,069	0,152	0,068
6	7,0	0,212	0,067	0,145	0,191
5	7,0	0,212	0,243	0,285	0,054
6	7,0	0,209	0,032	0,136	0,189
5	7,0	0,204	0,213	0,262	0,251
5	7,0	0,201	0,206	0,272	0,186
5	7,0	0,195	0,189	0,233	0,224
5	7,0	0,194	0,179	0,268	0,188
5	7,0	0,186	0,089	0,263	0,184
8	7,0	0,186	0,162	0,264	0,184
5	7,0	0,186	0,165	0,243	0,146
8	7,0	0,180	0,173	0,226	0,182
5	7,0	0,179	0,159	0,250	0,108
8	7,0	0,174	0,123	0,289	0,161
5	7,0	0,172	0,155	0,258	0,161
5	7,0	0,163	0,155	0,268	0,133

Cohan, 1953). Видимо, микротельца листьев пшеницы приспособлены к высокой концентрации гликолата, образующейся в хлоропластах. В эндосперме же клещевины гликолат не достигает большой концентрации.

Нами исследовалось также влияние синего света на активность пероксисом пшеницы (табл. 2). Данные этой таблицы показывают, что активация поглощения кислорода наблюдается как на белом, так и на синем свету. Но действие синего света всегда эффективнее, чем белого. Максимальная активация синим светом, наблюдаемая в наших опытах, составила 300%, что на 130% превышает эффективность белого света.

В таблице 3 представлены результаты по действию красного света на окислительную активность пероксисом пшеницы. Стимуляция, вызываемая красным светом, всегда ниже, чем стимуляция синим. Величина стимуляции красным светом в среднем составляет 4,7% от эффекта синего света. Под действием синего света всегда наблюдается усиление

Таблица 4

Влияние гликолата и белого света на дыхание этиолированных ростков пшеницы (мкл O_2 на 1 г сырого веса за 1 час)

Возраст подростков, дни	Концентрация		Продолжительность опыта, мин.	Дыхание			
	гликолат, мМ	ФМН, мМ		темнота без гликолата	темнота + гликолат	свет	
						без гликолата	+ гликолат
7	4,6	6,6	75	193	127	187	184
6	4,6	3,3	90	433	447	440	443
7	4,6	3,3	65	396	397	406	418
7	2,3	5,5	73	247	238	227	231
5	2,3	3,3	70	293	429	422	446
6	2,3	3,3	75	333	359	334	419
6	2,3	3,3	135	201	216	171	198
7	2,3	3,3	60	458	411	458	441
7	2,3	3,3	90	332	332	337	369
8	2,3	3,3	69	321	305	278	312
9	2,3	3,3	73	327	318	297	327
7	1,2	3,3	78	358	375	365	406
8	1,2	3,3	81	271	303	274	280
9	1,2	3,3	86	289	278	322	328
10	1,2	3,3	42	276	270	270	288
10	1,2	3,3	63	243	249	258	270
6	1,2	1,6	45	426	433	335	425
6	1,2	1,6	120	320	360	301	359
7	1,2	1,6	75	291	322	314	347

поглощения O_2 по сравнению с темнотой и красным светом. Относительная величина активации может варьировать в довольно широких пределах. Эффективное действие синего света на окисление гликолата, вполне понятно, так как он поглощается гликолатоксидазой. Красный свет сама гликолатоксидаза поглощать не способна; имеется предположение, что влияние красного света может быть опосредствовано фитохромом.

Наши эксперименты и по изучению влияния света на дыхание этиолированных тканей проростков пшеницы (табл. 4) выявили, что на свету под влиянием добавленного гликолата наблюдается заметное (на 26±6 микроатомов кислорода) — статистически достоверное — усиление дыхания.

Таким образом установлено, что свет стимулирует гликолатоксидазную активность микротелец, выделенных из этиолированных ростков пшеницы, причем синий свет сильнее, чем белый и красный. Пероксисомы пшеницы сильнее реагируют на свет, чем подобные же органеллы из эндосперма семян клещевины. Светочувствительность микротелец согласуется с наличием фотодыхания у тканей этиолированных проростков пшеницы.

А. А. Алманиязов, А. Х. Калиев

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПШЕНИЦЫ ОБЛУЧЕНИЕМ ИКСС

УДК 577.3:633.11

Известно, все сельское хозяйство, по существу, представляет собой производство, основанное на утилизации солнечных лучей. Повысить интенсивность данного процесса за счет более эффективного преобразования растениями солнечной энергии — значит решить важную задачу — так справедливо считает профессор Г. В. Алексенко. По его мнению (Алексенко, 1974), особого внимания заслуживают селекционные работы, проводимые на фотоэнергетической основе. Теперь наряду с радиационной и химической селекцией растений следует признать рождение фотомутационной селекции. Она связана с возможностью изменять наследственность растений импульсным концентрированным солнечным или лазерным светом. Поэтому проведение исследова-

ний в данном направлении представляет значение не только для развития фотоэнергетики растений, но и для повышения продуктивности растениеводства.

В условиях Казахстана действие концентрированного солнечного света на семена и растения пшеницы и последействие на их рост и развитие мы начали изучать в 1969 году.

Настоящая работа посвящена изучению влияния импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС) на семена и растения, что может представить интерес для дальнейшей теоретической разработки и практического применения светоимпульсного облучения в селекции и семеноводстве растений.

Объектом исследований послужили сорта озимой и яровой пшеницы: Безостая 1, Казахстанская 126, Мелянопус 26, Саратовская 29, Харьковская 46, исходные элитные семена которых получены из семенной лаборатории МСХ Казахской ССР.

Полевые опыты проводили с 1969 по 1972 годы в учебно-опытном хозяйстве «Джанашарское» КазСХИ на фоне полива и без него в 4-х кратной повторности на площади 1800 м. Площадь учетной делянки 1,32 м^2 для каждого варианта опыта. Уход за растениями заключался в борьбе с почвенной коркой во время всходов, двухкратной прополке и поливе яровой пшеницы в фазе кущения и колошения.

В период вегетации производили фенологические наблюдения, морфологическое описание, изучение динамики роста растений и продуктивности фотосинтеза, структуры урожая, отбор измененных форм растений. Урожай убирали вручную, поделяночно, обмолот зерна — лабораторной молотилкой Л-10.

Полученные цифровые материалы обрабатывали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1973).

Для облучения семян применяли зеркальный рефлектор конструкции В. Н. Бухмана. Семена озимой пшеницы в воздушно-сухом состоянии подвергали действию ИКСС в течение 90, 120, 150, 180, 240, 380, 480 мин. белым и красным ИКСС (через стеклянный фильтр, область пропускания 600—635 нм). Облучение проводили ежегодно 15—20 сентября в 11—14 часов дня. Температура наружного воздуха во время облучения была +16,3 — +17,8°С, концентрированность солнечного света — 45, мощность дозы ИКСС — 50 кал/см^2 мин.

В зависимости от продолжительности облучения семена получили при облучении полным белым светом в течение

90 мин. — 516,1, 120 мин. — 688,6, 150 мин. — 861,1 180 мин. — 1033,6, 360 мин. — 2067,2, 480 мин. — 2755,9 кал/см^2.

По данным А. И. Прохорова (1971), под красным светофильтром общая облученность составляла по отношению к полному свету 22%. Следовательно, под светофильтрами общая облученность составляла: 90 мин. — 113,5, 120 мин. — 151,6, 150 мин. — 189,4, 180 мин. — 227,5, 360 мин. — 454,7, 480 мин. — 616,3 кал/см^2.

Семена яровой пшеницы облучали в период 20—25 марта в течение 45, 90, 120, 240, 360 мин. белым и красным ИКСС. Исходная интенсивность светового поля, при которой выполнялось облучение семян, находилась в пределах 1,0—1,1 кал/см^2 мин. Температура наружного воздуха +7 — +11°С. Общая облученность семян яровой пшеницы составляла при облучении белым ИКСС продолжительностью 45 мин. — 215,3; 90 мин. — 432,4; 120 мин. — 576,6; 240 мин. — 1153,3; 360 мин. — 1729,9 кал/см^2. Под светофильтром — 45 мин. — 47,4; 90 мин. — 95,1; 120 мин. — 126,9; 240 мин. — 253,8; 360 мин. — 380,7 кал/см^2.

Семена укладывали на наклонно поставленном фанерном настиле и проводили облучение путем равномерного покачивания рефлектора со скоростью 60 импульсов в минуту, не допуская повышения температуры семян выше 40—45°. Температуру на поверхности семян определяли точечным электротермометром МТ-54.

Для облучения вегетирующих растений использовали откачной пленочный концентратор, разработанный Физикотехническим институтом АН УзССР (Умаров, Кордуб, 1956). Отражающая поверхность концентратора представляет металлизированную алюминием терефталатную лавсановую пленку. Диамтр фокального пятна 5 см, регулируется изменением давления в концентраторе; диаметр концентратора 0,9 м, зеркальная поверхность — 0,765 м^2; энергия одного импульса при средней прямой солнечной радиации 1,0 кал/см^2 и 30-кратной концентрированности светового потока равнялась 88.10^7 эрг. Облучение растений проводили в 11—14 часов дня в течение 10 дней в фазе кущения и трубкования. Для изучения влияния ИКСС на посевные качества облученные семена проращивали в термостате ТПС-2 согласно методике ГОСТ-12038-66.

Продуктивность фотосинтеза определялись по Бегишеву (1953), площадь листовой поверхности — по Ничипоровичу и др. (1961). Содержание клейковины в зерне определяли по

ГОСТу, белковый азот — по Къельдалю, ГОСТ-10846-46. Анализы проведены в лабораториях кафедры селекции и семеноводства и почвоведения КазСХИ, в лаборатории Ботанического сада КазССР и в Республиканской лаборатории по качественной оценке сортов КазССР.

Влияние облучения ИКСС на посевные качества семян и продуктивность растений изучалось нами на озимой и яровой пшеницах. Приведем сначала часть данных по озимой пшенице Безостая 1.

Исследования показали, что предпосевное облучение ее семян ИКСС положительно влияет на их энергию прорастания и всхожесть. Наиболее эффективным оказалось облучение в течение 90 мин. (белый ИКСС) и 120 мин. (красный ИКСС): энергия прорастания была на 4,7 — 6,4% больше, чем в контроле.

Всхожесть семян под действием белого и красного ИКСС повышается, соответственно, до 96,9% и 97,6% против 95,0—95,4% в контроле. Световая активация семян и жизнедеятельность проростка, вызванная облучением, ускоряет ход физиологобиохимических процессов, создавая необходимые предпосылки для интенсификации роста, развития растений и образования урожая.

Фенологические наблюдения позволили вскрыть различия в наступлении и продолжительности фенофаз растений в вариантах опыта. При экспозиции 90 минут (белый ИКСС) во все годы облучения всходы задерживались на 1,5—2 дня. Однако к концу кущения эти различия нивелируются и в дальнейшем все последующие фазы проходят с опережением развития контрольных растений на 2—3 дня, что приводит к сокращению вегетационного периода на 3—4 дня. Аналогичное явление наблюдается и после облучения семян в течение 120 мин. (красный ИКСС).

Результаты наших экспериментов показали, что с увеличением экспозиции облучения семян белым ИКСС повышается продуктивность фотосинтеза, особенно в начальный период роста растений, а при облучении красным ИКСС идет ее постепенное нарастание.

При облучении белым ИКСС в фазе кущение-трубкование в течение 90 мин. продуктивность фотосинтеза была на 17% выше, чем в контроле, в фазу формирования зерна она снизилась на 20%, тогда как при облучении красным ИКСС (90—120 мин.) в этой фазе развития растений отмечено постепенное накопление сухого вещества с 34 до 57% по сравнению с растениями из необлученных семян.

По элементам структуры урожая опытные растения значительно превышают контрольные. Продуктивность растений, выращенных из облученных семян, во всех вариантах облучения была выше, чем в контроле. При этом повышение урожайности происходит в основном за счет увеличения продуктивной кустистости, которая после облучения семян в течение 90 мин. (белый ИКСС) достигает 5, 3, а после облучения 120 мин. (красный ИКСС) — 6,3.

Наибольший вес 1000 зерен получен после 120 минутного облучения белым и красным ИКСС и составляет 40,1—40,4 г против 36,7—36,3 г в контроле.

Наши опыты показали возможность одновременного увеличения урожая зерна и содержания белка при предпосевном облучении семян ИКСС. При экспозиции 90 мин. (белый ИКСС) и 120 мин. (красный ИКСС) урожай зерна увеличивается соответственно на 14 и 9 ц/га по сравнению с контролем, а содержание белка соответственно, на 1,8 и 1,4% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние ИКСС на урожай и качество зерна пшеницы сорта Безостая 1

Варианты опыта	Белый ИКСС		Красный ИКСС	
	урожай, ц/га	содержание белка, %	урожай, ц/га	содержание белка, %
Контроль (без облучения)	55,2	13,2	56,0	14,5
Облучение в течение 90 мин.	69,7	15,0	64,0	15,2
120 »	60,9	14,5	65,0	15,9
150 »	60,3	14,9	60,0	15,0
180 »	65,0	15,1	71,5	14,5
360 »	59,5	14,3	67,0	15,2
480 »	60,0	15,4	70,0	15,3
P% = 2,5	$НСР_{0,99}$ = 1,35 ц.			

Изучение влияния ИКСС на семена яровой пшеницы показало весьма заметную стимуляцию энергии прорастания и всхожести семян. Наиболее эффективным оказалось облучение 45 мин. белым ИКСС для мягкой яровой пшеницы и 90 мин. — для твердой, а при красном ИКСС — 90 мин. независимо от сорта. При этих двух экспозициях энергия прорастания у мягких пшениц — (Казахстанская 126) была повышена, соответственно, на 11,0 и 3,0%, а всхожесть — на 2,2 и 1,8%; у твердых (Мелянопус 26) — на 8,3 и 11,0%.

Светоимпульсное облучение семян влияет на длину вегетационного периода, последняя также зависит от климатических условий года. Так, 1970 год характеризовался сухим жарким летом и в этих условиях не наблюдалось особых отличий у растений в прохождении ими фенофаз. 1971 и 1972 годы оказались более благоприятными для развития растений пшеницы и опыты этих лет показали наличие некоторых сдвигов в прохождении и продолжительности фенофаз у опытных растений по сравнению с контрольным. У растений, сорта Казахстанская 126 при облучении белым ИКСС сокращается вегетационный период при выращивании без полива на 4—7 дней и красным ИКСС — на 2—4 дня. В условиях орошения в варианте с облучением семян белым ИКСС вегетационный период у сорта Казахстанская 126 сокращается на 1—2 дня, а после облучения красным ИКСС удлиняется на 2—3 дня. Аналогичное явление наблюдается и у других сортов.

Наиболее важным показателем фотосинтетической деятельности растений является, как известно, накопление сухой массы.

Облучение семян сорта Казахстанская 126 в течение 45 мин. повышает накопление сухого вещества в фазе формирования зерна на 16,8%. При красном ИКСС максимум накоп-

Таблица 2

Влияние облучения семян ИКСС на структуру урожая яровой пшеницы

Варианты опыта и сорт	Прокуктивная кустистость	Вес зерна с одного растения, г	Вес 1000 зерен, г	Урожай с 1 м2, кг
Мелянопус 26				
Контроль (без облучения)	1,9	2,17	39,9	0,15
Облучение: 45 мин.	2,8	4,73	40,3	0,17
90 »	3,9	4,82	40,3	0,16
120 »	2,1	4,03	40,2	0,14
240 »	2,3	5,33	39,7	0,18
360 »	3,2	5,35	40,7	0,17
Казахстанская 126	3,4	3,71	34,5	0,13
Контроль (без облучения)				
Облучение: 45 мин.	4,1	5,25	33,4	0,14
90 »	4,5	5,39	33,5	0,14
120 »	3,8	3,75	34,6	0,14
240 »	3,5	5,00	35,3	0,14
360 »	3,0	3,57	33,7	0,13
m=±0,32 ц.	P%=1,12%		$НСР_{0,99}$=1,22 ц.	

ления сухого вещества приходится на фазу колошения: при экспозиции 45 и 240 мин. его, соответственно, на 94 и 390% больше, чем у контроля, однако к периоду формирования зерна происходит уменьшение содержания сухого вещества.

Предпосевное облучение семян яровой пшеницы повышает продуктивную кустистость, число колосков и зерен в колосе, вес зерна одного растения, урожай зерна с 1 м^2.

Данные таблицы 2 показывают, что для пшениц Мелянопус 26 и Казахстанской 126 наиболее эффективным является облучение белым ИКСС в течение 45 и 90 мин.; урожай в пересчете на гектар достоверно повышается, соответственно, на 6,9 и 8,4% по сравнению с контролем (при $m = \pm 0{,}02$ ц.; $P\% = 1{,}12$; $НСР_{0,99} = 1{,}09$ ц.).

На фоне полива во всех вариантах облучения урожай выше, чем в контроле, следовательно, полив усиливает действие ИКСС.

Для сорта Мелянопус 26 наиболее эффективным оказалось облучение в течение 120 мин. белым ИКСС и 90 мин. красным ИКСС, что повысило урожай, соответственно, на 13,8 и 13%. Для сорта Казахстанская 126 наиболее эффективным является облучение 90 мин. (белый и красный ИКСС), приведшее к достоверному увеличению урожая, соответственно, на 24,8 и 32,3% по сравнению с контролем (при $m = \pm 0{,}43$ ц.; $P\% = 1{,}07$; $НСР_{0,99} = 1{,}71$ ц.).

На фоне без полива после облучения ИКСС семян сорта Мелянопус 26 урожай повышается за счет увеличения продуктивной кустистости, а на поливе — за счет увеличения числа зерен в колосе и веса 1000 зерен.

Результаты опытов показали, что в год облучения вес 1000 зерен у сорта Казахстанская 126 оставался одинаковым в условиях полива и без полива. По сорту Мелянопус 26 после облучения красным ИКСС — 45 мин. на фоне без полива вес увеличился в среднем на 16,2%, а на поливе — повышения веса не наблюдалось, а после облучения белым ИКСС той же экспозиции вес повысился на 7,3%.

Предпосевное облучение семян вызывает заметное изменение содержания белка в зерне, что зависит от особенностей сорта и условий выращивания растений. Для сорта Казахстанская 126 наилучшим оказалось облучение в течение 45 мин. (белым и красным ИКСС), когда содержание белка увеличилось на 0,6—2,0%, а клейковины, соответственно, на 9,3 и 11,3% по сравнению с контролем. Содержание белка в

зерне после облучения семян красным ИКСС во всех вариантах, независимо от сортов, повышенное. Для сорта Мелянопус 26 наилучшей экспозицией после облучения в течение 45 мин. белым ИКСС и 90 мин. красным ИКСС содержание белка повысилось, соответственно, на 0,2 и 1,1%, а клейковины — на 3,4 и 2,0%. Следует отметить, что после облучения в течение 120 и 360 мин. красный ИКСС снижает у Мелянопус 26 содержание клейковины на 10—20%. У сорта Казахстанская 126 этого не наблюдалось.

Наши исследования показывают также увеличение содержания белка и клейковины в результате предпосевного облучения семян пшеницы ИКСС происходит и при выращивании на поливе. У обоих сортов после облучения в течение 45 мин. белым ИКСС и 90 мин. красным ИКСС содержание белка и клейковины по сравнению с контролем повышалось соответственно на 0,8—3,8% и 1,2—2,4% у сорта Мелянопус 26 и на 1,1—9,1% и 1,5—7,5% — у Казахстанской 126.

Следовательно, предпосевное облучение семян ИКСС можно рассматривать как новый перспективный прием повышения урожая растений и улучшения его качества на фоне орошения. Наши данные дают основание полагать, что на поливе при сочетании ИКСС с другими агротехническими приемами можно добиться увеличения урожая и повышения белка в зерне.

В связи с решением практических задач фотоэнергетики растений представляет особый интерес изучение влияния светоимпульсного облучения семян и вегетирующих растений на изменчивость признаков яровой пшеницы.

В последние годы внимание ряда наших биологов, генетиков и селекционеров направлено на изучение действия светоимпульсного облучения как нового формообразующего фактора, способного влиять на наследственность растений.

Возможности получения мутантов действием ИКСС на семена и вегетирующие растения у яровой пшеницы не изучены.

После действия ИКСС на элитные семена яровой пшеницы Мелянопус 26 в течение от 2 до 6 часов и Харьковской 46 в течение 2 часов красным ИКСС наблюдаются изменения полезных признаков.

Частота появления положительно измененных форм растений составляет 0,04%. Новые формы растений отличаются от исходных повышенной продуктивностью, низкорослостью, большей длиной колоса, большим числом колосков

и зерен в колосе, что привело у некоторых измененных форм к повышению урожая в 1,5 раза по сравнению с исходными формами.

Весьма заметные изменения морфологических признаков наблюдались у растений сорта Мелянопус 26, выращенных из семян, облученных в течение 2—4 часов белым и красным ИКСС.

Среди этих растений было выделено несколько новых форм, которые особенно отличались от исходных повышенной кустистостью, величиной колоса, числом зерен в колосе. Эти формы оказались константными и были отобраны для дальнейших исследований как мутантные (табл. 3).

Таблица 3

Структура урожая мутантных форм, полученных воздействием ИКСС на семена и вегетирующие растения

Сорт и мутантные формы	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе	Вес зерна с одного растения, г	Вес 1000 зерен, г	Урожай зерна ц/га		Содержание белка, %
					1972 M_2	1973 M_3	
Мелянопус 26							
Исходный сорт	2,5	46,9	4,18	41,6	19,0	21,0	17,0
Мутанты: 1	3,0	68,7	10,56	52,9	29,0	36,0	17,8
2	6,8	59,26	16,1	57,6	29,0	37,0	17,2
3	4,3	79,1	12,3	46,8	27,0	31,0	17,8
4	3,6	67,8	9,6	51,6	26,0	31,0	17,2
5	3,9	49,7	5,95	49,7	28,0	31,0	18,9
Харьковская 46							
Исходный сорт	2,2	36,6	3,6	37,8	0,180	0,235	19,3
Мутант 7	4,3	63,9	9,7	39,7	0,295	0,342	20,0
				m =	±0,56 ц.	0,39 ц.	
				P% =	2,7	2,9	
				$НСР_{0,95}$ =	3,29 ц.	2,95 ц.	

Все мутантные формы, полученные путем воздействия ИКСС на семена, в третьем поколении сохранили высокую по сравнению с исходными сортами продуктивность. В настоящее время они изучаются в 4 и 5-ом поколениях.

Изучение влияния облучения вегетирующих растений показало, что наибольший положительный эффект действия ИКСС на рост, развитие и урожайность яровой пшеницы от-

мечены после облучения молодых вегетирующих растений, особенно в фазе кущения и трубкования.

Ежедневное облучение в течение 10 дней по 20 мин. растений сорта Мелянопус 26 в фазе кущения повысило в год облучения продуктивную кустистость, увеличило вес зерна с одного растения и урожай в полтора раза по сравнению с контролем. Аналогичные результаты получены и по сорту Казахстанская 126, что особенно заметно при выращивании растений на фоне полива, который способствует развитию продуктивных стеблей, повышению продуктивности колоса.

Облучение растений в фазе трубкования менее эффективно: хотя у сорта Казахстанская 126 после 20 минутного облучения увеличивается продуктивность колоса, снижается высота растений.

Таким образом, облучение вегетирующих растений в течение 10 дней по 20—30 мин. в фазе кущения весьма сильно повышает урожайность.

Ниже приводим описание мутантов.

Мутант 1 — получен после облучения семян сорта Мелянопус 26 белым ИКСС продолжительностью 4 часа. Созревает на 4—7 дней раньше исходной. Зерно крупное, вес 1000 зерен 49,6—52,9 г.

Число зерен в колосе 52—68. Вес зерна с одного растения 8,2—10,8 г, продуктивная куститость 3—5. Высота растений 85—97 см. Соломина толстая, ости очень грубые, длина колоса 10—12 см. Средний урожай зерна с 1 м^2 0,31—0,36 кг.

Мутант 2 получен после облучения семян красным ИКСС в двухчасовой экспозиции. Созревает на 4—6 дней раньше. Зерно крупное, вес 1000 зерен 47,6—57,6 г. Продуктивная кустистость 4—7. Вес зерна одного растения 10,1—16,0 г, высота растений 95—105 см. Число зерен в колосе 50—59. Урожай зерна с 1 м^2 — 0,29—0,37 кг.

Мутант 3 получен после облучения семян красным ИКСС в течение 4-х часов. Созревает на 4—7 дней раньше контроля. Зерно средней крупности, вес 1000 зерен 44,4—46,8 г. Продуктивная кустистость 4—5,3, число зерен в колосе 65—79. Вес зерна с одного растения 10,5—12,2 г. Урожай зерна с 1 м^2 0,27—0,31 кг.

Мутант 4 получен после облучения семян белым ИКСС продолжительностью 2 часа. Созревает на 3—5 дней раньше. Зерно средней крупности, вес 1000 зерен 51,6—52,9 г. Продуктивная кустистость 3,5—4,2. Число зерен в колосе 65—70. Вес зерна с одного растения 7,5—9,6 г. Урожай зерна с 1 м^2 0,26—0,31 кг.

Мутант 5 получен в 1970 г. после облучения вегетирующих растений сорта Мелянопус 26 белым ИКСС по 20 мин. ежедневно в течение 10-ти дней. Высота растений — 78—90 см. Колос крупный — 10—12 см., вес 1000 зерен 49—53,6 г. Колос неопущенный с резким измененным признаком — макромутаций. Средний урожай с 1 м^2 — 0,285—0,315 кг.

Мутант 7 получен также в 1970 г. при облучении красным ИКСС семян сорта Харьковская 46 в течение 2-х часов. Созревает одновременно с исходной. Зерно крупное янтарное, вес 1000 зерен 35—39 г. Число зерен в колосе 59—68. Продуктивная кустистость 3,5—4,4. Высота растений 115—145 см. Соломина тонкая, прочная. Колос белый, крупный. Средний урожай с 1 м^2 0,29—0,34 кг.

Все эти формы мутантов константны, устойчивы к полеганию, оказались плотноколосые, плодовитость не снижается, пыльца нормальная (табл. 4, 5).

Таблица 4

Урожай, вес 1000 зерен и качество зерна фотомутантов в M_4 (1974 год)

Мутанты в сравнении с исходными сортами	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Урожай зерна		Вес 1000 зерен, г	Содерж. белка, %
			с 1 м^2	ц/га		
Исходный сорт — Мелянопус 26						
Исходный	1,2	47,0	0,175	17,5	39,2	17,0
Мутанты: 1	3,1	76,3	0,295	29,5	48,7	18,1
2	3,5	62,0	0,286	28,6	46,2	17,5
3	3,2	65,7	0,291	29,1	44,3	18,0
4	3,7	68,2	0,278	27,8	46,6	19,0
Исходный сорт — Харьковская 46						
Исходный	1,7	37,4	0,205	20,5	35,8	19,0
Мутант 7	3,8	68,5	0,310	31,0	41,6	19,9

Мутанты отличаются от исходного сорта повышенной продуктивностью, короткостебельностью, высоким содержанием белка, а также морфологическими признаками. Этим отличаются особенно мутанты № 1, № 4, полученные из исходного сорта Мелянопус 26 и мутант № 7 и— из Харьковской 46.

Таблица 5

Элементы урожайности и вес 1000 зерен фотомутантов ь M_5 (1975 г.)

Мутанты в сравнении с исходными сортами	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Вес зерна, г с одного колоса	Вес зерна, г с одного растения	Вес 1000 зерен, г	Урожай зерна с 1 м², кг	Урожай зерна в га
Исходный сорт — Мелянопус 26								
Исходный	95,2	1,7	40	1,5	2,2	46,1	0,154	15,4
Мутанты: 1	77,7	2,0	48,8	2,2	3,7	45,0	0,210	21,0
2	88,8	2,0	52,5	2,1	4,4	40,0	0,210	21,0
3	75,2	2,0	53,0	2,3	3,5	43,7	0,205	20,5
4	91,5	2,4	56,4	2,2	5,4	40.0	0,222	22,2
5	93,2	2,0	57,4	2,5	4,4	43,5	0,227	22,7
Исходный сорт — Харьковская 46								
Исходный	99,8	1,7	38,2	1,3	2,1	36,7	0,176	17,6
Мутант 7	96,4	2,2	62,1	2,3	4,2	43,2	0,242	24,2

Таким образом, наши исследования позволяют заключить, что облучение семян и растений яровой пшеницы (твердой), сравнительно большими дозами ИКСС вызывает появление у растений новых признаков ,резко отклоняющихся от исходных сортов. Это обстоятельство служит основанием полагать, что ИКСС является не только стимулирующим, но и мутагенным фактором. Мутагенные дозы импульсного концентрированного солнечного света значительно больше, чем стимулирующие дозы облучения. В частности, мутагенная доза в наших опытах 2—4 часа при концентрации 45—50 раз.

В результате светоимпульсного облучения растений в фазу кущения и трубкования также повышается продуктивная кустистость и урожайность (табл. 6).

При облучении семян белым ИКСС сорта Казахстанская 126 последействие наблюдается в вариантах облучения 120, 240, 360 мин. В результате у растений первой репродукции сбор зерна с 1 м² увеличился с 18,7 до 56,2% по сравнению с необлученными, а после облучения красным ИКСС во всех

Таблица 6

Последействие облучения вегетирующих растений на продуктивность яровой пшеницы на поливе (среднее 1972 г.)

Вариант опыта и сорт	Фазы облучения растений				
	кущение			трубкование	
	продуктивная кустистость	длина колоса, см	урожай зерна с 50 растений, г	продуктивная кустистость	урожай зерна с 50 растений, г.
Мелянопус 26					
Контроль (без облучения)	2,5	8,6	210,2	2,8	227,3
Ежедневное облучение в течение 10 дней:					
по 10 мин.	2,0	9,1	215,8	3,0	397,3
20 »	4,0	9,5	398,3	4,2	432,6
30 »	4,0	8,9	442,6	4,0	379,2
Казахстанская 126					
Контроль (без облучения)	3,2	10,5	210,8	3,2	216,0
Ежедневное облучение в течение 10 дней:					
по 10 мин.	4,5	10,2	251,5	3,2	220,9
20 »	7,5	12,8	575,6	5,5	369,3
30 »	4,5	9,5	195,5	3,0	208,9

вариантах облучения урожай зерна повысился на 22,5—74%. На фоне без полива облучение белым ИКСС увеличивает высоту растений, в то время как облучение красным ИКСС уменьшает ее на 10—15 см.

На поливе наибольшим последействием отличается облучение в течение 120 мин. белым ИКСС и 90 мин. красным ИКСС, в рзеультате урожай зерна у растений первой репродукции на 32,1—40,0% больше, чем в контроле.

Предпосевное облучение семян яровой пшеницы сорта Мелянопус 26 приводит к торможению роста растений первой репродукции, но увеличивает продуктивную кустистистость, число зерен в колосе и вес зерна с одного колоса, что способствует повышению урожайности на 20—30% и более.

Для оценки экономической эффективности изучаемого приема нами произведен анализ дополнительных издержек производства, связанных с облучением ИКСС и их окупаемости, стоимости дополнительно полученного урожая.

В результате предпосевного облучения семян пшеницы ИКСС дополнительный доход с одного гектара без полива

составляет по сорту Безостая 1 — 6,0 руб., Казахстанская 126 — 8 руб. 79 коп., Мелянопус 26 — 18 руб. 08 коп. На поливе, по сорту Казахстанская 126 — 9 руб. 17 коп., Мелянопус 26 — 12 руб. 72 коп.

Предпосевное облучение семян ИКСС открывает большие возможности для увеличения доходности пшеницы. В среднем прибавка урожая зерна от облучения ИКСС за три года составила с 1 га 2—4 ц., а в последействии, в первой репродукции 4—8 ц/га.

Выводы

1. Предпосевное облучение семян озимой и ярвоой пшеницы ИКСС повышает посевные качества семян, энергию прорастания, всхожесть, сокращает вегетационный период растений в зависимости от дозы облучения и спектра, на 4—7 дней, стимулирует фотосинтетическую деятельность листьев, что в итоге способствует повышению урожайности зерна у озимой пшеницы на 14—15 ц/га, у яровой — на 2—5 ц/га.

2. Наиболее эффективной экспозицией облучения является для озимой пшеницы 90 мин. белым ИКСС и 90—120 мин. красным ИКСС; для яровой пшеницы — 45—90 мин. белым и красным ИКСС.

3. После облучения семян ИКСС в течение 2—4 часов происходит изменение морфологических признаков растений, в потомстве появляются константные в M_4 и M_5 мутантные формы, которые по продуктивности в 1,5 раза превосходят исходные сорта.

4. Облучение вегетирующих растений в фазе кущения и трубкования увеличивает продуктивную кустистость и урожайность.

С. А. Станко, Т. А. Виноградова

ФОТОСТИМУЛЯЦИЯ УРОЖАЙНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА У ПШЕНИЦЫ

УДК 577.3:633.11

Наблюдаемое за последнее время увеличение обратной зависимости между урожайностью растений и содержанием белка создает большие трудности в селекции на повышение содержания белка в зерне одной из основных злаковых куль-

тур — пшеницы. К настоящему времени содержание белка в зерне пшеницы и кукурузы понизилось в среднем на 2—4%. Одна из причин этого явления связана с тем, что проблеме белковости со стороны селекции уделялось мало внимания. Селекционеры, как указал П. П. Лобанов (Лобанов, 1965) больше внимания обращали на повышение урожайности и меньше — на качество получаемой продукции. Поэтому получаемые селекцией новые сорта по урожайности значительно превосходят старые сорта, обладая хорошими физико-химическими качествами клейковины и хлебопекарными качествами, но по содержанию белка (в т. ч. и клейковины) они уступают старым сортам. Благодаря этому качество зерна ухудшилось и значительно понизилась его питательная ценность. Иногда указывают, что несколько пониженное содержание белка в зерне современных новых сортов покрывается большим сбором его на гектар благодаря повышенной урожайности. Но питательная ценность хлеба и мучных продуктов определяется не общим выходом белка с единицы площади, а его содержанием в каждой весовой единице зерна.

Однако наличие обратной зависимости между урожайностью и содержанием белка в зерне совсем не означает, что селекция не имеет перспектив повышения белковости зерна без снижения продуктивности.

В настоящее время ведущую роль в решении проблемы белка играет увеличение ресурсов белка растительного происхождения путем повышения белковости зерна, улучшением аминокислотного состава и повышения питательной и кормовой его ценности. Повышение белковости решается в комплексе с повышением продуктивности зерновых культур. Однако селекция на высокое содержание и качество белка сопряжена с большими трудностями, поскольку мутантные гены по белку, как правило, почти не имеют морфологических маркеров (Конарев, 1974), а это затрудняет поиск высокобелковых, а также с улучшенной аминограммой белков линий и мутантов в популяциях. По современным требованиям, селекция должна вестись не на суммарные аналитические показатели, а на конкретный белок или группу белков, определяющих белковость и качество урожая (Конарев, 1972, 1973).

К настоящему времени уже известно много радикальных методов повышения урожайности зерна, осталось найти и методы повышения белковости зерна, а также улучшение других его компонентов.

Ранее было установлено (Шахов, Станко, 1962; Станко, Зенченко, Быргэу, 1969; Станко, Зенченко, 1972), что предпосевное облучение семян стимулирующими дозами импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС), а также концентрированного импульсного электрического света (ИКЭС) приводит к существенным сдвигам в повышении продуктивности растений и накопления белка у пшеницы и других злаковых культур. Так, предпосевное облучение семян пшеницы яровых и озимых сортов увеличивало натуру зерна, а содержание белка в зерне возрастало на 1—2,2%. Это обстоятельство может оказаться важным для селекционеров при повышении белковости зерна.

Наряду с предпосевным облучением семян важную роль в повышении содержания белка играет и облучение вегетирующих растений ИКСС. Мы отметили (Станко, Виноградова, Быргэу, 1974), что одной из важных особенностей действия ИКСС на растения в разные фазы вегетации является усиление синтеза и накопления нуклеиновых кислот, аминокислот и белка. Усиление биосинтеза и накопления этих соединений по современным представлениям (Меерсон, 1973), является ответной быстродействующей адаптивной реакцией организма на меняющиеся условия среды как общебиологическое явление. Поэтому и усиление биосинтеза и накопления белка при облучении растений ИКСС — явление вполне объяснимое и управляемое.

Поскольку ИКСС как мощный энергетический фактор приводит к своеобразным сдвигам в структурно-метаболических процессах в зависимости от энергии, спектрального состава и продолжительности воздействия, может приводить как к стимуляции, так и к торможению многих эндогенных процессов, в том числе биосинтеза и накопления белка. При этом действие ИКСС, вероятно, сказывается уже на первичной структуре отдельных белков, предопределяя вторичную, третичную и четвертичную структуру белковой глобулы, ее физиологические функции, вызывая сдвиги в функциональном и структурном аспектах. А это, в свою очередь, может привести к повышению продуктивности растений с одновременным повышением содержания белка. Однако для этого необходим определенный запас метаболического фонда, повышение проницаемости мембран и более энергичное перемещение метаболитов из одной клетки в другую, достаточная активность работы ферментных систем и их способность поддерживать постоянство внутренней среды в зависимости от резких, хотя и кратковременных, перепадов интенсивнос-

ти освещения и температуры. Импульсный концентрированный свет как раз и обладает этими особенностями, правда, в стимулирующих обмен веществ дозах. И если действие ИКСС каким-то образом сказывается на скорости и специфике образования полипептидной цепочки и активации отдельных синтетаз, то в результате возможно благоприятное перераспределение матаболического фонда клетки, что может привести в конце к повышению продуктивности растений и повышению содержания белка.

Придавая большое значение характеру и путям воздействия отдельных элементов минерального питания на процессы биосинтеза и качество ассимилятов, а также на передвижение и образование метаболического фонда, представлялось интересным изучить влияние светоимпульсного облучения на накопление и фракционный состав белка высокопродуктивных сортов пшениц селекции академика П. П. Лукьяненко. С этой целью опытные и контрольные растения озимых пшениц сорта Безостая 1 и Кавказ выращивали в вегетационных сосудах по Митчерлиху на кварцевом песке. Подкормку проводили каждый 3-й день питательной смесью Кнопа с нормальным и утроенным содержанием азота, фосфора и калия. Облучение проводили ежедневно ИКСС по 30 мин. За период разового облучения растения получали

Таблица 1

Влияние минерального питания и облучения растений пшеницы Безостая 1 ИКСС на морфологические особенности, накопление органической массы и зерна

Минеральное питание	Вариант опыта	Высота растений, см.	Вес органической массы одного растения, г.	Колос				Вес зерна одного колоса, г.
				длина, см.	вес, г.*	число колосков	число зерен	
NPK	Контроль	66,3	2,32	6,9	1,1	12,1	27,2	0,75
	Облучение	62,2	3,49	6,5	1,8	12,3	27,0	1,22
(3N)PK	Контроль	81,6	4,30	8,0	1,7	15,0	31,5	1,28
	Облучение	71,5	5,00	7,4	2,2	15,7	32,0	1,62
N(3P)K	Контроль	74,8	3,91	6,9	1,7	13,6	34,2	1,28
	Облучение	68,2	4,20	6,6	2,3	13,6	38,0	1,71
NP(3K)	Контроль	73,6	3,11	7,0	2,0	13,4	28,0	1,52
	Облучение	69,1	4,60	7,5	2,8	14,1	36,0	1,92

* Достоверность фактическая выше достоверности теоретической на уровне значимости P = 0,95.

суммарную энергию светоимпульсов $3{,}10^9$ эрг/см^2 листовой поверхности.

Белки из семян выделяли по Пенсу и Элдер, а их содержание определяли по Лоури и подвергали электрофорезу в ПААГ.

Наряду с определением содержания и фракционного состава белка изучали содержание форм азота, фосфора и калия в листьях и зерне, а также учитывали продуктивность растений и структуру урожая.

Нами отмечено, облучение растений в разные фазы вегетации приводит к повышению продуктивности. Из табл. 1 видно, что облучение растений на разных фонах минерального питания достоверно приводило к уменьшению их высоты и существенному увеличению общей органической массы, весу колоса и урожая зерна в колосе. Длина колоса, число колосков в колосе опытных и контрольных растений отличалась несущественно. Наибольшая органическая масса растений получена при облучении в вариантах с повышенным азотным питанием, несколько ниже — с калийным и фосфорным питанием. Наибольшая продуктивность колоса получена на высоком фоне калийного питания и несколько ниже — на фоне фосфорного и азотного питания. На этих фонах питания урожай зерна по сравнению с соответствующими контрольными возрос соответственно на 26, 33 и 25%. На фоне нормального питания урожай зерна опытных растений по сравнению с контрольными возрос на 63%. Аналогичная зависимость отмечена также и у сорта Кавказ.

Таким образом, облучение растений пшеницы в течение вегетации достоверно повышает продуктивность колоса.

Наряду с повышением урожайности зерна отмечено, что облучение растений, произраставших на повышенных фонах минерального питания, в том числе азотного, фосфорного и калийного по сравнению с соответствующими контрольными, повысило содержание белка в зерне (белковый азот × 5,7) соответственно на 1,6, 0,6 и 2,6% у сорта Безостая 1 на 3,6, 3,1 и 1,8% — у Кавказа (табл. 2, 3). Наибольшее абсолютное содержание белка отмечено у растений под действием ИКСС, произраставшим на повышенном азотном и калийном фонах питания. На фоне нормального питания под действием облучения содержание белка в зерне по сравнению с контролем возросло на 0,9—1,2%. Эти данные убедительно показывают на необходимость выращивания растений в процессе облучения на высоких фонах минерального питания.

Таблица 2

Влияние условий минерального питания и ежедневного облучения растений пшеницы Безостая 1 ИКСС на содержание форм азота, фосфора, калия и белка в зерне
(мг на 1 г абсолютно сухой обезжиренной муки)

Минеральное питание	Вариант опыта	Азот				Фосфор			Калий		
		общий	белковый	не белковый	белок, %	общий	суммарный кислоторастворимый	белковый	общий	адсорбционно-связанный	растворимый
NPK	Контроль	34,7	29,1	5,6	16,6	3,62	2,57	1,05	39,7	1,1	38,6
	Облучение	35,9	30,9	5,0	17,5	3,87	3,11	0,76	41,4	1,3	40,1
(3N)PK	Контроль	36,7	31,7	5,0	18,0	3,93	2,39	1,54	57,3	1,7	55,6
	Облучение	39,9	37,7	2,2	21,7	4,28	2,76	1,52	64,1	1,7	62,4
N(3P)K	Контроль	33,4	26,1	7,3	14,8	3,22	1,60	1,62	44,2	1,9	42,3
	Облучение	34,0	29,0	5,0	16,5	3,67	1,58	2,09	49,3	1,8	47,5
NP(3K)	Контроль	35,2	30,8	4,4	17,5	3,71	1,85	1,86	57,2	2,3	54,9
	Облучение	36,7	33,4	3,3	19,0	4,00	2,11	1,89	64,4	2,5	61,9

Таблица 3

Влияние условий минерального питания и ежедневного облучения растений пшеницы Кавказ ИКСС на содержание форм азота, фосфора, калия и белка в зерне
(мг на 1 г абсолютно сухой обезжиренной муки)

Минеральное питание	Вариант опыта	Азот				Фосфор			Калий		
		общий	белковый	не белковый	белок, %	общий	суммарный кислоторастворимый	белковый	общий	адсорбционно-связанный	растворимый
NPK	Контроль	33,0	27,7	5,3	15,8	3,48	2,52	0,96	49,4	0,8	48,6
	Облучение	34,6	29,4	5,2	16,7	3,80	3,10	0,70	46,7	0,6	46,1
(3N)PK	Контроль	35,2	30,5	4,7	17,4	3,40	2,23	0,17	51,2	1,2	50,0
	Облучение	39,6	37,0	2,6	21,0	4,04	2,68	1,36	70,0	1,1	68,9
N(3P)K	Контроль	33,1	25,0	8,1	14,3	3,19	1,61	1,58	42,8	1,2	41,6
	Облучение	34,8	30,5	4,3	17,4	3,53	1,68	1,85	49,5	1,7	47,8
NP(3K)	Контроль	34,4	29,5	4,9	16,8	3,24	1,12	2,12	47,2	1,9	45,3
	Облучение	35,7	32,5	3,2	18,6	4,03	2,05	1,98	57,7	1,8	55,9

Таблица 4

Фракционный состав белка семян пшеницы сорта Безостая 1 в зависимости от условий минерального питания и облучения растений ИКСС (числитель — в мгк на 1 г абсолютно сухой обезжиренной муки; знаменатель — в % от общей суммы белка)

Минеральное питание	Вариант опыта	Фракции белка					Сумма
		альбумины	глобулины	глиадины	глютенины	остаточные	
NPK	Контроль	2600/14,0	700/3,8	6600/36,5	6400/33,7	2200/12,0	18500/100
	Облучение	2900/14,2	1100/5,4	7100/34,8	6800/33,2	2500/13,4	20400/100
(3N)PK	Контроль	2500/12,7	900/4,5	6900/35,0	7000/35,6	2400/12,2	19700/100
	Облучение	3100/12,8	1400/5,7	8400/34,6	8800/36,2	2600/10,7	24300/100
N(3P)K	Контроль	2900/16,0	1000/5,5	6100/33,8	5900/32,6	2200/12,1	18100/100
	Облучение	2500/13,2	900/4,7	7300/38,4	6200/32,6	2100/11,1	19000/100
NP (3K)	Контроль	2300/12,0	1100/5,7	6900/36,0	6300/32,8	2700/13,5	19200/100
	Облучение	2500/11,3	1000/4,5	7800/35,4	7900/36,0	2800/12,8	22000/100

Следовательно, при оптимальном сочетании режима облучения и минерального питания можно не только направленно достигать интенсификации физиолого-биохимических процессов и увеличения валового сбора зерна пшеницы, но и в значительной степени повышать содержание в нем белка. Последнее крайне важно в свете решения проблемы увеличения урожайности с одновременным повышением содержания белка у злаковых культур. Вместе с тем облучение растений ИКСС сказывается на фракционном составе белка зерна.

Как видно из табл. 4 основная масса в составе белков зерновок пшеницы сорта Безостая 1 у опытных вариантов приходится на глиадины (33—38%) и глютенины (32—36%). При этом содержание альбуминов и глобулинов или равно контрольным, или же у опытных вариантов несколько выше. Аналогичное явление наблюдается и в группе так называемых неизвлекаемых остаточных белков. Выделенные группы белков могут быть отнесены к трем функциональным группам: запасным белкам, структурным и каталитическим. К запасным белкам относятся прежде всего глиадин и глютенин, образующиеся в эндосперме зерновок. К структурным белкам относятся остаточные (неизвлекаемые) белки, альбумины, глобулины и частично глютенины. Эти белки в большом количестве находятся в зародыше и алейроновом слое, образуя с нуклеиновыми кислотами и липоидами структуры цитоплазмы и ядра — мембраны, митохондрии, микросомы и др. К каталитическим белкам, обладающим ферментативной активностью, относятся альбумины и глобулины, основная масса которых в зародыше и алейроновом слое.

Как видно из рассмотрения данных по фракционному составу белка зерновок пшеницы, облучением растений ИКСС можно значительно повысить абсолютное содержание белка и в том числе существенно содержание белков группы запасных, не снижая содержание группы каталитических и структурных белков.

Дискэлектрофоретическим методом анализа отдельных фракций белков в ПААГ нами установлено, что в зависимости от облучения растений проявляются различия в концентрационном содержании, а также в увеличении или уменьшении числа отдельных компонентов. Так, во фракции альбуминов на нормальном фоне минерального питания обнаружено по 8 компонентов, а на фонах повышенного азотного, фосфорного и калийного питания — по 9 компонентов. У облучавшихся вариантов активность отдельных компонентов

выше контрольных. Во фракции глобулинов у всех вариантов отмечено по 6 компонентов. В составе глиадинов отмечено по 12 компонентов, со значительно более высокой активностью у опытных вариантов. В составе глютенинов отмечено по 8 компонентов белков.

Таким образом, электрофоретические спектры белковых фракций показали существенные концентрационные изменения отдельных белковых компонентов, хотя число их у опыта и контроля было одинаковым. Осебенно представляет интерес дискэлектрофорез глиадинов, где опытные варианты выявили значительно большую активность, чем контрольные, а на фоне повышенного азотного питания обнаружено появление дополнительных компонентов. Это может указывать на мутагенный эффект действия ИКСС.

В целом светоимпульсное облучение семян и вегетирующих растений пшеницы в оптимальных режимах существенно сказывается на повышении урожайности и белковости, изменяя соотношение отдельных белковых фракций, а в отдельных фракциях увеличивает активность компонентов. Это явление может оказаться существенным в селекционно-генетической практике.

Е. Д. Кузнецов, А. А. Шахов

СТИМУЛЯЦИЯ КРАСНЫМ СВЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ЛИЗИНБОГАТЫХ БЕЛКОВ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ

УДК 633.11.

Фотостимуляция энергетических процессов роста, развития и биосинтеза является важным вопросом фотоэнергетики растений. Большое количество работ посвящено фотостимуляции жизнедеятельности растений импульсным концентрированным солнечным светом. В настоящее время начинает интенсивно развиваться другая область фотостимуляции — лазерная стимуляция. Оба вида фотостимуляции нашли применение в практике растениеводства. Существенный интерес для фотоэнергетики растений представляет изучение низкоэнергетической фотостимуляции жизнедеятельности растений при участии фитохрома. Эта стимуляция — один из примеров нефотосинтетического (регуляторного) действия света на растения.

Ранее нами было обнаружено, (Кузнецов, Шахов, 1974), что двукратное кратковременное (по 5 мин.) низкоэнергетическое (до 4 тыс. эрг/см^2·сек.) облучение этиолированных проростков пшеницы сорта Альбидум 43 красным светом (660±10 нм) увеличивает в них содержание суммарного белка приблизительно на 30%, причем это увеличение регулируется фитохромом. Одновременно нами было показано, что еще более значительное стимулирующее действие (более чем на 60%) оказывает красный свет на образование в проростках пшеницы гистонов фракции F_1, отличающихся от других белков очень высоким содержанием лизина. Это обстоятельство указывало на возможность светозависимых изменений аминокислотного состава тотального белка проростков пшеницы в сторону обогащения его лизином, а также пролином и аланином, то есть теми аминокислотами, которыми особенно богаты гистоны фракции F_1 (Джонс, 1972). Цель данной работы состояла в экспериментальной проверке этой возможности, которую мы провели в 1974—1975 гг.

Опыты проводили по схеме, описанной ранее (Кузнецов, Шахов, 1974). Для анализов использовали биомассу четырехсуточных этиолированных проростков пшеницы через 48 час. после их облучения красным светом. Контролем служила биомасса необлученных проростков. Для аминокислотного анализа суммарного белка растительный материал предварительно очищали от свободных аминокислот. Очистка материала достигалась настаиванием проб с этанолом (концентрация спирта 80%) в течение двух суток и последующей двухкратной экстракцией спиртом по 30 мин. при 80°С (Андреева, 1971). Очищенные пробы гидролизовали в запаянных ампулахв 6 н. соляной кислоте в течение 24 час. при 110°С. После удаления кислоты и переноса образцов в буфер производили их полный аминокислотный анализ на автоматическом анализаторе ААА-881. Содержание лизинбогатых гистонов фракции определяли по методу Лоури (Lowry et al., 1951) после количественной экстракции этих гистонов 5% ТХУ по Бастину и Коол (Bustin, Cole, 1968).

Результаты анализа аминокислотного состава суммарного белка побегов этиолированных проростков пшеницы (см. табл. 1) подтвердили наше предположение. Было обнаружено, что облучение проростков красным светом приводит к увеличению в белке побегов содержания лизина, пролина и аланина. Но кроме этих аминокислот показано достоверное повышение в белке побегов под действием света также содержания гистидина, аргинина, глютаминовой кислоты и лей-

Таблица 1

Последействие облучения красным светом на аминокислотный состав суммарного белка в побегах 4-х суточных этиолированных проростков пшеницы

Аминокислоты	Содержание аминокислот в молярных %%		Достоверность различий, %
	облучение КС	без облучения	
Лизин	4,8±0,19	3,6±0,14	>99,9
Гистидин	2,4±0,21	1,9±0,08	>95
Аргинин	3,3±0,15	2,8±0,09	>95
Аспарагиновая кислота	32,0±0,43	38,4±0,65	>99,9
Треонин	4,7±0,22	4,7±0,26	—
Серин	5,6±0,36	5,9±0,11	<95
Глютаминовая кислота	8,9±0,18	8,0±0,11	>99
Пролин	4,6±0,14	3,4±0,30	>99
Глицин	6,9±0,21	6,4±0,15	<95
Аланин	9,2±0,17	8,4±0,22	>95
Валин	4,9±0,08	4,8±0,13	<95
Метионин	0,9±0,02	0,8±0,05	<95
Изолейцин	2,6±0,21	2,5±0,07	<95
Лейцин	5,2±0,19	4,6±0,20	>95
Тирозин	1,4±0,10	1,4±0,05	—
Фенилаланин	2,4±0,27	2,2±0,21	<95
Сумма осн. АК	10,5±0,52	8,3±0,40	>99
Сумма кисл. и нейт. АК	89,5±0,52	91,7±0,40	>99

цина, в то время как содержание аспарагиновой кислоты значительно уменьшалось. Как показали анализы, в белках побегов под действием красного света существенно возрастает общее содержание основных аминокислот, но снижается содержание кислых и нейтральных аминокислот.

Побеги проростков пшеницы, не считая стебля с конусом нарастания, объем которого ничтожен, состоят в основном из двух органов: первого зародышевого листа и колеоптиля. Красный свет, как показано ранее (Кузнецов, Шахов, 1974) стимулирует рост первого листа, но тормозит рост колеоптиля. Исходя из такой закономерности действия света на рост проростков, нами было выдвинуто предположение о том, что изменение аминокислотного состава суммарного белка побегов может быть вызвано изменением соотношения объемов биомассы первого листа и колеоптиля при условии, если

аминокислотный состав суммарных белков этих двух органов различен. Результаты анализа аминокислотного состава белка первого листа и колеоптиля необлученных проростков (см. табл. 2) показали реальность нашего предположения.

Таблица 2

Различия в аминокислотном составе суммарных белков 1-го листа и колеоптиля у 4-х суточных этиолированных проростков пшеницы

Аминокислоты	Содержание аминокислот в молярных % %		Достоверность различий, %
	1-й лист	Колеоптиль	
Лизин	4,8±0,19	3,0±0,11	>99
Гистидин	2,2±0,06	1,8±0,10	>95
Аргинин	3,8±0,03	2,3±0,12	>99,9
Аспарагиновая кислота	22,6±0,23	46,1±0,85	>99,9
Треонин	5,3±0,18	4,4±0,30	<95
Серин	7,0±0,19	5,3±0,07	>95
Глютаминовая кислота	10,2±0,20	6,9±0,06	>99,9
Пролин	4,8±0,56	2,8±0,18	>95
Глицин	8,0±0,10	5,6±0,17	>99,9
Аланин	11,5±0,13	6,9±0,26	>99,9
Валин	4,5±0,28	5,0±0,06	<95
Метионин	1,3±0,04	0,5±0,06	>99,9
Изолейцин	2,6±0,08	2,4±0,07	<95
Лейцин	5,9±0,23	4,0±0,18	>99
Тирозин	1,9±0,02	1,2±0,07	>99
Фенилаланин	3,1±0,04	1,8±0,30	>95
Сумма осн. АК	10,9±0,25	7,1±0,48	>99
Сумма кисл. и нейт. АК	89,1±0,25	92,9±0,48	>99

Действительно, сопоставление данных таблиц 1 и 2 показывает, что различия аминокислотного состава белков первого листа и колеоптиля аналогичны различиям состава белков побегов облученных и необлученных проростков. В листе по сравнению с колеоптилем содержится больше лизина, пролина и аланина. Кроме того в нем содержится больше гистидина, аргинина, глютаминовой кислоты и лейцина, но значительно меньше аспарагиновой кислоты. Сумма основных аминокислот в белке листа больше, а сумма кислых и нейтральных аминокислот меньше, чем в белке колеоптиля.

Таблица 3

Последействие облучения красным светом на соотношение биомассы первого зародышевого листа и колеоптиля в побегах четырехдневных этиолированных проростков пшеницы

Вариант опыта	Содержание сухого веса на 1 орган			
	в мг		в % от содержания в побеге	
	лист	колеоптиль	лист	колеоптиль
	2,9±0,08	4,6±0,14	39	61
Красный свет	3,8±0,12	3,6±0,09	51	49

В таблице 3 представлены данные по соотношению биомассы листа и колеоптиля в побегах облученных и необлученных проростков, которые показывают, что облучение приводит к повышению доли листьев в общей биомассе побегов.

Таким образом, изменение соотношения сухих весов первого листа и колеоптиля в побегах проростков пшеницы, очевидно, является основной причиной изменения под действием света аминокислотного состава белка побегов.

Различия аминокислотного состава суммарных белков листа и колеоптиля, по-видимому, можно частично объяснить разницей в содержании в этих органах лизинбогатых гистонов фракции F_1. Как видно из таблицы 4, в листьях необлученных проростков этих гистонов содержится в два раза больше, чем в колеоптилях.

В таблицах 5 и 6 представлены данные о последействии облучения проростков пшеницы красным светом на аминокислотный состав белков листьев и колеоптилей. Данные показывают, что свет вызывает достоверное увеличение содержания лизина в белках обоих органов. В белках колеоптилей кроме того, наблюдается фотоиндуцированное снижение содержания аспарагиновой кислоты. Достоверных изменений содержания других аминокислот под влиянием облучения не обнаруживается. Фотоиндуцированное увеличение содержания лизина в белках листьев и колеоптилей, по-видимому, является следствием повышения под действием света содержания в этих органах гистонов фракции F_1, о чем свидетельствуют данные таблицы 4.

Таблица 4

Последействие облучения красным светом на содержание лизинбогатых гистонов фракции F_1 в побегах, листьях и колеоптилях четырехдневных этиолированных проростков пшеницы

(содержание гистонов представлено в мг на г сухого веса)

Вариант опыта	Побеги	Листья	Колеоптили
Контроль	1,5±0,05	3,1±0,06	0,8±0,03
Красный свет	3,4±0,07	5,2±0,11	1,5±0,06

Результаты проведенной работы представляют, по нашему мнению, определенный интерес для фотоэнергетики растений как формирующейся науки о световом управлении растениями, в том числе управлении их биохимическим составом. Показано, что предметом светового управления может быть не только содержание белка в растениях, но и их аминокислотный состав, в частности, содержание в биомас-

Таблица 5

Последействие облучения красным светом на аминокислотный состав суммарного белка в 1-ом листе 4-х суточных этиолированных проростков пшеницы

Аминокислоты	Содержание аминокислот в молярных % %		Достоверность различий, %
	облучение КС	без облучения	
Лизин	5,9±0,29	4,8±0,19	>95
Гистидин	2,6±0,31	2,2±0,06	<95
Аргинин	4,1±0,18	3,8±0,03	<95
Аспарагиновая кислота	21,9±0,30	22,6±0,23	<95
Треонин	5,0±0,22	5,3±0,18	<95
Серин	5,8±0,51	7,0±0,19	<95
Глютаминовая кислота	10,2±0,12	10,2±0,20	—
Пролин	5,7±0,18	4,8±0,56	<95
Глицин	7,8±0,14	8,0±0,10	<95
Аланин	11,2±0,22	11,5±0,13	<95
Валин	4,9±0,04	4,5±0,28	<95
Метионин	1,2±0,03	1,3±0,04	<95
Изолейцин	2,6±0,36	2,6±0,08	—
Лейцин	6,1±0,16	5,9±0,23	<95
Тирозин	1,7±0,10	1,9±0,02	<95
Фенилаланин	3,0±0,35	3,1±0,04	<95
Сумма осн. АК	12,6±0,71	10,9±0,25	<95
Сумма кисл. и нейт. АК	87,4±0,71	89,1±0,25	<95

Таблица 6

Последействие облучения красным светом на аминокислотный состав суммарного белка в колеоптиле 4-х суточных этиолированных проростков пшеницы

Аминокислоты	Содержание аминокислот в молярных % %		Достоверность различий %
	облучение КС	без облучения	
Лизин	3,6±0,09	3,0±0,11	>95
Гистидин	2,1±0,11	1,8±0,10	<95
Аргинин	2,5±0,11	2,3±0,12	<95
Аспарагиновая кислота	43,4±0,57	46,1±0,85	>95
Треонин	4,4±0,21	4,4±0,30	—
Серин	5,4±0,19	5,3±0,07	<95
Глютаминовая кислота	7,4±0,24	6,9±0,06	<95
Пролин	3,3±0,09	2,8±0,18	<95
Глицин	5,8±0,29	5,6±0,17	<95
Аланин	6,9±0,11	6,9±0,26	—
Валин	4,9±0,12	5,0±0,06	<95
Метионин	0,4±0,00	0,5±0,06	<95
Изолейцин	2,5±0,06	2,4±0,07	<95
Лейцин	4,2±0,23	4,0±0,18	<95
Тирозин	1,1±0,10	1,2±0,07	<95
Фенилаланин	1,7±0,19	1,8±0,30	<95
Сумма осн. АК	8,3±0,32	7,1±0,48	<95
Сумма кисл. и нейт. АК	91,7±0,32	92,9±0,48	<95

се растений лизина, являющегося, как известно, незаменимой аминокислотой в питании человека и животных. Предметом светового управления может стать также содержание лизинбогатых гистонов, входящих в состав хроматина и определяющих структуру и, по-видимому, функциональную активность ядерного генетического аппарата растений.

Однако возможные успехи в световом управлении растениями зависят от уровня знаний интимных механизмов фоторегуляции процессов биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. Как показали итоги недавно прошедшего XII Международного ботанического конгресса, в настоящее время наблюдаются существенные сдвиги в понимании молекулярных механизмов фитохромзависимой светорегуляции белкового синтеза. Например, синтез белков de novo при участии фитохрома был строго доказан с применением меченых соединений в работе Друм и Актона (Drumm, Acton, 1975), доказано участие фитохрома в фоторегуляции содержания и фракционного состава гистонов (Кузнецов, Шахов, 1975),

выяснен характер субклеточного распределения фитохрома (Pratt, Mackenzie, 1975). Но самым значительным, на наш взгляд, достижением являются прямые и косвенные доказательства возможного участия фитохрома в фоторегуляции биосинтеза белков на уровне трансляции, в частности, данные о фотоактивации новообразования белков без соответствующего усиления синтеза РНК (Beruhardt, Hecher, 1975) и о присутствии фитохрома в составе рибосом (Qucil, 1975). Обнаружение в 1973 г. Герли с сотрудниками (gurley et al, 1973) присутствия в составе рибосом также и лизинбогатых гистонов фракции F_1 равно как и факт присутствия фитохрома в составе клеточного ядра (Galston, 1968б) вызывает особый интерес к вопросу о механизмах функциональных связей фитохрома с этими гистонами.

Таким образом, показано, что низкоэнергетическая стимуляция красным светом образования белка в побегах этиолированных проростков пшеницы сопровождается существенным изменением его аминокислотного состава, в частности, увеличением содержания лизина, пролина и аланина, но уменьшением содержания аспарагиновой кислоты. Выявленные в работе закономерности могут быть частично объяснены на основании ранее обнаруженного нами фотоиндуцированного изменения содержания лизинбогатых гистонов.

В заключение авторы выражают благодарность сотруднику отдела физико-химических методов анализа ИФР АН СССР А. С. Тимощенко за помощь в проведении аминокислотного анализа.

И. И. Канивец, Д. Т. Куприянова,
В. И. Канивец, Б. С. Мазган, А. Н. Балашов

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН ИМПУЛЬСНЫМ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ И ЛАЗЕРОМ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И УСКОРЕНИЕ ЕЕ СОЗРЕВАНИЯ В СУХОЙ СТЕПИ КАЗАХСТАНА

УДК 631.851;539.104.539.(с55).

Проблема получения высоких урожаев яровой пшеницы на темно-каштановых почвах Северного Казахстана является весьма сложной и многогранной, ее решение осложняется неблагоприятными погодными условиями летом и осенью.

Если первые в какой-то мере ослаблены почвозащитной системой земледелия и рядом мероприятий по мелиорации и селекции, то наступление ранней осенью ненастной погоды является одной из основных причин, когда на востоке страны яровая пшеница остается под снегом на больших площадях. Чтобы это существенно ослабить, требуется изучение новых путей выращивания яровой пшеницы, изменение ее физиологии в сторону ускорения созревания.

Для решения проблемы в целом, т. е. обеспечения высоких и устойчивых урожаев, могут использоваться самые разнообразные пути: — прежде всего, осуществление почвозащитной системы земледелия, подбор скороспелых, засухоустойчивых сортов, правильное минеральное питание растений (особенно фосфором), сеникация, использование физиологически активных веществ. Как показали наши наблюдения, проведенные в 1973—1974 гг. одним из эффективных приемов ускорения созревания яровой пшеницы является предпосевное облучение семян импульсным концентрированным солнечным (ИКСС) и лазерным светом.

Из литературных данных уже известно, что светоимпульсное облучение семян и вегетирующих растений стимулирует обмен веществ, рост, развитие, урожайность и качество урожая и дает возможность получать исходный материал для селекции с ценными качествами, как скороспелость, повышенное содержание белка в зерне, устойчивость к полеганию. Светоимпульсное облучение является не только мощным энергетическим фактором, но и значительным раздражителем, вызывая определенные сдвиги в структурно-метаболических процессах.

Совместно с институтом физиологии растений АН УССР мы применили метод светоимпульсного облучения семян для выяснения физиологического действия его на растительный организм и ускорение созревания яровой пшеницы в условиях сухой степи Казахстана.

Облучение семян ИКСС проводили в 1973—1974 гг. (Б. С. Мазган) на установке, разработанной на гелиотехнической базе Института проблем материаловедения АН УССР в Крыму, а лазером — на установке, сконструированной в Институте прикладной физики АН МССР, под руководством А. Н. Балашова. Использовался гелий неоновый лазер с длиной волны 633 нм.

Облучение семян ИКСС в 1973 году проведено импульсами постоянной частоты по схеме: $50^{x}10^{1}$, $70^{x}10^{1}$ и $120^{x}5^{1}$; в 1974 году — $50^{x}10^{1}$, $100^{x}5^{1}$, $160^{x}5^{1}$ и $250^{x}5^{1}$. Облучение

Таблица 1

Влияние предпосевного облучения семян яровой пшеницы ИКСС на урожай и его структуру (за 1973—1974 гг.)

Показатели	1973 г.				1974 г.				
	контроль	50×10[1]	70×10[1]	120×5[1]	контроль	50×10[1]	100×5[1]	160×5[1]	250×5[1]
Вес зерна с 1 м², г.	148,0	169	160	168	38,9	70,3	69,8	73,8	74,1
Длина колоса, мм.	54,2	59,2	63,6	62,6	44,9	54,1	57,8	53,0	65,1
Число колосков в колосе, шт.	9,8	10,6	11,6	11,4	7,6	9,4	9,3	9,4	10,2
Число зерен в колосе, шт.	17,4	21,2	19,6	20,2	6,2	10,6	13,2	12,3	16,3
Вес 1000 зерен, г.	32,1	32,7	33,6	35,3	30,1	32,3	32,0	33,1	32,3
Длина вегетационного периода, дни					84	82	81	80	80
$НСР_{05}$, г. (для веса зерна)		6,7				5,3			

x — кратность интенсивности облучения.

[1] — время облучения.

семян лазером проводили в импульсном режиме (ИЛО) в течение 5 и 10 минут и непрерывном — 10 минут (НЛО).

Предпосевной обработке подвергали семена яровой пшеницы, сорт — Саратовская 29. Размер делянки в полевых опытах 2,24 м^2, фон — P_{90}. Почва темно-каштановая. Повторность четырехкратная.

Результаты полевого опыта с ИКСС в 1973—1974 гг. вскрыли положительное действие облучения семян на урожай яровой пшеницы (табл. 1). Можно отметить, что с увеличением концентрации света наблюдается увеличение числа зерен в колосе и их вес. О появлении существенных изменений у растений, выращенных из семян, облученных ИКСС, можно судить и по структурному анализу урожая: наблюдается также удлинение колоса на 8,1—20,2 мм, существенно возрастает общая кустистость, число зерен в колосе увеличивается на 4—10 штук (табл. 1). Абсолютный вес зерен увеличивается с 30,1 до 32,3 г. Срок вегетации этих растений сократился на 3—4 дня. Эти показатели коррелируют с мощностью светового потока.

Более отчетливо действие ИКСС проявилось в полевых и вегетационных опытах 1974 года на развитии растений в онтогенезе. Они были более развиты, но созревание их проходило по-разному, в зависимости от времени действия светового потока, а именно: в полевых опытах отмечалось наиболее сильное развитие растений (и по надземной массе и по корневой системе) при облучении ИКСС $250^{x}5^{1}$ и $160^{x}5^{1}$. Им несколько уступали растения по мощности роста и развитию при облучении ИКСС $100^{x}5^{1}$ и $50^{x}10^{1}$. Облучение семян повлияло и на формирование колоса. Лучше всего сформировались колосья и в них зерна при облучении $250^{x}5^{1}$ и $160^{x}5^{1}$, несколько им уступали колосья растений при облучении семян $100^{x}5^{1}$ и слабо были развиты у контрольных. Опытные растения раньше заканчивали вегетацию, так при облучении ИКСС $250^{x}5^{1}$ полная спелость наступила 18 сентября в вариантах $160^{x}5^{1}$, $100^{x}5^{1}$, $100^{x}5^{1}$, $50^{x}10^{1}$ — 25 сентября и не созрела на контроле (6 октября).

В полевых условиях 1974 года, в силу засухи в июне — июле, рост и развитие пшеницы были резко нарушены, созрела на 2 недели раньше обычного срока, урожай был ниже, чем в 1973 г., но и в этих условиях на вариантах с облучением семян ИКСС наблюдались растения с более высокой жизнеспособностью.

Не менее отчетливо проявилось предпосевное действие лазерного облучения на рост и развитие растений (табл. 2).

Таблица 2

Влияние предпосевного облучения семян яровой пшеницы лазером на урожай и его структуру (полевой опыт, фон — P_{90}, 1974 г.)

Показатели	Контроль	ИЛО-5[1]	ИЛО-10[1]	НЛО-10[1]
Вес зерна, г. (с 1 м^2)	38,9	50,8	55,4	60,6
Высота растений, см	38,1	40,8	40,8	41,6
Длина колоса, мм	44,9	50,1	50,4	53,5
Число колосков в колосе, шт.	7,6	7,8	8,8	8,5
Число зерен в колосе, шт.	6,2	7,9	9,7	10,8
Вес 1000 зерен, г.	30,1	31,5	32,3	32,4
Длина вегетационного периода, дни.	84	82	81	83

$НСР_{05}$ = 1,9 г (для веса зерна).

Облучение лазером в импульсном режиме в течение 10 минут также ускоряло созревание, а при непрерывном задерживало что, возможно, связано с перестройками в метаболизме растений. Какого характера эти перестройки — пока неясно, но вероятно, наряду с изменением направленности физиолого-биохимических процессов здесь имеет место изменение хромосомного аппарата, что приводит к улучшению общего уровня жизнедеятельности растений.

Во всяком случае, получается, что для действия ИКСС требуется не только увеличение энергетического потенциала, но и времени воздействия, а при использовании лазера, наоборот, — уменьшение. Видимо, лазер более могучее и сильнодействующее средство. И для лазера следует попробовать и более длительное временное воздействие, чтобы нащупать своего рода «световой токсикоз» или перенасыщение, когда очень тормозятся процессы созревания.

В момент уборки урожая у растений варианта НЛО-10[1] были наиболее мощный колос, надземная часть и особенно корневая система; растения варианта ИЛО-5 несколько уступали по этим показателям. Облучение семян лазером положительно повлияло и на формирование колоса. Наблюдается повышение озерненности колоса, увеличение числа колосков по сравнению с контролем (табл. 2). Ускоряется и развитие пшеницы. В вегетационных опытах раньше всего созрела пшеница на варианте ИЛО-10[1], а позже — на варианте НЛО-10[1].

При более глубоком изучении «эффекта» нефотосинтетического воздействия на семена, а также судя по результатам наших опытов по регулированию минерального питания, появляется возможность изменить направленность формирования уровня урожая пшеницы и сроков ее созревания.

Конкретным итогом такого рода исследований явилось сформулирование дальнейшей нашей задачи: путем рационального сочетания агротехнических и агрохимических приемов с предполагаемым физическим воздействием на семена, добиться сокращения вегетационного периода яровой пшеницы на неделю — две, повышения ее урожайности на 5—10 ц/га и повышения зимостойкости озимой пшеницы в Северном Казахстане.

В. А. Зенченко, А. А. Шахов

ФОТОАКТИВИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СИСТЕМ ДЫХАНИЯ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ

УДК 633.11

Получение высоких и устойчивых урожаев основано на использовании разнообразных приемов и факторов, в том числе и света. Свет представляет собой, как известно, важнейший фактор существования растений. Общеизвестна роль световой энергии в фотосинтезе. Однако одним фотосинтезом не исчерпывается значение света для растений. Новое направление — фотоэнергетика растений — подчеркивает единство фотосинтетического и нефотосинтетического использования световой энергии. При этом особое значение приобретает нефотосинтетическая трансформация световой энергии. Стимулирование растений, происходящее после облучения семян ИКСС или лазерным светом, является случаем такой нефотосинтетической трансформации световой энергии. В этой трансформации может принимать участие дыхание, если его некоторые процессы активируются светом.

Дыхание находится в центре обмена веществ растения. Оно обеспечивает синтетические и прочие процессы в организме энергией и метаболитами, играющими большую роль в конструктивном обмене клетки (Рубин, Ладыгина, 1974). Светоимпульсное облучение должно вызвать изменения в

дыхательных системах и прежде всего в тех, где имеются поглощающие свет группировки, т. е. у флавиновых ферментов и цитохромов, а также вторично и в других окислительных системах. Поэтому мы начнем изложение материала по дыханию с рассмотрения влияния облучения на окислительные процессы, в которых принимают участие флавиновые ферменты, перейдя затем к процессам, в которых участвуют ферменты, содержащие металлы. При этом мы признаем некоторую условность такого деления, так как в состав многих ферментов вместе с флавинами входят металлы.

Так как флавиновые ферменты, не содержащие металлов, в основном не ингибируются цианидом, то мы исследовали дыхание, активированное светоимпульсным облучением, прежде всего на устойчивость к этому ингибитору.

Семена пшеницы Альбидум 43 облучали импульсным электрическим светом (ИКЭС) во вращающейся центрифуге (Кособоков, Станко, Вятлева, Субботин, 1967) с помощью установки, состоящей из лампы накаливания (750 ватт) и стеклянного рефлектора. Интенсивность облучения $20 \cdot 10^6$ эрг см$^{-2}$ сек$^{-1}$. Выбранная продолжительность облучения (10 мин — 3 часа) вызывала стимулирование роста проростков. В аппарате Варбурга при температуре 25° определяли интенсивность дыхания отделенных от эндоспермов этиолированных проростков после вакууминфильтрации 0,01 М KCN. Такая концентрация цианида была выбрана потому, что у трехсуточных этиолированных проростков пшеницы, по данным Бакуменко (1974), 10^{-2} М KCN ингибирует дыхание сильнее, чем 10^{-3} KCN. Наши подсчеты показали, что из-за малого объема межклетников трехсуточных проростков в них входит небольшое количество раствора. При инфильтрации цианида 10^{-2} М его концентрация в тканях составляет 10^{-4} М. При снижении концентрации вводимого цианида его количество уже недостаточно для полного инактивирования ферментов, и различия объясняются неодинаковой проницаемостью оболочек клеток, что и было, по-видимому, в опытах Бакуменко. Поэтому концентрация цианида нами была выбрана 10^{-2} М. Такую концентрацию цианида применяли и другие авторы (Зайцева, 1965; Кушниренко, 1970; Генкель, Кушниренко, 1971 и в ряде иных работ).

На основании наших опытов видно (табл. 1), что светоимпульсное облучение в течение 10 мин. — 3 час. повышает дыхание, резистентное к цианиду, в среднем на 40 ± 5 мкл O_2

Таблица 1

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, устойчивое к KCN

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	121	144	+23
		3	113	131	+18
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	204	285	+81
		3	126	189	+63
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	220	296	+76
		3	150	175	+25
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	168	208	+40
		3	113	137	+24
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	176	203	+27
		3	133	151	+18
Среднее	—	—	—	—	+40+5

с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. статистически достоверно.

Это наблюдается при расчете не только на сухой вес проростков, но и в процентах к общему дыханию (табл. 2), причем облучение усиливает устойчивое дыхание в среднем на 3,9±0,8% с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. статистически достоверно.

Таблица 2

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, устойчивое к KCN (% от общего дыхания)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	43,7	44,0	+0,3
		3	41,7	45,6	+3,9
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	52,7	61,4	+8,7
		3	43,4	49,3	+5,9
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	56,8	58,0	+1,2
		3	39,5	45,1	+5,6
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	46,9	51,2	+4,3
		3	40,1	44,5	+4,4
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	52,1	55,0	+2,9
		3	44,2	46,0	+1,8
Среднее	—	—	—	—	+3,9+0,8

Лучшие результаты получены при облучении семян 20, 30 и 60 мин. В этом случае неингибируемое дыхание при облучении повышается на 5,0±0,6% с еще большей доверительной вероятностью. По-видимому, 10-минутное облучение слишком мало, а 3-часовое слишком велико (близко к торможению). Поэтому их активирующее действие на резистентное дыхание незначительно.

Дыхание в растениях может осуществляться альтернативными путями, т. е. один путь может заменяться другим. Многочисленные и разнообразные ферментативные механизмы окисления дают возможность клетке удовлетворять свои пластические и энергетические потребности за счет множества субстратов и осуществлять мобилизацию и транспорт электронов к молекуле кислорода разными путями (Рубин, Логинова, 1971, 1973). Переключение альтернативных путей окисления представляется важнейшим условием для осуществления таких возможностей, что особенно существенно для растений, не обладающих способностью регулировать внутреннюю среду. (Рубин, Ладыгина, 1974).

Благодаря альтернативному действию окислительных ферментов часто при подавлении одних ферментов наблюдается активирование других, устойчивых к этому ингибитору оксидаз. Вследствие этого дыхание может частично или полностью восстанавливаться. У старых листьев возможно даже стимулирование дыхания цианидом (Кушниренко, 1970; Генкель, Кушниренко, 1971; Романова, Мосолов, 1972 и другие). У молодых тканей цианид ингибирует дыхание (Романова, Мосолов, 1972).

Способность переходить на дыхание, нечувствительное к цианиду, присуща всем растительным тканям, причем должен существовать механизм, регулирующий переключение с одного пути на другой (Боннер, 1968). Этот механизм еще не ясен. Одни главную роль приписывают обеспечению клетки АТФ, другие — перераспределению кофакторов.

Альтернативное дыхание обнаружено и у растительных митохондрий (Ikuma, 1972). Грант и Хомерсанд (Grant, Hommersand, 1974) наблюдали, что цианид и м-хлорбензгидроксамовая кислота (ингибитор альтернативной оксидазы митохондрий высших растений) порознь слабо ингибируют или стимулируют поглощение кислорода целыми клетками хлореллы, а вместе они подавляют дыхание полностью. Следовательно, при подавлении одного пути поток электронов по другому пути усиливается. Варакина и Хавкин (1974) наблюдали, что азид подавляет дыхание зон деления и началь-

ного растяжения не полностью. Бензгидроксамат, который один на дыхание не влиял, усиливал действие азида. Они пришли к заключению ,что гидроксамат ингибирует альтернативный путь переноса электронов в митохондриях, который вступает в действие при блокировании основного пути азидом. Бар (Bahr, 1975) полагает, что скорость транспорта электронов в состояниях 3 и 4 как функция концентрации гидроксановой кислоты может быть установлена при помощи модели, из которой ток электронов по каждому пути может быть определен в отсутствии ингибитора.

Мы фактически измеряли не действительную долю дыхания, нечувствительного к цианиду, а потенциально возможное резистентное дыхание, что также представляет интерес. Однако у этиолированных проростков, с которыми мы работали (молодые ткани), все применяемые нами ингибиторы вызывали снижение дыхания. Ни в одном из случаев стимулирования не наблюдалось. Поэтому можно думать, что определяемое нами остаточное дыхание, хоть и не было равно действительному, но при сравнении двух однотипных вариантов отражало различия в их резистентном дыхании.

Что касается оксидаз альтернативного дыхания, то этот вопрос тоже нельзя считать окончательно выясненным. Гипотезы неблагоприятного pH в клетке для действия ингибитора и связывания его ионами металлов в настоящее время оставлены (Зайцева, 1955). Существовало предположение, что цитохромоксидаза в клетке находится в значительном избытке и что ингибирование части ее активности существенно на дыхании не сказывается (Chanre, Hackett, 1959).

Поиски новых резистентных оксидаз пока не увенчались полным успехом. Поэтому понятно желание некоторых исследователей (Wakiyama, Ogura, 1970, Lance, Chauveau, 1975) снова вернуться к прежней гипотезе и рассматривать дыхание, устойчивое к цианиду как осуществляемое при участии флавопротеиновых терминальных оксидаз (James, Bcewers, 1950).

Однако только лишь на основании резистентности дыхания к цианиду нельзя судить об активности флавиновых оксидаз. Существуют окислительные ферменты, которые флавинов не содержат, но также не ингибируются цианидом, такие как липооксигеназа.

Поэтому об активности флавиновых ферментов мы судили по их подавлению, применяя для этого хинин (Логинова, 1964, Рубин, Ладыгина, 1974). Одни считают, что он действует на ФМН (Haas, 1944) другие, что он блокирует ФАД

(Hellerman, Lindsay, Bovarnick, 1946; Beinert, 1960). По-видимому, хинин способен конкурировать с флавиновыми ферментами, в состав которых входит как ФАД, так и ФМН (Логинова, Власов, Антонова, 1968).

Применение хинина существенно помогло изучению дыхания, связанного с флавиновыми ферментами, у пестролистных растений (Рубин, Чернавина, Кренделева, 1965), при адаптивных изменениях терминальных оксидаз у растений (Хандобина, Кузнецова, 1966), исследовании влияния гиббереллина и рибофлавина на растения (Артамонов, 1967а, б), закаливании озимых и яровых пшениц к низким температурам (Сысоева, Красная, 1967); заражении моркови грибом (Хандобина, 1967), в тканях растений бобов, пораженных вирусом мозаики гороха и желтухи (Логинова, Власов, Антонова, 1968), при изучении зон роста корней бобов, энергетики дыхания узлов кущения озимой пшеницы в результате закаливания (Хисамутдинова, Васильева, 1970), влияния света на поглощение кислорода бактериями (Рубин, Еремеева, Фрайкин, 1971). Использование акрихина, сходного по своему действию с хинином (Новикова, Масленникова, 1954), оказалось полезным для определения флавинового дыхания при изучении раздельного и совместного действия гиббереллина и рибофлавина (Артамонов, 1967 а, б).

Мы также для ингибирования флавиновых ферментов применили 0,01 М хинин (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, ингибируемое хинином

(мкл O_2 на 100 мг сухого веса на 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	93	119	+26
		3	100	110	+10
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	166	256	+88
		3	112	163	+51
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	172	261	+89
		3	128	151	+23
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	141	180	+39
		3	91	114	+23
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	149	173	+24
		3	110	127	+17
Среднее	—	—	—	—	+39+9

Таблица 1

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, ингибируемое хинином (% от общего дыхания)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время прорастания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	33,5	36,4	+2,9
		3	37,0	38,3	+1,3
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	43,0	54,7	+11,7
		3	38,5	42,6	+4,1
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	44,4	51,2	+6,8
		3	33,8	38,9	+5,1
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	39,5	44,3	+4,8
		3	32,4	37,0	+4,6
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	44,1	46,9	+2,8
		3	36,4	38,7	+2,3
Среднее	—	—	—	—	+4,6±0,9

Оказалось, что светоимпульсное облучение усиливает дыхание, угнетаемое хинином. В среднем дыхание, чувствительное к хинину, у проростков из облученных семян было на 39±9 мкл O_2 при расчете на вес проростка и на 4,6±0,9 в процентах от общего дыхания больше, чем у проростков из необлученных семян с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. статистически достоверно, если облучение производили 10 мин — 3 часа. При облучении 20 мин — 1 час стимулирование получилось еще более сильным, соответственно на 52±12 мкл O_2 и на 6,2±1,2%. Таким образом, у проростков под влиянием облучения повышается дыхание, обусловленное действием флавиновых окислительных ферментов.

По-видимому, хинин флавиновые оксидазы ингибируют сильнее, чем флавиновые дегидрогеназы. Во всяком случае, по сообщению Рубина, Чернавиной и Кренделевой (1965), хинин ингибирует дыхание альбиносной ткани пестролистных растений сильнее, чем зеленой, в то время как активность сукцинатдегидрогеназы, содержащей флавин, больше в зеленой ткани, а активность флавиновых оксидаз, очевидно, меньше. Но так как в некоторых случаях могут подавляться и флавиновые дегидрогеназы (Хандобина, 1967), то мы воспользовались способностью хинина блокировать флавопротеиды в анатомического пути дыхания (Сысоева, Красная,

1967) и чтобы выделить дыхание, зависящее от действия флавиногых оксидаз, производили ингибирование хинином на фоне NaF, угнетающего гликолиз, и блокировали флавиновые оксидазы (Хисамутдинова, Васильева, 1970) (табл. 5).

Таблица 5

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, ингибируемое хинином на фоне NaF.

(мкл O_2 на 100 мг сухого веса за 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время прорашивания сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	87	108	21
		3	83	90	7
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	126	207	81
		3	91	138	47
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	121	200	79
		3	95	117	22
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	105	141	36
		3	78	97	19
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	110	130	20
		3	92	106	14
Среднее	—	—	—	—	35±8

Как видно из таблицы, под влиянием светоимпульсного облучения возрастает дыхание, обусловленное действием флавиновых оксидаз в среднем на 35±8 мкл O_2 с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. статистически достоверно. Следовательно, светоимпульсное облучение, стимулирующее рост, одновременно повышает активность флавиновых оксидаз. Землянухин и Чеботарев (1974а) считают, что стимулирующее действие коротковолнового видимого света на окисление сукцината этиолированными растениями регулируются наряду с другими пигментами, также флавинами. Чеботарев и Землянухин (1974) показали, что облучение светом, поглощаемым флавинами, мицелл гриба, способствует потреблению кислорода. Дитионит, ингибитор флавиновых ферментов, предотвращает такое потребление. Следовательно, в этом дыхании участвуют флавины.

Большинство работ указывают на то, что флавиновое дыхание энергетически обесценено. Флавиновые оксидазы, по современным данным, участия в выработке макроэргов не

принимают. Однако для синтезов, кроме энергии, требуется строительный материал. Флавиновые ферменты, по-видимому, обеспечивают синтетические процессы необходимыми промежуточными соединениями, служащими для них исходным материалом, что не менее важно, чем обеспечение энергией.

Что касается дыхания, ингибируемого цианидом, то большинство оксидаз, связанные с таким дыханием, содержит металлы. Этот показатель суммарный. Сюда принадлежат оксидазы, содержащие железо, медь, молибден и прочие металлы, которые под влиянием облучения могут меняться в различных направлениях. Равнодействующая зависит от соотношения компонентов.

Отсюда понятно, что мы достоверных данных о влиянии облучения на такое дыхание не получили (табл. 6).

Таблица 6

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Алибидум 43, ингибируемое цианидом

(мкл O_2 на 100 мг сухого веса за 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время прорастания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	156	183	+27
		3	158	156	—2
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	183	179	—4
		3	164	194	+30
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	167	214	+47
		3	229	213	—16
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	190	198	+8
		3	169	171	+2
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	162	166	+4
		3	168	177	+9
Среднее	—	—	—	—	+10±9

Разность в величинах такого дыхания у облученных и необлученных проростков составляла 10±9 мкл O_2, т. е. была недостоверной.

Что касается влияния светоимпульсного облучения на долю (в %) дыхания, связанного с металлсодержащими оксидазами, в общем дыхании, то мы наблюдали закономерное снижение процента такого дыхания (табл. 7).

Таблица 7

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, ингибируемое цианидом (% от общего дыхания)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	56,3	56,0	—0,3
		3	58,3	54,4	—3,9
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	47,3	38,6	—8,7
		3	56,6	50,7	—5,9
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	43,2	42,0	—1,2
		3	60,5	54,9	—5,6
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	53,1	48,8	—4,3
		3	59,9	55,5	—4,4
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	47,9	45,0	—2,9
		3	55,8	54,0	—1,8
Среднее	—	—	55,8	—	—3,9±0,8

Под влиянием облучения процент дыхания, ингибируемого цианидом, уменьшился в среднем на 3,9±0,8% с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. достоверно. Однако, это получилось не благодаря влиянию облучения непосредственно на дыхание, ингибируемого цианидом, а вследствие повышения, как мы видели выше процента дыхания, не ингибируемого цианидом, в результате чего процент дыхания, чувствительного к цинаиду, понизился.

Таким образом, определение дыхания, связанного с металлсодержащими оксидазами, дает мало информации. Поэтому мы попытались выделить дыхание, зависящее от железосодержащих оксидаз, и дыхание, обусловленное действием медьсодержащих оксидаз.

Из общего дыхания облученных проростков была выделена та его часть, которая связана с железосодержащими оксидазами, угнетаемыми цианидом, но не подавляемыми диэтилтиокарбаматом по методу Барата, Хираты, Кумазава и Митсуи (Barat, Hirata, Kumazawa, Mitsui, 1968). Дыхание, осуществляемое при участии железосодержащих оксидах, угнетаемых цианидом, под действием светоимпульсного облучения повышается в среднем на 16±3 мкл O_2 с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. статистически достоверно (табл. 8).

Таблица 8

Дыхание проростков пшеницы Альбидум 43, зависящее от железосодержащих оксидаз, ингибируемых цианидом
(мкл O_2 на 100 мг сухого веса за 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	139	158	+19
		3	132	141	+9
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	145	158	+13
		3	134	151	+17
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	157	190	+33
		3	176	189	+13
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	151	161	+10
		3	143	149	+6
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	114	138	+24
		3	130	145	+15
Среднее	—	—	—	—	+16±3

Важнейшим ферментом, принадлежащим к таким железосодержащим оксидазам, является цитохромоксидаза. Хотя в препаратах цитохромоксидазы найдена медь (Mac Lennan, Tzagoloff, 1965; Nair, Mason, 1967) и даже замечено изменение ее валентности в процессе реакции (Bienert, Griffits, Wharton, Sands, 1962), но участие ее в переносе электронов при реакции цитохромоксидазы с молекулярным кислородом пока еще нельзя считать доказанным (Lemberg, 1961; Hayaishi, 1962; Yonetani, Kidder, 1963). Между тем, существенная роль железа в переносе электронов у цитохромоксидазы несомненна. Тем более, что первым в реакцию с кислородом вступает железо (Greenwood, Gibson, 1967). Поэтому мы причисляли цитохромоксидазу к железосодержащим окислительным ферментам. Особенно велика роль цитохромоксидазы в дыхании у зародышей и молодых проростков (Михлин, Колесников, 1947; Михлин, Мутускин, 1956; Джеимс, 1956, James, Ward, 1957; Михлин, 1960).

Чтобы выяснить степень участия этого фермента в дыхании, связанном с действием железосодержащих оксидаз, мы сопоставили подобное дыхание и активность цитохромоксидазы у пшениц, выращенных на севере и на юге (Зенченко, 1964 а, б). Так как активность цитохромоксидазы в зародышах сухих семян наивысшая по сравнению с зародышами

прорастающих семян (Геринг, 1961), то производили сравнение между различными образцами семян по активности цитохромоксидазы в сухих зародышах. При продвижении на север растений, от которых были взяты семена, интенсивность дыхания, осуществляемого при участии железосодержащих оксидаз, у проростков из таких семян повышается у сорта Хибины 314 сильнее, чем у сорта Лютесценс 62. Так, интенсивность дыхания, зависящего от железосодержащих оксидаз, у проростков, выращенных при температуре 26° из семян репродукции Кольского п-ва, у сорта Хибины 314 в среднем были в 1,67 раза, а у сорта Лютесценс 62 лишь в 1,08 раза больше, чем у проростков из семян московской репродукции. Интенсивность дыхания, зависящего от железосодержащих оксидаз, у проростков, выращенных при температуре 6° из семян репродукции Кольского п-ова, у сорта Хибины 314 была в 2,00 раза, а у сорта Лютесценс 62 лишь в 1,04 раза больше, чем у проростков из семян московской репродукции. При продвижении на север активность цитохромоксидазы в зародышах у сорта Хибины 314 также возрастает сильнее (в 3,4 раза), чем у сорта Лютесценс 62 (в 2,4 раза), т. е. у северного сорта интенсивность такого дыхания и активность цитохромоксидазы на севере сравнительно выше, чем на юге. Такая хорошая корреляция между дыханием, обусловленным действием железосодержащим оксидаз и активностью цитохромоксидазы, говорит о том, что такое дыхание в основном определяется действием этой оксидазы.

Землянухин и Чеботарев (1974б) и Чеботарев (1974) предполагают, что на свету в дополнение к цитохромной системе в дыхании могут участвовать фенолы-хиноны. Их окисление может осуществляться пероксидазой и цитохромоксидазой.

Интересно, что стимулирующее светоимпульсное облучение повышает дыхание митохондрий, сопряженное с фосфорилированием (Зенченко, Станко, 1969а, б; Зенченко, 1971, Зенченко, Шахов, 1974а, б). Такое дыхание является источником макроэргов, используемых при синтетических процессах. Основная терминальная оксидаза митохондрий — цитохромоксидаза, а в качестве промежуточных энзимов в дыхательную цепь митохондрий входят флавиновые ферменты. Отсюда понятно соответствие усиления дыхания, связанного с железосодержащими оксидазами, ингибируемыми цианидом, и возрастания дыхания митохондрий, сопряженного с фосфорилированием, у растений, подвергнутых сти-

мулирующему светоимпульсному облучению. Это дыхание вместе с флавиновым дыханием полностью обеспечивает синтетические процессы энергией и строительным материалом. И в том и в другом участвуют флавины.

Мы определяли также дыхание облученных проростков, ингибируемое диэтилдитиокарбаматом и обусловленное медьсодержащими оксидазами (табл. 9).

Таблица 9

Влияние светоимпульсного облучения на дыхание проростков пшеницы, зависящее от медьсодержащих оксидаз

(мкл O_2 на 100 мг сухого веса за 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	17	25	+8
		3	26	15	—11
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	38	21	—17
		3	30	43	+13
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	10	24	+14
		3	53	24	—29
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	39	37	—2
		3	26	22	—4
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	48	28	—20
		3	38	32	—6
Среднее	—	—	—	—	—5±5

Как видно, четких различий в таком дыхании не обнаружено. Разница в дыхании, связанном с медьсодержащими оксидазами, у облученных и необлученных проростков составляла 5±6 мкл O_2 с доверительной вероятностью менее 95%, т. е. недостоверна. Таким образом, медьсодержащие оксидазы в росте, стимулированном облучением, участия не принимают. Их роль, по-видимому, сводится к обслуживанию защитных реакций и некоторых других процессов. Это относится прежде всего к полифенолоксидазе. Что касается другого медьсодержащего фермента — аскорбатоксидазы, то имеются указания, что она связана с ростом (Мацхок, Гринберг, 1969; Жукова, 1969); в частности, с ростом клеточной стенки (Mertz, 1964). Система аскорбатоксидаза — аскорбиновая кислота окисляет в сочетании с глютатином НАДФН и таким образом смыкается с пентозофосфатным путем дыхания

(Попова, Рубин, 1966), а также — НАДН. Существуют сведения, что аскорбатоксидаза имеет отношение к синтезу хлорофилла в неблагоприятных условиях (Чернавина, Карташова, 1967), может регулировать восстановление нитритов. Изменения в окислительно-восстановительных превращениях аскорбиновой кислоты наблюдаются при геотропической реакции (Меркис, Рупайненс, 1965), играющей роль в устойчивости растений против полегания. Аскорбатоксидаза и полифенолоксидаза, по мнению Ибрагимова (1973), участвуют в упорядоченном окислении, осуществляемом без сопряжения с фосфорилированием АДФ. В присутствии этих терминальных оксидаз в тканях растений уменьшается кислородный фон и тем самым аутоксидабельные соединения клетки оберегаются от беспорядочного окисления.

По-видимому, растения могут легко альтернативно заменять медьсодержащие ферменты железосодержащими и другими ферментами. Так, например, аскорбиновая кислота может скисляться пероксидазой (Millican, Saniebski, 1973). Возможно, что такое окисление осуществляется через хиноны (Попов, 1966). Во всяком случае, облучение семян иррадиацией Cs^{137} снижает активность аскорбатоксидазы и фенолоксидазы, но это не влияет на жизнеспособность семян и на их всхожесть (Amberger, Bulat, Suβ, 1971). Отсюда понятно изменение активности медьсодержащих оксидаз при облу-

Таблица 10

Влияние светоимпульсного облучения на общее дыхание проростков пшеницы Альбидум 43 (мкл O_2 на 100 мг сухого веса за 1 час)

Продолжительность облучения	Суммарная энергия облучения, эрг·см$^{-2}$	Время проращивания, сутки	Дыхание		
			Контроль (без облучения)	Облучение	Влияние облучения
10 мин.	$6 \cdot 10^8$	2	528	597	+69
		3	508	556	+48
20 мин.	$12 \cdot 10^8$	2	643	784	+141
		3	491	658	+161
30 мин.	$18 \cdot 10^8$	2	668	862	+191
		3	470	564	+94
1 час	$36 \cdot 10^8$	2	631	702	+71
		3	505	538	+33
3 часа	$108 \cdot 10^8$	2	649	828	+179
		3	513	603	+90
Среднее	—	—	—	—	+109+18

чении под влиянием неучтенных обстоятельств, не связанных с самим облучением, то в сторону повышения, то понижения.

Выше мы видели, что светоимпульсное облучение, стимулирующее рост, активирует оксидазы, ингибируемые хинином и не ингибируемые цианидом, и железосодержащие оксидазы, ингибируемые цианидом, и не изменяет медьсодержащие ферменты. Поэтому понятно, что такое облучение стимулирует общее дыхание проростков (табл. 10). Общее дыхание проростков при облучении в течение 10 мин. — 3 часов повысилось в среднем на 109±18 мкл O_2 с доверительной вероятностью по Стьюденту более 99%, т. е. достоверно.

Светоимпульсное облучение семян томатов также приводило к повышению дыхания проростков (Вятлева, 1971). Усиление дыхания листьев кукурузы после облучения пыльцы, употреблявшейся для опыления, наблюдали также Коцур, Гуляев, Мануильской и Оконенко (1971). Бабушкин и Шахов (1967) обнаружили более высокое дыхание у растений томатов из облученных семян при расчете на всю поверхность листьев, но при расчете на единицу поверхности интенсивность дыхания получалась в среднем одного порядка. Четкой картины влияния облучения на дыхание прорастающих семян не получил и Коцур (1969а, б, в). До третьего дня прорастания снижается поглощение кислорода и повышается выделение CO_2, затем наоборот.

По нашим даным, проростки северных сортов пшеницы и ячменя из семян московской репродукции дышат более интенсивно, а из семян полярной репродукции менее интенсивно, чем проростки южных сортов (Зенченко, 1964а), т. е. опять четкой закономерности не получено. Это объясняется соотношением активности железо- и медьсодержащих ферментов. При культивировании южных сортов на Крайнем Севере их дыхание повышается (Зенченко, Шайдуров, 1972) за счет повышения железо- и медьсодержащих оксидаз (Зенченко, 1965), здесь решающую роль играют медные ферменты. По-видимому, в зависимости от дозы воздействия и состояния растения, облучение может или повышать, или снижать, или не влиять на активность этих оксидаз. В соответствии с этим общее дыхание может повышаться или снижаться или оставаться неизмененным.

Выводы

1. При действии стимулирующего рост светоимпульсного облучения семян у проростков пшеницы повышается дыхание, устойчивое к цианиду. По-видимому, повышение дыхания, устойчивого к цианиду, является особенностью растений, обладающих усиленным ростом. В дыхании, устойчивом к цианиду, могут принимать участие не содержащие металлов флавиновые оксидазы, липоксигеназа, некоторые аутоксидабельные железосодержащие и другие ферменты. Поэтому для подавления флавинового дыхания мы применили специфический для этих ферментов ингибитор — хинин. Оказалось, что дыхание, угнетаемое хинином под влиянием облучения у проростков пшеницы усиливается. Следовательно, светоимпульсное облучение, стимулирующее рост, повышает, активность флавиновых оксидаз. Флавиновые оксидазы, по современным представлениям, в выработке макроэргов участия не принимают. Их роль, по-видимому, заключается в обеспечении синтетических процессов строительным материалом, промежуточными соединениями, необходимыми для синтезов. Что касается дыхания, ингибируемого диамидом, то статистически достоверных различий в его величине нам установить не удалось. В таком дыхании принимают участие главным образом медьсодержащие и железосодержащие оксидазы, которые могут изменяться в различных направлениях и компенсировать друг друга.

2. Светоимпульсное облучение усиливает дыхание, обусловленное железосодержащими оксидазами, угнетаемое цианидом, и связанное, по-видимому, в основном с цитохромоксидазой, и не влияет на дыхание, осуществляемое при участии медьсодержащих оксидаз.

3. В соответствии с повышенными флавиновым дыханием и дыханием, связанным с железосодержащими оксидазами, ингибируемыми цианидом, общее дыхание проростков после облучения усиливается.

4. Флавины принимают участие во флавопротеиновом дыхании, входя в состав оксидаз, и в дыхании, терминальной оксидазой которого является цитохромоксидаза (митохондриальном), в качестве промежуточных флавиновых ферментов, обеспечивая синтезы строительным материалом и энергией.

5. Поскольку дыхание является процессом, обеспечивающим клетку энергией и на этой основе она участвует в биосинтезе, то фотоактивация его отдельных звеньев можно

рассматривать как один из механизмов нефотосинтетической трансформации света в растительной клетке. Дальнейшее изучение именно в этом направлении фотоактивации ферментных систем дыхания, и в особенности фотодыхания, является весьма актуальной задачей.

М. Я. Грицунов

СВЕТОИМПУЛЬСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

УДК 621.8.035:633.63(с55)

В повышении урожайности и качества сахарной свеклы наряду с высоким уровнем агротехники (удобрения, полив и др.) большая роль принадлежит внедрению в производство новых высокоурожайных сортов и гибридов, а также применению предпосевной обработки семян физическими и химическими факторами, повышающими их посевные качества.

Проведенные работы по фотоэнергетике растений на Кубани, в Казахстане показали, что в результате предпосевного облучения семян импульсным концентрированным солнечным (ИКСС) и лазерным светом урожай сахарной свеклы повышается на 15—30 ц/га при одновременном увеличении сахаристости на 0,2—0,7% (Шахов, Лебедик, Золотарев, 1972).

В Казахстане этот вопрос изучен недостаточно, поэтому и было решено испытать новый метод на сахарной свекле.

В течение 1971—1973 гг. нами проведены исследования по светостимуляции растений сахарной свеклы, которыми предусматривалось:

1. изучить влияние предпосевного воздействия ИКСС, лазера на посевные качества семян, на процессы образования листовой поверхности, корня и сахара в корнях сахарной свеклы в первый год жизни;

2. определить оптимальную продолжительность облучения семян ИКСС при экспозициях от 5 до 180 мин;

3. выявить оптимальный срок хранения семян на проявление эффекта предпосевного облучения ИКСС.

Объектом для исследований служили семена и растения сахарной свеклы сорта Внисовский полигибрид-5, исходные элитные семена были получены из хозяйства оригинатора.

Полевые опыты проводили в 1971—1973 гг. на полях колхоза «40 лет КазССР» Илийского района Алма-Атинской области в 4-кратной повторности на фоне полива.

Влажность почвы на опытах поддерживалась на протяжении всего вегетационного периода в пределах 70%.

Для выявления положительных эффектов от облучения клубочков семена сахарной свеклы (в воздушно-сухом состоянии, а также замоченные водой и растворами микроэлементов) подвергали действию импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС). Облучение ИКСС проводили на рефлекторе конструкции В. Н. Бухмана по методике, разработанной Г. Т. Каплиной и М. З. Юсуповым. Продолжительность облучения 5, 10, 15, 30, 45, 60, 120 и 180 минут в период 20—25 марта.

Исходная интенсивность светового поля, при которой выполнялось облучение семян, находилась в пределах 1,0—1,1 кал/см^2 мин. Мощность дозы ИКСС 45—46 кал/см^2 мин. Температура наружного воздуха в момент облучения была 6—12°С.

Общая облученность семян сахарной свеклы составляла 210—1500 калорий/см^2. Суммарная радиация импульсов измерялась интегратором марки Х-603.

Кроме того, облучение сухих семян и замоченных в растворах микроэлементов проводили лазером ЛГ-75 —6328 А° и ЛГИ-21 —3370 А°) на установках КазГУ по методике В. М. Инюшина. Дозировки облучения 5, 10, 15, 30, 45, 60, 180 минут. Начиная с 1974 г., дозировки облучения измерялись циклами. Один цикл равен 0,01 сек.

Для изучения влияния ИКСС и лазерного излучения на посевные качества облученные семена проращивали в термостате согласно методике (ГОСТ-2890-67) для многосемянной и (ГОСТ-10882-67) для односемянной.

Подсчет всходов сахарной свеклы в полевых условиях производился на двухметровых отрезках пяти рядков и пяти местах делянки одной повторности каждого варианта опыта. В период вегетации растений проводили фенологические наблюдения — регистрировали морфологические и биометрические изменения; определяли динамику роста и развития растений. Листовую поверхность определяли по методу А. А. Нечипоровича путем высечки листа и пересчета на листовую поверхность одного растения и на число растений на одном гектаре.

Перед уборкой урожая подсчитывали густоту стояния растений на делянках всех повторностей каждого варианта

опыта. Брали образцы корней по 40 штук для соответствующих анализов. Учетная площадь 100 кв. м для каждой повторности. Во время уборки производили подсчет фактического количества и вес корней с учетом площади каждой делянки.

Содержание растворимых сухих веществ определяли полевым рефрактометром, а содержание сахара в корнях — методом холодной дигестии на поляриметре.

Полученные урожайные данные подвергали математической обработке методом дисперсионнгоо анализа по Б. А. Доспехову (1973), с определением ошибки опыта (Sx), ошибки разности средних (Sd) и наименьшей существенной разности для 5% уровня значимости $НСР_{95}$.

Экономическую эффективность определяли подсчетом прямых затрат и накладных расходов на объем производственных работ и стоимость продукции по методике ВНИИЭСХ.

Для выявления светоимпульсного эффекта в зависимости от дозы облучения и срока хранения семян после облучения провели лабораторный опыт: семена проращивали в термостате по 100 штук в четырехкратной повторности на 2, 10, 20, 30, 40, 60, 90, 120 и 180 день после облучения (табл. 1).

Таблица 1

Всхожесть семян сахарной свеклы сорта Внисовский полигибрид-5 в зависимости от дозы облучения ИКСС и продолжительности периода «облучение — посев» (%)

Варианты опыта	Период «облучение — посев», дней								
	2	10	20	30	45	60	90	120	180
Контроль (без облучения)	76	76	76	76	76	76	76	76	76
Облучение ИКСС 5 минут	70	67	60	59	63	62	60	59	64
ИКСС 10 мин.	73	69	67	63	62	64	63	61	59
—»— 20 —»—	67	83	80	76	76	69	68	63	62
—»— 30 —»—	64	79	82	84	83	80	77	64	63
—»— 45 —»— (5+10+30)	64	77	79	79	79	83	79	70	68
—»— 60 —»—	63	75	75	76	77	76	74	71	69
—»— 120 —»—	60	72	73	74	76	74	72	69	66
—»— 180 —»—	58	69	71	72	74	72	71	68	62

Из таблицы 1 видно, что при посеве на 2, 120 и 180 день после облучения опытные семена имели несколько пониженную всхожесть по сравнению с контролем. При посеве на

10 и 20 день после облучения, лучшими были варианты 20 и 30 минут облучения — всхожесть оказалась на 3,0—7,0% выше, чем в контроле.

При посеве на 30—90 день наивысшая всхожесть отмечена от облучения 30 и 45 (5+10+30) мин., всхожесть на 3—8% и энергия прорастания на 6—10% выше, чем в контроле.

На основании вышеизложенного можно отметить, что для получения положительного эффекта необходимо учитывать продолжительность облучения и срок отлежки от облучения до посева.

Лабораторными опытами также выявлено, что в результате облучения происходит снижение влажности семян от 0,5 до 6% (табл. 2).

Таблица 2

Предельное количество поглощения воды в зависимости от продолжительности облучения

(за сутки замачивания при 20—30°С)

Сорт	Продолжительность предпосевного облучения семян, мин	Влажность семян %	К-во поглощенной воды, % к воздушно-сухому весу
Внисовский полигибрид-5	Контроль без облучения	14,2	210
	5	13,0	230
	10	12,0	240
	20	11,0	248
	30	10,5	254
	45	10,0	258
	60	9,5	260
	120	9,0	262
	180	8,0	264

От облучения семян ИКСС различной продолжительности степень поглощения воды неодинакова. В результате суточного замачивания в воде при температуре 24—26°С опытные семена поглощали воды на 20—54% больше, чем контрольные (необлученные).

Следовательно, предпосевное облучение семян оказывает положительное влияние на физиолого-биохимические процессы, создавая необходимые предпосылки для интенсификации прорастания семян, роста и развития растений.

В дополнение к лабораторным исследованиям проведены полевые опыты с лучшими вариантами облучения 30, 45 (5+10+30) мин. и 20 мин. в сочетании с микроэлементами.

Фенологические наблюдения, проведенные в период вегетации растений, показали некоторые различия в прохождении отдельных фенофаз (табл. 3).

Таблица 3

Влияние ИКСС на фенологию сахарной свеклы (опыт 1973 г.)

Фаза развития растений	Варианты опыта			
	контроль	облучение ИКСС 30 мин.	облучение дроб. спос (5+10+30) 45 мин	облучение ИКСС 20 мин. в сочетании с м-эл.
Вилочки	23/V	25/IV	26/IV	23/IV
Первая пара настоящих листьев	3/V	5/V	5/V	3/V
Третья пара настоящих листьев	16/V	20/V	20/V	16/V
Смыкание листьев в междурядьях	24V/	25/V	25/V	24/V
Появление сухих листьев	27/VIII	27/VIII	27/VIII	27/VIII
Размыкание листьев в междурядьях (приближение уборочной зрелости)	4/X	19/IX	12/IX	29/IX
Вегетационный период (дней)	176	159	153	171

Биометрические наблюдения свидетельствуют, что предпосевная обработка семян ИКСС оказывает значительное влияние на процесс формирования листовой поверхности растений сахарной свеклы, особенно в начале вегетации, что в конечном итоге приводит к повышению урожайности (табл. 4). Из таблицы 4 видно, что наибольший положительный эффект получен от 30-минутного облучения.

Прибавка урожая корней была на 40,2 ц/га и содержание сахара — на 0,4% выше, чем в контроле.

Более высокие показатели получены от облучения семян ИКСС дробным способом (табл. 5).

Из таблицы 5 видно, что в результате облучения ИКСС дробным способом наибольший эффект получен в варианте 5+10+30 мин. — урожай корней был на 54,3 ц/га, содержание сахара на 0,7% и валовый сбор сахара на 11,2 ц/га больше, чем на контроле.

Таблица 4

Влияние облучения семян ИКСС на урожай и содержание сахара в корнях сахарной свеклы (среднее за 1971—1973 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Превышение		Содержан. сахара, %	Выход сахара, ц/га	Превышение	
		ц/га	%			содер. сахара, %	выхода сахара, ц/га
Контроль (без облучения)	386,8	—	—	14,9	57,6	—	—
Тепловой обогрев	391,1	4,3	1,1	14,9	58,3	—	0,7
Облучение 5 мин.	395,6	8,8	2,3	15,3	60,5	0,4	2,9
» 10 »	399,6	12,8	3,3	15,1	60,4	0,2	2,8
» 20 »	410,3	23,5	6,1	15,2	62,4	0,3	4,8
» 30 »	427,0	40,2	10,4	15,3	65,3	0,4	7,7
» 45 »	419,6	32,8	8,5	15,2	64,1	0,3	6,5
» 60 »	410.0	23,2	6,0	15,2	62,3	0,3	4,7
» 120 »	402,0	15,2	4,0	15,1	60,7	0,2	3,1
» 180 »	383,3	—3,5	—0,9	14,7	56,6	—0,2	—1,0
		$НСР_{05}$, ц/га 8,1			3,5		

Таблица 5

Влияние облучения ИКСС дробным способом на урожай и содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы (среднее за 1971—1973 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Превышение		Содерж. сахара, %	Выход сахара, ц/га	Превышение	
		ц/га	%			выход сахара, ц/га	содерж. сахара, %
1. Контроль (без облуч.)	386,0	—	—	14,9	57,5	—	—
2. Тепловой обогрев	389,0	+ 3,0	0,8	14,9	58,0	+ 0,5	—
3. Воздушно-тепловой обогрев	392,0	+ 6,0	1,5	15,0	58,8	+ 1,3	0,1
4. Облучение 5 мин.	399,0	+13,0	3,4	15,1	60,2	+ 2,7	0,2
5. Облучение 5+5 мин.	404,3	+18,3	4,7	15,2	61,4	+ 3,9	0,3
6. Облучение 10+10 мин.	424,3	+38,3	9,9	15,4	65,3	+ 7,8	0,5
7. Облучение 5+10+30 мин.	440,3	+54,3	14,1	15,6	68,7	+11,2	0,7
8. Облучение 30+30 мин.	411,3	+25,3	6,5	15,5	63,7	+ 6,2	0,6
9. Облучение 45+45 мин.	420,6	+34,6	9,0	15,3	64,3	+ 6,8	0,4
10. Облучение 60+60 мин.	358,0	—28,0	7,2	15,2	54,4	— 3,1	0,3
11. Облучение 60+60+60 мин.	371,0	—15,0	3,3	15,0	55,6	— 1,9	0,1
$НСР_{05}$, ц/га	15,5				4,0		

Шахов А. А., Станко С. А .(1972) и другие исследователи сходятся на мысли, что стимулирующий эффект от предпосевного облучения семян возникает в результате повреждения внутренних структур поверхности семянных оболочек и мембран клеток, активизирует деятельность ферментов, усиливает окислительные процессы, ускоряет мобилизацию питательных веществ семян и приводит к лучшему их прорастанию.

Такая первоначальная активная жизнедеятельность проростка облучением значительно улучшает ход физиолого-биохимических процессов, создавая необходимые предпосылки для интенсификации роста, развития растений и в конечном итоге — повышении урожая.

В 1971—1973 гг. нами также проведены исследования по светостимуляции сахарной свеклы лазерным излучением.

Инюшин В. М. (1974) в своих опытах установил, что при облучении клеток монохроматическим, т. е. красным светом лазера — ускоряются биохимические процессы, усиливаются физиологические реакции, начинается более активное деление клеток. Все это приводит к увеличению энергетического баланса организма. Так, под действием луча, воздействующего на семена ,ускоряется рост и развитие растений и, что самое важное, увеличивается их урожайность. Повысилась всхожесть семян, увеличилась урожайность свеклы на 15%, повысилось и содержание сахара.

Исследование биологического действия лазерного излучения на активность развития растений сахарной свеклы показало, что оптимальные дозы облучения обеспечили максимальное повышение урожая корнеплодов и содержания сахара. Это объясняется тем, что различные области спектра и интенсивность света оказывают значительное влияние на отдельные звенья обмена веществ в растении, вызывая изменения биосинтеза продуктов жизнедеятельности клеток, (метаболитов). Возможна стимуляция физиологических процессов у растений при сравнительно небольших интенсивностях лазерного излучения.

Инюшин В. М. (1974), используя оптические квантовые генераторы, как источники электромагнитного когерентного излучения, указал на возможность стимуляции физиологических процессов у растений при сравнительно небольших интенсивностях лазерного излучения.

При воздействии светом гелий-неоновых лазеров на семена получена прибавка урожая овощных под пленкой на 30—36%, в открытом грунте на 20—23%, зерновых на 10—15%

по сравнению с контролем. Кроме того, увеличено количество сахаров на 1—2% в овощных культурах и сахарной свекле.

Мацуцина Л. Б. (1974) считает ,что предпосевное облучение семян сахарной свеклы гелий-неоновым лазером способствует увеличению сахаристости корня, оказывает значительное влияние на валовый выход сахара.

Таблица 6

Влияние облучения семян лазером на урожай и содержание сахара в корнях сахарной свеклы (среднее за 1971—1973 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Превышение ±		Содерж. сахара, %	Превышение, %	Выход сахара, ц/га	Превышение, ц/га
		ц/га	%				
1. Контроль (без обр.)	386,6	—	—	14,9	—	57,6	—
2. Воздушно-тепловой обогрев	391,3	+ 4,7	1,2	14,9	—	58,3	+0,7
3. Тепловой обогрев	374,0	—12,6	—3,2	14,9	—	55,7	—1,9
4. Облучение лазером 5 мин.	391,3	+ 4,7	1,2	14,9	—	58,4	+0,8
5. —»— 10 мин.	401,6	+15,0	3,9	15,0	0,1	60,2	+2,6
6. —»— 20 мин.	405,0	+18,4	4,8	15,1	0,2	61,2	+3,6
7. —»— 30 мин.	407,6	+21,0	5,4	15,0	0,1	62,0	+4,4
8. —»— 45 мин.	409,3	+22,7	5,8	15,0	0,3	62,0	+4,8
9. —»— 60 мин.	413,0	+26,4	8,5	15,3	0,4	63,2	+5,6
10. —»— 120 мин.	406,6	+20,0	5,2	15,2	0,3	61,8	+4,2
11. —»— 180 мин.	391,3	+ 4,7	1,2	15,1	0,2	59,4	+1,8
$НСР_{05}$	13,5					2,6	

В наших опытах также выявлено, что в зависимости от продолжительности облучения светоимпульсный эффект проявляется неодинаково.

Из таблицы 7 видно, что от 60-минутного облучения лазерным светом получен наибольший эффект. Прибавка урожая корней составила 26,4 ц/га или 8,5%, повышение содержания сахара — 0,4%.

Экономическая эффективность предпосевного облучения семян сахарной свеклы

Производство сахарной свеклы в значительной мере определяет экономику свекловодческих хозяйств. Например, в колхозе «40 лет КазССР» из всей суммы дохода денежных средств около 50% составляет доход от сахарной свеклы.

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции при равных площадях может достигаться с разной окупаемостью затрат. По мере повышения уровня агротехники на базе механизации и химизации сельскохозяйственного производства, сумма общепроизводственных затрат на единицу продукции снижается.

Сахарная свекла способна давать высокие урожаи при правильном применении оптимальных доз органических и минеральных удобрений и своевременных поливов. Немаловажное значение имеет предпосевная обработка семян импульсным концентрированным солнечным светом (ИКСС) и лазером.

Рассмотренные в этой работе данные трехлетних опытов по изучению метода предпосевного облучения семян сахарной свеклы импульсным концентрированным солнечным

Таблица 7

Экономическая эффективность предпосевного облучения ИКСС семян сахарной свеклы (среднее за 1971—1973 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки, руб/га	Чистый доход за вычетом дополнительных затрат, руб/га*
Контроль — без облучения	386,8	—	—	—
Облучение ИКСС в течение 5 мин.	395,6	8,8	28	19
» 10 »	399,6	12,8	41	32
» 20 »	410,3	23,5	76	67
» 30 »	427,0	40,2	130	121
» 45 »	419,6	32,8	106	97
» 60 »	410,0	23,2	75	66
» 120 »	402,0	15,2	49	40
» 180 »	383,3	—	—	—
Облучение ИКСС дробным способом 5+5 мин.	404,3	17,5	56	47
» 10+10 »	424,3	37,5	121	112
» 5+10+30 »	440,3	53,5	173	164
» 30+30 »	411,3	24,5	79	70
» 45+45 »	420,6	33,8	109	100
» 60+60 »	358,0	—		
» 60+60+60 »	371,0	—		

* — Дополнительные затраты:

1. На облучение семян — 4 руб/га.
2. На уборку дополнительного урожая — 5 руб/га.

светом и монохроматическим красным светом лазера показали их несомненную эффективность в повышении урожайности данной культуры. Статистически достоверными данными доказано положительное влияние этих приемов не только на повышение урожая корней, но и на повышение содержания сахара.

Для оценки экономической эффективности изучаемого приема мы провели анализ дополнительных издержек производства, связанных с облучением и их окупаемости стоимостью дополнительно получаемого урожая. Как показывают материалы экономического анализа (табл. 7) предпосевное облучение семян ИКСС оптимальными дозами открывает большие возможности увеличения доходности сахарной свеклы. В результате облучения семян в течение 30 мин. и дробным способом — 5+10+30 мин. прибавка урожая в среднем за три года соответственно вариантов составила 40,2 и 53,5 ц/га, в денежном выражении — 130 и 173 руб/га. После вычета дополнительных затрат на оплату труда за сбор дополнительного урожая и расходы по облучению семян чистый доход составил 121 и 164 руб/га. Этот показатель может быть выше, если сахарная свекла будет сдаваться с учетом содержания в корнях сахара.

Таблица 8

Экономическая эффективность предпосевного облучения лазером семян сахарной свеклы (среднее за 1971—1973 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки, руб/га	Чистый доход, за вычетом дополнительных затрат, руб/га*
Контроль — без облучения	386,6	—	—	—
Облучение лазером в течение 5 мин.	391,3	4,7	15	6
» 10 »	401,6	15,0	48	39
» 20 »	405,0	18,4	59	50
» 30 »	407,6	21,0	68	59
» 45 »	409,3	22,7	73	64
» 60 »	413,0	26,4	85	76
» 120 »	406,6	20,0	65	56
» 180 »	391,3	4,7	15	6

* — Дополнительные затраты:

1. На облучение смеян — 4 руб/га.
2. На уборку дополнительного урожая — 5 руб/га.

По другим опытным вариантам, кроме вариантов с высокими дозами облучения, урожай корней был выше, чем в контроле, но ниже, чем в лучших вариантах.

В опытах с лазерным облучением также получен положительный эффект, лучшим оказался вариант с 60-минутным облучением (табл. 8). Прибавка урожая корней составила 26,4 ц/га и чистый доход 76 руб/га.

Следовательно, широкое применение светоимпульсного облучения в свеклосеющих хозяйствах позволит заметно увеличить выход продукции с единицы площади с повышенным содержанием сахара.

Выводы

1. Импульсный концентрированный солнечный свет является мощным фактором стимуляции ряда физиолого-биохимических процессов при прорастании предпосевно-облученных семян и при облучении вегетирующих растений в разные фазы развития.

2. Прорастание предпосевно-облученных ИКСС семян сопровождается усилением ферментативного гидролиза сложных запасных веществ эндосперма до более простых, легко усваиваемых зародышем и проростками. Проростки из облученных семян по сравнению с контрольными более полно и быстрее используют запасные вещества эндосперма.

3. Применение импульсного концентрированного солнечного света для предпосевного облучения семян, вегетирующих растений весьма перспективно и представляет общебиологический интерес. Оно может быть использовано для направленного метаболизма и найдет широкое применение в семеноведении и семеноводстве:

4. Изучаемые приемы предпосевной обработки семян лазерным излучением являются простыми, легко доступными и дешевыми источниками для повышения урожая сахарной свеклы.

Е. А. Казаков, А. С. Оканенко, В. И. Канивец,
Н. И. Бидзиля, Г. С. Гродзинская, В. С. Дверняков

ДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА СЕМЕНА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

УДК 621.8.035:633.63

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. в области сельского хозяйства поставлена задача увеличить среднегодовой объем сельскохозяйственной продукции по сравнению с предшествующим пятилетием на 20—22%, в том числе сахара — на 34% за счет более полного использования достижений науки в сельскохозяйственном производстве. Орошаемое земледелие, применение минеральных удобрений, корневые и внекорневые подкормки, рациональное размещение растений, оптимальные нормы высева, своевременный посев и уборка, культура закрытого грунта, удобрение углекислотой, гибридизация и направленный отбор — вот далеко неполный перечень «инструментов», умело пользуясь которыми, человек направленно действует на растения, чтобы повысить их продуктивность.

В последние годы внимание биологов, генетиков и селекционеров привлекло светоимпульсное облучение пыльцы, семян, вегетирующих растений, а также отдельных его органов концентрированным солнечным светом, подаваемом в импульсном режиме (ИКСС), как новый фактор, способный стимулировать жизнедеятельность растений в целом, повышать урожай и улучшать его качество, а в ряде случаев и изменять наследственные признаки. Результаты многочисленных экспериментов по фотостимуляции урожайности и качества урожая различных сельскохозяйственных культур, а также по изменению фотометаболизма и наследственных признаков растений отражены в сборниках по фотоэнергетике растений.*

* Светоимпульсная стимуляция растений. «Наука», М., 1971. Повышение урожайности концентрированным светом. «Колос», М., 1972. Фотоэнергетика растений. «Энергия», М., 1972. Проблемы фотоэнергетики растений. Вып. 1, «Штиинца», Кишинев, 1974. Проблемы фотоэнергетики растений. Вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Объекты и методы исследования.

Объектом исследований служили клубочки и растения сахарной свеклы сорта Рамонская — 06 (Р06), выращиваемые в вегетационных сосудах Вагнера на вегетационной площадке ИФР АН УССР в течение 1971—1974 гг. Вес почвы в сосуде — 16,5 кг. Полив производился по весу утром и по объему в течение дня (1—3 раза в сутки — в зависимости от условий погоды). Питательной средой служила норма ВНИС. Повторность опытов 8—12 кратная. Конструкция установок и методика облучения подробно описаны (Б. И. Гуляев и др. 1973; А. С. Оканенко и др., 1974).

Определение свободных радикалов в клубочках и его морфологических частях производилось на радиоспектрометре типа РЭ-1301 с использованием внутреннего стандарта, которым служил ион Mn^{2+} в кристаллической решетке MgO. О концентрации индуцированных парамагнитных центров судили по определению интенсивности спектра электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) объекта по отношению к интенсивности спектра стандарта, который записывали одновременно с образцом (Н. И. Бидзиля и др., 1967). Интенсивность фотосинтеза определяли газометрическим методом в модификации А. С. Оканенко и др., (1965) на листьях, не отделенных от растения. Для измерения интенсивности транспирации использовали хлоркальциевые трубки (взвешивание до и после опыта). Температура листа в камере-прищепке измерялась медицинским электротермометром типа ТПЭМ-1, датчики которого были вмонтированы в нижние стенки камер и плотно прилегали к нижней поверхности листа. Значения диффузионных сопротивлений листьев определялись на основании одновременного измерения интенсивности фотосинтеза, транспирации, температуры листа и воздуха по формулам, приведенным в работе (А. С. Оканенко и др., 1969). Площадь листовой поверхности — по прописи Х. Н. Починка (1958). При уборке определяли вес сырой массы всего растения, корня и ботвы. Индивидуальный анализ сахаристости корней — в поляриметрической лаборатории ВНИСа, применяя холодную дегестию. Математическую обработку результатов — на ЭВМ типа «Минск-22» в Харьковском институте радиоэлектронники на кафедре электронно-вычислительных машин, по А. С. Молостову (1965).

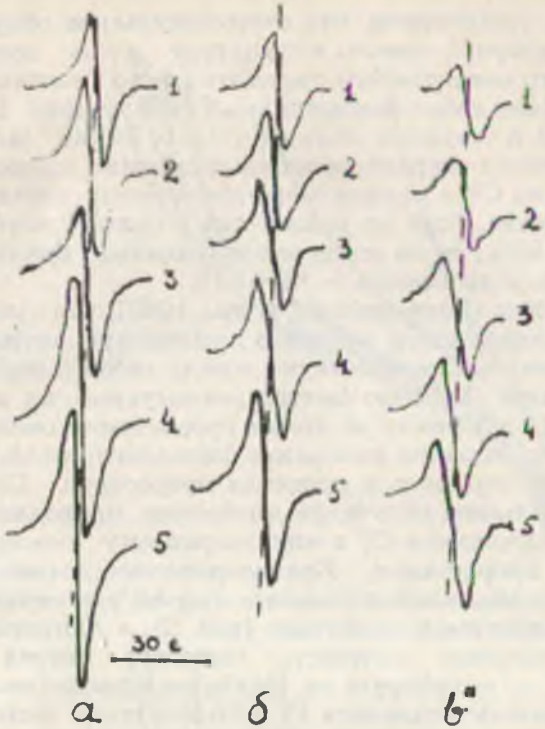


Рис. 1. Интенсивность спектров ЭПР клубочков (а), околоплодника (б) и семян (в) сахарной свеклы, облученных разными дозами ИКСС. Концентрация солнечного света — 50-кратная: 1 — контроль, 2 — облучение в течение 15; 3—30; 4—60; 5—90 минут.

Действие светоимпульсного облучения на клубочки сахарной свеклы

Предпосевное облучение семян ИКСС вызывает интенсификацию, иногда довольно длительную, многих физиолого-биохимических процессов и приводит не только к изменению урожайности, но и появлению мутантных форм у растений. По мнению ряда исследователей (А. А. Шахов, 1967—1972), столь длительное последействие опосредствовано первичными изменениями, происходящими в биосистеме при облучении — фотоиндуцированными свободными радикалами. Показано, (Н. И. Бидзиля и др., 1974), что ИКСС, попадая на клубочек сахарной свеклы. основную часть энергии отдает околоплоднику, незначительную — оболочке семени и еще меньше — непосредственно семени, к которому попадает лишь красный участок спектра.

Нами установлено, что светоимпульсное облучение клубочков сахарной свеклы индуцирует в них возникновение СР, спектр электронного парамагнитного резонанса которых представляет собой симметричный синглет (рис. 1) с g-фактором 2,003 и шириной линии 8±0,5 э. Такие же синглеты встречаются в отпрепарированных семенах и околоплоднике. Количество СР в разных морфологических частях клубочка не одинаково. Если их количество в целых клубочках принять за 100%, то на долю околоплодника приходится 60—65%, а на долю семени — 40—35%.

Известно, (Блюменфельд и др., 1963), что индуцированные СР имеют очень высокую химическую активность, благодаря чему взаимодействуют между собой и окружающими молекулами. Особенно быстро реализуется их высокая химическая активность во время прорастания семян. Следствием этого является изменение физиологической активности клеточных структур и органелл проростков. Предпосевное светоимпульсное облучение клубочков, приводящее к повышению содержания СР в них, по-разному повлияло на скорость их прорастания. Кратковременное воздействие световым потоком малой плотности (до 50^{x}) стимулирует скорость прорастания клубочков (рис. 2), а длительное воздействие и высокая плотность светового потока (50^{x}, 70^{x} 120 мин) — ингибирует ее. Наиболее эффективными по этому показателю оказались 15 и 30-минутные экспозиции при 50-кратной концентрации солнечнего света.

Бесспорно, что одной из важнейших сторон данного метода является фотоиндуцированный мутагенез. На томатах (А. А. Шахов и др., 1964—1974 гг.), ячмене (Н. С. Балаур и др., 1972), кукурузе (Л. И. Балаур, 1972) и ряде других культур было показано, что прямо или косвенно свет влияет на один из самых фундоментальных процессов жизнедеятельности — метаболизм нуклеиновых кислот, белков, наследственность. Согласно современным представлениям основной путь реализации генетической информации осуществляется согласно схеме:

ДНК → ИРНК → БЕЛОК.

Ясно, что незначительные изменения в ДНК приводят к изменению фенотипических признаков, если учесть, что каждая молекула И-РНК между делениями клеток, как правило, участвует в синтезе большого количества молекул функционального белка. Синтезированный белок с измененной структурой, являясь ферментом, в конечном счете может оказы-

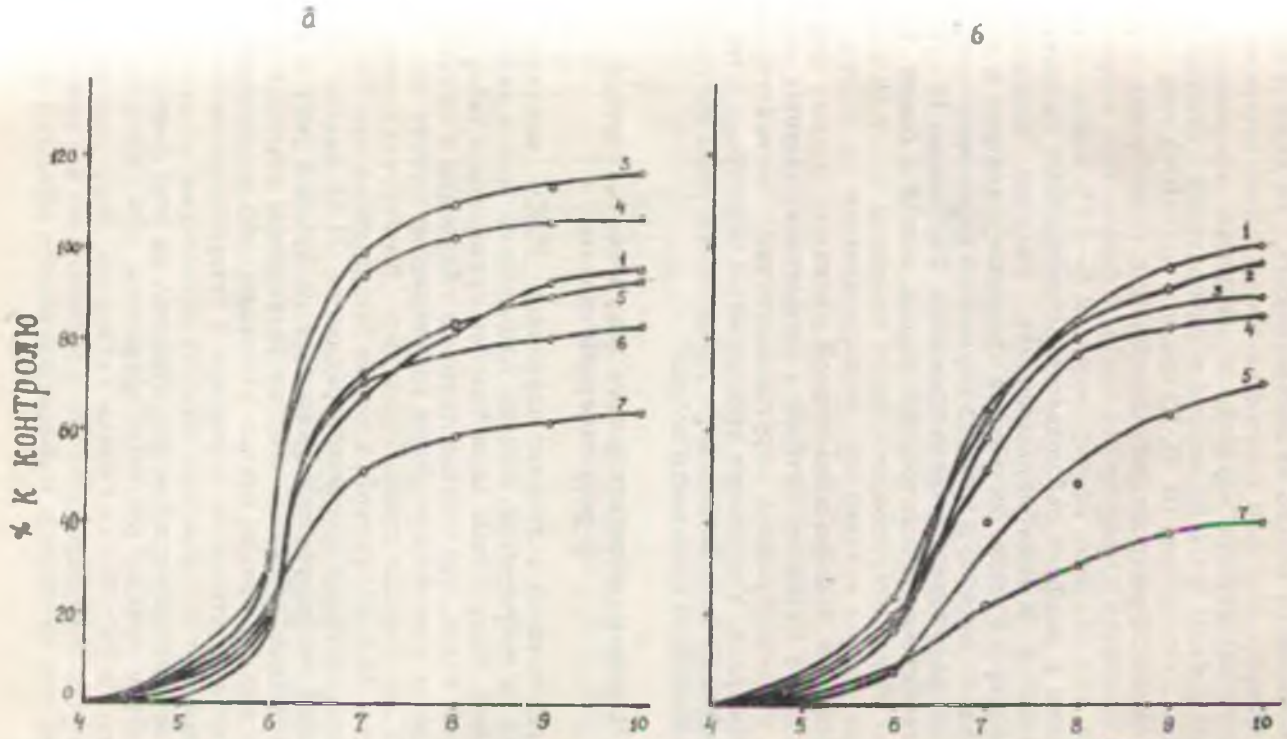


Рис. 2. Всхожесть клубочков сахарной свеклы, облученных различными дозами ИКСС: а — 50-кратная, б — 70-кратная концентрация солнечного света; 1 — контроль, 2 — облучение в течение 5; 3—15; 4—30; 5 — 60; 6 — 90 и 7—120 минут.

вать влияние не только на интенсивность, но даже и на направленность того или иного функционального процесса.

Цитогенетическое изучение точек роста проростков сахарной свеклы было проведено в лаборатории цитогенетики ВНИСа. Установлено (В. И. Канивец и др., 1974), что основным типом перестроек, возможных для наблюдения в анафазе, являются хромосомные мосты и фрагменты, встречающиеся, как правило, одновременно. В 8—10% клеток с аномалиями в анафазе наблюдается агглютинация хроматина. Встречается и многоядрышковость, наличие нескольких микроядер в клетке, отставание хромосом в анафазе и т. д.

Анализ метафаз в митозах первичной меристемы показал наличие анеуплоидии числа хромосом. Так вместо 18 хромосом, свойственных диплоидной форме, взятой в опыте, 15% клеток имели анеуплоидное число хромосом — от 15 до 22. Иногда клетки становились тетраплоидными и содержали 36 хромосом. Весьма характерной являлась и сама форма хромосом в метафазе митозов у проростков опытных растений: подковообразная, округло-изогнутая, несвойственная для контроля. Увеличение хромосомных перестроек и их усложнение по типу возрастает с увеличением дозы облучения и уменьшением влажности почвы.

Влияние светоимпульсного облучения клубочков на рост сахарной свеклы

Предпосевное облучение клубочков ИКСС повлияло не только на прорастание, но и на дальнейший рост и развитие растений. Полученные нами данные приведены в табл. 2, из которой видно, что светоимпульсное облучение в оптимальных дозах способствует более интенсивному росту проростков. У нас такими дозами оказались 60-минутная экспозиция при 30 и 50-кратной, а также 30-минутная при 70-кратной концентрации солнечной радиации (1,15 кал/см^2 мин). Больший вес проростков указывает на лучший рост и лучшее усвоение солнечной энергии растениями опытных вариантов уже на ранних этапах вегетации, ибо появившись на поверхность, проросток переходит с гетеротрофного способа питания за счет запасных веществ эндосперма на автотрофный, осуществляющийся, как известно, за счет фотосинтеза. Проростки лучших опытных вариантов (30^x 60 мин., 50^x 60 мин., и 70^x 30 мин.) превосходили по весу контроль и другие опытные варианты при прорывках во все сроки. Известно, что крупные и сильные проростки обгоняют в росте

Таблица 2

Влияние предпосевного облучения клубочков ИКСС на вес проростков сахарной свеклы (г, сырая масса 1972 г.)

Варианты опыта	Вес									
	всего растения			всего растения	корня	ботвы	всего растения	корня	ботвы	пластинки
	6.VI	12.VI	19.VI	26.VI			3.VII			
Контроль	0,48	1,07	2,01	9,94	0,83	9,11	38,04	3,79	34,26	3,03
Облучение ИКСС										
30[x] 30 мин.	0,49	1,73	2,06	9,75	0,75	9,00	38,50	3,63	34,86	3,00
—»— 60 —»—	0,63	2,03	2,39	9,62	0,89	9,73	43,75	4,83	38,92	3,36
50[x] 15 —»—	0,45	1,55	3,28	14,44	1,06	11,83	40,62	4,69	35,93	3,29
—»— 30 —»—	0,51	1,18	2,80	13,09	1,35	11,74	39,37	4,73	34,64	3,25
—»— 60 —»—	—	—	—	13,94	1,10	12,84	49,37	4,65	44,72	3,89
—»— 90 —»—	0,74	1,41	2,75	11,37	0,91	10,46	40,00	4,31	35,68	3,32
—»— 120 —»—	0,56	2,12	3,00	13,06	0,91	12,05	38,25	4,39	33,86	3,13
70[x] 5 мин.	—	—	2,65	10,06	0,88	9,18	37,37	4,23	35,14	3,29
—»— 15 —»—	0,72	1,20	1,73	10,62	0,79	8,83	37,69	4,19	33,49	3,07
—»— 30 —»—	0,64	2,26	2,52	12,50	0,89	11,61	45,62	5,02	40,60	3,54
—»— 60 —»—	0,65	2,56	2,67	10,25	0,74	9,51	40,62	4,68	40,60	3,27
—»— 120 —»—	0,61	1,65	2,37	10,56	0,79	9,77	38,13	4,11	34,02	3,07

слабые и дают в конечном итоге растения с более крупными корнеплодами (С. С. Сербин, 1969). Интересно отметить, что к моменту последней прорывки (3.VII) растения контрольного варианта уже догнали некоторые опытные по весу общей вегетативной массы за исключением трех лучших, но это выравнивание произошло в основном за счет прироста ботвы. По весу корня в данное время контрольные растения еще значительно (на 5—8%) отставали от большинства опытных.

Высокие дозы облучения (50^{x} 120 мин. и 70^{x} 120 мин.), сильно снизив всхожесть клубочков и энергию прорастания, пока не оказали на вес проростков заметного ингибирующего действия. Возможно, что под влиянием интенсивного света произошел отбор более жизнеспособных семян. В таком случае урожай растений данных вариантов при учете единичных растений должен быть больше или, в худшем случае, на уровне контроля. Но как увидим дальше, угнетение растений данных вариантов все же имело место в результате снижения приростов сухой фитомассы (за счет более низкого фотосинтеза целых растений, а, следовательно, и снижения скорости роста растения в целом).

Урожай зависит от интенсивности фотосинтеза, размера ассимиляционной поверхности и продолжительности ее работы, при этом площадь листовой поверхности играет решающую роль, так как факторы внешней среды влияют прежде всего на этот показатель растений. Известно (А. С. Оканенко, 1968), что обмен веществ в листьях сахарной свеклы первых сроков появления направлен на формирование листового аппарата, тогда как функции листьев второго десятка направлены на формирование корнеплода. Продуктивность свеклы в связи с этим в основном зависит от жизнедеятельности листьев второго десятка.

По величине площади листовой поверхности, которую определяли как произведение длины листовой пластинки на ее ширину с последующим перемножением на коэффициент, так и по количеству листьев в начале вегетации значительных различий не наблюдалось, хотя высокие дозы несколько угнетали ростовые процессы. По мере роста и развития различия начинают проявляться ярче. Низкие дозы стимулировали нарастание листовой поверхности, а высокие, наоборот, угнетали. Наибольшие различия по величине листовой поверхности отмечались в конце июля и начале августа, в период максимального ее развития. В это время растения из клубочков, облученных в течение 15 и 30 минут при 70-

кратной концентрации, превосходили растения контроля и других опытных вариантов не только по общей площади листовой поверхности, но и по площади одного листа. Облучение способствовало более интенсивному росту листовой пластинки, не влияя или даже частично задерживая образование новых листьев. Высокие дозы — 90, 120 минут и высокая степень концентрации — 70-крат. тормозили нарастание листовой поверхности. Максимальные различия между растениями контрольного и опытных вариантов наблюдались при выращивании их на 70%-ной влажности почвы. На 40%-ной влажности этих особенностей роста не наблюдалось, хотя растения некоторых вариантов и незначительно превосходили контроль. Особенностью роста сахарной свеклы является непрерывность листообразования в течение вегетации, при этом вновь образовавшиеся листья приходят на смену отмершим. Естественный процесс старения и отмирания листьев проходит по-разному не только у разных сортов, но и у сортов различных направлений: более быстро отмирают листья у сортов урожайного направления по сравнению с сахаристыми. Наблюдение за изменением листового аппарата в нашем опыте показало, что предпосевное облучение клубочков сахарной свеклы ИКСС несколько задерживает как общее листообразование (количество листьев па контроле всегда больше), так и их смену (количество отмерших листьев у растений опытных вариантов всегда меньше). Но разница в абсолютно сухом весе отмерших за вегетацию листьев между контролем и опытом значительно сглаживается по сравнению с количеством отмерших листьев, что указывает на более медленный темп листосмены крупных листьев у растений опытных вариантов.

Наблюдаемые морфологические изменения не могли не сказаться на анатомических показателях листьев опытных растений. Интерес к данному показателю возбуждался еще и тем, что с ксероморфностью листьев некоторые исследователи связывают сахаристость корней, в то время как вес, а следовательно и продуктивность корнеплода определяется крупноклеточностью листового аппарата. Небезынтересны в данном отношении опыты (А. С. Оканенко и др., 1968), показавшие, что в результате предпосевной обработки клубочков сахарной свеклы по Генкелю и Вороновой может стимулироваться нарастание площади листовой поверхности (до 20, 35% соответственно) на фоне повышения «функционального ксероморфизма», т. е. уменьшения величины клеток листьев.

Полученные нами результаты, касающиеся толщины листовой пластинки, толщины слоев столбчатой и губчатой паренхимы, а также размеров паренхимных клеток у листьев 10-го, 15-го и 20-го ярусов представлены в табл. 3. Анатоми-

Таблица 3

Изменение размеров клеток при предпосевном облучении ИКСС, мк.

Варианты опыта	Толщина листа	Толщина слоев паренхимы		Размеры паренхимных клеток
		столбчатая	губчатая	длина—ширина
10-й лист				
Контроль	327,0	196,2	130,8	62,7—32,5
Облучение ИКСС				
30^{x} 60 мин.	261,6	152,6	109,0	53,9—28,1
50^{x} 60 —»—	275,8	161,3	114,5	55,6—29,2
70^{x} 30 —»—	297,6	174,4	123,2	58,9—27,5
—»— 60 —»—	289,8	172,2	117,7	61,6—26,9
—»— 120 —»—	266,0	152,6	113,4	56,7—27,5
15-й лист				
Контроль	318,3	194,0	124,3	72,1—29,7
Облучение ИКСС				
30^{x} 60 мин.	284,5	166,8	117,7	55,6—26,4
50^{x} 60 —»—	254,0	147,2	106,8	52,3—24,8
70^{x} 30 —»—	281,2	172,2	109,0	53,4—23,7
—»— 60 —»—	282,4	169,0	113,4	51,7—24,2
—»— 120 —»—	284,5	179,9	104,6	57,2—23,7
20-й лист				
Контроль	232,2	134,1	98,1	48,1—20,4
Облучение ИКСС				
30^{x} 60 мин.	261,6	134,1	109,0	42,4—20,9
50^{x} 60 —»—	236,5	130,8	105,7	41,3—18,7
70^{x} 30 —»—	264,9	157,0	107,9	44,0—19,3
—»— 60 —»—	250,7	144,7	101,8	41,8—17,6
—»— 120 —»—	245,3	141,7	103,6	41,8—19,3

ческие исследования листьев растений, выросших из облученных ИКСС клубочков сахарной свеклы показали, что данное воздействие приводит к повышению ксероморфизма у листьев первых двух десятков, выражающегося в уменьшении толщины листовой пластинки за счет уменьшения клеток столбчатой и губчатой паренхим.

Влияние светоимпульсного облучения клубочков на интенсивность фотосинтеза и продуктивность свеклы

Кроме морфолого-анатомических изменений наблюдаются отклонения и функционального характера. Так, изучение интенсивности фотосинтеза при помощи многоканальной установки с проточным протягиванием воздуха на листьях, неотделенных от растения, показало, что усвоение углекислоты у контроля и опытных вариантов происходило по-разному. Важность данного показателя бесспорна, поскольку роль фотосинтеза, как процесса, образующего материал для роста и накопления массы урожая вполне ясна, т. к. известно, что сухая масса урожая сахарной свеклы примерно на 90—95% состоит из органического вещества, созданного деятельностью фотосинтетического аппарата. Листья метили по срокам появления: в опыты брали листья одного возраста (5, 10, 15, 20) в соответствии со временем вегетации. В каждом варианте учитывали по 3 растения, приводимые величины фотосинтеза представляют среднее из трех растений. Одновременно в опыте изучали 18 растений свеклы. Полученные результаты представлены на рис. 3.

Растения из семян, облученных интенсивным световым потоком (70^x) ,имели более высокую интенсивность фотосинтеза в условиях выращивания на 70%-ной влажности почвы при всех сроках облучения, особенно при 5, 60 и 120 минутном воздействии (28.VII, 5 лист). Позже, 24.VIII (15 лист) максимум фотосинтеза наблюдался у растений, клубочки которых были облучены в течение 15 и 30 минут, при сходных условиях погоды, а еще позже — 4.IV (20 лист) высокий фотосинтез был у растений с 30, 60 и 120 минутным облучением (при более высокой температуре воздуха). Неясна причина депрессии фотосинтеза у 20 листа с 15 минутным облучением. Несколько ниже был уровень фотосинтеза у растений, выращиваемых при 40%-ной влажности почвы. Небольшое повышение фотосинтеза 1.VII (5 лист) отмечалось у растений с 5, 30 и 60 минутным облучением. 15.VIII (15 лист) повышенная ассимиляция углекислоты наблюдалась только у 30 минутного варианта, а 7.IX (20 лист) у растений 5 минутного и снижение (против контроля) у 60 минутного варианта.

У растений, семена которых были облучены интенсивностью 50^x и выращиваемых при 70%-ной влажности почвы, общий уровень фотосинтеза 27.VII (5 лист) был ниже, чем у растений, облученных 70^x. Все же лучше контроля поглощали углекислоту растения вариантов 30, 60, 90, а в после-

Рис. 3. Влияние светоимпульсного облучения клубочков на фотосинтез сахарной свеклы: I — 70%-ная, II — 40%-ная влажность почвы; $а_1б_1$ — 5-й, $а_2б_2$ — 15-й, $а_3б_3$ — 20-й лист; —— утреннее, —.—.— послеполуденное определение.

полуденное определение и 120 минутного облучения. 12.VII (15 лист) в утренние часы повышение фотосинтеза наблюдалось после 15, 30, 60 и 90 минутного облучения, а в полдень — у всех растений. У 20 листа (5.IX, 11.IX и 13.IX) интенсивность фотосинтеза была выше у растений с 60—120, а в первых двух сроках и при 30 минутном облучении. При снижении влажности почвы до 40%-ной уровень фотосинтеза в утренние определения был выше чем при 70%-ной, а днем понижался по сравнению с последним, что, возможно, связано с расстройством водного баланса листа, в результате чего возникает водный дефицит, понижающий фотосинтез. На этом фоне только в утреннем определении (5 лист) растения варианта с 30 минутным облучением имели фотосинтез выше, чем контрольные, 15 лист растений (14.VIII) почти всех опытных вариантов фотосинтезировал на уровне контроля (за исключением 60 и 120 минутного), а 28.VIII лучше контрольных растений поглощали углекислоту растения 30, 60 и 120 минутного вариантов. Во втором определении уровень фотосинтеза резко снизился у всех растений, вследствие наступления облачности, а затем и дождя. 20 лист (6.IX) в 12 часов дня при пониженной интенсивности освещения уменьшил фотосинтез по сравнению с контролем у всех опытных вариантов, а позже, в 14 часов с улучшением освещения и повышением температуры воздуха несколько повысил фотосинтез, в особенности у варианта с 2 часовым облучением.

Газообмен листа в основном осуществляется через устьица путем диффузии, на важную роль которой обратил внимание Гаастра (Gaastra, 1959), а позднее Холмгрен с соавторами (Holmgren, 1965). Они показали, какие диффузионные сопротивления находятся на пути углекислого газа и водяного пара и предложили приближенные формулы для их определения, которыми с уточнениями пользуются в настоящее время.

Электрический аналог модели газообмена листа, который в настоящее время усиленно изучается, впервые был предложен Гаастра (Gaastra, 1959). Согласно этой модели, поток углекислоты, который проникает в середину фотосинтезирующих клеток и встречает на своем пути цепь из последовательно соединенных сопротивлений, которая состоит из сопротивления прилистового слоя, обедненного углекислотой Ra, сопротивления устьиц r_s, сопротивления мезофилла r_m, при этом последнее характеризует сопротивление диффузии углекислоты в жидкой фазе. Шартье (Chartier, 1966) и Мон-

тис (Monteith, 1963) вводят, кроме того, и сопротивление карбоксилированию r_c, которое имеет иной физический смысл, чем выше указанные, потому что его величина определяется пропускной способностью биохимических реакций, ответственных за утилизацию углекислоты. Если r_c не принимается во внимание, то оно входит в величину мезофильного сопротивления r_m и обозначается как r_{mc}. Сопротивление диффузии водяным парам, которые лист теряют во время транспирации на пути от клеточных стенок до внешней атмосферы, аналогичное диффузии CO_2. В настоящее время эта точка зрения широко распространена и изменение как интенсивности фотосинтеза так и интенсивности транспирации объясняется на основе диффузионных сопротивлений.

Для выяснения причин различия в интенсивности фотосинтеза у контрольных и опытных растений, мы рассчитали, пользуясь данными одновременного измерения интенсивности фотосинтеза, транспирации, температуры листа и относительной влажности воздуха, значения устьичных и мезофильных сопротивлений при помощи формул, приведенных в работе А. С. Оканенко с соавторами (А. С. Оканенко и др. 1969). Оказалось, что обладая различной интенсивностью фотосинтеза, данные растения отличаются величинами как устьичных ($r_a + r_s$), так и мезофильных (r_{mc}) сопротивлений листа. Если различия в устьичных сопротивлениях незначительны, то в мезофильных они намного больше, причем предпосевное облучение клубочков сахарной свеклы ИКСС приводит к снижению как $r_a + r_s$, так и r_{mc}, но последнего в большей степени. Наиболее вероятно, что различия интенсивности фотосинтеза в основном вызваны изменением r_{mc}, так как $r_a + r_c$ почти одинаково чем и объясняются незначительные различия в интенсивности транспирации с единицы площади. Снижение r_{mc} в свою очередь, видимо, вызывается уменьшением величины клеток, благодаря чему увеличивается поверхность клеток мезофилла с одновременным сокращением диффузионного пути для CO_2 через клеточные оболочки и протоплазматические структуры к местам карбоксилирования.

Основными продуктами фотосинтеза являются углеводы, различное содержание которых в листьях растений обуславливается, с одной стороны — интенсивностью ассимиляции углекислоты, а с другой — скоростью их оттока и откладывания в запас. Содержани углеводов, накопленных листьями сахарной свеклы, дает представление о том их количестве, которое может поступить в запасающие ткани корня.

Листья разных ярусов играют далеко не одинаковую роль в снабжении корня ассимилятами. Наименьшая роль в снабжении корня сахарами принадлежит верхним, молодым, растущим листьям; самая большая — вполне зрелым листьям средних ярусов и незначительная — самым нижним. Установлено (А. С. Оканенко, 1968), что различные морфологические расы сахарной свеклы обнаруживают существенные различия в динамике сахаров. Автором отмечается, что количество сахаров у расы с распластанной ботвой изменяется мало, в то время как у расы со стоячей ботвой наблюдается резко выраженная динамика. По-видимому, условия для оттока сахаров у этой расы гораздо благоприятнее. Кроме изменения по ярусам, углеводы в листьях имеют довольно четко выраженную суточную и сезонную динамики. В утренние часы наибольшее содержание сахаров обнаруживается в верхних, молодых, еще растущих листьях. Листья, имея высокое содержание сахаров за счет интенсивного фотосинтеза и поступления из более старых листьев, используют сахара в основном на процессы роста и дыхания. Поэтому их вклад в сахаронакопление корня незначителен. Средние листья, имея меньшее количество сахаров утром, постепенно накапливают их в процессе фотосинтеза в течение дня и являются основными поставщиками сахаров в корень. Нижние листья имеют самое малое количество сахаров, но все же за день накапливают довольно значительное количество и играют заметную роль в снабжении ими корня. В конце вегетационного периода содержание сахаров в листьях увеличивается, причем в основном за счет сахарозы. Поэтому нам представлялось интересным для более полного изучения светоимпульсного влияния на сахарную свеклу, определить содержание сахаров в средних листьях контрольных и опытных растений. Интерес вызывался еще и имеющимися в литературе данными о значительном изменении углеводного обмена в результате высокоэнергетических воздействий на семена.

Полученные нами данные о содержании сахаров в листьях и черешках сахарной свеклы приведены в табл. 4, из которой видно, что содержание как восстанавливающих, так и дисахаридов, а также суммы сахаров в пластинках листьев и их черешках у растений опытных вариантов и в контроле не одинаково. Это подтверждает, что в пластинках листьев сахарной свеклы сахаров меньше по сравнению с черешками и, что по мере старения растений в их листьях увеличивается содержание сахаров. Все растения опытных вариантов превосходят контроль по содержанию восстанавливающих

Таблица 4

Влияние предпосевного облучения клубочков ИКСС на содержание (% на г сырой массы) сахаров в листьях и черешках сахарной свеклы (8 августа 1971 года)

Варианты опыта	Листовые пластинки			Черешки		
	восстанавливающие сахара	сахароза	сумма сахаров	восстанавливающие сахара	сахароза	сумма сахаров
40%-ная влажность почвы						
Контроль	0,52	0,27	0,79	2,31	2,29	4,60
Облучение ИКСС 70[x] 30 мин.	0,79	0,33	1,12	2,40	2,90	5,30
—»— 120 —»—	0,54	0,25	0,77	2,22	2,89	5,11
70%-ная влажность почвы						
Контроль	0,50	0,20	0,70	2,60	2,30	4,90
Облучение ИКСС 70[x] 15 мин.	0,73	0,45	1,18	2,70	2,91	5,61
—»— 30 —»—	0,48	0,66	1,14	2,51	2,69	5,20
—»— 60 —»—	0,70	0,42	1,12	2,41	2,70	5,11
—»— 120 —»—	0,70	0,50	1,20	2,00	2,41	4,41

сахаров с максимумом у 15 минутного варианта (на 70%-ной) и у 30 минутного (на 40%-ной влажности почвы). На фоне различий по восстанавливающим сахарам (до 146% у лучшего варианта) отмечается более существенная разница в содержании сахарозы (увеличение в 3 раза у 30 минутного варианта) и суммы сахаров до 170% у 120 минутного варианта. Существенные различия в содержании сахарозы, по-видимому, вызваны ускоренным синтезом последней в листовых пластинках опытных вариантов, либо ее замедленным оттоком. Многие исследователи пришли к заключению, что первым сахаром в листе сахарной свеклы, образованном в процессе фотосинтеза, является сахароза. Поэтому повышенное содержание сахарозы в листьях опытных растений, а за счет нее и общего количества сахаров, по-видимому, происходит благодаря более интенсивному фотосинтезу у этих растений.

Определение сахаров к концу вегетации в нашем опыте показало, что их содержание существенно отличается от наблюдаемого в середине вегетации. Из таблицы 5 видно, что

Таблица 5

Влияние предпосевного облучения клубочков ИКСС на содержание сахаров (% на г сырой массы) в листьях и черешках сахарной свеклы (20 сентября 1972 года).

Варианты опыта	Листовые пластинки			Черешки		
	восстанавливающие сахара	сахароза	сумма сахаров	восстанавливающие сахара	сахароза	сумма сахаров
Контроль	2,29	0,91	3,20	3,16	1,03	4,19
Облучение ИКСС						
30^{x} 30 мин.	1,26	0,78	2,08	3,92	1,01	4,93
50^{x} 15 —»—	1,48	0,75	2,23	3,89	1,17	5,06
—»— 30 —»—	1,02	0,69	1,71	3,56	1,03	4,59
—»— 60 —»—	1,69	0,64	2,33	3,63	1,65	5,38
—»— 90 —»—	1,64	0,81	2,45	3,52	1,17	4,69
—»— 120 —»—	3,34	1,35	4,69	3,42	1,08	4,50
70^{x} 5 мин.	1,32	0,78	2,10	3,57	0,89	4,46
—»— 15—»—	1,12	0,47	1,59	3,02	0,89	3,91
—»— 30 —»—	1,54	0,36	1,90	3,26	1,88	5,14
—»— 60 —»—	1,44	0,39	1,80	3,06	1,43	4,49
—»— 120 —»—	1,51	0,40	1,91	3,53	1,03	4,59

пластинки листьев контрольного варианта по количеству редуцирующих сахаров от 10 до 50% превосходят содержание их в пластинках листьев опытных растений. Такая же картина наблюдалась и по содержанию сахарозы, а, следовательно, и по содержанию сахаров. В конце вегетации растения опытных вариантов превосходили контроль по содержанию не только суммы сахаров в черешках (до 27% у растений 60 минутного варианта), но и по количеству редуцирующих сахаров, а также и по содержанию сахарозы. Полученные данные по содержанию сахаров в листовых пластинках и черешках сахарной свеклы служат доказательством существенной перестройки углеводного метаболизма у растений из облученных ИКСС клубочков сахарной свеклы.

Отмеченные выше морфолого-анатомические и функциональные изменения повлияли на утилитарные признаки — вес корня и сахаристость корней сахарной свеклы, которые довольно сильно зависили от водообеспеченности растений. В 1971—1973 гг. светоимпульсное облучение клубочков сахарной свеклы в ряде вариантов положительно повлияло на урожай и сбор сахара с корня. Так, в 1971 году (при облучении клубочков 70^{x}) на 40%-ной влажности почвы лучшими были растения из семян с 30 минутным облучением, ко-

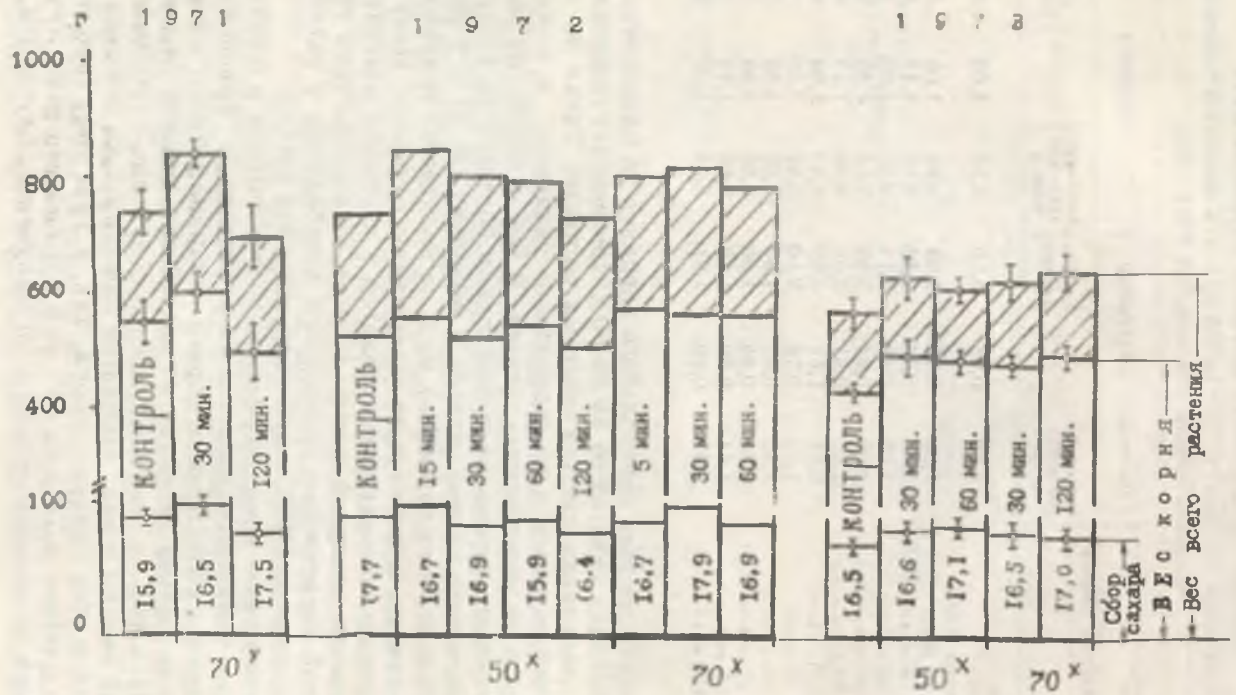


Рис. 4. Влияние предпосевного облучения клубочков ИКСС на утилитарные признаки сахарной свеклы (40%-ная влажность почвы).

торые превосходили контрольные на 12% по весу всего растения, на 9% по весу корнеплода, имея сахаристость на 0,6% выше и на 14,7% — сбор сахара с корня. Растения 120 минутного варианта испытывали некоторое угнетение формирования листового аппарата, что и отразилось на весе корня и его сахаристости при уборке. Вес всего растения этого варианта был ниже на 7%, вес корня —на 10% по сравнению с контролем, но превосходил последний по сахаристости на 1,6%, в разультате чего недобор сахара с корня составил всего 2,5% (рис. 4).

Более заметные различия между контрольными и опытными растениями отмечены в варианте с 70%-ной влажностью — наибольшая стимуляция в нарастании вегетативной массы, т. е. веса всего растения, достигла 127%, а веса корня — 111,5%, у растений из семян с 15 минутным облучением. Несколько неожиданно увеличение сахаристости в корнях растений варианта с 30 минутным облучением клубочков, что обеспечило максимальный сбор сахара. Это, возможно, обусловлено наличием значительной листовой поверхности на протяжении всей вегетации при малом количестве листьев, что сказалось на урожайности, так как органические вещества в основном откладывались в запас, а не использовались на рост. Растения из семян с 60 минутным облучением по всем показателям равнялись контролю с отклонениями ±5%. Высокая доза (120 мин.) снизила вес всего растения на 7%, вес корня — на 20%, но повысила содержание сахара на 1,5% и поэтому его недобор составил всего 5% (рис. 5).

В 1972 году при выращивании растений на 70%-ной влажности почвы, достоверно превышающими контроль по весу всего растения при уборке оказались варианты с 60 минутным облучением при 30, 50 и 70 кратной, а также 30 минутный при 70 кратной концентрации солнечной радиации. Первый опытный вариант по этому показателю был выше контроля на 33%, а последующие, соответственно, на 26%, 28% и 38%. Вес корня выше контроля был у этих же вариантов и составлял 128% в первом случае, 119% во втором, 120% в третьем и 125% в последнем. Данные различия в весе всего растения и весе корня наблюдались при малом разбросе значений названных показателей у отдельных экземпляров внутри варианта, что говорит о выравненности растений по вариантам. Сахаристость по вариантам варьировала довольно значительно — от 15,8% у контрольных растений, до 17,7% у растений 120 минутного варианта, а внутри ва-

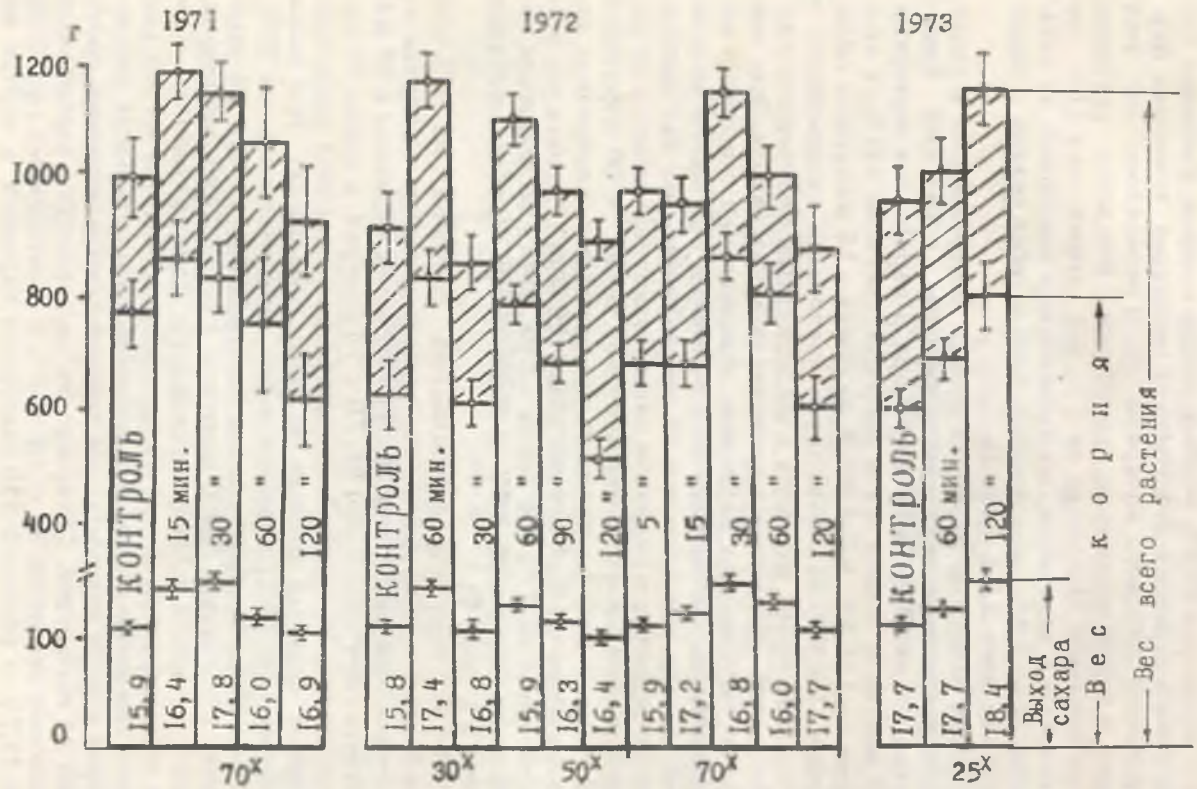


Рис. 5. Влияние светоимпульсного облучения на утилитарные признаки сахарной свеклы (70%-ная влажность почвы).

рианта у отдельных корней еще больше — от 14% до 21%. Повышенную сахаристость с высокой степенью достоверности имели корни трех вариантов (30 ^{x} 60 мин, 70 ^{x} 30 и 120 мин.) с максимумом в 1,9% у последнего. Средняя величина повышения сахаристости из 12 заложенных вариантов составляла 0,8%. Один вариант (70^{x} 5 мин.) по сахаристости равен контролю и поэтому может быть принят как таковой, чем еще более повысит достоверность величин 3-х вариантов с повышенной сахаристостью при разном облучении. Выход сахара, как произведение веса корня на % сахара находится в соответствии с повышением веса корня и был выше, с высокой степенью достоверности у двух вариантов (30^{x} 60 мин., 70^{x} 30 мин.) составляя 136% против контроля. При выращивании растений на 40%-ной влажности вес корня у отдельных вариантов превосходил таковой у контроля до 15% (статистически недостоверно).

В 1973 г. достоверное повышение сахаристости (на 0,6%) отмечалось только у одного варианта (50^{x} 60 мин.). Сбор сахара — этот основной показатель — в корнях ряда вариантов превосходил контроль до 12%, однако, достоверных различий не было ни в одном из вариантов. Если в 1971 году по сахаристости варианты на 40%-ной влажности положительно отличались от контроля (до 1,6 сахара при меньшем весе корня у 120 минутного варианта), то в последующие годы достоверных различий (за исключением содержания сахара у варианта 50^{x} 60 мин.), вообще не наблюдалось. Впрочем, на пониженной влажности почвы и ранее наблюдалось снижение эффекта действия ИКСС, но только на растениях кукурузы (Н. В. Коцур и др., 1971). В 1973 году предпосевное облучение клубочков интенсивностью светового потока в 25 раз превосходящим солнечную радиацию в течение 60 минут при выращивании растений на 70%-ной влажности, увеличило вес всего растения на 6%, корня — на 16%, не повлияв на сахаристость, а выход сахара на 19% (достоверных различий нет ни по одному из показателей). У растений со 120 минутным облучением вес всего растения был выше, чем у контроля на 21%, вес корня — на 34%, сахаристость — на 0,7% и выход сахара на 40% (различия по всем показателям, за исключением сахаристости — достоверны). Полученные нами результаты согласуются с литературными, но несколько отличаются количественно. Это связано как с изменением экспериментального материала, его репродукции, физиологического состояния, так и методикой облучения, а также метеорологическими условиями по годам.

Таким образом, вегетационные опыты 1971—1973 гг. показали, что предпосевное облучение клубочков сахарной свеклы ИКСС при 15 и 30 минутном воздействии (при 70-кратной концентрации солнечного света) стимулирует рост растений данной культуры (на оптимальной влажности почвы), что выражается в увеличении веса всего растения, веса корня и его сахаристости, а в конечном счете и в сборе сахара. Длительное же воздействие снижает вес вегетативных органов, но способствует повышению содержания сахара в корнях. Максимальные различия как в стимуляции, так и ингибировании отмечались на 70%-ной влажности почвы.

Проявление эффекта предпосевного облучения клубочков ИКСС на втором году вегетации и в первой репродукции

Изучение влияния облучения ИКСС на томатах (А. А. Шахов и др., 1972), сое и кукурузе (Станко и др., 1972) показало, что данное воздействие сказывается не только в год облучения семян, но проявляется и в последующих репродукциях. Перечисленные выше работы выполнены на растениях — однолетках. Исследований же, касающихся влияния предпосевного светоимпульсного облучения на физиологические процессы у растений на втором году вегетации (имеющих двулетний цикл развития) к которым, в частности, относится и сахарная свекла, нам в литературе не встречалось.

Таблица 6

Проявление предпосевного светоимпульсного облучения клубочков на втором году вегетации сахарной свеклы (1973 г.)

Варианты опыта	.VI		18.VI		Вес корня, г		Сахаристость, %		Урожай семян с семенника, г
	количество стрелок на семеннике	длина одной стрелки, см	количество стрелок на семеннике	длина одной стрелки, см	перед посадкой	после плодоношения	перед посадкой	после плодоношения	
Контроль	5,2	23,1	14,0	40,7	625	790	15,8	0,8	128
Облучение ИКСС									
30 × 60 мин.	6,2	23,6	12,0	55,6	834	1041	17,4	—	142
50 × 15 —»—	9,4	26,7	16,9	53,8	601	970	16,8	—	124
70 × 15 —»—	6,2	28,8	14,2	53,2	784	965	15,9	—	142
—»— 30 —»—	9,0	38,6	14,7	59,7	861	1410	16,8	2,9	184
—»— 120 —»—	7,5	31,1	11,6	50,0	726	748	17,7	—	100

Определенный интерес представляло проследить за проявлением эффекта ИКСС на высадках сахарной свеклы, а затем и в потомстве. О проявлении последействия предпосевного облучения клубочков можно судить прежде всего по внешнему виду высадочных растений.

Опытные растения лучшего варианта (70^{x} 30 мин.) превосходили контрольные по скорости роста и общему размеру надземной части. Как видно из таблицы 6, в первую дату наблюдения (5.VI) опытные растения превосходили контрольные как по количеству цветоносных побегов, так и по их размерам. Известно, что высадочные растения особенно быстро растут от начала стеблевания до цветения. Это наблюдалось и у нас в опыте. Позднее, 18.VI по количеству побегов контроль догнал опытные варианты, но значительно уступал по их размерам. Однако, облучение высокой дозой (120 мин.) несколько задерживало количественное нарастание цветоносных побегов, но линейные размеры их даже у этого варианта (18.VI) превосходили контроль на 34%. Растения из клубочков, облученных при 70-кратной концентрации в течение 120 минут, оказались более скороспелыми (клубочки созрели на 10—12 дней раньше) и имели рыхлую, стелющуюся структуру куста, в то время как у остальных она была прямостоячей, среди которых особенно выделялись растения с 30 минутным облучением. Небезынтересно отметить, что развитие общей массы семенного растения, как и урожай семян обычно не имеет прямой связи с процентным содержанием сахара в корне, но такая связь наблюдается между весом высадочного корнеплода и его семенной продуктивностью: при сравнимых условиях более крупные корни дают и более высокий урожай семян. Этим, видимо, и объясняется более интенсивный рост надземной части опытных высадочных растений, что впоследствии сказалось не только на урожае семян, но и весе самого корнеплода. Оказалось, что у всех корнеплодов наблюдается прирост в весе. У контрольных он составил 165 г в то время как у корнеплодов лучшего опытного варианта (70^{x} 30 мин). этот прирост равнялся 549 г. Сахаристость корней после плодоношения у лучшего опытного варианта (70^{x} 30 мин.) была намного выше, чем у контроля, за счет наплывов на корне вместилищ продуктов ассимилятов текущего года. Видимо, хорошо развитая надземная часть снабжала ассимилятами не только формирующиеся семена, но и корнеплод. По урожаю семян с куста варианты 30^{x} 60 мин., 70^{x} и 15 и 30 минут превосходили контроль. Вариант 50^{x} 15 мин. равнялся контролю, а облучение в

120 минут и здесь проявилось отрицательно, снизив урожай семян на 22% (табл. 6), но зато семена у этого варианта созрели на 10 дней раньше остальных. По скорости созревания контроль опередили и растения других опытных вариантов, но незначительно, всего на 3—4 дня.

Данное исследование позволило показать, что предпосевное облучение клубочков ИКСС оказывает влияние на физиологические процессы сахарной свеклы не только в год облучения, но проявляется и на втором году вегетации и выражается (при облучении оптимальными дозами) в увеличении вегетативной массы всего растения (высадка), массы корнеплода и повышенном сборе семенной продукции. Отрицательное действие высоких доз облучения проявляется и здесь.

В условиях неустойчивой весенней погоды и при отсутствии высокопроизводительной аппаратуры трудно обработать большие количества семян. Поэтому ценность данного метода намного повысится, если полученные признаки про-

Таблица 7

Влияние предпосевного светоимпульсного облучения на урожай сахарной свеклы в первой репродукции (полевой опыт, 1974 г.)

Варианты опыта	Групповой анализ		Индивидуальный анализ		Среднее*	
	вес корня, г	сахаристость, %	вес корня, г	сахаристость, %	вес корня, г	сахаристость, %
Контроль	469	18,2	624	17,64	546	17,9
30^{x} 60 мин.	413	19,6	632	17,40	522	18,4
50^{x} 15 —»—	458	19,2	574	18,20	516	18,7
70^{x} 15 —»—	475	19,1	657	17,30	566	18,2
—»— 30 —»—	474	19,0	609	17,40	542	18,2
—»— 120 —»—	471	18,7	572	17,40	521	18,0

* Среднее представляет собой величину из двух анализов (группового и индивидуального) введенную нами искусственно, вследствие необычайно малого и, несомненно, случайного снижения сахаристости и контроля, всего на 0,56% (при определении вторым методом), в то время как для опытных это составляло 1% и больше. Не исключено. если бы этого не было, (неравномерного снижения сахаристости у контроля и опытных вариантов) то величины сахаристости индивидуального анализа больше бы приближались к данным группового определения.

явятся в потомстве, т. е. закрепятся генетически. Результаты урожая полевого мелкоделяночного опыта, заложенного с семенами первой репродукции на Уманской опытной станции представлены в таблице 7. Оценка утилитарных признаков свеклы была произведена двумя способами — групповым и индивидуальным анализом. Пробы для группового анализа брали из среднего рядка (3 рядной учетной делянки) в количестве 40 корней. Оставшийся материал (через несколько дней) использовался для индивидуального анализа, за исключением брака. Групповой анализ произведен на Уманском пункте взятием «свечки» с помощью ножа Герлеса с последующим измельчением на прессе Вольского. Количество сахаров определялось методом холодной дегестии. Для индивидуального анализа корни были перевезены в поляриметрическую лабораторию ВНИСа, где пробы для получения мезги брались в виде сегмента по всей длине корня. Сахаристость корней при определении вторым методом была, по данным ВНИСа, на 1—1,5% ниже, поскольку в пробу попадала мезга из различных по сахаристости зон, в то время как при первом — из более сахаристых.

В вегетационном опыте 1974 года, заложенном для сахарной свеклы сравнительно поздно (6 июня) в 8-кратной повторности были получены данные, приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Влияние предпосевного светоимпульсного облучения на урожай сахарной свеклы в первой репродукции
(вегетационный опыт, 70%-ная влажность, 1974 г.)

Варианты опыта	Вес, г			Сахаристость, %
	всего растения	корня	ботвы	
Контроль	374	138	236	14,7
Облучение ИКСС				
30 x 60 мин.	415	111	304	15,3
50 x 15 —»—	421	150	271	14,6
70 x 15 —»—	420	170	250	15,7
—»— 30 —»—	417	158	259	15,7
—»— 120 —»—	410	173	237	15,2

Вследствие короткого вегетационного периода корни имели малый вес и сравнительно низкую сахаристость. Однако, оп-

ределение последней показало, что за некоторым исключением тенденция к повышению сахаристости у корнеплодов растений опытных вариантов сохраняется.

Приведенные выше результаты говорят в пользу того, что светоимпульсное облучение клубочков влияет на утилитарные признаки сахарной свеклы не только в год облучения, но и в первой репродукции.

Выводы

1. Облучение клубочков сахарной свеклы ИКСС индуцирует в них образование свободных радикалов, спектр ЭПР которых имеет форму симметричного синглета с g-фактором свободного электрона (2,003) и шириной линии $8 \pm 0,5$ э. Количественное распределение СР в морфологических частях клубочка следующее: околоплодник — 60—65%, семя — 40—35% от их общего содержания. Увеличение интегральной дозы облучения вызывает закономерное возрастание количества СР, которое коррелирует с урожаем только при невысоких значениях последних.

2. Кратковременное облучение (15—30 мин.) клубочков сахарной свеклы ИКСС интенсивностью потока до 57 кал/см^2 мин. стимулирует всхожесть и энергию прорастания (максимально на 19% у 30 минутного варианта), однако в дальнейшем это не реализуется в повышении продуктивности растений. Облучение же потоком до 80 кал/см^2 мин. даже в течение 5 минут ингибирует вышеназванные показатели.

3. Растения опытных вариантов развивают ассимиляционный аппарат с большей листовой поверхностью (до 25% у варианта 70^x 30 мин.), увеличение которого происходит за счет разрастания листовой пластинки (максимально до 23%) при одновременном снижении количества листьев (до 87%) у этого же варианта.

4. Интенсивность фотосинтеза у большинства растений опытных вариантов выше по сравнению с контрольными (от 5 до 35%), что обусловлено в основном снижением внутриклеточного сопротивления (r_{mc}) листьев, особенно у 5—15 ярусов.

5. Интегральные дозы облучения (2—3.10^{3}кал/см^2) увеличивают выход сахара до 40% за счет увеличения веса корня до 28% или повышения сахаристости до 1,9% у растений лучших вариантов, при оптимальных условиях выращивания. Высокие дозы облучения (4—9.10^{3}кал/см^2) отрицательно сказываются на продуктивности. Наиболее высокая степень стимуляции чаще наблюдается при кратковременном

(до 30 мин). воздействии световым потоком высокой мощности (80 кал/см²мин.).

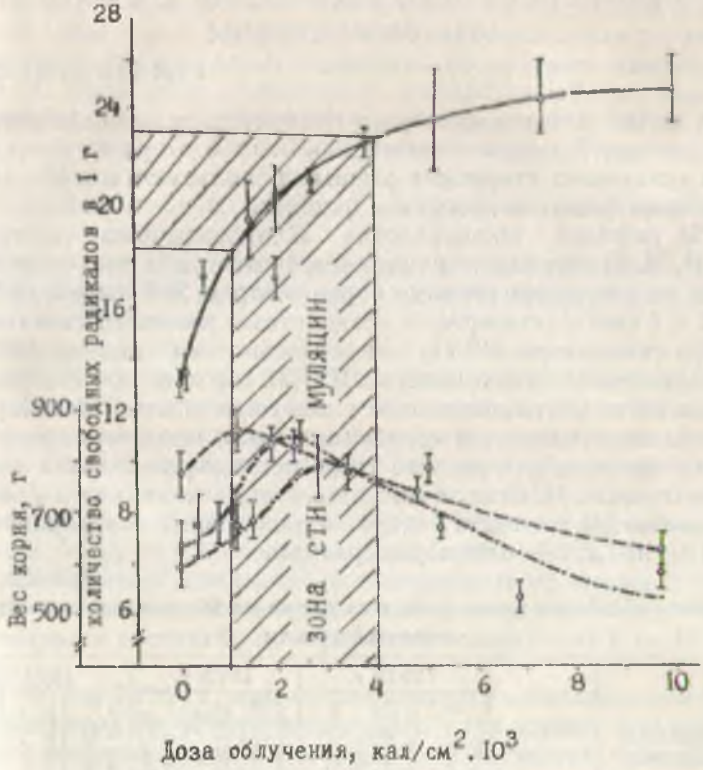


Рис. 6. Влияние дозы светоимпульсного облучения на содержание свободных радикалов /—/ и вес корня сахарной свеклы /— — — 1971, —.—.— 1972, —..—..— 1973 гг./.

6. Эффект предпосевного облучения клубочков сохраняется на втором году вегетации сахарной свеклы и проявляется в развитии большей вегетативной массы высадочного растения опытных вариантов, большем сборе семян с куста, увеличении веса корня. Высокие дозы облучения оказывают отрицательное влияние на данные показатели.

По предварительным результатам эффект предпосевного облучения клубочков ИКСС в некоторой степени проявляется и в первой репродукции, что вселяет надежду на внедрение данного метода в практику сельскохозяйственного производства.

Литвинова М. К.

ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КУЛЬТУРУ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

УДК 523.72:633.416

В целях повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, направленного изменения природы растительного организма советские ученые используют новейшие достижения биологии, химии и физики.

На кафедре овощеводства Плодоовощного института им. И. В. Мичурина изучение характера действия лазерного света на столовую свеклу сорта Бордо 237 проводится с 1972 г. Семена подвергали воздействию красного света квантового генератора ЛГ-75, гелий-неонового лазера ОКГ-12 и ультрафиолетового лазера ЛГИ-21 на кафедре биофизики Казахского государственного университета им. С. М. Кирова. Варианты обработки и экспозиции были предложены кафедрой биофизики и в разные годы исследований были неодинаковы (табл. 1). Опыты закладывали на делянках с учетной площадью 10 м^2, в 1972 г. в однократной повторности, в 1973—1974 гг. — в четырехкратной.

Таблица 1

Влияние обработки семян лазерным лучом на выживаемость растений столовой свеклы

Варианты обработки	Экспозиция	1972 г.			1973 г.			1974 г.		
		энергия прораст. %	лабор. всхожесть %	полевая всхожесть, %	энергия прорастания %	лаборатор. всхож., %	полевая всхож., %	энергия прорастания, %	лаборатор. всхож., %	полевая всхож., %
Контроль		54	74	5	48	98	54	63	81	56
ЛГИ-21	10 мин.	46	70	4	—	—	—	46	77	49
ЛГИ-21	15 мин.	48	86	2	—	—	—	48	73	46
ЛГ-75	30 мин.	66	74	4	—	—	—	45	74	53
ЛГ-75	1 час	61	72	3	—	—	—	51	74	50
ЛГ-75+ОКГ-12	2 часа	—	—	—	44	96	45	49	71	48

Агротехника в опытах — обычная для пойм Тамбовской области. Сеяли по схеме 20±50 см, норма высева — 16 кг/га. Посев проводили ежегодно в конце апреля, убирали урожай в конце сентября. Весна и лето 1972 г. характеризовались высокими температурами воздуха и почвы, резким недостат-

ком влаги в течение всего периода вегетации, что привело к сильному изреживанию всходов. В 1973 и 1974 гг. условия для роста и развития растений были более благоприятными, прорастание семян и формирование растений шло в условиях умеренных температур и хорошего обеспечения влагой.

В M_1 проводили определение лабораторной и полевой всхожести семян, фенологические наблюдения и биометрические измерения; в M_1 и M_2 первого и второго года культуры — отбор и описание измененных форм.

Содержание сухих веществ определяли высушиванием, сахаров — по Бертрану.

Маточники хранили в траншее, в ящиках при t +3,5; +0,5°С. Семенные растения высаживали изогруппами по вариантам обработки.

Проверка энергии прорастания и всхожести в лабораторных условиях не показала существенного влияния обработки семян лазерным лучом на эти показатели. Они были или на уровне контроля или в отдельных случаях несколько выше его. Однако ежегодно отмечалось снижение полевой всхожести по сравнению с контролем по всем вариантам обработки семян. Так, в 1974 г. в контроле полевая всхожесть составила 56%, по вариантам опыта — 46—53%. В 1972 г. всходы растений появились с опозданием на месяц и были сильно изрежены. На контрольной делянке к уборке было 20 товарных растений, по вариантам опыта — от 9 до 17 растений.

В 1973 и 1974 гг. единичные и массовые всходы облученных растений были отмечены на 2—3 дня позже, чем в контроле, но в последующем значительной разницы в сроках прохождения фенофаз не наблюдалось. Рост розетки листьев в опытных вариантах в 1971 г. шел более ускоренными темпами, чем в контроле. Активный прирост розетки листьев по вариантам ЛГИ-21 и ЛГ-75 шел до начала августа, в контроле — до средины, а по варианту комплексного воздействия ЛГ-75 и ОКГ-12 окончания нарастания листового аппарата отмечено не было до конца вегетации.

В 1974 г. обработка семян лазерным светом способствовала росту продуктивности растений. Наиболее высокий урожай корнеплодов — 312 ц/га — был получен при обработке семян ЛГ-75 — в течение часа при урожае в контроле 251 ц/га (табл. 2).

Значительная прибавка урожая по отношению к контролю в 58 ц/га или 22% имела место по варианту обработки семян ЛГИ-21 в экспозиции 15 минут.

При комплексном воздействии ЛГ-75 и ОКГ-12 в течение двух часов урожай корнеплодов свеклы увеличился в 1973 г. на 20%, в 1974 г. — на 13,5%. По содержанию сухих веществ и сахаров корнеплоды опытных вариантов превосходили корнеплоды контроля. Если в контроле содержание сухого вещества составило 14,4%, то по вариантам обработки оно колебалось от 18,4 до 20,8% (табл. 2).

Таблица 2

Урожай и химический состав корнеплодов свеклы

Вариант	Экспозиция	Урожай				Содержание % (1974)				Моносахара / сахароза
		1973		1974		сухих веществ	моносахаров	сахарозы	сумма сахаров	
		ц/га	%	ц/га	%					
Контроль		514	100	251	100	14,4	0,6	8,6	9,2	0,07
ЛГИ-21	10 мин.	—	—	284	113,1	20,3	0,5	11,7	12,2	0,04
ЛГИ-21	15 мин.	—	—	309	123,1	18,6	0,5	9,6	10,1	0,05
ЛГ-75	30 мин.	—	—	289	115,1	18,4	0,5	12,3	12,8	0.04
ЛГ-75	1 час	—	—	312	124,3	19,1	0,4	12,5	12,9	0,03
ЛГ-75 + +ОКГ-12	2 часа	617	120,0	285	113,5	20,4	0,5	11,9	12,4	0,04
НСР 0,05 ц/га		48,4	19,6							

В корнеплодах контроля содержание сахаров составило 9,2%, в опытных корнеплодах — 10,1—12,9%. Основная часть сахаров была представлена дисахарами, моносахаров по всем вариантам опыта было не более 0,6%, что свидетельствует о полной зрелости корнеплодов. Наиболее высоким (0,07) — показатель отношения $\frac{\text{моносахара}}{\text{сахароза}}$ был по контрольному варианту.

В M_1 у растений отмечены значительные изменения признаков розетки листьев и корнеплодов. Были отобраны растения с мощным развитием розетки листьев, с короткими и очень длинными черешками, с курчавыми пластинками листа, с различной степенью интенсивности окраски листа.

Для сорта Бордо 237 свойственна округлая форма корнеплода. Под влиянием внешних условий (плотности почвы, органических и минеральных удобрений, недостатка влаги и др.) форма корнеплода может несколько меняться.

В 1973 г. в контрольном варианте было до 8% корнеплодов плоской формы, тогда как по варианту ЛГ-75+ОКГ-12 —

два часа плоских корнеплодов не наблюдалось совершенно, но несколько было увеличено количество корнеплодов конусовидной и грушевидной формы. Такая же закономерность имела место и в 1974 г.

По вариантам обработки ЛГИ-21 было резко увеличена доля корнеплодов конической и удлиненно-конической формы, что указывает на появление в этих варинтах большего количества позднеспелых форм. Следовательно, воздействие лазерным светом в какой-то степени влияет на характер модификационной изменчивости растений.

Изучение варьирования признаков розетки листьев в 1973 г. показало следующее. При обработке ЛГ-75 и ОКГ-12 в течение двух часов было увеличено на 32% количество растений с прямостоячей розеткой листа, одновременно возросло на 28,8% число растений с крупной розеткой и на 33,8% с длинным черешком.

Такие формы пригодны для механизированной уборки. Наблюдалось значительное варьирование признаков пластинки листа и черешка листа. До 90,2% растений имели листья с курчавой и гофрированной поверхностью, что обычно характерно для мангольдов. У большинства растений в опытном варианте преобладала зеленая и красно-зеленая окраска листа, в то время как в контроле 54,5% растений имели красную окраску. Усиление антоциановой пигментации наблюдалось лишь на черешках листьев растений опытных вариантов.

Отмечалось также варьирование формы листа, края листа, формы и толщины черешка и т. д.

У растений M_1 второго года культуры имело место значительное изменение формы семенного куста, характера соцветий, срока созревания семян, величины соплодий, количества семян в клубочке. Встречались растения с фасциацией побегов и соцветий. От посева 1972 г. в 1973 г. мы располагали по всем вариантам единичными семенными растениями. Для дальнейшей работы были выделены три семенных растения по комплексу хозяйственно — ценных признаков. В 1974 г. мы имели 46 семенных растений по варинту ЛГ-75 + ОКГ-12 — два часа и 27 контрольных. В опытном варианте преобладали растения I типа ветвления. Они составляли 73,9% от общего количества растений, в контроле — 50.9%. Среди растений I типа ветвления не все оказались прямостоячими. Их было 63%. В контроле преобладали полегающие и полуполегающие формы (74%). Из 46 расте-

ний опытного варианта у 31 растения обнаружены одно — двусемянные клубочки. Процентное соотношение их в соцветиях было неодинаково. Растения со 100% содержанием одно-двусемянных клубочков в опытном варианте составляли 26,1%, в контрольном их не было совсем.

В M_2 изучалось потомство двух растений, отобранных в 1973 г. по признакам скороспелости, неполегаемости семенного куста, одно-двусемянности. Содержание одно-двусемянных клубочков в соцветиях растений варианта ЛГИ-21 — 15 минут составляло 89%, на растении варианта ЛГ-75 — 30 минут — 87%. От каждой семьи было высеяно по 500 штук клубочков. Средний вес корнеплода по варианту ЛГ-75 — 30 мин. составил 500 г, по варианту ЛГИ-21 — 15 мин. — 380 г, в контроле — 200 г. Общего учета урожая не проводилось.

В M_2 в обеих семьях доля корнеплодов округлой и округло-овальной формы была снижена, особенно по семье 1 (ЛГИ-21 — 15 мин.) за счет возрастания количества корнеплодов удлиненно-конической и конической формы (табл. 5). В то же время в обеих изучаемых семьях было значительно меньше, чем в контроле, корнеплодов плоской формы. По семье 2 резко увеличено количество растений грушевидной формы — до 15,9%.

Б. Каянус (1913) установил, что у свеклы имеется 4 гена, определяющих форму корнеплода, два из которых влияют на его длину. Присутствие одного из генов «удлинения» обуславливает конусовидную, овальную и цилиндрическую форму, а наличие двух таких генов — палковидную. Отсутствие обоих генов длины способствует формированию укороченных корнеплодов (круглой и плоскоокруглой формы). (Цит. по В. Т. Красочкину, 1971). Возможно, появление в M_2 большего количества удлиненных корнеплодов обусловлено мутированием генов «удлинения».

В контроле в M_2 преобладали растения с полуприжатой формой розетки — 74%. По семье 1 (ЛГ-21 — 15 мин.) количество растений с полуприжатой формой розетки было на уровне контроля (70%), а по семье 2 (ЛГ-75 — 30 мин.) 82% растений имели несколько прижатую форму розетки.

При изучении признаков листа все многообразие формы листовой пластинки было разделено на 5 основных типов: широко — треугольная (сердцевидная), округлая, ромбическая, удлиненно-треугольная и овальная. В контроле присутствовали все пять типов листовой пластинки примерно в

равных количествах. При обработке ЛГИ-21 в течение15 минут (семья 1) больше всего было растений с удлиненно-треугольной формой листа — 36,0%. В семье 2 листья были представлены первыми тремя типами. Больше всего было растений (42%) с ромбической формой листа.

В контроле в основном были листья с гладкой или слегка волнистой поверхностью, а по семье 2 преобладали листья с курчавой, гофрированной и парусной поверхностью (до 84%). Морщинистость и гофрированность указывают на сильное разрастание тканей листовой пластинки. Окраска листьев как в контроле, так и по семьям была в основном зеленой. Усиление пигментации наблюдали у 32% растений по семье 1.

Для сорта Бордо 237 характерно появление слабой антоциановой пигментации к осени, что связывается с пониженной температурой и легкими заморозками. Осень 1974 г. характеризовалась сухой и жаркой погодой, появление пигментированных листьев у 32% растений в семье 1, очевидно, связано с модификационной или мутационной изменчивостью.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что облучение семян источниками лазерного света оказывает глубокое воздействие на природу организма столовой свеклы. На начальных этапах наблюдается некоторое ингибирование ростовых процессов, выражающееся в снижении полевой всхожести и в замедлении появления всходов. В дальнейшем у выживших растений рост и развитие идут интенсивнее, чем у растений из необлученных семян. В целях повышения урожая корнеплодов эффективна обработка семян ЛГИ-21 в экспозиции 15 мин., ЛГИ-75 в экспозиции 1 час, и комплексное воздействие ЛГ-75 и ОКГ-12 в экспозиции 2 часа. В корнеплодах свеклы под воздействием облучения повышается содержание сухих веществ и сахаров.

В M_1 и M_2 наблюдается значительное варьирование морфологических признаков, что указывает на возможную мутационную изменчивость, вызванную воздействием лазерного света.

В. И. Жигулев

ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МУТАГЕНЕЗ СОИ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ СЕМЯН ИМПУЛЬСНЫМ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ АЛМА-АТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 523.72:635.655(с 55)

В решениях партии и правительства Казахской ССР по развитию животноводства указывалось, что в Республике создание прочной кормовой базы будет решено за счет дальнейшего расширения посевов люцерны, эспарцета, клевера, донника, сои, чины, гороха.

Среди зернобобовых ценной белково-масленичной культурой является соя — техническая, продовольственная и кормовая культура, превосходящая все полевые зернобобовые по содержанию белка, кроме люпина, по содержанию жира, кроме арахиса. Семена сои содержат 34—45% белка и 17—25% жира, 20—25% крахмала и 4—5% минеральных солей. Учитывая важность этой высокобелковой культуры в кормовом балансе, ЦК КП Казахстана и Совет Министров Республики в 1974 году приняли постановление за № 129 от 12 марта «О внедрении посевов сои в республике», в котором указывается на необходимость расширения площадей под соей в хозяйствах зоны орошаемого земледелия и организации ее семеноводства.

Как показывают достижения науки и передовой практики, в повышении урожайности растений, в том числе и сои, немаловажное значение имеют способы предпосевной подготовки семян.

В 1963 году нами была поставлена задача изучить влияние импульсного концентрированного солнечного света на рост и семенную продуктивность сои в зависимости от продолжительности облучения и сортовых различий.

Опыты проводили в предгорной зоне Алма-Атинской области в учебно-опытном хозяйстве «Джанашарское» КазСХИ в 1963—1974 гг., где почвенно-климатические условия благоприятны для возделывания этой культуры. Темно-каштановые, суглинистые, состоящие из осадочных переотложенных лёссовидных пород и имеют пылевато-комковатую структуру. Мощность горизонта А до 20 см. Механический состав пахотного горизонта характеризуется накоплением

дресвы и песка и представляет собой плотную зернисто-пылеватую массу. Почвы не засорены.

Для посева взяты ранне-, средне- и позднеспелые сорта сои: Амурская 41, Хабаровская 4, Приморская 529, Днепропетровская 12, высокостебельная 2 и 4, сорта иностранного происхождения — Цзи-Хуан, Джуау-Дау, ин 5924 с № 5-80-А (Алжир) и ин 5860 (Марроко). Эти сорта различного географического происхождения с резко контрастными морфологическими признаками: высоте растений, гибитусу куста, окраске семян. Это высокобелковые и высокомасличные сорта, крупно- и мелкосеменные как зернового, так и кормового использования.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения. В конце вегетации определялась структура урожая: общая высота растений, прикрепление нижних бобов, число узлов на главном стебле, число бобов и семян в бобе, ветвление, вес 1000 зерен.

Для облучения семян сои применяли зеркальный солнечный рефлектор системы В. Н. Бухмана. Семена в воздушно-сухом состоянии раскладывали на наклонно дощатом настиле и облучали путем равномерного покачивания рефлектора вокруг продольной оси со скоростью 50 импульсов в минуту. Для равномерного освещения семена размещали на пути прохождения фокального пятна в один слой и через каждые 4—5 минут тщательно перемешивали. Продолжительность облучения ИКСС 45, 60, 180, 300, 380 мин.

Опытами, проведенными в 1963—1966 гг. с различными сортами, выявлено, что светоимпульсное облучение семян сои в течение 45 минут оказывает положительное влияние на рост и развитие, вызывает морфологическую и физиологическую изменчивость вегетативных и генеративных органов и способствует формированию хозяйственно-ценных признаков у растений этой культуры.

Всходы опытных растений были дружнее, равномернее и появлялись на 2—3 дня раньше контрольных. Семядольные листья имели более темно-зеленую окраску и более толстый гипокотиль по сравнению с контрольными. Фаза развертывания первых настоящих листьев наступала раньше. В этой фазе опытные растения, хотя и не отличались от контрольных по высоте, но имели более развитую корневую систему.

В течение 7—12 дней у растений, выращенных из облученных семян, наряду с усилением развития корневой системы у основания семядольных и первых настоящих листьев

закладываются боковые почки, которые разрастаются и в последующие фазы усиленно растут и за короткое время их ассимиляционная поверхность становится больше по сравнению с контрольными. Светоимпульсное облучение положительно сказалось и на изменение морфологических признаков растения (табл. 1).

Таблица 1

Влияние светоимпульсного облучения на изменение некоторых признаков растения сои (среднее за 1963—1964, 1966 гг.)

Сорт	Вариант опыта	На 1 растение			
		длина боба, см.	число бобов, шт.	число семян в бобе, шт.	вес семян с 1 растения, г.
Амурская 42	контроль	3,3	24,7	2,3	12,7
	облучение ИКСС	3,3	28,6	2,4	15,6
Харьковская 4	контроль	3,4	23,4	2,3	13,6
	облучение ИКСС	3,6	26,5	2,6	16,2
Приморская 529	контроль	3,3	29,6	2,6	14,9
	облучение ИКСС	3,5	32,3	2,6	16,9

Из данных таблицы 1 видно, что в результате светоимпульсного облучения семян у опытных растений завязалось больше бобов, увеличился их размер, а в бобе наблюдалось больше семян, что привело к повышению урожайности растений (табл. 2).

Таблица 2

Влияние светоимпульсного облучения на урожайность сои (среднее за 1963—1964, 1966 гг.)

Вариант опыта	Сорт ц/га		
	Амурская 42	Харьковская 4	Приморская 529
Контроль (без облучения)	13,4	14,8	18,0
Облучение ИКСС — 45 мин.	16,9	18,3	21,3
Прибавка урожая	3,5	3,5	3,3
% к контролю	126,1	123,6	118,3

Из данных таблицы 2 видно, что ранние сорта — Амурская 42 и Харьковская 4 на светоимпульсное облучение реагировали сильнее, чем поздний сорт Приморская 529. Прибавка урожая от ИКСС в среднем за три года по сортам со-

ставила у Амурской 42 — 26,1%, у Хабаровской 4 — 23,6 и у Приморской 529 — 18,3%.

С 1967 года нами проводятся опыты по выявлению возможности получения измененных форм растений сои под воздействием высоких доз светоимпульсного облучения. Нами выявлено, что в зависимости от продолжительности облучения семян ИКСС развертывание ростовых процессов по сортам в фазы цветения и образования бобов происходит не одинаково. У сортов Хабаровская 4, Приморская 529, Цзи-Хуан № 4 наблюдаются незначительные морфологические изменения в отношении формы и окраски семян, а у Амурской 41, Джуау-Дау — значительные морфологические отклонения. В результате индивидуального отбора из этих сортов были выделены новые перспективные формы. По сорту Амурская 41 получены 4 фотомутанта, отличающиеся по морфологическим признакам и окраске семян. Полученные фотомутанты нами детально изучаются.

Остановимся на двух перспективных физиологических мутантах сои, полученных в 1972 году путем индивидуального отбора в M_2 в результате облучения семян концентрированным солнечным светом.

Мутант № 1 (Чимбулакская ранняя № 1) — получен путем индивидуального отбора из средне-спелого сорта ин 5924 с № 5-80-А (Алжир), семена которого облучали ИКСС в течение 6 часов. Мутант раннеспелый, по сравнению с исходным сортом созревает на 7—10 дней раньше. Созревание дружное. При созревании листья опадают. Длина вегетационного периода 102 дня. Средняя высота растений 75—80 см. Куст компактный, ветвящийся, стебель зеленый, опушение коричневое, густое. Число семян в бобе 3—4. Бобы крупные ,мечевидные, коричневой окраски, расположены по кусту главного стебля и ветвям равномерно. Длина боба 5—6 см. Высота прикрепления нижних бобов 15—17 см, на одно растение 40—60 шт. Мутант с высоким содержанием белка и со средним количеством масла. В семенах содержится белка до 49,1 и жира до 17,5%. Урожай зерна — 18,3 ц/га

Мутант № 2 (Высокорослая Талгарская № 1) — получен из позднеспелого сорта ин 5860 (Марокко) путем индивидуального отбора мощных, высокорослых растений с хорошей облиственностью. По сравнению с исходным сортом эта форма не полегает. Форма средне-позднеспелая, созревает на 7—10 дней раньше. Созревание дружное. При созревании листья опадают. Продолжительность вегетационного периода 137 дней. Средняя высота растений 115—

140 см, куст полусжатый, опушение темно-коричневое. Семян в бобе 2—3 шт., бобы средних размеров мечевидные, коричневой окраски, расположены равномерно по кусту главного стебля и ветвях. Стебли и ветви толстые. Длина боба 5—7 см. Высота прикрепления нижних бобов 17—19 см; бобов на одно растение в среднем 48—60. Листья овально-заостренные, опушенные, средней величины, кисти малоцветковые. Мутант высокомасличный и высокобелковый. Семена содержат масла до 19,7%, белка до 49,5%. Урожай зеленой массы и зерна, соответственно, составил 322,6 и 16,7 ц/га.

У новых форм стабилизировались хозяйственно-биологические признаки. Отбор высокопродуктивных новых форм, как исходного материала для селекции позволит в дальнейшем получить местные высокоурожайные сорта зернового и кормового использования.

При создании новых форм мы учитывали анатомо-морфологические и физиологические особенности различных сортов сои, соответствующие комплексу почвенно-климатических условий Алма-Атинской области.

За период сравнительного изучения исходных сортов и мутантов мы заметили, что четко выделяются два фактора: во-первых, лабильность сорта и приспособленность к местным условиям, и, во-вторых, проявление продуктивных форм. С этой целью агротехнические приемы были направлены на усиление и закрепление хозяйственно ценных признаков и повышение урожая различных сортов сои.

А. Т. Бойко

СВЕТОИМПУЛЬСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

УДК 523.72:635,655(с 55)

Проблема повышения урожайности на основе использования растениями солнечной энергии давно привлекает к себе многих исследователей во всем мире. Эффективность увеличения урожайности с помощью удобрений, поливов и т. д. в конечном счете определяется эффективностью утилизации солнечного света на накопление органической массы расте-

ний. их урожаев (Шахов, 1972, 1974). Это побудило многих ученых вести исследования в направлении повышения использования солнечной энергии растениями, которые привели более пятнадцати лет назад к созданию научного направления, названного фотоэнергетикой растений.

Одним из важных разделов фотоэнергетического изучения является исследование действия и последействия на процессы в растениях импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС), который впервые начал разрабатываться более 15 лет назад в институте физиологии растений АН СССР им. К. А. Тимирязева под руководством профессора А. А. Шахова.

В настоящее время накоплен достаточно большой экспериментальный материал, показывающий, что при оптимальных режимах облучения ИКСС семян различных сельскохозяйственных культур заметно улучшаются их посевные качества, повышается урожайность и качество продукции.

Высокая эффективность, полученная от облучения семян ИКСС на зерновых (пшеница, ячмень) и овощных (огурцы, томаты) культурах, побудила нас продолжить исследования, ранее начатые М. З. Юсуповым (1967) и В. И. Жигулевым (1967) на сое. Соя обладает хорошими пищевыми и кормовыми достоинствами благодаря высокому содержанию белков в семенах, стеблях и листьях. Особенно ценными питательными свойствами отличаются семена, содержащие 36—48% белка, 17—25% жира и более 20% крахмала. Известно, что получение высоких и устойчивых урожаев во многом зависит от посевных качеств семян. Следовательно, ИКСС может быть действенным фактором повышения урожая зеленой массы, зерна и качества их и позволит в какой-то мере решить проблему обеспечения белковыми кормами животноводства Казахстана.

Опыты проводились в 1970—1972 годах на полях ордена Ленина совхоза «Алма-Атинский». Размер учетных делянок — 50 м^2 при четырехкратной повторности.

Были испытаны дозы облучения 30, 45 и 60 минут. Для облучения семян применяли зеркальный рефлектор системы В. Н. Бухмана (Юсупов, 1967).

Проведенными исследованиями установлено, что при всех экспозициях облучения ИКСС наблюдалось четкое проявление светоимпульсного эффекта в повышении урожайности сои (табл. 1).

Таблица 1

Влияние продолжительности светоимпульсного облучения семян на урожай и качество зерна сои (сорт Линкольн)

Вариант опыта	1970 г.		1971 г.		1972 г.		Содержание в %	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	протеина	жира
Контроль (без облучения)	21,9	100	23,1	100	38,22	19,35	22,5	100
Облучение ИКСС в течение 30 мин.	24,8	113,2	25,5	110,3	38,64	20,03	—	—
45 «	25,4	115,9	27,9	120,8	42,49	20,82	27,9	124,0
60 «	25,8	117,8	28,0	120,8	41,77	19,42	—	—
точность опыта, %	1,43		1,21					0,95
$НСР_{0,95}$, ц/га	1,1		1,9					0,74

Как видно из таблицы 1, наибольший светоимпульсный эффект получен от облучения семян в течение 45 и 60 минут. Достоверная прибавка урожая зерна в варианте 45 минутного облучения в 1970 г. была на 15,9% и в 1971 г. — на 20,8%, а в варианте 60 мин. — на 17,8 и 20,8% выше по сравнению с контролем. В этих вариантах также получена наибольшая прибавка урожая зеленой массы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние продолжительности предпосевного облучения семян ИКСС на урожай зеленой массы сои

Вариант опыта	1970 г.		1971 г.	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
Контроль (без облучения)	191,4	100	180,2	100
Облучение — 30 мин.	214,8	112,2	204,7	113,5
45 «	219,7	114,8	230,8	128,1
60 «	221,5	115,7	252,4	140,1
точность опыта, %	2,31		1,34	
$НСР_{0,95}$, ц/га	15,9		9,5	

Нашими опытами выявлено, что облучение ИКСС положительно сказалось на изменение морфологических признаков растений.

В результате светоимпульсного облучения наблюдалось увеличение высоты прикрепления нижних бобов. Эта особенность важна, ибо чем выше находятся нижние бобы, тем полнее можно механизировать уборку зерна этой культуры.

Кроме того, в результате светоимпульсного действия у опытных растений завязалось больше бобов, увеличился их размер, а в бобе наблюдалось больше семян, что привело к повышению урожайности растений. Поскольку накопление урожая во многом зависит от состояния и развития корней, следовало выяснить влияние светоимпульсного облучения семян на корневую систему. Изучение подземной части растений в фазу бутонизации дало возможность определить развитие корневой системы и образование клубеньков (табл. 3).

Таблица 3

Влияние облучения семян ИКСС на вес корневой системы и число клубеньков (сорт Линкольн, среднее за 1970—1971 гг.)

Варианты опыта	На 1 растение					
	число клубеньков		сырой вес			
			корней		клубеньков	
	шт.	% к контролю	(г)	% к контролю	мг	% к контролю
Контроль (без облучения)	12,8	100,0	5,2	100,0	432	100,0
Облучение ИКСС						
30 мин.	17,3	135,1	7,25	139,4	575	133,1
45 «	20,6	160,9	7,14	137,3	655	151,6
60 «	19,5	152,3	7,2	138,4	633	146,5

Установлено, что все испытанные дозы облучения (30, 45, 60 мин.) оказали стимулирующее действие на развитие корневой системы: сырой вес корней у растений всех опытных вариантов был на 37—39% выше, чем у контрольных растений.

Весьма важно, что у опытных растений также наблюдалось интенсивное образование клубеньков. Количество последних и их сырой вес наибольшим отмечен у растений варианта с 45-минутным облучением, где клубеньков было на 60% больше, чем у контрольных растений.

Положительное влияние ИКСС на физиологические процессы и продуктивность растений отразилось на качестве урожая семян: в них увеличилось содержание протеина и жира (табл. 1). В семенах сорта Линкольн от облучения семян в течение 45 мин. возросло содержание протеина с 38,22 до 42,49%, или на 4,27%; жира — с 19,35 до 20,82%, или на 1,47%. От облучения в течение 30 и 60 мин. также

наблюдалось повышение содержания протеина и жира, но было несколько меньшим.

Для оценки экономической эффективности изучаемого приема мы провели анализ дополнительных издержек производства, связанных с облучением ИКСС и их окупаемости стоимостью дополнительно получаемого урожая.

Таблица 5

Экономическая эффективность предпосевного облучения ИКСС семян сои

Показатели	Контроль (без облучения	Облучение в мин.		
		30	45	60
Урожай, ц/га	22,5	25,2	26,7	26,9
Валовой доход, руб/га	585,0	655	694	699
Прибавка валового дохода, руб/га	—	70	109	114
Издержки производства, руб/га	270,0	285	289	293
Себестоимость, руб/ц	12,0	11,3	10,8	10,8
Чистый доход, руб/га	315,0	370	405	406
Прибавка чистого дохода, руб/га	—	55	90	91
Рентабельность, %	116	129	139	139

Как показывают материалы экономического анализа (табл. 5), предпосевное облучение семян ИКСС позволяет поднять доходность данной культуры. Так, от облучения семян в течение 60 мин., при валовом доходе 699 руб./га, прибавка чистого дохода от приема составила 91 руб., от 45-минутного облучения — 90 руб. и 30-минутного — 55 руб./га. Следовательно, облучение семян ИКСС при сравнительно небольших материально-денежных затратах обеспечило увеличение валового сбора зерна и значительное снижение его себестоимости.

Выводы

Предпосевное облучение семян ИКСС является фактором, действующим на обмен веществ в прорастающем семени и в растениях, что при определенных дозах ИКСС вызывает достоверное значительное повышение урожайности растений.

Оптимальной продолжительностью светоимпульсного облучения концентратором В. Н. Бухмана является 60 мин., когда семена получают около 3000 фотоимпульсов.

Облучение ИКСС вызывает изменение морфологических признаков растений, стимулирует рост корневой системы и образование клубеньков, является эффективным методом повышения белковости семян. Этот метод должен найти широкое применение в селекции сои при создании исходного материала для выведения сортов с повышенным содержанием белка.

М. З. Юсупов, Б. Акимбеков, А. Утешкалиев

СВЕТОИМПУЛЬСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

УДК 523.72:635(с55)

Как показывают достижения науки и передовой практики, в повышении урожайности сельскохозяйственных культур немаловажное значение имеют способы предпосевного воздействия на семена различными физико-химическими средствами. С 1960 года применяется новый метод облучения семян солнечным светом высокой интенсивности с помощью солнечного рефлектора, названный профессором А. А. Шаховым импульсным концентрированным солнечным светом (ИКСС).

Актуальной проблемой в настоящее время является разработка наиболее эффективных режимов предпосевного облучения семян, физиологическое обоснование эффективности этих режимов, исследование биохимических процессов в семенах и растениях, изучение реакции семян различных овощных культур на светоимпульсное облучение, влияние спектрального состава ИКСС на посевные качества семян и продуктивность растений.

Для облучения семян применен зеркальный рефлектор системы В. Н. Бухмана, его устройство и методика облучения описаны (Юсупов, 1967).

Опыты с овоще-бахчевыми культурами проводятся сотрудниками кафедры овощеводства КазСХИ с 1962 года. Результаты от применения этого метода показывают высокую перспективность его применения в южном овощеводстве. При изучении влияния различной продолжительности облучения ИКСС сухих семян томатов и огурцов (20, 30,

45 и 60 минут) установлено, что стимулирующая способность ИКСС возрастает с увеличением продолжительности облучения до определенного предела, а в дальнейшем эффект остается на прежнем уровне или снижается. Наибольшая прибавка урожая огурцов и томатов получена в результате облучения в течение 45 минут (табл. 1). За 45 минут при принятой технике облучения семена получают 2100—2200 импульсов концентрированного солнечного света общей продолжительностью 5—6 мин.

Таблица 1

Влияние предпосевнгоо облучения семян ИКСС на урожайность и скороспелость огурцов и томатов в посевной культуре

(среднее за 1962—1966 гг.)

Варианты опыта	Огурцы				Томаты			
	ранний урожай		общий		ранний урожай		общий	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
Без облучения — контроль	73,6	100,0	301,8	100,0	125,6	100,0	417,4	109,0
Облучение в течение 45 мин.	98,7	134,0	367,7	121,8	164,7	131,1	536,7	128,5

В результате светоимпульсного облучения происходит потеря влажности семян до 5% от первоначального воздушно-сухого веса.

Следовательно, в процессе предпосевного облучения семян создаются своеобразные условия «закалки» и меняется их физиологическое состояние. При всех дозах облучения происходит более энергичное набухание семян, последнее оказывает определенное влияние на физиолого-биохимические процессы, создавая необходимые предпосылки для ускорения прорастания, роста, развития и накопления урожая.

Для выявления светоимпульсного эффекта, кроме определения продолжительности облучения, очень важно установить оптимальный период времени, между облучением и посевом.

Для изучения данного вопроса нами проведен специальный лабораторный опыт, в котором учитывали энергию про-

растания семян, хранившихся после облучения ИКСС в течение 2, 12, 30, 60, 120 и 360 дней (табл. 2).

Таблица 2

Энергия прорастания семян (в %) в зависимости от срока их хранения после облучения ИКСС в течение 45 мин.

Вариант опыта	Огурцы	Томаты
Без облучения — контроль	59	62
Посев на 2-й день после облучения	64	70
« 12 «	73	81
« 30 «	65	72
« 60 «	62	66
« 120 «	60	64
« 360 «	60	63

Анализ таблицы 2 показывает, что наибольшую энергию прорастания семена огурцов (на 14%) и томатов (на 19%) имели при посеве на 12-й день после облучения, в дальнейшем энергия прорастания постепенно снижалась и через год хранения она практически равнялась энергии прорастания необлученных семян.

При изучении различных способов облучения семян — сухих, намоченных и через водяной фильтр слоем 5 см — наибольшая прибавка урожая была от намоченных семян и через водяной фильтр, причем разница с сухим вариантом составляет около 6%. Однако, учитывая, что облучение намоченных и облучение сухих семян через водяной фильтр в производственных условиях в больших масштабах весьма затруднительно, а поэтому более доступно применение сухого варианта. Этот прием технически наиболее прост и не требует больших затрат труда.

Таблица 3

Влияние светоимпульсного облучения на урожайность и скороспелость огурцов под пленочными укрытиями (за 1964—1970 гг.)

Вариант опыта	Ранний урожай на 20.VII, ц/га	Общий урожай, ц/га
Контроль (без облучения)	260,7	486,1
Облучение семян ИКСС 45 мин.	329,6	585,9
Прибавка урожая	68,9	99,8
% к контролю	126,4	120,5
$НСР_{05}$, ц/га	29,4	19,5

Положительное влияние облучения семян ИКСС на повышение скороспелости и урожайности растений также было выявлено при выращивании огурцов под временными пленочными укрытиями тоннельного типа (табл. 3).

Данные шестилетних опытов показали, что светоимпульсный эффект от предпосевного облучения семян при выращивании огурцов под пленочными укрытиями сохраняется в той же мере, что в открытом грунте (табл. 3). Достоверно полученная прибавка общего урожая от ИКСС составила 99,8 ц/га, или 20,5%, а раннего — 68,9 ц/га, или 26,4%. Урожай огурцов с единицы площади под укрытиями значительно выше, чем в открытом грунте, особенно в ранних сборах. Это объясняется тем, что под пленочными укрытиями создаются благоприятные температурные условия, способствующие интенсивному росту и обильному плодоношению.

Сочетание светоимпульсного облучения и пленочных укрытий дает наиболее высокий экономический эффект. Преимущество выращивания огурцов под пленкой состоит в том, что можно получить 70—80% всего валового урожая в ранних сборах и при реализации его по более высоким сдаточным ценам эффект значительно выше по сравнению с культурой огурцов, выращиваемых в открытом грунте. Чистая прибыль от светоимпульсного облучения в наших опытах составляла от 4 тыс. до 5 тыс. руб./га.

Полученные данные по выращиванию огурцов под пленкой давали основание ожидать положительных результатов при выращивании их в зимних и в весенних пленочных теплицах .С этой целью нами в 1967—1970 гг. проведены опыты с огурцами в зимних остекленных теплицах в условиях Алма-Атинской области. Семена огурцов облучали ИКСС в течение 45 мин. с частотой 60 импульсов в минуту.

Уход за растениями в теплице был обычный, принятый в зоне исследования. Проводили регулярные поливы, подкормки растений органическими и минеральными удобрениями, а также химические обработки против вредителей и болезней (паутинного клещика), мозаики и мучнистой росы. Наблюдениями установлено, что в результате предпосевного облучения ИКСС энергия прорастания семян была на 10—25% выше, чем у необлученных.

Биометрические наблюдения показали, что облучение ИКСС оказывает стимулирующее влияние на интенсивность образования вегетативных и репродуктивных органов. В результате 3-х кратного определения установлено, что у опыт-

ных растений число женских цветков было значительно большим, чем у контрольных, что повлияло на величину урожая и динамику плодоношения (табл. 4).

Таблица 4

Влияние светоимпульсного облучения на урожай огурцов в зимних теплицах (среднее за 1967—1970 гг.)

Вариант опыта	Сроки поступления урожая	Урожай, кг/м2	Прибавка урожая, кг/м2	% к контролю	Коэффициент достоверн. прибавок урожая
Контроль (без облучения)	за 5 сборов	2,52	—	100	—
	на конец сборов	14,3	—	100	—
Облучение семян ИКСС в течение 45 мин.	за 5 сборов	3,15	0,63	125,0	2,9
	на конец сборов	17,6	3,3	123,3	4,3

Прибавка урожая от светоимпульсного облучения была на 23,3—25% выше, чем в контроле. Товарные качества зеленцов были высокими.

Реализация дополнительно полученного урожая от светоимпульсного облучения обеспечила увеличение валового дохода на 3,59 руб/м^2, т. е. 35,9 тыс. руб/га и снижение себестоимости продукции на 14,7%.

Опыты в односкатной пленочной теплице конструкции КазСХИ (гелиотеплица) проводили в 1970—1974 гг. в учебно-опытном хозяйстве «Джанашарское» Казахского сельскохозяйственного института, расположенного в предгорной зоне Алма-Атинской области.

Опытная рассада выращивалась в перегнойно-земляных горшочках размером 6×6 см. Питательная смесь для их изготовления состояла из 3-х частей перегноя, 2-х частей опилок и одной части дерновой земли с добавлением 3-х кг суперфосфата на 1 м^3 смеси, 1% коровяка. Рассада выращивалась в пленочной гидротеплице конструкции КазСХИ.

Уход за растениями в рассадный период заключался в прополке сорняков, подсыпке землей, в поливах по мере надобности и в обработке против бактериоза 1% раствором бордоской жидкости из расчета 700 л на 1 га.

Посадку рассады в гелиотеплицу проводили ленточным двухстрочным способом по схеме 80×60×40 см. Размер учетной делянки — 7 м^2, повторность — четырехкратная.

Агротехника в опытах выдерживалась в соответствии с агроуказаниями, принятыми для выращивания огурца в зоне исследования.

Как показали наблюдения, светоимпульсный эффект усиливается с улучшением теплового режима и в итоге величина общего и раннего урожая в гелиотеплице намного выше, чем под пленочными укрытиями тоннельного типа (табл. 5).

Таблица 5

Влияние светоимпульсного облучения на урожай огурцов в гелиотеплице (за 1970—1974 гг.)

Вариант опыта	Сроки поступления	Урожай, кг/м2	Прибавка урожая, кг/м2	% к контролю
Контроль (без облучения)	до 1.VII.	3,86	—	100
	на конец сборов	13,75	—	100
Облучение семян ИКСС в течение 45 мин.	до 1.VII.	5,18	1,32	134,2
	на конец сборов	17,05	3,3	124,0
$НСР_{05}$, кг/м^2	на 1.VII.	0,9		
	Всего	1,1		

Из данных таблицы 5 видно, что эффективность облучения семян ИКСС при тепличной культуре огурца оказалась выше, чем под пленочными укрытиями (табл. 3). Прибавка раннего урожая от светоимпульсного облучения в теплице достигала 34,2%, или 1,32 кг/м^2, а под укрытиями — 25%, или 0,68 кг/м^2, т. е. в два раза ниже, чем в теплице. Прибавка общего урожая от облучения ИКСС в теплице была 3,3 кг/м^2, а под укрытиями пленкой — 1 кг/м^2, т. е. в 3,3 раза ниже, чем в теплице.

Судя по этим данным, предпосевное облучение семян огурца концентрированным солнечным светом способствует повышению жаростойкости растений, так как в условиях более жаркого климата теплиц наиболее полно проявляется его стимулирующий эффект. Выращивание же растений в более суровых температурных условиях снижает эффект светоимпульсного облучения.

Это говорит о том, что эффект от ИКСС ослабляется последующим действием на семена низких температур, в связи с чем этому методу надо отдавать предпочтение в тех случаях, когда в послепосевной период растения выращиваются в относительно благоприятных температурных условиях.

Метод светоимпульсного облучения представляет практический интерес и в семеноводстве как метод повышения

семенной продуктивности тыквенных растений. В опытах с огурцами сорта «Нежинский», проведенных М. Е. Мананковым (1969) в Казахском научно-исследовательском институте картофельного и овощного хозяйства доказано, что все испытанные дозы облучения (45, 60, 90 мин.) оказали положительное влияние на повышение посевных качеств семян, способствовали более интенсивному первоначальному росту в прорастающих семенах и повышению содержания аскорбиновой кислоты на 37% (табл. 6). Наиболее эффективной экспозицией оказалось 45-минутное облучение.

Таблица 6

Влияние продолжительности светоимпульсного облучения на силу роста проростков огурца

Вариант опыта	Длина ростка на 12 день, см	Длина корешка, см	Вес 100 проростков, г
Контроль (без облучения)	9,3	9,9	27,8
Облучение семян ИКСС в течение:			
45 мин.	9,8	13,3	30,4
60 «	10,3	10,5	28,9
90 «	9,4	10,3	30,1

Растения огурцов, выращенные из облученных семян, имели более развитую ассимиляционную поверхность листьев, дружнее цвели по сравнению с контролем, что сказалось на выходе семян (табл. 7).

Таблица 7

Влияние способа предпосевной подготовки семян на семенную продуктивность огурца (опыты 1966—1968 гг.)

Вариант опыта	Урожай семян, ц/га			Среднее за 3 года	% к контролю
	1966 г.	1967 г.	1968 г.		
Контроль (без облучения)	3,3	2,6	1,8	2,6	100,0
Прогрев сухих семян при 60° в течение 6 часов	3,7	2,9	2,2	2,9	111,0
Облучение семян ИКСС:					
45 мин.	3,8	3,0	2,4	3,1	119,0
60 «	3,6	2,8	2,0	2,4	109,0
90 «	—	2,5	1,9	2,2	100,0

Прибавка урожая семян в среднем за три года при 45-минутном облучении была на 7% больше, чем от прогрева семян и на 19% — по сравнению с урожаем от необлученных семян. От облучения ИКСС в течение 60 и 90 минут эффект постепенно снижается до урожайности контрольных растений.

Опыты с огурцами давали основание предполагать положительную отзывчивость на облучение семян ИКСС бахчевых культур. Это предположение экспериментально было подтверждено опытами в совхозе «Комсомольский» Кзыл-Ординской области. В опытах были использованы два сорта дынь (Кокча-588 — среднеспелый и Кара-Гуляби — позднеспелый) и два среднеспелых сорта арбузов (Узбекский 452 и Багаевский Мурашка).

Фенологическими наблюдениями было установлено, что у подопытных сортов под влиянием облучения фаза цветения наступала на два дня раньше и проходила дружнее, чем при посеве необлученными семенами. Биометрические наблюдения показали, что растения дынь и арбузов, выращенные из облученых семян, имели больше женских цветков и лучше развитую ассимиляционную поверхность листьев. Все это положительно сказалось на повышении урожайности всех подопытных сортов арбузов и дынь (табл. 8).

Таблица 8

Урожайность и скороспелость различных сортов арбузов и дынь под влиянием предпосевного облучения семян ИКСС

Сорта	Общий урожай		
	контроль, ц/га	облучение ИКСС, ц/га	прибавка урожая, % к контролю
Дыни			
Кокча 588	164,0	199,0	120,0
Кара-Гуляби	183,0	211,7	115,0
Арбузы			
Узбекский 452	220,0	174,3	124,0
Багаевский Мурашка	181,0	220,0	121,0

Прибавка урожая от облучения семян у дынь — от 15 до 24%, а у арбузов — от 21 до 24%. При анализе обсемененности плодов арбузов и дынь было замечено, что ИКСС представляет практический интерес для семеноводства растений бахчевых культур.

Таблица 9

Выход семян у дынь в зависимости от продолжительности облучения семян ИКСС

Вариант опыта	Кокча 588		Кара-Гуляби	
	выход семян в г на 1 плод	% к контролю	выход семян в г на 1 плод	% к контролю
Контроль (без облучения)	30.0	100,0	32,6	100,0
Облучение ИКСС 20 мин.	30,3	101,0	33,3	101,0
30 мин.	30,6	102,0	34,2	104,0
45 «	31,6	105,0	35,3	108.0

Данные таблицы 9 показывают, что в результате 45-минутного облучения выход семян на 5,8% больше, чем в контроле.

Из данных экономического анализа следует, что предпосевное облучение семян ИКСС открывает большие возможности увеличения доходности культуры дынь и арбузов (табл. 10).

Таблица 10

Экономическая эффективность приема предпосевного облучения семян ИКСС в течение 45 минут

Культура и сорт	Урожай, ц/га			Стоимость прибавки, руб/га	Дополнительные затраты, руб/га*	Дополнительный доход от ИКСС, руб/га
	контроль	облучение ИКСС	прибавка			
Дыни	173.9	205,3	31,4	209	14,0	195
Арбузы	200,6	247,1	46,5	303	19,0	284

Примечание: * 1. Облучение семян на 1 га — 3,00 руб.

2. Затраты на сбор 1 ц дополнительного урожая (норма выработки 6 ц) — 0,36 руб.

Таким образом, высокая экономическая эффективность приема предпосевного облучения семян ИКСС несомненна и внедрение его в производство, конечно, позволит поднять доходность культуры дынь и арбузов.

В 1970—1971 гг. сотрудниками кафедры овощеводства КазСХИ и Казахского научно-исследовательского института

картофельного и овощного хозяйства проведены опыты по светоимпульсному облучению семян дынь при выращивании под временными пленочными укрытиями тоннельного типа. В опытах были испытаны экспозиции — 30, 60, 90, 120, 180 и 240 мин. Подопытный сорт — Лимонно-желтая. Экспериментальная работа проводилась в 1970 году в совхозе «Октябрьский» на площади 2,3 га, в 1971 году — в совхозе «Рассвет» на площади 1,5 га.

В период роста и развития растений были проведены фенологические и биометрические наблюдения, которые выявили, что интенсивный свет оказывает стимулирующее действие на динамику нарастания листовой поверхности и накопление биомассы. Опытные растения имели площадь листьев на 22,6% и число женских цветков на 66% больше, чем у контрольных растений. Это явление можно рассматривать как один из факторов, способствующих повышению урожайности (табл. 11).

Таблица 11

Влияние продолжительности светоимпульсного облучения семян на урожайность дынь под пленочными укрытиями

(среднее за 1970—1971 гг.)

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	% к контролю
Контроль (без облучения)	166,6	—	100
Облучение семян ИКСС в течение			
30 мин.	189,6	23,0	113,8
60 «	204,1	37,5	122,5
90 «	181,9	15,3	109,2
120 «	174,1	7,5	104,5
$НСР_{05}$, ц/га	12,2		

Из результатов опытов видно, что с увеличением продолжительности облучения стимуляция возрастает до определенного предела, а затем эффект постепенно снижается. Наибольший светоимпульсный эффект получен от 60 минутного облучения, прибавка урожая была на 22,5% выше, чем в контроле. Статистическая обработка данных показывает достаточно высокую достоверность прибавок урожая от этого приема.

В опытах с томатами выявлено, что предпосевное облучение семян ИКСС повышает качество рассады, увеличивает ее вес, а у взрослых растений — площадь листьев, число бу-

тонов. Особенно важно повышение скороспелости и урожайности растений. От облучения семян ИКСС общий урожай достоверно возрос в среднем за шесть лет (1963—1965, 1971—1973 гг.) на 20,6%, или на 114 ц/га, в ранних сборах — на 28,1%, или на 28,0 ц/га (таблица 12).

Таблица 12

Влияние облучения семян ИКСС на скороспелость и урожайность томатов сорта Колхозный 34
(среднее за 1963—1965 и 1971—1973 гг.)

Вариант опыта	Ранний урожай до I.VIII		Общий урожай	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
Контроль (без облучения)	99,5	100	554,0	100
Облучение ИКСС в течение 45 мин.	127,5	128,1	668,2	120,6
$НСР_{05}$, ц/га	16,1	—	49,8	—

В рассадной культуре у раннего сорта Талалихин 186 кроме предпосевного облучения семян, было испытано также допикировочное облучение сеянцев. До пикировки сеянцы выращивались в посевных ящиках до фазы образования первого настоящего листа возраста 15—20 дней. Облучение сеянцев проводили в течение трех дней с интервалами два часа по 2—3 раза в день нарастающими дозами ИКСС: в первый день — 1, 3, 5 мин., во второй — 7 и 10 мин. и в третий — 15 и 20 мин.

Таблица 13

Влияние светоимпульсного облучения сеянцев и семян на урожайность томатов сорта Талалихин 186 (1964—1965 гг.)

Вариант опыта	Урожай на I.VIII		Общий	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
Контроль (без облучения)	190,7	100,0	597,9	100,0
Облучение семян ИКСС — 45 мин.	250,2	131,2	699,1	116,9
Облучение сеянцев	267,1	140,1	677,4	113,3

Допикировочное облучение сеянцев томатов по своему положительному влиянию не уступает предпосевному облучению семян и даже превосходит его по числу цветочных кистей и завязей, закладки первой цветочной кисти (в основном на 5—6 листьях), величине урожая плодов в ранних сборах (табл. 13).

Анализ таблицы 13 показывает, что от допикировочного облучения сеянцев прибавка урожая на 1 августа была на 16,9 ц выше, чем от облучения семян и на 76,4 ц/га — чем в контроле. Величина общего урожая получается менее значительной, это свидетельствует о том, что стимулирующее действие ИКСС к концу вегетации несколько снижается.

Установив в опытах положительное влияние ИКСС на повышение урожайности и скороспелости томатов в посевной и рассадной культуре в открытом грунте, в 1973—1974 гг. было решено испытать этот прием в сверхранней культуре под пленочными укрытиями и выяснить влияние своеобразного микроклимата под пленкой на сохранение положительного действия ИКСС. Опыты проводили в учебно-опытном хозяйстве «Джанашарское». Облучали семяна в течение 60 мин. с частотой 60 импульсов в минуту. Рассаду томатов сорта Талалихин 186 выращивали с пикировкой на опилочном субстрате по методу, разработанному кафедрой овощеводства,

Таблица 14

Влияние ИКСС на рост вегетативных и репродуктивных органов томатов под пленочными укрытиями (за 1973—1974 гг.)

Биометрические показатели	Фазы развития					
	массовое цветение		плодообразование		перед первым сбором	
	контроль	облучение ИКСС	контроль	облучение	контроль	облучение
Число листьев, шт.	26,5	28,4	36,1	38,5	55,6	57,5
% к контролю	100	107,1	100	106,6	100	103,4
Общая площадь листьев, см²	791,2	1059	1423,5	1692	3314	3683
% к контролю	100	133,8	100	118,8	100	111,1
Число цветков, шт.	7,2	9,2	15,6	18,3	30,6	30,9
% к контролю	100	127,7	100	117,3	100	100.9
Количество завязавшихся плодов, шт.	—	—	3,0	4,0	8,3	18,4
% к контролю	—	—	100	133,3	100	221,7

взамен дорогостоящего горшечного способа. Рассаду выращивали при площади питания 36 см² с размещением 270 шт. на 1 м².

Высаживали рассаду под пленочные укрытия 18—20 апреля. Способ посадки двухстрочный ленточный по схеме 90×50×25, размер делянки 30 м², повторность четырехкратная.

Биометрические наблюдения показали, что облучение семян ИКСС увеличивает листовую поверхность на 11,1—33,8%, число цветочных кистей и цветков на 17,3—27,7% и завязавшихся плодов на 33,3—121,7% по сравнению с контролем (табл. 14).

Отмеченная стимулирующая способность ИКСС в усилении роста вегетативных и, особенно репродуктивных органов, сказалась в конечном итоге и на урожайности (табл. 15).

Таблица 15

Влияние ИКСС на урожайность томата под пленочными укрытиями
(среднее за 1973—1974 гг., сорт Талалихин 186)

Вариант опыта	Ранний урожай на 1.VIII, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Общий ц/га	Прибавка урожая, ц/га
Контроль без облучения	348,0	—	559,4	—
Облучение семян ИКСС	440,7	92,7	644,8	85,4
% к контролю	126,6		115,2	
$НСР_{05}$, ц/га	68,7		52,4	

Прибавка общего урожая от облучения семян составила 85,4 ц, или 15,2%; раннего — 92,7 ц/га, или 26,6% по сравнению с контролем.

Статистическая обработка урожайных данных показывает высокую достоверность получения прибавок урожая в вариантах с облучением семян.

Результаты экономического анализа свидетельствуют, что увеличение выхода раннего урожая от ИКСС и реализация его по более высокой сдаточной цене позволяют получать высокую стоимость прибавки урожая, равную 1513 руб/га. После вычета дополнительных затрат на оплату труда за сбор дополнительного урожая и за облучение семян — 146 рублей — чистый доход составляет 1367 рублей с гекта-

ра. Следовательно, сочетание этих двух агроприемов — облучение и пленочные укрытия — дает наиболее высокий экономический эффект.

Выявив стимулирующее действие оптимальных доз светоимпульсного облучения на рост, развитие и урожайность томатов в 1971—1973 годах, нами проведены опыты по изучению влияния спектрального состава концентрированного солнечного света на рост, развитие и урожайность томатов.

Для вычленения отдельных спектров белого ИКСС использовали интерференционные светофильтры, пропускающие определенную длину волны солнечного света,— красный — 635, оранжевый — 600, желтый — 580, зеленый — 520 и синий — 470 нм.

На значение спектрального состава света для прорастания семян и дальнейший рост растений указывали многие авторы, отмечая, что наиболее активными среди физиологических лучей можно признать оранжево-красные лучи, которые имеют наибольшее значение для роста и плодоношения растений. Это подтвердилось и в наших опытах с томатами сорта колхозный 34. Сухие семена облучали ИКСС в течение 60 минут с частотой 60 импульсов в минуту.

Фенологическими наблюдениями установлено, что наибольшая энергия прорастания (на 7 день проращивания) была от облучения красным спектром ИКСС — на 71,2% выше, чем в контроле. Затем от облучения белым ИКСС — на 53,8%, оранжевым — на 45,3, зеленым — на 34,0, синим — на 30,2 и желтым. Спектральный состав света оказал различное влияние и на прохождение отдельных фенофаз — от всходов до бутонизации потребовалось растениям, выросшим из семян, облученным красным светом (55 дней), затем белым ИКСС (57 дней), желтым (59 дней), оранжевым, синим, желтым.

Биометрическими измерениями, проведенными в период усиленного роста вегетативных и генеративных органов с интервалом 10 дней, выявлено, что наибольшая площадь, больше кистей и бутонов было в варианте с красным и оранжевым КСС (табл. 16).

Эти спектры КСС способствуют увеличению листовой поверхности растений. Больше кистей и бутонов было в варианте с красным и оранжевым спектром КСС. Наблюдения, проведенные 17 июля, также подтверждают, что красный и оранжевый концентрированный солнечный свет являются наиболее эффективными участками света и оказывают заметное действие на образование вегетативных и генератив-

Таблица 16

Влияние спектрального состава ИКСС на биометрические показатели томата сорта Колхозный 34 (опыт 1973 г., данные на одно растение)

Вариант опыта	Число листьев, шт.		Площадь листьев, см2		К-во кистей, шт		К-во бутонов, шт.		Распустившихся цветков, шт.		Завязавш. плодов, шт.	
	7.VII	17.VII	7.VII	17.VII	7.VII	17.VII	7.VII	17.VII	7.VII	17.VII	7.VII	17.VII
Без облучения — контроль	20,2	25,6	401	510	1,8	5,6	—	22,4	—	4	—	1,6
Облучение семян ИКСС												
—»— полным	22	24,4	494	491,6	2,4	5,6	6,2	21,8	2	6,4	—	1,8
—»— красным	24,6	28,0	510,8	580	2	4	8,4	34,0	2	10,6	—	2,6
—»— оранжевым	29,6	34,8	612	692,8	2	7,8	5,4	34,8	2,2	7,6	—	3,4
—»— желтым	19,8	27,6	468	511,8	1,3	5,4	7,2	24,6	0,6	4,4	—	2,2
—»— синим	20,8	23,2	483	664	1,3	9,4	4,0	39,4	2,2	9,8	—	2,0

	27.VII	7.VIII	27.VII	7.VIII	27.VII	7.VIII	27.VII	7.VIII	27.VII	7.VIII	27.VII	7.VIII
Без облучения — контроль	29,4	28,2	584	565	10,2	8,4	38,2	34,6	17,4	15,2	7,7	5
Облучение семян ИКСС												
—»— полным	26,8	29,0	526	543	9,6	11,0	32	34,8	13	15,2	6,6	8,4
—»— красным	30,2	31,8	608	628,6	10,8	12,2	43	46,8	24,4	26,8	10	11,4
—»— оранжевым	39,0	37	669	763	11,6	9,6	44	40,4	26,6	22,4	11,8	10
—»— желтым	30,2	31,4	597	611	12,6	12,8	35,2	37,6	12,4	13,8	5,6	9,4
—»— синим	30,0	30,6	697	736	12,0	11,6	51,8	49,4	20	22,2	7,4	9,8

ных органов. Последующими наблюдениями, проведенными 27 июля и 7 августа, отмечено, что действие белого концентрированного солнечного света и отдельных его спектров постепенно выравнивается. Проявление стимулирующего эффекта их по биометрическим показателям значительно выше по сравнению с контролем.

Из обобщенных данных по биометрическим и фенологическим наблюдениям видно, что положительное влияние белого ИКСС и отдельных его участков спектра на рост вегетативных и формирование репродуктивных органов, в конечном итоге, сказалось на продуктивности растений (табл. 17).

Таблица 17

Влияние белого и спектрального состава ИКСС на урожайность томата (среднее за 1971—1973 гг.)

Вариант опыта	Ранний урожай			Общий		
	ц/га	прибавка урожая, ц/га	% к контролю	ц/га	прибавка урожая, ц/га	% к контролю
Контроль (без облучения)	114,6	—	100	394,3	—	100
Облучение семян ИКСС						
белым	143,0	28,4	124,8	475,0	80,7	120,4
красным	149,7	35,1	130,6	500,3	106,0	126,8
оранжевым	141,4	26,8	123,6	465,8	71,5	118,1
зеленым	136,8	22,2	119,3	460,1	65,8	116,7
синим	137,8	23,2	120,2	457,3	63,0	115,9
желтым	136,6	22,0	119,2	461,6	67,3	117,0
$НСР_{0,95}$, ц/га						

Данные по урожаю показывают, что светоимпульсная стимуляция вызывает заметное повышение урожайности. Наибольшая прибавка общего урожая получена от облучения красным светом, которая была на 106 ц/га, или на 26,8% выше чем в контроле. По другим опытным вариантам эффект от ИКСС также выше по сравнению с контролем. В ранних сборах светоимпульсный эффект проявился несколько сильнее — при облучении красным светом прибавка урожая была на 30,6% выше, чем в контроле.

Следовательно, белый ИКСС и отдельные его спектры положительно влияют на рост и продуктивность растений.

В 1973 году начаты исследования с белокочанной капустой сорта Номер первый. В опытах изучали влияние продолжительности светоимпульсного облучения на повышение

энергии прорастания семян, улучшение качества рассады и повышение урожайности капусты. Испытывали экспозиции облучения сухих семян — 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210 и 240 мин. и намоченных в чистой воде — 15, 30, 45 и 60 мин. В лабораторных условиях семена проращивались в чашках Петри в термостате при температуре 23—25°С. Всхожесть устанавливали общепринятым методом — определением процента взошедших семян за 9 дней, а энергию прорастания — за 3 и 5 дней. Опытами установлено, что все испытанные дозы облучения положительно влияли на повышение энергии прорастания семян. Наиболее эффективным оказалось 60-минутное облучение — энергия прорастания на 3 и 5 день была на 112 и 25% выше, чем в контроле.

В полевых опытах испытывали экспозиции 15, 30, 45 и 60 мин., облучению подвергали сухие и намоченные в чистой воде семена. Опыт проводили в совхозе «Ярославский» Восточно-Казахстанской области. Рассаду выращивали в теплых парниках на биотопливе. Анализ качества 35-дневной рассады выявил, что от 60 минутного облучения намоченных семян количество листьев было на 45%, площадь листьев на 21,5% больше, чем от облучения сухих семян и на 38% и 20% — по сравнению с намоченными семенами без облучения ИКСС.

По другим вариантам (30 и 45 мин.) стимулирующий эффект ИКСС был несколько меньшим по сравнению с 60 минутным облучением, но выше чем в контроле.

Таблица 18

Влияние продолжительности облучения семян ИКСС на урожай белокочанной капусты сорта Номер первый

Вариант опыта	Общий урожай, ц/га	% к контролю	Прибавка урожая ц/га
Без облучения (контроль)	323,7	100	—
Облучение ИКСС сухих семян:			
15 мин.	343,0	106,5	19,3
30 »	357,0	109,2	33,3
45 »	331,2	102,2	7,5
60 »	381,2	117,6	57,5
Облучение намоченных семян:			
15 мин.	325,0	100,3	1,3
30 »	358,0	110,4	34,3
45 »	380,2	117,5	56,5
60 »	391,5	120,7	67,8
$НСР_{05}$, ц/га	28,2		

В период вегетации у растений от 60-ти минутного облучения была наибольшая площадь листьев — от облучения сухих семян она равнялась 7686 см^2, или на 31,9% и намоченных семян — 7996 см^2, или на 37,2% больше, чем в контроле. По другим вариантам площадь листьев была на 31,9% (сухие семена) и на 37,2% (намоченные семена) больше, чем в контроле. По другим вариантам площадь листьев также была больше по сравнению с контролем, но меньше чем в варианте с облучением в течение 60 мин.

Наибольший достоверный урожай капусты получен от облучения сухих и намоченных семян в течение 60 мин. — прибавка урожая в соответствии от способа облучения составила 57,5 и 67,8 ц/га, или на 17,6% и 20,7% выше, чем в контроле (табл. 18). Несколько меньшая прибавка урожая получена по другим вариантам от 45 минутного облучения намоченных семян — 17,5, от 30 минутного — 10,4%.

Таким образом, в произведенном нами исследовании действия на семена и растения импульсного концентрированного солнечного света установлено многостороннее его влияние на рост, урожайность и качество урожая при выращивании огурцов, томатов и капусты в открытом грунте, под пленочными укрытиями тоннельного типа и в теплицах. Положительное действие ИКСС проявилось прежде всего в повышении энергии прорастания облученных семян, а затем уже во многих других особенностях или признаках светоимпульсного эффекта. Этот эффект обусловлен, в соответствии с его названием, импульсным характером интенсивного светового поля, действующего на семена и растения.

Выводы

Предпосевное облучение семян ИКСС является сильно действующим фактором на ход обмена веществ в прорастающем семени и на последующий рост растений. Направление этих изменений при определенных дозах ИКСС вызывает хозяйственно-полезный эффект, проявляющийся в повышении урожайности и скороспелости растений.

Рассмотренные данные опытов по изучению светоимпульсного облучения подтвердили его высокую эффективность в улучшении качества рассады и повышении скороспелости и урожайности овоще-бахчевых культур в открытом грунте, под пленочными укрытиями тоннельного типа и в теплицах.

Следует продолжать опыты по использованию метода ИКСС в семеноводстве не только огурцов и дынь, но и других овощных культур.

Для широкого внедрения этого метода в производство необходима разработка стационарных высокопроизводительных установок для облучения семян и передвижных — для облучения рассады в парниках и теплицах.

Н. И. Боголепова

ДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙ МОРКОВИ И ЛУКА

УДК 523.72:635.13:635.25

Исследования Казахского сельскохозяйственного института и института овощного хозяйства РСФСР, проведенные в 1962—1972 гг., показали, что импульсный концентрированный солнечный свет (ИКСС) является мощным фактором повышения урожайности овощных культур. Среди овощных культур проявили наибольшую отзывчивость на этот прием, томаты и огурцы.

Нами было решено испытать облучение семян ИКСС в качестве приема повышения урожая на моркови и луке, которые занимают на юге республики значительные площади посевов; ставились следующие задачи:

а) найти наиболее эффективный режим предпосевного светоимпульсного облучения семян;

б) изучить влияние облучения семян импульсным концентрированным солнечным светом на некоторые физиолого-биохимические изменения у растений;

в) установить влияние предпосевного облучения ИКСС на рост, развитие и урожай моркови и лука.

Методика опытов

Исследования проводили в 1972—1974 гг. на полях Первомайского опытного хозяйства Казахского научно-исследовательского института картофельного и овощного хозяйства, расположенного в 45 км к юго-западу от г. Алма-Аты в предгорной зоне Алма-Атинской области. Почвы опытного участ-

ка — светло-каштановые, мощность гумусового горизонта небольшая — 30—35 см. Содержание гумуса не превышает 2,7%, валового азота — 0,124—0,140%, фосфора — 0,145—0,165%.

Облучение семян концентрированным солнечным светом (ИКСС) проводили по методике, разработанной Казахским Ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственным институтом (Г. Т. Каплиной, М. З. Юсуповым), зеркальным рефлектором В. Н. Бухмана со скоростью 48 имп/мин в течение 45. 60, 75 мин. на моркови и луке — 30, 60, 90 мин. При облучении не допускалось повышение температуры семян выше 45°. Семена облучали только весной при температуре наружного воздуха 18—20° в полуденные часы (10—13 час.) за две недели до высева. Для облучения были использованы семена двух сортов моркови (Нантская 4, Шантенэ 2461) и лука (Каратальский и Октябрьский). Площадь учетной делянки 10 м^2, повторность шестикратная.

В опыте применяли следующую агротехнику: осенняя вспашка почвы с одновременным внесением 4 ц/га суперфосфата и 1,5 ц/га калийной соли. При весенней обработке вносили по 20 т/га перегноя под предпосевную культивацию. Уход за растениями состоял из трех ручных прополок и четырех тракторных междурядных культиваций, 5—6 поливов и двух подкормок минеральными удобрениями.

В период вегетации проводили наблюдения за ростом и развитием растений, а также химические анализы почв опытного участка и выращенного урожая корнеплодов и луковиц.

Таблица 1

Энергия прорастания (%) и лабораторная всхожесть (%) семян моркови сорта Шантенэ после облучения ИКСС (1972—1974 гг.)

Вариант опыта	1972 г.		1973 г.		1974 г.		В среднем за 3 года	
	энергия прорастан.	лаборатор. всхожесть	энергия прорастан.	лаборатор. всхожесть	энергия прорастан.	лаборатор. всхожесть	энергия прорастан.	лаборатор. всхожесть
Без облучения (контроль)	69,0	83,0	52,1	53,2	68,4	82,9	63,2	73,0
Облучение семян ИКСС — 45 мин.	70,5	82,1	53,7	54,8	69,7	83,0	64,6	73,3
60 »	72,3	83,7	55,2	56,7	71,3	85,3	66,2	75,2
75 »	75,1	85,6	58,2	62,7	74,2	86,5	69,1	78,2

В лабораторных опытах изучали влияние ИКСС на энергию прорастания и всхожесть семян.

Исследования показали (табл. 1), что облучение семян импульсным концентрированным солнечным светом повышает энергию прорастания и всхожесть семян моркови; наибольший эффект дало 75 минутное облучение. Энергия прорастания была на 4,8—6,1% и всхожесть на 2,6—6,1% выше по сравнению с контролем.

Из данных таблицы 1 видно, что семена с низкими посевными качествами реагируют на ИКСС сильнее. Так, в 1973 году, когда использовали для посева семена с низкой всхожестью, светоимпульсное облучение повысило лабораторную всхожесть семян до 9,5%.

В полевых опытах фенологические и биометрические наблюдения показали, что ИКСС стимулирует развитие вегетативных органов растений (табл. 2).

Таблица 2

Влияние облучения семян ИКСС на рост вегетативных органов моркови сорта Шантенэ 2461 (данные на одно растение)

Вариант опыта	Период от посева до всходов, дней	На 60-й день после посева			На 90-й день после посева		
		высота растения, см	к-во листьев, шт.	площадь листьев, см2	высота растения, см	к-во листьев, шт.	площадь листьев, см2
Без облучения (контроль)	19	28,6	7,4	342,7	33,4	7,8	430,0
Облучение ИКСС 45 мин.	18	29,4	7,4	462,0	34,2	8,2	470,3
60 «	17	31,7	7,6	480,2	36,9	8,6	547,9
75 «	17	33,1	8,1	491,8	38,4	8,6	630,3

В варианте с экспозицией 75 мин. отмечена наибольшая стимуляция роста и развития. Так, высота растений на 60-й день после посева составляла 33,1 см, количество листьев — 8,1 шт., тогда как в контроле эти показатели соответственно были равны 28,6 см и 7,4 шт., т. е. на 4,5 и 0,7 шт.меньше. Аналогичные результаты получены и на 90-й день после посева. Наблюдения, за содержанием хлорофилла в листьях моркови показали постепенное увеличение его количества в июне—июле.

Облучение ИКСС в течение 75 мин. способствовало более интенсивному нарастанию листовой поверхности. На 60-й день после посева ассимиляционная поверхность у растений в этом варианте составила 491,8 см^2, или на 149,1 см^2 больше по сравнению с контролем. Увеличение ассимиляционной поверхности происходило за счет образования большого количества листьев и увеличения их размера, что говорит о большей их жизнеспособности и фотосинтетической активности (табл. 3).

Таблица 3

Действие светоимпульсного облучения семян моркови на изменение физиологических показателей

Вариант опыта	Листья в начале формирования корнеплода			Фаза начала технической спелости корнеплодов		
	содержание сухого вещества, %	содержание хлорофилла на 100 г листьев	чистая продуктивность фотосинтеза г/м^2 в сутки сухого в-ва	содержание сухого вещества, %	содержание хлорофилла на 100 г листьев	чистая продуктивность фотосинтеза г/м^2 в сутки сухого в-ва
Без облучения (контроль)	9,2	187,0	5,0	10,1	208,7	5,7
Облучение ИКСС:						
45 мин.	9,4	210,1	5,4	11,1	223,2	6,0
60 «	9,8	221,2	5,4	12,3	236,1	6,3
75 «	10,0	247,8	5,5	12,5	258,8	6,5

Из анализа листьев в начале формирования корнеплода видно, что опытные растения имели более высокие физиологические показатели (табл. 3). В результате 75-минутного облучения ИКСС листья опытных растений содержали сухого вещества на 0,8%, хлорофилла — на 60,8 мг% и имели чистую продуктивность фотосинтеза на 0,5 г/м^2 больше, чем листья контрольных растений. По другим вариантам (45 и 60 мин.) физиологические показатели также были выше контроля, но несколько меньше варианта 75-минутного облучения. Аналогичные результаты в пользу светоимпульсного облучения по содержанию сухого вещества, хлорофилла и чистой продуктивности фотосинтеза листьев растений

получены и в фазу начала технической спелости корнеплодов.

На светоимпульсную стимуляцию растений и биосинтеза в них указывали многие авторы (Вятлева, 1972, Шахов, 1974, Станко, Виноградова, 1974).

Предпосевное облучение семян импульсным концентрированным солнечным светом положительно влияло и на продуктивность моркови (табл. 4).

Таблица 4

Влияние предпосевного облучения семян ИКСС на урожай и товарный выход корнеплодов моркови (1972—1974 гг.)

Вариант опыта	Урожай, ц/га				Прибавка урожая, ц/га		Выход товарной продукции, %
Шантенэ 2461	1972	1973	1974	средняя за 3 года	ц/га	% к контролю	
Без облучения (контроль	288,0	228,1	188,0	234,7	—	—	82,5
Облучение ИКСС:							
45 мин.	286,5	237,0	198,0	240,5	5,8	2,4	87,9
60 «	298,0	248,0	198,5	248,1	13,4	5,7	86,5
75 «	312,3	281,0	224,2	272,5	37,8	16,1	85,8
Р, %	3,2	2,4	3,7				
$НСР_{0,95}$, ц/га	27,6	17,7	18,0				

От облучения семян в течение 75 мин. получен самый высокий урожай корнеплодов. В среднем за 3 года по сорту Шантенэ 2461 урожай составил 272,5 ц/га, а в контроле — 234,7 ц/га, т. е. прибавка в урожае от ИКСС равнялась 37,8 ц/га или 16,1%.

Таблица 5

Влияние импульсного концентрированного солнечного света на химический состав корнеплода

(среднее за 1972—1974 гг., фаза технической спелости)

Вариант опыта	Сухих веществ, %	Общего сахара, %	Витамина С, мг %	Каротина, %
Без облучения (контроль)	14,2	6,5	5,4	9,3
Облучение ИКСС — 45 мин.	14,6	6,6	5,7	9,9
60 «	14,7	6,8	5,8	10,0
75 «	14,5	7,0	5,9	10,4

Анализ химического состава урожая моркови показал несколько повышенное содержание общего сахара, витамина С, каротина и уменьшение количества сырой клетчатки (табл. 5).

Так, в варианте с облучением семян (ИКСС) в течение 75 мин. получено наибольшее повышение качества продукции. В среднем за 3 года содержание сухих веществ в корнеплодах по сравнению с контролем возросло на 0,33%, сахаров — на 0,47%, каротина — на 1,13%, клетчатки — на 0,1%. По другим вариантам также получены положительные результаты.

Опыт с луком

В лабораторных опытах изучали действие различных режимов предпосевного облучения на энергию прорастания и всхожесть семян. Для проверки результатов, полученных в лабораторных условиях, нами были проведены полевые опыты в открытом грунте.

Изучали экспозиции облучения 30, 60, 90 мин. Как показали наши исследования, если по лабораторной всхожести различия между вариантами были небольшие (1%), то по полевой всхожести — они более ощутимы. Так, у облученных семян в течение 60 мин. она равнялась 65%, а в контроле — 53%, т. е. у первых всхожесть была на 12% выше.

Таблица 6

Показатели биометрических наблюдений за луком в зависимости от светоимпульсного облучения (среднее за 1972—1974 гг.)

Вариант опыта	Средняя высота растений, см	Среднее кол-во листьев в период полегания пера, шт.
Без облучения (контроль)	41,3	5,9
Облучение ИКСС — 30 мин.	42,9	5,9
60 »	46,5	6,0
90 »	45,5	6,0

Фенологическими и биометрическими наблюдениями установлено, что стимулирующее действие ИКСС в зависимости от продолжительности облучения неодинаково (табл. 6). В результате 60-минутного облучения ИКСС растения имели большую высоту и более развитую ассимиляционную поверхность листьев, что увеличило фотосинтетическую

деятельность, а это свою очередь сказалось на повышении урожайности товарного лука (табл. 7).

Анализ данных урожая показывает, что стимулирующий эффект светоимпульсного облучения зависит от сортовых различий культуры (табл. 7).

Таблица 7

Урожай лука в зависимости от облучения семян ИКСС
(среднее за 1972—1974 гг.)

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	% к контролю	Выход товарной продукции, %
Сорт Каратальский				
Без облучения (контроль	275,8	—	100	80,3
Облучение ИКСС —				
30 мин.	281,9	6,6	102,3	88,6
60 «	288,2	12,9	104,6	91,2
90 «	260,6	—	94,7	89,9
Р %	4,1			
$НСР_{0,95}$, ц/га	12,0			
Сорт Октябрьский				
Без облучения (контроль)	281,4	—	100	88,9
Облучение ИКСС —				
30 мин.	282,6	1,2	100,4	89,2
60 «	312,5	31,1	111,0	92,1
90 «	294,2	12,8	104,5	90,3
Р %	3,8			
$НСР_{0,95}$, ц/га	30,9			

По сорту Каратальский (среднеспелый) от 60-ти минутного облучения достоверная прибавка урожая была на 4,6%, а по сорту Октябрьский (раннеспелый) — на 11% выше по сравнению с контролем. По другим вариантам (30 и 90 мин.) прибавка урожая находилась в пределах ошибки опыта.

Следовательно, ранние сорта реагируют на светоимпульсное облучение сильнее, чем среднеспелые. Но следует подчеркнуть, что светоимпульсное облучение вызывает лучшее вызревание луковиц и увеличивает выход товарной продукции до 11% у среднеспелых сортов. Этот факт имеет не менее важное значение.

Наряду с повышением урожая, одной из важных задач считается улучшение качества его. Однако, при разработке

агроприемов, способствующих повышению урожая, мало уделяется внимания улучшению диетических свойств урожая — содержанию витаминов, сахаров и сухого вещества. Нами были проведены химические анализы лука, выращенного из облученных семян. Как показали исследования, от светоимпульсного облучения семян повышается качество продукции (табл. 8).

Таблица 8

Химический состав лука-репки, выращенного из семян, облученных ИКСС (в % на сырой вес, сорт Каратальский)

Вариант опыта	Сухое в-во, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/%	Клетчатка, %	Хлорофилл, мг%
Без облучения (контроль)	13,8	8,9	5,9	1,3	117,0
Облучение ИКСС — 30 мин.	14,4	9,0	5,9	1,2	123,0
60 «	14,5	9,4	6,6	1,2	129,0
90 «	14,4	9,2	6,3	1,2	127,0

Как видно из таблицы 8, в результате светоимпульсного облучения семян продолжительностью 60 мин. в луковице возросло содержание сухих веществ на 0,7%, общего сахара — на 0,5%, витамина «С» — на 0,7 мг%, хлорофилла — на 12 мг%, но уменьшилось клетчатки на 0,1% по сравнению с контролем. По другим вариантам (30 и 90 мин.) получены примерно такие же результаты.

Из литературных данных известно, что ИКСС повышает семенную продуктивность растений (Мананков, 1974). Это побудило нас испытать метод ИКСС для повышения урожая семян лука.

Лучшие показатели по выходу семян были из луковиц, выращенных из семян, облученных ИКСС в течение 90 мин. Прибавка урожая семян в среднем за два года составила 1,35 ц/га, или 20% по сравнению с контролем. По другим вариантам эффект несколько ниже. От облучения ИКСС 60 мин. прибавка урожая семян составила 0,8 ц/га, или 11,8%; от 30-ти мин. — 0,65 ц/га, или 9,6%.

Полученные результаты показывают перспективность светоимпульсного облучения в семеноводстве, в частности такой важной культуры на юге Казахстана, как лук.

Таблица 9

Влияние последействия предпосевного облучения семян на семенную продуктивность лука сорта Каратальский

Вариант опыта	Урожай семян, ц/га		Среднее ц/га	Прибавка урожая семян к контролю	
	1973 г.	1974 г.		ц/га	в %
Без облучения (контроль)	6,8	6,7	6,75	—	—
Облучение ИКСС — 30 мин.	7,2	7,6	7,40	0,65	9,6
60 «	7,4	7,7	7,55	0,80	11,8
90 «	8,0	8,2	8,1	1,35	20,0

Для экономической оценки изучаемого приема нами были подсчитаны дополнительные затраты на облучение и сбор дополнительного урожая. Все остальные затраты по уходу за растениями были одинаковыми.

Результаты трехлетних полевых опытов выявили, что наибольшая прибыль получена от светоимпульсного облучения семян маркови в течение 75 мин. и лука — 60 мин. (табл. 10).

Таблица 10

Экономическая эффективность предпосевного облучения семян моркови и лука ИКСС

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая ц/га	Стоимость прибавки урожая ц/га	Дополнит. затраты, рубля	Дополнит. доход от ИКСС, рубля
Морковь Шантенэ					
Без облучения -контроль)	234,7				
Облучение ИКСС — 75 мин.	272,5	37,8	491	83	408
Лук Каратальский					
Без облучения (контроль)	275,8				
Облучение ИКСС — 60 мин.	288,2	12,9	284	32	252
Лук Октябрьский					
Без облучения (контроль)	281,4				
Облучение ИКСС — 60 мин.	312,5	31,1	670	80	590

Дополнительный доход от светоимпульсного облучения семян после вычета дополнительных затрат за сбор дополнительного урожая и на облучение семян составил по моркови — 408 руб/га; по луку сорта Каратальский — 252 руб/га и сорта Октябрьский — 590 руб/га.

Выводы

Импульсное предпосевное облучение семян моркови и лука концентрированным солнечным светом является эффективным приемом повышения урожайности и заслуживает широкого применения в комплексе агротехники в условиях Алма-Атинской области.

Оптимальной продолжительностью светоимпульсного облучения семян является для моркови — 75 мин. и лука — 60 мин. на рефлекторе конструкции В. Н. Бухмана.

В результате облучения семян ИКСС оптимальными дозами повышается урожай моркови до 16,1% и лука — до 11%; увеличивается содержание сухих веществ, витамина «С» и хлорофилла.

Облучение семян ИКСС оказывает положительное влияние в последействии на повышение семенной продуктивности лука. Выход семян увеличивается до 20%.

Предпосевное облучение семян ИКСС является высокоэффективным приемом, обеспечивает получение дополнительного дохода с гектара моркови до 408 руб. и лука до 592 руб., позволяет значительно поднять доходность этих культур в хозяйствах, специализирующихся на их выращивании.

Г. Д. Немцов

СВЕТОИМПУЛЬСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОМАТА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОЙ ФОРМЫ ИКСС-5

УДК 523.72:635.64

Многочисленными исследованиями, проведенными в различных климатических зонах нашей страны выявлено, что импульсный концентрированный солнечный свет (ИКСС) вызывает стимулирующий эффект, который зависит от режима облучения и культуры.

В 1966—1972 гг. мы провели опыты, в которых изучали действие более продолжительного облучения ИКСС и лазером на посевные качества, рост, урожай и изменчивость некоторых признаков у томатов сорта Советский 679.

Нашими многолетними исследованиями установлено, что оптимальные дозы ИКСС стимулируют прорастание семян, а высокие дозы — действуют несколько угнетающе, снижая энергию прорастания (Байда, Немцов, 1967; Немцов и др., 1974).

Предпосевное облучение семян ИКСС и лазером ускоряет появление всходов на 1—2 дня, начало цветения и образования плодов наступает раньше на 2—8, созревание плодов — на 8—11 дней. Облучение стимулирует накопление пигментов в листьях опытных растений (табл. 1).

Таблица 1

Содержание пигментов в листьях томатов в период плодоношения (в мг на 1 г сухого вещества)

Вариант опыта	Хлорофилл а	Хлорофилл в	Сумма хлорофилла а—в	Каротин	Лютеин	Виолоксантин	Сумма каротиноидов
Без облучения (контроль)	5,80	2,60	8,40	0,135	0,120	0,740	0,329
Облучение лазером 5 ч.	8,00	3,70	11,70	0,167	0,164	0,080	0,411
Облучение лазером 2 «	6,30	3,90	10,20	0,154	0,161	0,164	0,379
Облучение ИКСС 6 «	7,30	4,10	11,40	0,138	0,158	0,062	0,353
Облучение ИКСС 4 «	6,40	4,30	10,70	0,192	0,172	0,074	0,448
Облучение ИКСС 2 «	6,96	4,20	11,16	0,187	0,158	0,076	0,421

Из данных таблицы 1 видно, что предпосевное облучение заметно повысило содержание хлорофиллов «а» и «в». Облучение семян томата красным светом лазера в течение 2—5 часов увеличило содержание суммы хлорофиллов на 1,8—3,3 мг на 1 г сухого вещества.

Содержание каротиноидов повысилось у растений из семян, облученных красным светом лазера, на 0,05—0,82 мг/ч сухого вещества.

Анализы проводились Н. Н. Федоровой в лаборатории гистологии и цитологии Казахского Государственного университета им. С. М. Кирова.

Опытные растения томата сорта Советский 679 в зависи-

мости от дозы предпосевного облучения семян отличаются не только по содержанию пигментов, но и по спектральным коэффициентам пропускания, отражения и поглощения лучистой энергии листьями.

Наибольший коэффициент пропускания лучистой энергии в зеленой части спектра был в листьях растений, выросших из семян после предпосевного облучения их красным светом лазера ЛГ-75 в течение 2-х часов, ИКСС — 4-х часов и поляризованным красным светом в течение 5-ти часов; а в красной и инфракрасной части спектра — после облучения семян ИКСС в течение 2-х и 4-х часов.

Наибольший коэффициент отражения в фиолетовой части спектра показали растения из облученных семян ИКСС в течение 6 часов и лазерным красным светом в течение 2-х часов; в оранжевой части спектра — от ИКСС в течение 4-х часов.

Наибольшим коэффициентом поглощения в оранжевой части спектра отличались листья растений от облучения семян лазерным светом в течение 2-х часов и поляризованным красным светом в течение 2-х и 5-ти часов.

Наибольшим коэффициентом поглощения фиолетовых лучей отличались листья растений от предпосевного лазерного облучения семян в течение 5-ти часов и ИКСС в течение 3 часов.

В спектре красных лучей наибольшим коэффициентом поглощения обладали листья томатов от предпосевного облучения семян лазерным излучением в течение 5-ти часов, затем после облучения семян ИКСС в течение 2-х часов и после облучения поляризованным красным светом в течение 2-х часов.

Для сопоставления спектральных свойств листьев с содержанием пигментов нужны дальнейшие исследования в онтогенезе. Однако сам факт повышенного содержания пигментов и более высокого поглощения лучистой энергии листьями растений, выросших из облученных семян, может способствовать увеличению продуктивности растений под влиянием концентрированного солнечного или лазерного излучения.

При изучении влияния различной продолжительности предпосевного облучения семян на урожайность томатов сорта Советский 679 нами установлено, что стимулирующая способность ИКСС возрастает с увеличением продолжительности облучения только до определенного предела, а в дальнейшем эффект снижается (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность томатов в зависимости от продолжительности облучения

Вариант опыта	Урожай ц/га	% к контролю
Контроль — без облучения	284,0	100
Облучение ИКСС в течение 1 часа	324,0	114,1
2 «	314,0	110,5
3 «	304,0	107.0
4 «	264,0	92,9
5 «	292,0	102,8
6 «	248,0	87,3

Из таблицы 2 видно, что наибольший стимулирующий эффект проявился от облучения ИКСС в течение 1 и 2 часов. Прибавка общего урожая соответственно составила 14,1 и 10,5% по сравнению с контролем. По другим вариантам эффект выражен слабее и даже ниже контроля.

Облучение семян томатов ИКСС и лазерным светом наряду с повышением урожая улучшает его качество. Это отчетливо выражено после лазерного облучения семян: в плодах повышается содержание сухого вещества, витамина С, сахаров и кислотности (табл. 3).

Таблица 3

Биохимический анализ плодов томатов сорта Советский 679 в зависимости от продолжительности облучения (1970 г.)

Вариант опыта	Сухого вещества, %	Витамина „С", мг/%	Кислотность, %	Редуцирующие сахара, %	Дисахара, %
Без облучения — контроль	5,56	14,5	0,40	1,86	1,97
Облучение ИКСС в течение 2-х часов	3,85	26,3	0,53	1,76	1,72
4 «	4,76	19,3	0,33	1,84	1,80
6 «	4,76	19,7	0,40	1,97	1,80
Облучение лазером — 2 часа	6,11	21,1	0,44	2,16	2,20
5 «	6,07	22,9	0,50	2,0	2,22

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах опытных томатов от предпосевного облучения семян увеличено на 6—7 мг% по сравнению с плодами контрольного варианта.

Обращает внимание факт, что у растений, выросших из семян, облученных перед посевом большими дозами ИКСС, имелись многокамерные малосемянные плоды, несвойственные данному сорту. Камерные перегородки в таких плодах утолщены, паренхимная ткань уплотнена. Встречались плоды почти бессемянные.

В результате облучения семян в течение 90 минут в 1966 году были выделены растения с повышенным ростом и большим количеством плодов. От этих растений были собраны семена для изучения последействия облучения. В 1967 году эти семена облучали высокими дозами (1—5 часов) ИКСС и лазерным светом. В результате облучения получены растения с отклонениями в размере стебля, величине и окраске плодов и по длине вегетационного периода. Полученные измененные признаки оказались константными в течение 6—7 изученных поколений, что указывает на мутагенное действие ИКСС и лазерного света.

Особенно заметные изменения морфологических и физиологических признаков мы наблюдали у растений, выращенных из семян после их 4—5 часового облучения ИКСС и 5-ти часового лазерного облучения. Из измененных растений были отобраны две формы томата (№ 1 и № 2) после 5-ти часового облучения семян, форма (№ 3) после 4-х часового облучения ИКСС и форма (№ 4) из растений после 5-ти часового облучения лазером.

Изучение изменчивости растений в течение ряда лет после предпосевного облучения семян томатов высокими дозами ИКСС позволило выявить, что наибольший выход мутаций проявляется от облучения семян ИКСС в течение 5-ти часов и составляет 3,75%.

Новые формы томата отличаются от исходного сорта по морфологическим, физиологическим и хозяйственным признакам. Приведем краткое описание полученных мутантных форм томатов и их характеристику в M_2—M_5, чтобы оценить значение морфологических и хозяйственных изменений у фотоиндуцированных форм томата для дальнейшего изучения фотомутагенеза и практического использования мутантов.

Советский 679 — исходный сорт томата, выведенный Симферопольской овощекартофельной опытной станцией. Сорт средне-поздний, развитие от всходов до начала созревания длится 108—113 дней. Куст ветвистый, полегающий, листья крупные, темно-зеленые с гладкой поверхностью,

плоды плоско-округлые, гладкие, красные со средним весом 95 г, 3—5 камерные. Стенки плода сравнительно тонкие, камеры хорошо выполнены семенами, плацента развита нормально, слабо окрашена. Содержание сухого вещества от 1,6 до 6,3%. Семена относительно выравненные, средних размеров. В Казахстане районирован в Алма-Атинской и Джамбулской областях.

Форма № 1 — получена в 1967 г. от повторного облучения ИКСС семян томата сорта Советский 679 в течение 5 часов. Форма среднеспелая, от появления всходов до начала созревания 100—110 дней, куст ветвистый, полегающий, высота до 1,6 метра. Стебель толстый, опушенный, рост стебля и пасынков продолжается до заморозков. Форма цветочной кисти сложная. Цветки крупные, опушенные. Плоды слегка вытянутые с гладкой поверхностью, с розовой окраской, средним весом 80—90 г, 4—5 камерные. Особенностью плодов является сильное разрастание стенок с одной стороны и частичное зарастание камер, в которых содержится небольшое количество семян, неодинаковых по величине и форме, часть семян стерильна. Форма относительно устойчива к грибковым заболеваниям.

Форма № 2 — получена в 1967 г. от повторного облучения ИКСС семян томата Советский 679 в течение 5-ти часов. Период от появления всходов до начала созревания — 93—100 дней. Куст ветвистый, полегающий, высотой до 1,6 м, стебель тонкий, круглый, гладкий, листья мелкие. Плоды круглые, мелкие, со средним весом 25—30 г, красные, 4—6-камерные, обильно выполненные выровненными мелкими семенами. Плоды имеют хорошие вкусовые качества. Стенки плода тонкие, семена удлиненной формы, иногда прорастающие в зрелых плодах.

Форма № 3 — получена в 1967 г. от повторного облучения семян томата Советский 679 в течение 4 часов. Форма средне-ранняя, от появления всходов до начала созревания — 95—105 дней. Куст низкий неполегающий, стебель утолщенный высотой до 90 см. Листья крупные, малоопушенные. Плоды крупные, красные, со средним весом 80—90 г, 4—6-камерные, выполненность семян средняя. Стенки камер плода утолщенные. Плоды обладают высокими вкусовыми качествами. У большинства плодов наблюдается стерильность и полустерильность семян, достигающая 40%. Камеры стерильных частей плода сплошь заполнены паренхимой разросшихся стенок плода и плаценты. Разросшая паренхимная ткань стенок плода, срастаясь с плацентой, обра-

зует в стерильных камерах сплошную ткань, интенсивно окрашенную ликопином, что обычно не наблюдается у контрольных растений. Форма относительно устойчива против грибковых заболеваний.

Форма № 4 — отобрана из растений, выращенных в 1966 г. из семян томата Советский 679, после действия ИКСС в течение 2 часов и повторного облучения перед посевом в 1967 г. красным светом лазера в течение 5 часов. Куст высокий (1,0—1,5 м) полегающий, стебель круглый толстый. Форма средне-спелая, от появления всходов до начала созревания проходит 100—116 дней. Листья крупные, темно-зеленые, листовая пластинка сравнительно толстая, слегка морщинистая. Плоды крупные со средним весом 100 г, гладкие, розовой окраски. Стенки плода и камерные перегородки толстые, выполненность семянами средняя. Плоды имеют отличные вкусовые качества. Характерной особенностью плодов является сильное разрастание их стенок и многокамерность. Разросшаяся паренхима верхней части плода заполняет в большинстве случаев всю полость камер. В камерах в центре плода находятся семена, часть которых стерильная. Фертильные семена имеют разную величину и форму. В основном семена сравнительно мелкие, невыровненные. Более нормальные семена встречаются в камерах нижней части плода. Недостатком формы является значительное растрескивание плодов.

Форма № 5 — получена в 1968 г. среди растений из семян Советский 679, облученных перед посевом ИКСС в течение 4-х часов. Куст высотой 90—100 см. Стебель опушенный, имеет выраженную гранность, образует 6—10 пасынков. Цветочная кисть закладывается после 7—8 настоящих листьев. Листья крупные, гофрированные, слабоопушенные. Доли листа рассеченные у основания пластинок, верхушки цельные. Хозяйственными признаками плодов этой формы является их повышенная лежкость в сравнении с контролем и другими формами. Хранение плодов при комнатной температуре возможно до 20—25 дней. Созревшие плоды имеют хороший вид и высокие вкусовые качества, средний вес плодов 80—90 г. Плоды круглой и плоскокруглой формы, с характерной усеченностью у основания.

Мутантные формы томата отличаются более ранним появлением пасынков, большим числом соцветий и плодов в сравнении с исходным сортом Советский 679. Особо ранним появлением пасынков отличаются растения формы № 2.

Мутантные формы томата отличаются от исходного сорта также строением и размером стебля. У форм № 3 и № 5 стебли несколько меньше или равны по высоте стеблю исходного сорта. Формы № 1, № 2 и № 4 характеризуются усиленным ростом стебля, который достигает 1,3—1,6 метра; выращивание таких форм без подвязки стебля к кольям или шпалере невозможно. У фомы № 5 стебель имеет выраженную граненность, его выращивание в производственных условиях возможно без подвязки.

Таблица 5

Сравнительное испытание сортов томата в производственных условиях (1972 г.)

Хозяйства	Сорта, ц/га		
	Советский 679	Талалихин 189	ИКСС № 5
Совхоз «Пригородный»	652,0	412,0	668,0
Учхоз «Джанашарский»	407,8	437,0	492,0
Совхоз «Ленинский Чимкентской обл.	403,3	426,0	450,1

Таблица 6

Сравнительное испытание сортов томата в производственных условиях (1973—1974 гг.)

Хозяйства	Год	Сорт, ц/га			
		Советский 679	Талалихин 186	Форма ИКСС—5	Колхозный 34
Овоще-молочный совхоз «Пригородный»	1973	560,0	490,3	630,0	560,1
	1974	580,4	490,3	635,6	567,5
Среднее за 2 года		570,2	490,3	632,8	563,8
Учхоз «Джанашарский»	1973	543,3	470,1	615,7	512,6
	1974	476,4	—	505,0	451,6
Среднее за 2 года		509,8	—	560,3	482,1
Алма-Атинский овощной госсортоучасток	1973	545,0	588,0	576,4	595,7
	1974	525,5	590,0	654,1	613,0
Среднее за 2 года		535,2	589,0	615,2	604,3

Мутантные формы отличаются более ранним созреванием плодов. Так, созревание плодов у формы № 2 началось на 12—13 дней раньше контроля, у формы № 1 — на 7—9 дней, у формы № 3 — на 8—9 дней, у формы № 4 — на 3—

4 дня раньше, чем у исходного сорта. Все полученные формы имеют более укороченный период от всходов до созревания, т. е. отличаются раннеспелостью, что является ценным хозяйственным признаком и достоверно отличаются повышенной урожайностью по сравнению с исходным сортом.

Сравнительное испытание сортов и формы ИКСС-5 томата в производственных условиях (табл. 5 и 6) в течение 1972—1974 гг. показало преимущество формы № 5, урожай которой в хозяйствах по годам был значительно выше по сравнению с исходным сортом Советский 679. Эта форма отличается также высокими вкусовыми качествами и хорошей лежкостью.

Выводы

1. Предпосевное облучение семян концентрированным солнечным светом до 2-х часов и красным светом лазера ЛГ-75 в непрерывном и импульсном режиме продолжительностью от одного до пяти часов повышает посевные качества семян — энергию прорастания и всхожесть.

2. Опытные растения заметно опережают контрольные по высоте основного стебля, числу листьев, боковых побегов и кистей и по урожайности.

3. Повторное облучение ИКСС семян томата Советский 679 первой репродукции в течение 4—5 часов вызвало появление растений с измененными морфологическими и физиологическими признаками. Выход мутаций составил 3,75%. Мутантные формы томатов отличаются скороспелостью, опережая контрольные растения в созревании в среднем на неделю.

4. Плоды полученных мутантных форм томата отличаются от исходного сорта большим содержанием сухого вещества, моносахаров, витамина «С», имеют высокие вкусовые качества (оценка по пятибалльной системе 4—5). Плоды томата формы ИКСС-5 отличаются хорошей лежкостью (сохраняются до 20—25 дней при комнатных условиях), хорошей транспортабельностью, легко отделяются от плодоножки. Данная форма может быть испытана для механизированной уборки.

П. А. Сычев, С. Ф. Негруцкий,
Н. В. Гавриков, А. С. Лукьяненко

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СВЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ ОГУРЦА В СОВХОЗАХ «СПАРТАК» И «КРИНИЧАНСКИЙ» ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 635.63:621.384.4.

Многочисленными исследованиями влияния импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС), электрического концентрированного света в импульсном режиме (ИКЭС) и когерентных излучений доказана высокая эффективность предпосевной обработки семян, генеративных и вегетативных органов большинства сельскохозяйственных растений, в том числе и овощных культур. О существенном влиянии ИКСС на растения огурца свидетельствуют данные Коцур и Оканенко (1967), Каплиной, Юсупова, Бойко (1972), Юсупова (1974), Негруцкого и соавторов (1974) и других исследователей.

Упомянутые исследования дали возможность получить обширные сведения о физиологической реакции огурца на предпосевное облучение семян. Вместе с тем данные, полученные разными авторами и в разное время, характеризуют существенные различия влияния предпосевной светоимпульсной стимуляции семян на продуктивность растений с точки зрения экономической эффективности приема. Такое обстоятельство, касающееся, впрочем, и других сельскохозяйственных культур, в определенной степени, вероятно, связано с отсутствием унифицированных конструкций установок, которые позволяли бы задавать строго определенные параметры облучения. С другой стороны, в большей части исследователи использовали семена различающихся между собой сортов гибридов растений, каждому из которых, вполне естественно, свойственна специфическая генетическая структура и как следствие — различающаяся реакция на энергетическое воздействие фотоимпульсов. В связи с вышесказанным представляет существенный теоретический и практический интерес сравнительное изучение воздействия ИКСС и ИКЭС в различных экспозициях на рост, формообразование и урожайность у растений, принадлежащих к различным гибридным формам.

Для сравнительного исследования нами были отобраны гибриды «Успех», «Майский», «Алма-Атинский», «Сюрприз-66», «ТСХА-1», «ТСХА-211» и «Тепличный-65», наиболее перспективные в условиях защищенного грунта Донбасса. Облучение семян проводили на гелиоплощадке Бухарского госпединститута с помощью гелиоустановки конструкции Кахарова при интенсивности солнечной радиации 0,88 кал/см² и скорости вращения барабана 150 об/мин., на кафедре физиологии растений университета с помощью параболических стеклянных зеркал при 15 кратной плотности энергии в фокальном пятне и 150—180 импульсах в минуту и ксеноновой лампы ДКСТЛ-10000 при 150—180 импульсах в минуту. В качестве критериев оценки эффективности влияния облучения принимали ростовые и формообразовательные процессы у проростков. Проростки получали путем выращивания на увлажненной фильтровальной бумаге в термостате ТПС-200 при температуре 28°С и в отсутствии света. На вторые, четвертые и шестые сутки наблюдений измеряли длину главного корня и длину стебля. Параллельно по всем вариантам подсчитывали число боковых корней. Количество экспериментального материала по каждому варианту составляло 15—30 растений. Полученный цифровой материал обрабатывался статистически с применением рекомендованных Урбах (1972) приемов биометрии. Рассада и вегетирующие растения размещались в экспериментальных теплицах совхозов «Спартак» и «Криничанский» так, чтобы устранить влияние сопутствующих факторов. В каждом варианте под наблюдением находилось от 120 до 400 растений. Площади, занимаемые контрольными и опытными растениями, составляли от 30 до 100 м². В 1974 году под наблюдением находилось свыше 2000, а в 1975 году — свыше 4000 растений. У взрослых растений в различные фенофазы их развития измерялась длина и толщина стеблей, определялась фотосинтетическая поверхность. Для выявления эффекта воздействия облучения на рост стеблей у вегетирующих растений в каждом варианте оставлялось по 10 растений не подвергавшихся прищипке. Все остальные растения прищипывали. С момента начала сборов и до их завершения учитывался выход продукции в килограммах с одного квадратного метра. Урожайность контрольных и опытных растений сопоставлялась по критерию знаков (Урбах, 1972).

Как показали наши исследования, действие ИКСС обнаруживается уже на первых этапах роста проростков. У опытных растений гибрида «Успех» в результате 5, 10 и

15-минутного облучения на второй день наблюдений отмечается торможение ростовых процессов главного корня, но уже на 6-е сутки роста проявляется заметный стимулирующий эффект.

Стимуляция роста стебля наблюдается на 4-е и 6-е сутки. По этому показателю опытные растения превосходят контрольные в 4—5 раз, что во всех трех случаях доказывается по третьему порогу безошибочных прогнозов. На 6-е сутки длина стеблей опытных растений превосходит длину контрольных в 1,3—1,5 раза.

Принимая во внимание отсутствие освещения стеблей в условиях опыта, высокие темпы их роста следует в определенной степени связывать именно с этим фактором. Поскольку в условиях освещения проростки растений обычно растут медленнее и в меньшей степени вытягиваются, следовало ожидать, что и проростки огурцов при освещении будут характеризоваться меньшими приростами. Выращивание проростков в темноте может в связи с вышесказанным считаться недостатком опыта. Однако для выявления эффекта предпосевного облучения семян на ростовые процессы стеблей именно такие условия и являются показательными. При изучении освещенности проростков на ростовые процессы стеблей данный метод должен использоваться параллельно.

Аналогичное влияние оказывает предпосевное облучение семян и на формирование боковых корней. Все экспозиции оказали на формирование боковых корней стимулирующее влияние, что доказывается по третьему порогу безошибочных прогнозов. Следовательно, рост главного корня у гибрида «Успех» в опытных вариантах в начале затормаживается, а затем в существенной степени стимулируется. От 10 минутного облучения семян гибрида «ТСХА-211» отмечается лишь стимуляция роста корня на 6-е сутки, что доказывается по второму порогу безошибочных прогнозов. Предпосевное облучение семян гибрида «Алма-Атинский» в течение 10 минут стимулирует рост корней и стеблей, а также формирование боковых корней. При 15-минутном облучении у проростков этого гибрида на 6-ой день наблюдений отмечается торможение роста главного корня. Формирование боковых корней при данной экспозиции, напротив, стимулируется, что доказывается как и в случае 10-минутного облучения, по третьему порогу безошибочных прогнозов. У гибрида «Майский» на первых этапах в результате 10-минутного облучения обнаруживается торможение роста корня, а впоследствии стимуляция его роста. На формирование

боковых корней ни одна из экспозиций существенного влияния не оказала. У проростков гибрида «Сюрприз-66» отмечена лишь сильная стимуляция роста главного корня, доказанная на 6 день наблюдений по третьему порогу безошибочных прогнозов. Рост стебля и формирование боковых корней у проростков гибрида «Сюрприз-66» не изменялись. У гибрида «Тепличный-65» на 6-ой день наблюдается после 10 минутной экспозиции торможение роста главного корня и существенная стимуляция формирования боковых корней, доказанная по третьему порогу безошибочных прогнозов.

Таким образом, эти данные наглядно показывают различную реакцию проростков испытанных гибридов в принятых условиях опыта на предпосевное облучение семян ИКСС. Влияние ИКСС на ростовые процессы вегетирующих в условиях теплицы взрослых растений показано в таблице 1.

Таблица 1

Влияние предпосевной обработки семян ИКСС на ростовые и формообразовательные процессы растений огурца (1974 г.)

Варинты опыта	Толщина стебля (мм)	В % к контр.	Число листовых пластин (шт)	В % к контр.	Площ. листьев на уровне 4-го междоузлия, см2	В % к контр.
			«Успех»			
Контроль	7,6	100,0	38,5	100,0	244,5	100,0
ИКСС — 5 мин.	8,5	111,8	46,2	120,0	248,4	101,0
ИКСС — 10 мин.	8,6	113,1	44,2	114,8	235,8	96,4
			«Майский»			
Контроль	13,2	100,0	30,6	100,0	233,6	100,0
ИКСС — 10 мин.	11,1	84,1	32,2	105,2	216,6	92,6
			«Сюрприз-66»			
Контроль	9,3	100,0	42,2	100,0	262,7	100,0
ИКСС — 10 мин.	9,5	102,1	50,4	119,4	254,8	96,9

Из данных таблицы 1 следует, что ИКСС вызывает существенные изменения габитуса растений. Во всех вариантах опыта увеличивалась высота растений, утолщались стебли, возрастало число листовых пластинок, хотя площадь последних на высоте 4 междоузлия во всех вариантах опыта, за исключением 5-минутной экспозиции, по гибриду «Успех» было ниже, чем у контрольных растений. Среди испытанных

гибридов наиболее ярко выраженной реакцией по отношению к предпосевному облучению отличается «Успех». На 10—20 и более процентов увеличилась у данного гибрида толщина стебля и число листовых пластинок.

Рассматривая приведенные данные о влиянии ИКСС на рост и морфогенез различных гибридов огурца, необходимо прежде всего отметить, что полученные нами данные в целом совпадают с результатами исследований Коцур и Оканенко, Каплиной и сотрудников (1972), Юсупова (1974) и других исследователей, изучавших влияние ИКСС на растения огурца.

Повышение общего энергетического уровня растительного организма под действием ИКСС и ИКЭС, выражающееся в частности в возникновении свободнорадикальных состояний молекул биополимеров (Бидзиля, 1972), может служить одним из более полных объяснений эффекта последействия облучения. Сопоставляя результаты опытов с данными других исследователей можно отметить, что формообразовательные процессы у растений, связанные с воздействием лучистой энергии, чаще всего принято рассматривать под углом зрения непосредственного воздействия света (Куперман, 1972). Морфологические изменения, возникающие у растений под влиянием предпосевного облучения семян ИКСС, ИКЭС, являются, по всей вероятности, результатом многообразного энергетического воздействия мощных потоков квантов света в импульсном режиме, на что указывает в своих работах Шахов (1967, 1972, 1974).

Из анализа урожайных данных видно, что продуктивность растений огурца зависит от сорта, вида и продолжительности облучения (табл. 2, 3).

Таблица 2

Влияние ИКСС на урожайность гибридов огурца (опыт 1972 года)

Гибрид	Вариант опыта	Урожай, кг / м2	Прирост урожая	
			кг / м2	% к контролю
«Успех»	контроль	8,2	—	—
»	ИКСС 5 мин.	11,9	3,7	45,1
»	» 10 »	10,9	2,7	32,9
»	» 15 »	10,5	2,3	28,0
«Майский»	контроль	10,9	—	—
	ИКСС 10 мин.	14,2	3,3	30,2

Из таблицы 2 видно, что в результате облучения семян ИКСС по всем вариантам получен положительный эффект. Самый высокий абсолютный прирост продукции получен по гибриду «Успех» — от 5 минутного облучения — 3,7 кг/м^2, что составляет 45,1% к контролю.

Более полные данные о влиянии предпосевного облучения семян на продуктивность различных гибридов получены нами в 1975 году (табл. 3).

Таблица 3

Влияние предпосевного облучения семян на урожайность гибридов огурца (1975 г.)

Гибрид	Вариант опыта	Урожай, кг/м2	Прибавка урожая, кг/м2	% к контролю
«Сюрприз-66»	контроль	9,20	—	100,0
»	ИКСС 5 мин.	12,4	3,2	35,0
»	ИКЭС 10 мин.	11,8	2,6	28,4
«ТСХА-211»	контроль	12,6		100,0
»	ИКСС 5 мин.	15,3	2,7	21,4
»	ИКСС 10 мин.	15,0	2,4	19,0
»	ИКЭС 10 мин.	15,1	2,3	18,6
«ТСХА-1»	контроль	11,8		100,0
»	ИКСС 15 мин.	14,4	2,7	22,8
«Тепличный-65»	контроль	12,6		100,0
»	ИКСС 5 мин.	13,4	0,7	5,7
»	ИКСС 10 мин.	15,5	2,8	22,6
»	ИКЭС 10 мин.	14,1	1,5	11,6

Применение метода критерия знаков для оценки различий контрольных и опытных растений по урожайности дает возможность в известной степени точно определить достоверные различия сравниваемых величин. В большинстве случаев эффективность влияния ИКСС и ИКЭС с применением данного метода доказывается с высокой степенью достоверности (95, 98—100%).

В практическом отношении наибольшего внимания заслуживает экономическая эффективность приема предпосевного облучения семян. Полученные нами данные позволяют проанализировать экономическую эффективность приема на примере гибридов «Успех», «Майский» и «Сюрприз-66».

По гибриду «Успех» в результате 5 минутного облучения урожайность повышается с первых сборов и до их завершения. В конечном итоге прибавка урожая составила 3,7 кг/м^2 и дополнительный денежный доход — 1,21 руб/м^2.

В результате 10 и 15 минутного облучения прибавка урожая составила 2,7 и 2,3 кг/м^2, хотя в первый месяц сборов опытные растения по урожаю уступали контрольным. От реализации продукции в более поздние сроки по низким ценам денежный доход был на 0,25 и 0,1 руб/м^2 меньше чем в контроле.

По гибриду «Майский» от 10 минутного облучения прибавка урожая составила 3,3 кг/м^2, а дополнительный доход — 1,56 руб/м^2.

По гибриду «Сюрприз-66» от облучения ИКСС — 5 мин. денежный доход составил 3,95 руб/м^2, а в варианте ИКЭС — 10 мин. — 2,53 руб/м^2.

В целом можно на основе проведенных исследований констатировать, что предпосевное облучение семян в абсолютном большинстве случаев повышает продуктивность различных гибридов. Среди испытанных гибридов наиболее высокую отзывчивость на облучение семян ИКСС проявили гибриды «Успех», «Майский», «Сюрприз-66» и «ТСХА-1». Гибрид «ТСХА-211» оказался более чувствительным к предпосевному облучению ИКЭС. По отношению к облучению ИКСС менее чувствительными оказались гибриды «ТСХА-1», «Алма-Атинский» и «Тепличный-65». Такое обстоятельство может быть связано с различной генетической структурой сортов и гибридов растений и той фенотипической изменчивостью, которая ими в ответ на воздействие различных модифицирующих факторов проявляется.

Анализируя данные по урожайности различных гибридов и экономической эффективности предпосевного облучения, нужно иметь в виду, что отдельные гибриды начинают плодоносить позднее. В связи с этим следует считать целесообразным более ранние сроки возделывания таких гибридов в закрытом грунте с тем, чтобы получить более полную отдачу продукции.

Необходимо особо подчеркнуть, что высокая эффективность облучения семян изучавшихся гибридов ИКСС и ИКЭС заслуживает широкого внедрения приема в практику, интенсивного развития внедренческих работ, что в свою очередь вызывает необходимость разработки технологии процесса, доступного к использованию в условиях любого сельскохозяйственного предприятия. В определенной степени этому соответствует созданный нами механизированный барабан производственного назначения для облучения семян ИКСС и ИКЭС. Описание установки дано в сборнике «Проблемы фотоэнергетики растений», вып. 3, Кишинев, 1975.

Выводы

Предпосевное облучение семян различных гибридов огурца ИКСС и ИКЭС значительно влияет на ростовые, формообразовательные процессы растений и их урожайность.

Различающиеся по своей генетической природе гибриды огурца проявляют различную реакцию на энергетическое воздействие ИКСС и ИКЭС. Наиболее высокую отзывчивость на облучение ИКСС проявили гибриды «Успех», «Майский».

М. Е. Мананков

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ИКСС И ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА УРОЖАЙ И СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОГУРЦОВ

УДК 635.63:621.384.4

С каждым годом в республике повышается культура земледелия, повышаются урожаи овощных культур, возрастает отдача с овощных полей.

Однако увеличение продуктивности растений становится все более сложным и трудным делом. Поэтому повышение урожайности растений — это не только агротехническая и селекционная, но и физиологическая, биохимическая и биофизическая проблема. И по мере повышения урожайности овощных культур, достигаемое современными средствами, возрастает роль физиолого-биохимического изучения растений и их продуктивности для дальнейшего подъема урожайности.

Как известно, растениеводство основано на способности растений усваивать солнечный свет. Поэтому, естественно, одним из основных путей повышения урожайности является вопрос о повышении уровня использования растениями солнечной энергии. Отсюда вполне реальной и перспективной становится необходимость дальнейшего действия света на энергетические процессы у растений. Наряду с многими другими фактами все это делает необходимым определить содержание и задачи фотоэнергетики. (Шахов, 1972).

Исследованиями, проведенными (Шахов, 1974) в предыдущие годы, установлено, что предпосевное облучение семян огурцов, томатов, сои, клубней картофеля стимулирует в

растениях различные процессы, увеличивая урожайность (Шахов, Каплина, Юсупов, 1967; Каплина, Юсупов, Бойко, 1972; Каплина, Лахин, Мананков, 1969, 1972).

В наших исследованиях для облучения семян применялся зеркальный рефлектор системы В. Н. Бухмана. Подробная методика облучения семян ИКСС описана (М. З. Юсупов, Г. Т. Каплина, А. А. Шахов, 1967) в сборнике «Светоимпульсное облучение семян». Облучали сухие семена 45 мин. равномерным покачиванием рефлектора вокруг продольной оси со скоростью 60 импульсов в минуту. Для равномерного освещения при облучении, семяна размещали на пути прохождения фокального пятна в один слой шириной 10 см, длиной 45 см и через каждые 4—5 мин. облучения тщательно перемешивали. Облучали семена за 2—3 недели до посева. Облучение семян проводили в первой половине дня.

Семена огурцов Нежинский местный, облучали сотрудники кафедры биофизики Казахского государственного университета им. С. М. Кирова В. М. Инюшин, Н. Н. Федорова. Семена облучали на установке гелийнеонового лазера (ЛГ-75).

Фенологические наблюдения, проведенные на опытных посевах, не показали заметных сдвигов в появлении всходов и начале цветения растений. В дальнейшем растения из облученных семян отличались более длинной плетью, развитой листовой поверхностью.

Таблица 1

Влияние лазерного света и ИКСС на рост и развитие растений огурца

Варианты опыта	Длина главной плети, см.	Количество листьев, шт.	Количество мужских цветков, шт.
Контроль без облучения	33,8	8,6	1,6
Облучение ИКСС, 45 мин.	36,3	9,3	3,3
Облучение лазером 3,0 час.	35,4	9,0	3,8

Облучение семян лазером и ИКСС, способствует более интенсивному росту листьев и образованию мужских и женских цветов. В листьях повышается содержание хлорофилла, сухого вещества и аскорбиновой кислоты. (М. Мананков, 1969). Лазерное облучение семян оказывает положительное действие на биосинтез и содержание пигментов.

Так, по данным (А. А. Шахова, В. М. Инюшина, Н. Н. Федоровой, Г. Д. Немцова) в результате лазерного облучения

семян огурцов содержание хлорофилла сахаров и каратиноидов в листьях увеличивается.

Данные учета урожая (табл. 2) показывают, что предпосевное облучение семян положительно сказывается на урожайность зеленца.

Таблица 2

Влияние предпосевного облучения на урожайность огурцов

Варианты опыта	Урожай		Средний вес зеленца, г.	Кол-во товарных зеленцов, %
	ц/га	%		
Контроль без облучения	385	100	109	82,4
Облучение ИКСС, 45 мин.	434	112,6	112	84,6
Облучение лазером, 3,0 час.	429	111,0	108	86,2

Учет урожая по вариантам опыта, показывает, что у растений из облученных семян получена прибавка урожая, чем не облученных. Прибавка общего урожая от облучения семян ИКСС составила 12,6%, а от лазера 11%.

Семенная продуктивность от предпосевной обработки семян ИКСС и лазером также повышалась (табл. 3).

Таблица 3

Действие предпосевного облучения на семенную продуктивность огурцов

Варианты опыта	Средний вес семенника, кг.	Среднее к-во семян в плоде, шт.	Их вес, г.	Вес 1000 шт. семян, г.	Всхожесть, %
Контроль без облучения	262	204	5,06	23,4	96,0
Облучение ИКСС, 45 мин.	305	228	5,88	24,6	97,6
Облучение лазером, 3,0 час.	285	221	5,61	24,8	97,0

При облучении семян огурцов импульсным концентрированным солнечном светом и лучами лазера происходят некоторые увеличения среднего веса семенника (285—302 г) — против 262 г. в контроле, а также более высокий выход семян из плодов.

В вариантах с облучением вес 1000 шт. семян и всхожесть также превышали контроль.

Выводы

Повышение товарной и семенной продуктивности растений может быть достигнуто путем применения эффективных способов предпосевной подготовки семян. Из изученных нами приемов предпосевной подготовки наиболее эффективным оказались 45-минутное облучение семян концентрированным солнечным светом ИКСС и облучение лучами лазера, что обеспечивает повышение урожая товарных зеленцов на 11—12,6%.

В. Ф. Фирсов

ИМПУЛЬСНЫЙ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ ПРОТИВ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЯТНИСТОСТИ ТОМАТОВ

УДК 523.72:635.64.

На юге и юго-востоке Казахстана черная бактериальная пятнистость является самым опасным заболеванием томатов, т. к. поражает растения от всходов и до созревания плодов. Заболевание проявляется на семядолях, листьях, черешках листьев, стеблях и плодах. На всех этих органах образуются черные различной формы и величины пятна. Очень часто пятна сливаются и на листьях ткань выпадает, а на плодах образуются язвочки.

Черная бактериальная пятнистость, вызывая общее угнетение растений, снижает урожайность и портит внешний вид плодов. Пораженные, даже в очень незначительной степени, плоды неприглядны по внешнему виду и поэтому не пригодны для консервирования в целом виде, а используются для изготовления томата-пасты и пюре, что, несомненно, отражается на экономике хозяйства.

Вред от бактериальной пятнистости усиливаетя при ранних сроках ее появления. Установлено, что если заболевание проявляется в июне-июле и в это время стоит высокая температура и часто выпадают дожди, то урожай томатов снижается на 38%, при появлении болезни в августе — на 15,6% (Лопухина, 1966).

Так как заражение растений возбудителем этого заболевания идет в основном извне, то немаловажную роль в за-

щите томатов от черной бактериальной пятнистости да и других болезней будут играть агроприемы, обеспечивающие повышение жизнеспособности растений в течение всей вегетации. Одним из таких важных агроприемов, разрабатываемых с 1962 года сотрудниками кафедры овощеводства КазСХИ, является облучение семян импульсным концентрированным солнечным светом.

По данным М. З. Юсупова (1966) и других исследователей, светоимпульсное облучение семян стимулирует рост и развитие растений, повышает урожайность, семенную продуктивность растений в потомстве и биосинтез биологически важных продуктов у многих сельскохозяйственных культур.

По А. А. Шахову (1972), импульсное облучение приводит к усилению энергетических процессов, стимуляции биосинтеза пигментов, ферментов, фитогормонов, белков, углеводов, аминокислот и других основных рецепторов зеленой растительной клетки.

Зная все это и учитывая, что видимая часть спектра, и особенно ультрафиолетовая радиация, обладает бактерицидным действием (Франк, Гольдфельд, 1958), мы поставили задачу изучить влияние предпосевного облучения семян импульсным концентрированным солнечным светом на поражаемость томатов черной бактериальной пятнистостью. С этой целью в 1972—1973 гг. в учхозе «Джанашарский» были заложены полевые опыты. За неделю до посева семена томатов обрабатывали водной суспензией чистой культуры возбудителя черной бактериальной пятнистости, а затем просушивали при комнатной температуре. Перед посевом инфицированные бактериями семена облучали в течение 45, 60 и 90 минут зеркальным солнечным рефлектором В. Н. Бухмана с частотой 60 импульсов в минуту.

Семенной материал облучали в полуденные часы (11—14 час) при высоте солнца 45—60° и при температуре наружного воздуха +20°С.

Контролем служили семена не зараженные и не облученные ИКСС, а также семена зараженные бактериями, но не облученные ИКСС.

Опыты были заложены в четырехкратной повторности по методике сортоиспытания сельскохозяйственных культур, в каждой повторности было по 20 учетных растений, сорт — Колхозный 34.

Агротехнический уход за растениями был такой же, как и на общих плантациях томатов в учхозе и заключался в

своевременной прополке, поливах, рыхлении, подкормке и сборах плодов.

В течение вегетации отмечали наступление фенофаз развития растений томатов и время появления черной бактериальной пятнистости. Начиная с укоренения рассады, через каждые 10 дней измеряли высоту растений, подсчитывали количество цветков и завязавшихся плодов; в фазу завязывания плодов измеряли площадь листовой поверхности. После появления первых признаков болезни на листьях ежедекадно по пятибалльной шкале определяли их поражаемость. При созревании плодов был произведен поделяночный учет урожая и по пятибалльной шкале определена поражаемость плодов черной бактериальной пятнистостью.

В 1972 году рассада томатов была высажена в грунт 23 июня, а в 1973 году на месяц раньше, т. к. в этом году пикировку рассады не производили.

В таблице 1 приводятся данные по влиянию облучения семян ИКСС на всхожесть и на приживаемость рассады томатов в поле.

Таблица 1

Влияние ИКСС на всхожесть семян и приживаемость рассады томатов
(среднее за 1972—1973 гг.)

Варианты опыта	Всхожесть, %	Приживаемость рассады, %
Семена, зараженные бактериями — контроль	95	92,5
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	98	97,5
» 60 минут	98	98,7
» 90 минут	97	96,2

Данные таблицы 1 показывают, что наилучшая всхожесть (98%) и приживаемость рассады (98,7%) была в варианте 60-минутного облучения.

Биометрические измерения также показали, что облучение в течение 60 минут, предварительно зараженных бактериями семян, положительно сказалось на росте и развитии вегетативных и репродуктивных органов томатов. Так, если в контроле, где семена были инфицированы бактериями, но не облучались ИКСС, в 1972 году растения были высотой 42,8 см, в 1973 году — 66,6 см, то растения, семена которых тоже были инфицированы, но облучались ИКСС при экспози-

ции 60 минут, высота растений была 50,6 см и 68,9 см соответственно.

Одним из важных элементов, влияющих на развитие, продуктивность и на урожайность томатов, является количество листьев и увеличение площади листовой поверхности на одно растение томатов. Как влияет облучение семян ИКСС на формирование листьев и развитие площади листовой поверхности, показано в таблице 2.

Таблица 2

Изменение числа листьев и площади листовой поверхности в зависимости от продолжительности облучения

(данные на одно растение, среднее за 1972—1973 гг.)

Варианты опыта	Кол-во листьев		Площадь листьев	
	шт.	%	см²	%
Семена, зараженные бактериями — контроль	32,8	100	4140	100
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	31,0	94,8	4023	97,1
» 60 «	34,8	106,1	4163	105,6
» 90 »	32,2	98,1	3827	92,4

Как видно из данных таблицы 2, по числу листьев и площади их поверхности выделяется вариант, где зараженные бактериями семена облучали ИКСС в течение 60 минут. Так, в этом варианте на одно растение листьев было 34,8, в контроле — 32,8 шт., а площадь листьев — 4163, в контроле —

Таблица 3

Влияние ИКСС на образование цветочных кистей и цветков

(данные на одно растение, среднее за 1972—1973 гг.)

Варианты опыта	К-во цветочных кистей на 1 куст		К-во цветков на 1 куст	
	шт.	%	шт.	%
Семена, зараженные бактериями — контроль	8,3	100	25	100
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	9,1	109,6	32,4	129,6
» 60 «	10,9	131,3	30,7	122,8
» 90 »	9,3	112,0	29,5	118,0

4140 см см^2. По другим вариантам опыта эти показатели были несколько ниже, чем в контроле.

Импульсный концентрированный солнечный свет оказывает влияние не только на развитие площади листовой поверхности растений томатов, но и на образование цветочных кистей и цветков (табл. 3).

Наибольшее количество кистей и цветков на одно растение томатов было при облучении семян в течение 45—60 минут. При этих же экспозициях облучения наблюдался и самый низкий балл поражаемости листьев томатов черной бактериальной пятнистостью (табл. 4).

Таблица 4

Влияние ИКСС на поражаемость листьев томатов бактериальной пятнистостью (в среднем за 1972—1973 гг. в баллах)

Варианты опыта	Ярус листьев			Средний балл
	верхний	средний	нижний	
Семена, зараженные бактериями — контроль	0,95	1,60	3,45	2,0
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	0,80	1,25	3,10	1,72
» 60 «	0,75	1,6	2,95	1,76
» 90 »	0,75	1,55	3,20	1,83

Облучение семян ИКСС оказало положительное влияние не только на рост репродуктивных и вегетативных органов и их болезнеустойчивость, но сказалось также и на урожайности томатов (табл. 5).

Таблица 5

Влияние облучения семян ИКСС на урожайность томатов (в среднем за 1972—1973 гг.)

Варианты опыта	Вес плодов с куста, кг	Урожайность, ц/га	Процент урожая к контролю
Семена, зараженные бактериями — контроль	1,37	524,4	100
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	1,28	566,4	108,0
» 60 «	1,55	589,0	112,3
» 90 »	1,36	516,8	98,5
НСР (0,05), ц/га		23,3	

Наибольшая прибавка урожая — 64,6 ц/га — получена в варианте с 60-минутным облучением. Следует также отметить, что за годы исследования в этом варианте плоды были крупные, мясистые и поражение их черной бактериальной пятнистостью отсутствовало, тогда как в контроле отдельные плоды были с явными признаками поражения.

Прибавку урожая в 8—12% к контролю мы объясняем тем, что на вариантах с облучением наблюдалась наименьшая осыпаемость завязи, плоды были крупными и растения в меньшей степени поражались черной бактериальной пятнистостью.

Таблица 6

Экономическая эффективность предпосевного облучения семян томатов ИКСС

Варианты опыта	Урожайность ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Прибыль от допол. продукции, руб.	Затраты на облуч. и сбор дополн. продукции руб.	Доход, руб/га
Семена, зараженные бактериями — контроль	524,4	—	—	—	—
Облучение ИКСС зараженных семян 45 минут	566,4	42,0	428,4	54,3	374,1
» 60 »	589,0	64,6	658,9	80,3	578,6
» 90 »	516,8	—	—	—	—

Повышение урожайности и улучшение товарных свойств продукции является важным составным элементом экономического эффекта любого приема возделывания сельскохозяйственных культур. В таблице 6 приводится расчет экономической эффективности предпосевного облучения семян томатов ИКСС против черной бактериальной пятнистости.

Облучение семян импульсным концентрированным солнечным светом является эффективным приемом предпосевной подготовки семенного материала томатов, т. к. ежегодно с 1 га позволяет получать от 374 до 578 рублей дохода.

Выводы

Предпосевное облучение семян томатов импульсным концентрированным солнечным светом улучшает их жизнеспо-

собность, повышает болезнеустойчивость растений к черной бактериальной пятнистости и на 10—12% повышает урожай этой ценной овощной культуры. За годы исследований экономическая эффективность от нового приема агротехники составила 374—578 руб/га.

М. З. Юсупов, Л. К. Сафина, Е. П. Петров

ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕМЯН ТОМАТА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ИКСС

УДК 635.64:621.384.4.

Положительное влияние действия импульсного концентрированного солнечного света (ИКСС) на семена сельскохозяйственных культур, как средства предпосевной подготовки семян, ведущее к усилению роста проростков и отдаче урожая, особенно в ранние сроки плодоношения, сейчас общепризнано. С 1962 г. на кафедре овощеводства Казахского сельскохозяйственного института ведутся экспериментальные работы по изучению последействия ИКСС на семена овощных культур (Каплина, Юсупов, 1964; Юсупов, Каплина, Шахов, 1967). В связи с изучением механизма действия ИКСС, а в этом аспекте и нефотосинтетической трансформации света, кафедрой овощеводства проводятся исследования по гисто- и цитохимической оценке семян, для выявления направленности метаболических процессов в семенах томата сорта Колхозный 34 при различных режимах светоимпульсного облучения. В качестве основного методического приема в настоящей работе использованы гистохимические процедуры, позволяющие дифференцированно подойти к изучению распределения в тканях семени некоторых веществ, имеющих важное физиологическое значение, и выяснению сдвигов в обмене веществ, происходящих под влиянием облучения ИКСС.

Семена облучали зеркальным рефлектором системы В. Н. Бухмана, оптимальной экспозицией (45 минут) в режиме 20, 40, 60, 80 имп/мин. Проращивание семян проводилось в термостате в чашках Петри по 100 шт. в 4-кратной повторности. Замеры проростков проводили в 10-дневном возрасте.

Таблица 1

Влияние импульсного режима при облучении ИКСС семян томата на биометрические показатели проростков

Импульсы (шт./мин)	Всхожесть (%)	Длина стебля (мм)	Длина корня (мм)
Контроль (не облучались)	90	30,4	49,3
20	90	37,5	65,9
40	90	32,3	69,1
60	93	36,8	73,5
80	89	24,4	64,7

Из таблицы 1 видно, что наибольшая всхожесть и биометрические показатели проростков были в варианте облучения 60 имп/мин.

Для проведения анатомо-морфологических и гистохимических исследований семена облучали 5, 45 и 90 минут с частотой 60 импульсов в минуту.

При облучении проводили замеры падающей и поглощенной семенами солнечной радиации электролитическим интегратором типа Х-603, который принят на вооружение антинометрической службой. Чувствительным элементом прибора служит водородный счетчик количества электричества (микроампер-часов). Интегратор предназначен для работы при температурах окружающего воздуха от +5 до +40°С и относительной влажности до 80%; имеет шесть диапазонов измерения, выбираемых в зависимости от времени года, широты местности, вида радиации и типа приемника радиации. Основная погрешность интегратора не превышает ±2% шкалы. Влияние температуры окружающего воздуха сказывается на дополнительной погрешности не более 2,5% на каждые 10° отклонения температуры от 20°. Чувствительность интегратора 0,1 мка. Для проведения замеров солнечной радиации интегратор подключали к пиранометру М-80, предназначенному для измерения интенсивности суммарной радиации солнца и неба, рассеянной и отраженной радиации с длиной волны от 0,3 до 2,4 МК, приходящей на горизонтальную поверхность. Приемной частью прибора служит термобатарея из манганиновых и константановых ленточек, спаянных между собой последовательно. Интенсивность радиации выражается в кал/см^2 мин.

Таблица 2

Влияние экспозиций при облучении ИКСС семян томата на биометрические показатели проростков

Экспозиция (мин)	Энергия за экспозицию (кал/см²)			Всхожесть (%)	Длина стебля (мм)	Длина корня (мм)
	подающая на семена	отраженная семенами	погла-щен. семенами			
Контроль без облучения	—	—	—	92	70,5	28,3
5	3,55	0,97	2,59	93	73,7	31,3
45	31,20	8,77	22,43	94	96,4	61,1
90	62,40	17,55	44,85	83	50,5	30,4
240	168,48	46,80	121,68	42	44,0	28,5

Из таблицы 2 видно, что экспозиции 45 мин. соответствует падающая энергия 31,20 кал/см², которая может служить критерием оптимальной дозы облучения семян томата сорта Колхозный 34.

Для анализа брали пробы из 20—30 облученных ИКСС семян каждого варианта. Семена выдерживали сутки в эксикаторе над водой. Дополнительно к исследованию брали 4-дневные проростки (проклюнувшиеся семена) вышеуказанных вариантов. В качестве контроля были необлученные семена. Для проведения исследований делали поперечные и продольные срезы семян толщиной 20 мк на микротоме МС-2 с замораживающим столиком ТОЗ-2. Срезы наносили на предметное стекло в соответствующие реактивы (на предмет определения). Гистохимические реакции включали определение пластических веществ: жира, белка, крахмала; окислительных ферментов; каталазы, перексидазы, цитохромоксидазы, а также из физиологически активных веществ — аскорбиновую кислоту.

Жиры определяли действием реактива судан III, белки — биуретовой реакцией, крахмал — иодной пробой. Активность каталазы устанавливали реакцией с перекисью водорода. (Джапаридзе, 1953), оксидазы — при помощи α-нафтола в смеси с диметилпарафенилендиамином (Глик, 1950), перексидазы — бензидином с перекисью водорода (Molisch, 1923). Реактивом на аскорбиновую кислоту служило азотнокислое серебро в растворе уксусной кислоты (Пирс, 1962).

Гистологическая картина распределения веществ в семени изучалась под микроскопом МБИ-1 с последующей зари-

совкой полученных данных на рисовальном аппарате РА-6. На схематических рисунках показана интенсивность гистохимических реакций густотой пунктира.

В общих чертах морфолого-анатомические особенности семени томата могут быть представлены следующим образом (рис. 1): центральная часть семени занята довольно массив-

Рис. 1. Продольный срез семени томата (схема): с — семядоли, г — гипокотиль, к — корешок, к. ч. — корневой чехлик, п — почечка, п. т. — прокамбиальный тяж, э — эндосперм, с. о. — семенная оболочка, н. э. — наружный эпидермис семенной оболочки.

ным, изогнутой формы зародышем. Зародыш расчленен на вполне развитые основные органы: корешок, гипокотиль, семядоли и почечку. В осевых органах зародыша отчетливо дифференцирована проводящая система, представленная прокамбиальными тяжами, продолжающимися в семядоли. Семядоли — длинные, мясистые, на концах роговидно изогнутые. В мезофилле семядолей дифференцировано 2—3 ряда палисадной ткани. Снаружи зародыш одет эмбриональным эпидермисом (протодермой). Окружающая зародыш многослойная эндоспермальная ткань составлена из крупных полигональных клеток со слегка утолщенными стенка-

ми. Наружный ряд клеток эндосперма отличается меньшими размерами, по форме — овальные, с кутикулярным слоем на внешних стенках. Зона эндосперма изнутри прилегающая к семядолям с радиальной ориентацией удлиненных клеток. Эпидермальной ткани и внутренней зоне эндосперма отводится важная в физиологическом отношении роль (Цингер, 1958). Семенная кожура — тонкая, сложенная из двух слоев — наружного и внутреннего эпидермиса, между которыми располагаются остатки резорбированной интегументальной параменхимы. Структура наружного эпидермиса зрелых семян, имеющая вид ложных волосков образована вследствие разрушения ослизненных наружного и частично радиальных стенок клеток. Внутренний эпидермис составлен из мелких с буро-пигментированным содержимым клеток.

Семена томата относятся к маслянистым — основное запасное вещество зародыша и эндосперма — жиры. Жировые капли, ярко проявляющиеся реактивом судан III, равномерно распределены по зародышевой и эндоспермальной ткани с несколько большей их концентрацией в зоне корешка и нижней трети гипокотиля зародыша и периферии эндосперма (рис. 2, а).

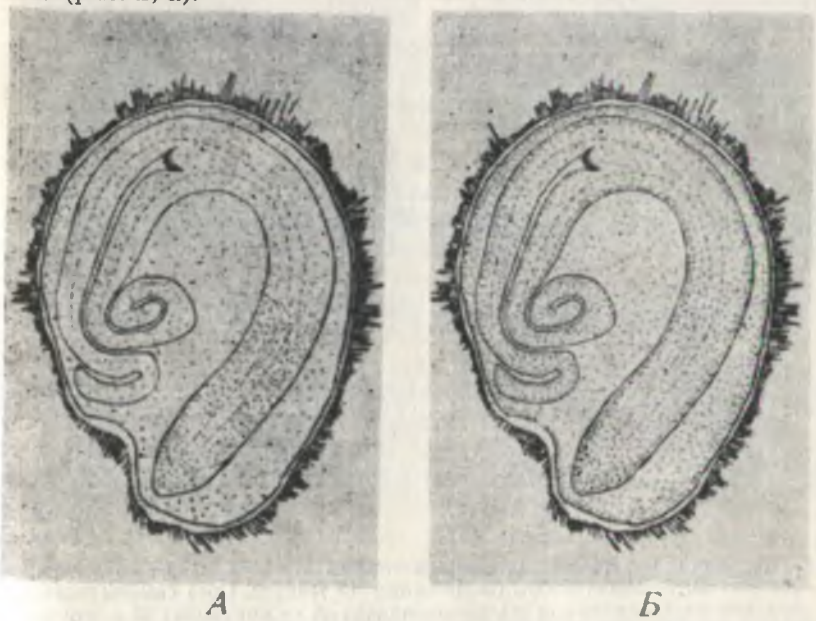
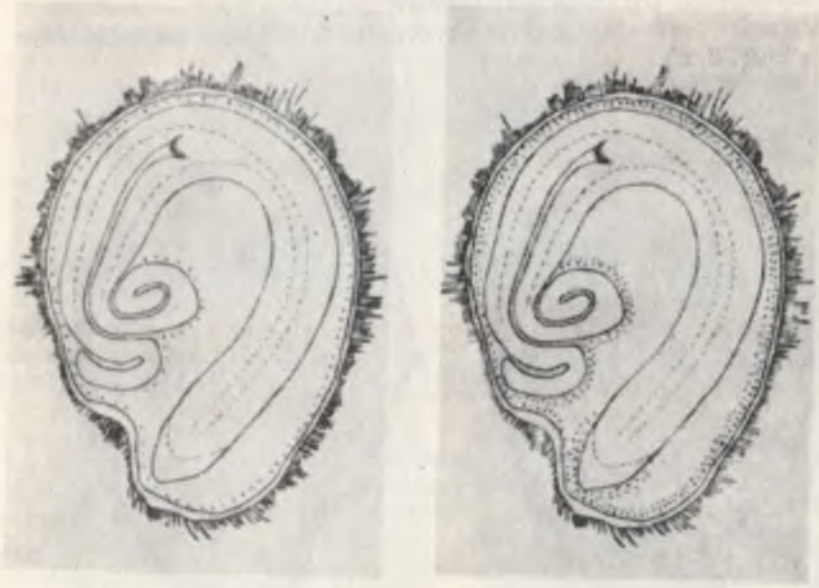


Рис. 2. Локализация жира в семени томата (концентрация веществ показана густотой пунктира): А — контроль, Б — семена облученные ИКСС (экспозиция 45 мин.)

При облучении семян (экспозиция 5 и 45 мин.) наблюдается заметное увеличение количества капелек жира (рис. 2, б) в зародыше и эндосперме с наибольшей концентрацией в эпидермальной ткани осевых органов зародыша и наружной зоне эндосперма, центральная часть эндосперма как и в случае контроля слабее окрашена. При экспозиции 90 мин. происходит резкое снижение содержания жира до уровня несколько ниже контроля. Капли жира принимают весьма расплывчатую форму, распределение их по тканям зародыша и эндосперма становится диффузным.

Характер локализации жира у проростков сохраняет аналогичную с семенами картину, интенсивность же качественной реакции на жир вдвое слабее в вариантах с облучением семян ИКСС при экспозиции 5 и 45 минут.

Семена содержат незначительное количество запасных белков, выявляемых биуретовой пробой в зародыше и эндосперме. При облучении ИКСС 5 мин. количество белков в семенах по сравнению с контролем несколько возрастает с за-



А *Б*

Рис. 3. Локализация пероксидазы в семени томата. А — контроль, Б — семена облученные ИКСС (экспозиция 45 минут). Срез семени томата, обработанный реактивом на пероксидазу: А — контроль; Б — после облучения ИКСС, экспозиция 45 мин. (повышенная активность пероксидазы в наружном слое эпидермиса эндосперма и в зоне, окаймляющей корешок).

метной их локализацией в корешке и гипокотиле. При облучении ИКСС 45 и 90 минут картина биуретовой реакции аналогична наблюдаемой в контроле. В проростках белок не обнаруживается.

Из ферментов интересовали дыхательные ферменты, как показатель интенсивности физиологических процессов, происходящих в растительных тканях. Семя томата в зрелом состоянии содержит ряд окислительных ферментов, активность которых при созревании снижается до минимума (Цингер, 1958).

Фермент пероксидаза (рис. 3, а) показывает четкую локализацию в эпидермисе эндосперма; несколько более слабую реакцию на перексидазу показывает центральная часть эндосперма, примыкающая к окончаниям семядолей. При облучении ИКСС 5 мин. интенсивно розовая окраска, характерная для перексидазы (рис. 3, б) распространяется на один-два слоя клеток эндосперма, лежащих внутрь от эпидермиса. При облучении ИКСС 45 мин. выявляется дополнительная концентрация пероксидазы в зоне эндосперма, окружающего корневой чехлик зародышевого корешка. При облучении ИКСС 90 мин. характер локализации фермента сохраняется как и в предыдущем варианте, однако отмечается размытость проявляемой окраски.

Активность цитохром оксидазы во всех частях семени в контроле сравнительно не высока, содержание оксидазы в зародыше несколько выше, чем в эндосперме. В эндосперме оксидаза локализуется в эпидермальной части. Семена, облученные ИКСС 5 мин., показывают усиление активности оксидазы в эндосперме; содержание оксидазы в зародыше уменьшается. Облучение семян ИКСС 45 мин. приводит к уменьшению содержания оксидазы в семени, а 90 мин. — отмечается размытость слабо выраженной окраски.

В проростках цитохромоксидазы по вариантам претерпевает такие же изменения, но количество ее во всех случаях несколько выше. Гистохимически выявлена активность каталазы в точках роста зародыша и в тканях эндосперма.

Каталаза обнаруживает невысокую активность во всех частях семени в контроле. Семена, облученные ИКСС при экспозиции 5 и 45 минут, показывают значительное повышение активности каталазы. При экспозиции 90 мин. происходит изменение активности данного фермента в сторону его снижения.

Присутствие аскорбиновой кислоты и крахмала гистохимическими реакциями не было установлено. Об отсутствии

этих веществ у зрелых семян томата отмечает также и Цингер (1958).

Параллельно проведено исследование изменения вышеуказанных веществ в семенах, облученных ИКСС с применением интерфрекционных светофильтров, пропускающих определенную длину волны солнечного света: красный — 635 мμк, синий — 4 70и желтый — 580 мμк. Предпосылкой этим исследованиям явились работы А. А. Шахова, С. А. Станко, М. З. Юсупова и др., показавшие неравнозначное действие спектрального состава ИКСС на энергию прорастания облученных семян.

Данные нашего лабораторного опыта, базировавшиеся на различии в силе роста проростков (табл. 3), также свидетельствуют о различном действии на семена спектрального состава ИКСС. Облучение семян проведено экспозициями 5, 30, 45, 90 мин. с частотой 60 имп./мин.

Таблица 3

Влияние спектрального состава ИКСС при экспозиции 45 мин. на силу роста проростков томата с. Колхозный 34

Варианты опыта	Энергия света, падающая на семена после прохождения через светофил. (кал/см2)	Сила роста проростков (%) на:			
		4-е сутки	5-е сутки	6-е сутки	7-е сутки
Без облучения — контроль		2	42	54	57
Облучение семян ИКСС:					
красный	12,43	15	49	56	62
синий	8,89	6	36	43	50
желтый	17,78	2	35	41	45

Табличные данные показывают неравнозначное влияние на семена лучей различных длин волн. Лучший результат дает облучение длинноволновой частью спектра (красные). В данном случае эффект не зависит от количества падающей энергии: худший результат получен при облучении желтой частью спектра (наибольшая энергия). Гистохимические исследования семян, облученных ИКСС разных длин волн, позволили выявить следующее: при облучении красным ИКСС оптимальной является экспозиция 30 мин. (энергия падающая на семена 8,28 кал/см^2), что свидетельствует о большой

стимулирующей способности красных лучей. Облучение синим ИКСС также способствует активированию изучаемых веществ и ферментов, однако гораздо слабее, чем красным. Облучение желтым ИКСС, при экспозиции 45 мин. вызывает инактивацию ферментов. Проведенные гистохимические исследования позволяют констатировать следующее:

В качестве основного запасного вещества семена томата накапливают жиры. Количество жира в семенах увеличивается прямо пропорционально времени облучения ИКСС, доходя до максимума при оптимальной дозе; количество жира при облучении сверхоптимальными дозами находится в обратной зависимости от них. Наибольшее количество жиров сосредоточено в зародыше семени, а именно — в зародышевом корешке, который при прорастании первым выходит из семенных оболочек и, следовательно, является самым жизнедеятельным органом в этот период развития.

Семена томата чрезвычайно бедны белком, поэтому у облученных семян очень трудно проследить характер его изменения.

Происходящие при облучении ИКСС в семенах биоэнергетические сдвиги характеризуют изменение активности окислительных ферментов (каталазы, пероксидазы, цитохромоксидазы) для каталазы и пероксидазы характерно усиление активности по мере увеличения экспозиции с максимумом при оптимальной экспозиции, а для цитохромоксидазы — некоторое снижение активности.

Красная (длинноволновая) часть спектра, при воздействии на семена в импульсном режиме, обладает повышенной стимулирующей способностью по сравнению с другими длинами волн.

Результатами гистохимических исследований показана возможность визуальной сравнительной оценки изменения запасных веществ и ферментов семени, происходящих под действием облучения ИКСС.

Г. П. Дорохов

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЕТОИМПУЛЬСНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КЛУБНЕЙ В ЭЛИТНО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

УДК 523.72.635.21(с55).

Высокогорные районы Юго-Восточного Казахстана признаны наиболее благоприятными для возделывания картофеля и рекомендованы для размещения элитно-семеноводческих посевов и производства сортового материала высших репродукций. Почвенно-климатические условия этих районов, в сравнении с предгорными и равнинными, значительно полнее отвечают биологическим требованиям культуры картофеля, тем самым снижают поражаемость вирусными и другими болезнями, обеспечивают при современном уровне агротехники получение устойчивых урожаев картофеля с высокими продуктивными свойствами клубней.

В горных районах большое значение имеют агротехнические приемы, ускоряющие появление всходов, рост и развитие растений. Среди них особенно важны способы подготовки клубней к посадке. При посадке неподготовленными клубнями всходы картофеля появляются на 30—35, а иногда и на 50-й день, в зависимости от сложившихся температурных условий и физиологического состояния клубней в момент посадки.

Известный прием предварительного проращивания клубней на 10—15 дней ускоряет появление всходов и клубнеобразование, но в связи с большой трудоемкостью технологического процесса мало доступен в слабонаселенных горных районах.

В Казахском НИИ картофельного и овощного хозяйства в горных условиях изучались различные приемы стимулирования ростовых процессов клубней, разработаны и предложены к внедрению новые приемы и усовершенствованные технологии предпосадочной подготовки клубней картофеля (проращивание под полиэтиленовым укрытием, интенсивный тепловой прогрев, обработка химическими стимуляторами роста, предпосадочная электростимуляция клубней). Наряду с этим в 1968—1971 гг. изучалось агротехническое

значение приема предпосадочного облучения клубней картофеля импульсным концентрированным солнечным светом.

Перспективность использования ИКСС для стимулирования ростовых процессов растений доказана работами многих исследователей. Экспериментально установлено положительное действие ИКСС при облучении семян зерновых, технических, овощных культур, клубней картофеля и рассады овощных культур. Стимулирующий эффект светоимпульсного облучения выражается в усилении роста, ускорении развития и увеличении продуктивности растений (Шахов, Каплина, Юсупов, Петухов, 1965; Шахов, 1966).

В горных условиях Алма-Атинской области установлено, что предпосадочное облучение клубней картофеля импульсным концентрированным солнечным светом в течение 30 минут обеспечивает прибавку урожая на 22,5%, от светового проращивания — на 47,3% к посадке неподготовленными клубнями (Каплина, Лахин, 1967; Лахин, 1969).

В задачу наших исследований входило:

— определить оптимальную продолжительность облучения клубней ИКСС при экспозициях 30, 60 и 90 минут;

— установить влияние светоимпульсного облучения клубней на распространенность основных болезней картофеля, на повышение семенных качеств и продуктивные свойства клубней нового урожая;

— дать агротехническую оценку приема светоимпульсного облучения клубней в элитно-семеноводческих посадках картофеля в сравнении с приемом светового проращивания.

Полевые опыты проведены в 1968—1971 гг. в высокогорном урочище Уш-Конур Первомайского опытного хозяйства Казахского НИИ картофельного и овощного хозяйства.

Исследование проводили с суперэлитным материалом сорта Берлихинген. Среднюю семенную фракцию клубней за 1—2 дня до посадки обрабатывали ИКСС с помощью зеркального рефлектора системы В. Н. Бухмана, дающего увеличение светосилы в 50—80 раз. За контроль принимали клубни не подвергавшиеся обработке и клубни после 35-дневного проращивания на свету. Закладку полевых опытов, учеты и наблюдения в них проводили в соответствии с «Методикой исследований по культуре картофеля», агротехнику возделывания — в соответствии с зональными рекомендациями по выращиванию семенного картофеля в горных условиях.

Агротехника слагалась из следующих мероприятий: внесения минеральных удобрений из расчета $N_{60}P_{90}K_{60}$ кг действующего начала на 1 гектар, перепашки зяби на глубину 20—22 см с одновременным боронованием, нарезки посадочных борозд, раскладки клубней из расчета площади питания 70×30 см.

Уход за посадками заключался в до и послевсходовом боронованиях сетчатой бороной, междурядных обработок (1-й или 2-х) и однократном окучивании. Уборку урожая в опытах проводили картофелекопателями КТН-2М с предварительным удалением ботвы КИР-1,5.

Учеты накопления урожая в течение вегетации проводили путем взятия проб в 2-х повторениях по 10 кустов, типичным по внешним признакам для данного варианта опыта по количеству стеблей, облиственности, без внешних симптомов проявления болезней. Конечный урожай определяли путем взвешивания клубней, убранных с учетной площади делянди 50 м². Повторность опыта 4-х кратная.

Урочище Уш-Конур расположено в западных отрогах Заилийского Алатау на высоте 1860—2000 м над уровнем моря. По почвенно-климатическим особенностям относится к влажной горно-степной зоне и является типичным для горной зоны Юго-Восточного Казахстана.

Влияние способов подготовки клубней к посадке на рост, развитие и урожайность картофеля

Фенологические наблюдения в полевых опытах показали, что светоимпульсное облучение клубней ускоряет появление всходов на 3—5 дней и наступление фаз, бутонизации, цветения и начала отмирания ботвы. Существенных различий между вариантами с различной экспозицией облучения по фенологии не обнаружено.

Облучение клубней ИКСС оказало заметное влияние на интенсивность роста ботвы (таблица 1).

Максимальный вес ботвы в варианте ИКСС — 60 мин. был на 11,5—29,2 больше, чем в контроле и на 33,1—36,0% больше, чем в варианте светового проращивания.

Отмечалось, характерное для вариантов светоимпульсной обработки клубней, более равномерное развитие стеблей, их лучшая облиственность, более обильное цветение и ягодообразование. В варианте светового проращивания наблюдалась ярко выраженная неравномерность развития стеблей и клубней.

Таблица 1

Показатели развития картофеля в связи с различными способами предпосадочной подготовки клубней. Сорт Берлихинген

Способы подготовки клубней к посадке	Кол-во стеблей шт.*		Вес ботвы г.*		Индекс площади листьев*		Кол-во клубней в гнезде*	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970
Без обработки	8,3	7,4	650	688	8,5	7,3	13,3	11,3
Световое проращивание	9,7	9,7	631	564	8,0	6,8	14,9	10,8
ИКСС — 30 мин.	8,3	7,9	765	730	10,8	9,0	13,0	10,8
ИКСС — 60 мин.	8,3	8,2	840	767	11,8	9,0	13,2	11,6
ИКСС — 90 мин.	8,6	7,6	820	735	11,2	8,7	14,5	12,2

* **Примечания:** Вес ботвы и индекс площади листьев показан по их максимальному значению, число стеблей и клубней на 1 растение — по данным последней пробы.

Р. У. Редли (1966) считает одним из важнейших показателей роста и развития растений картофеля индекс площади листовой поверхности — отношение площади листьев к площади питания, т. е. число, означающее во сколько раз площадь листьев превышает площадь поля, занимаемую растениями. По его данным этот показатель имеет прямую корреляционную связь с условием выращивания растений и накоплением урожая клубней и может характеризовать эффективность изучаемых агроприемов.

В наших опытах значение этого показателя сильно варьировало по годам исследований и вариантам опыта. В 1969 наиболее благоприятном году во всех вариантах наблюдалось максимальное развитие площади листьев и большая продолжительность вегетации. В 1968 году ботва погибла от заморозка, не достигнув своего максимального развития.

В варианте светового проращивания клубней увеличение площади листьев к контрольному варианту наблюдалось лишь в 1968 году, в годы (1969, 1970), когда осадков во вторую половину вегетации выпадало достаточно, площадь листьев у контрольных растений была несколько выше, чем в варианте светового проращивания. Максимальное значение индекса площади листьев в среднем за 1969—1970 гг. составляло в контроле 7,9; в варианте светового проращивания — 7,4; а при обработке клубней ИКСС 9,9—10,4—10,0;

соответственно режимам облучения. Максимум площади листьев в вариантах светоимпульсного облучения наступал раньше, чем в контроле, но несколько позднее, чем в варианте светового проращивания.

Внешние признаки отмирания ботвы (пожелтение листьев нижнего яруса, развал куста) проявляются в первую очередь в варианте светового проращивания клубней, затем в вариантах обработки ИКСС и позднее в контроле. Образование клубней во всех вариантах совпадало с началом бутонизации растений.

Ускорение появления всходов, начала бутонизации и цветения растений, вызванное различными способами предпосадочной подготовки клубней, а также мощность развития и сроки отмирания ботвы, отразились на интенсивности суточного привеса клубней и результатах конечного урожая (табл. 2).

В первую динамическую копку уже наблюдали значительные различия между вариантами опыта по весу ботвы

Таблица 2

Динамика веса ботвы и клубней сорта Берлихинген при различных способах подготовки посадочного материала (в г на 1 куст)

Способы подготовки клубней к посадке	Вес ботвы	Вес клубней	Суточный привес клубней	Вес ботвы	Вес клубней	Суточный привес клубней	Вес ботвы	Вес клубней	Суточный привес клубней
1969 год		**25 июля**			**7 августа**			**25 августа**	
Без обработки (контроль)	495	122	6,4	616	496	28,8	622	700	12,8
Световое проращивание	545	221	10,0	631	568	26,7	532	870	18,9
ИКСС — 30 мин.	600	198	9,9	765	615	32,1	630	864	15,6
ИКСС — 60 мин.	752	241	11,5	840	698	35,2	786	1010	17,2
ИКСС — 90 мин.	697	182	9,1	820	558	28,9	642	894	21,0
1970 год		**30 июля**			**11 августа**			**25 августа**	
Без обработки (контроль)	535	252	13,3	688	484	19,3	512	636	10,9
Световое проращивание	564	455	14,2	526	650	16,2	485	770	8,6
ИКСС — 30 мин.	608	256	12,8	730	555	24,9	555	713	11,3
ИКСС — 60 мин.	645	258	12,3	767	598	28,3	520	750	10,9
ИКСС — 90 мин.	612	254	12,7	735	540	23,8	552	713	12,4

Примечание. Суточный привес клубней в первую динамическую копку определялся за период между датой наступления бутонизации и датой взятия пробы.

и среднему весу клубней в гнезде. При этом степень различий неодинакова в разные годы. В 1970 году в дату взятия первой пробы во всех вариантах ИКСС вес клубней был почти одинаков с контролем, намного уступая приему светового проращивания, а в 1969 году — в 1,5—2 раза выше контроля, превышая в отдельных режимах по этому показателю уровень светового проращивания клубней. Вес ботвы в вариантах светоимпульсной стимуляции клубней во все годы был значительно больше, чем в контроле и в варианте светового проращивания.

Из изучаемых режимов обработки лучшими показателями интенсивности прироста клубней наблюдали при облучении ИКСС в течение 60 мин. При обработке в течение 90 минут средний вес клубней в гнезде значительно ниже при сравнительно большем количестве.

К концу августа интенсивность накопления урожая клубней заметно снижается. При этом наблюдается следующая закономерность: чем раньше начало образования клубней и большая интенсивность суточного привеса в начале периода, тем раньше и в большей степени отмечается снижение темпов прироста клубней в конце периода.

Следовательно, приемы предпосадочной подготовки клубней картофеля обеспечивают формирование урожая в более короткие сроки, а окончательный эффект, т. е. процентное соотношение урожая к контрольному варианту, во многом зависит от метеоусловий осеннего периода. При ранних осенних заморозках или засушливых условий осени эффективность приемов предпосадочной подготовки клубней значительно выше, а в годы с благоприятными условиями осени эффективность несколько сглаживается за счет более быстрого физиологического старения ботвы. В контрольном варианте растения, сохранив относительно высокую интенсивность прироста клубней, при благоприятных условиях осени несколько «догоняют» по урожаю варианты с предпосадочной подготовкой клубней. Этим объясняется неодинаковая эффективность изучаемых приемов в различно сложившиеся по метеорологическим условиям годы.

Предварительное проращивание клубней обеспечивает более раннее появление всходов и клубнеобразование. В 1968 году, самом неблагоприятном из-за раннего наступления заморозков, эффективность этого приема оказалась намного выше, чем светоимпульсного облучения клубней (табл. 3). Прибавка урожая к контролю составила 47,3%, в варианте ИКСС — 60 мин. — 11,2%. В 1969 году, отличаю-

Таблица 3

Влияние облучения клубней картофеля импульсным концентрированным солнечным светом на урожайность. Сорт Берлихинген

Варианты опыта	Урожайность, ц/га				
	1968	1969	1970	среднее	
				ц/га	% к контролю
Без обработки (контроль)	109,2	423,3	229,0	253,8	100
Световое проращивание	160,8	450,8	305,2	305,6	120,4
ИКСС — 30 мин.	111,2	440,8	265,1	272,4	107,3
ИКСС — 60 мин.	121,4	468,4	295,6	295,1	116,3
ИКСС — 90 мин.	108,4	435,6	286,7	276,9	109,1

$НСР_{0,95}$ — 28,7 ц/га, m% — 3,17.

щемся особо благоприятными условиями второй половины лета, прибавка урожая от светоимпульсного облучения клубней была выше (11,1%), чем от приема светового проращивания клубней (6,5%).

Из изучаемых режимов облучения клубней ИКСС во все годы несколько лучшие результаты получены при облучении с продолжительностью 60 мин. В благоприятные годы (1969, 1970) эффективность светоимпульсного облучения клубней при этом режиме выше или равна приему светового проращивания. Увеличение продолжительности облучения до 90 минут не приводит к дальнейшему повышению урожая.

Многие исследователи при облучении ИКСС семян различных сельскохозяйственных культур наблюдали наличие оптимума по продолжительности облучения, увеличение времени воздействия не влечет дальнейшего повышения урожая. Значение оптимального времени воздействия различно для разных культур.

А. А. Шахов (1966, 1971), объясняя эффект стимуляции образованием свободных радикалов в семенах под воздействием ИКСС, считает, что оптимальное время облучения (дающее наибольший светоимпульсный эффект) дает наибольшее содержание свободных радикалов в семенах, а последующее увеличение времени облучения вызывает насыщение их концентрации и не влечет дальнейшего повышения урожая.

В семеноводстве картофеля большое значение имеют агроприемы, способствующие получению выравненных по

величине клубней, что обеспечивает больший выход семенной фракции с единицы площади, следовательно, повышает окупаемость материальных затрат. Способы подготовки клубней к посадке по-разному влияют на структуру урожая, то есть на весовое и количественное соотношение мелкой, средней и крупной фракции клубней. Как отмечалось выше, световое проращивание клубней перед посадкой приводит к неравномерному развитию стеблей. В урожае наблюдается значительное увеличение веса крупной фракции клубней, процентное соотношение веса семенной фракции к валовому урожаю, ниже чем в контроле (табл. 4).

Таблица 4

Структура урожая и валовой доход в элитно-семеноводческих посадках в зависимости от подготовки клубней. Сорт Берлихинген (1968—1970 гг.)

Способы подготовки клубней к посадке	Общий урожай, ц/га	Распределение по фракциям %			Выход семенных клубней, ц/га	Средняя реализационная стоимость 1 тн. руб.	Валовой доход с 1 га руб.
		мелкая	средняя	крупная			
Без обработки	253,8	5,2	73,6	21,2	186,8	223	5659
Световое проращивание	305,6	4,7	71,6	23,7	218.8	220	6718
ИКСС — 60 мин.	295,1	4,6	80,7	14,7	238,1	236	6951

Светоимпульсная стимуляция картофеля перед посадкой обеспечивает лучшую выравненность клубней, больший выход с гектара стандартной семенной фракции, повышает рентабельность семеноводства.

Проведенные нами биохимические анализы показывают, что предпосадочное облучение клубней ИКСС не оказывает заметного влияния на изменение содержания основных химических компонентов в клубнях нового урожая.

Влияние ИКСС при обработке посадочного материала на распространенность основных заболеваний картофеля

Среди известных мер борьбы с болезнями картофеля весьма важная роль отводится приемам подготовки клубней к посадке. Физические или химические реагенты, применяемые для стимуляции ростовых процессов, могут оказывать ингибирующее или стимулирующее действие на патогенные микроорганизмы.

Известно, что интенсивный прогрев клубней приводит к инактивации некоторых видов вирусов, а применение многих химических стимуляторов роста оказывает стимулирующее действие на возбудителей ризоктониоза и «черной ножки» картофеля (Облезлова, 1969). Имеются сообщения о возможности использования ионизирующих излучений для обработки клубней в целях борьбы с вирусной инфекцией (Порфирьев, 1969). Установлено, что обработка клубней перед посадкой электрическим полем высокого напряжения снижает распространенность вирусных болезней, ризоктониоза и парши обыкновенной (Фирсов, Дорохов, 1973; Дорохов, 1974).

Косвенное влияние приемов предпосадочной подготовки клубней заключается в том, что любое ускорение появления всходов и развития растений нарушает согласованный цикл развития патогена и хозяина, тем самым снижает распространенность и вредоносность болезней (Воловик и др., 1968). Поэтому приемы предпосадочной подготовки клубней должны иметь свою фитопатологическую оценку, т. е. должно быть определено влияние изучаемого фактора на распространенность основных заболеваний.

В полевых опытах нами проводилась серологическая оценка внешне здоровых растений на пораженность латентной формой вирусов X, S и M, по внешним признакам проявления определялась распространенность тяжелых форм вирусных болезней, «черной ножки», ризоктониоза и парши-обыкновенной.

Таблица 5

Результаты серологического анализа на скрытую инфекцию X, S, M вирусов в листьях сорта Берлихинген, выращенного на различных фонах предпосадочной подготовки клубней, 1970 г.

Способы предпосадочной подготовки клубней	Растений с отрицат. реакц. %	С положит. реакцией на поражение						
		одним из видов вирусов			Комплексом вирусов			
		X	S	M	XS	XM	SM	XSM
Без обработки	1	14	—	—	11	11	—	63
Световое проращивание	6	28	2	—	10	12	—	42
ИКСС — 30 мин.	—	30	—	—	16	34	—	20
ИКСС — 60 мин.	4	16	—	4	12	36	—	28
ИКСС — 90 мин.	2	28	—	—	4	24	—	42

Данные серологического анализа (табл. 5) показывают весьма высокую распространенность X, S, M вирусов в посадках картофеля. Практически растений свободных от инфекции X вируса почти не встречается, а пораженность S и M вирусами наблюдается в основном в комплексе с вирусом X.

Многие исследователи считают, что потери урожая только от X вируса составляют не менее 10% мирового производства картофеля, а при комплексном поражении вредоносность вирусных болезней значительно возрастает (Зыкин, 1968; Чеголина, 1969).

Пораженность растений комплексом вирусов «XS», «XM» и «XSM» в наших опытах составляла: в контроле 85%, в варианте светового проращивания клубней 64%, в вариантах обработки ИКСС 70—76% от числа проанализированных растений. Следовательно приемы предпосадочной подготовки клубней способствуют некоторому снижению пораженности картофеля комплексом вирусов.

Таблица 6

Распространенность вирусных болезней при выращивании картофеля на различных фонах предпосадочной подготовки клубней. Сорт Берлихинген (1968—1970 гг.)

Способы подготовки клубней к посадке	Поражено растений вирусными болезнями, %			
	всего	в т. ч. скручиванием листьев	морщинистой мозаикой	полосчатой мозаикой
Без обработки	7,8	3,3	2,9	1,6
Световое проращивание	4,1	2,1	1,4	0,6
ИКСС — 30 мин.	4,2	1,7	1,5	1,0
ИКСС — 60 мин.	3,6	1,4	1,4	0,8
ИКСС — 90 мин.	3,6	1,4	1,2	1,0

Результаты обследования растений на поражаемость тяжелыми формами вирусных болезней (табл. 6) показывают, что при светоимпульсной стимуляции клубней, так же как и при световом проращивании наблюдается меньшее проявление вирусных болезней в период вегетации картофеля.

По данным С. Т. Бубенцова (1967) в хозяйствах Алма-Атинской и Джамбулской областей скручивание листьев снижало урожай под больными кустами от 39 до 43%, морщинистая мозаика до 84%, полосчатая мозаика в первый год

проявления на 35%, а в последующие до 75—100%. Поэтому снижение распространенности тяжелых форм вирусных заболеваний путем подготовки клубней к посадке может иметь большое практическое значение в повышении урожая картофеля.

При учете пораженности растений «черной ножкой» не обнаружено какого-либо влияния способов подготовки клубней к посадке на распространенность этого заболевания. В то же время отмечается существенное снижение поражаемости картофеля ризоктониозом и паршой обыкновенной в варианте светового проращивания и при обработке клубней ИКСС (табл. 7).

Таблица 7

Поражаемость картофеля «черной ножкой», ризоктониозом и паршой обыкновенной в связи с различными способами подготовки клубней к посадке. Сорт Берлихинген (1969—1970)

Способы подготовки клубней к посадке	Растений, %		Клубней			
			ризоктониозом (псевдосклероции)		паршой обыкновенной	
	черной ножкой	ризоктонией (основания стеблей)	% поражения	степень в баллах	% поражения	степень в баллах
Без обработки	5,7	49,2	71,5	1,40	87,5	1,52
Световое проращивание	4,4	14,6	31,5	0,51	64,5	1,48
ИКСС — 30 мин.	4,8	19,3	49,8	0,77	63,0	1,12
ИКСС — 60 мин.	5,6	17,5	30,8	0,51	67,0	1,28
ИКСС — 90 мин.	5,2	22,3	40,5	0,74	80,5	1,51
$НСР_{0,95}$	2,4	5,2	11,5		9,3	

О вредоносности ризоктониоза в литературе имеются различные сведения. По данным С. Т. Бубенцова (1967), в Центральном и Южном Казахстане преждевременное увядание ботвы от ризоктониоза снижает урожай клубней в 2 раза .Ю. Порфирьев (1969) сообщает, что в результате изреживания всходов наблюдается снижение урожая картофеля от 35 до 50%. А. Лебедев (1969) при испытании селекционных сортов на устойчивость к ризоктониозу наблюдал поражение и гибель ростков от 30 до 40%, а снижение урожая в среднем по испытываемым сортам составило 30%. А. С. Воловик и К. В. Попкова, ссылаясь на данные НИИКХ (1966) считают, что в СССР в отдельные годы ризоктония снижает урожай на 15—20%.

В литературе указывается на трудности, которые встречаются при численной оценке экономического вреда, причиняемого ризоктониозом. Это связано с повсеместным распространением заболевания и различными формами его проявления — поражением ростков в период хранения и прорастания клубней, поражением всходов, основания стеблей, корней, столонов и клубней (1973). Поэтому, имеющиеся в литературе сведения о вредоносности ризоктониоза, в большинстве случаев условны, поскольку не отражают совокупности всех форм поражения.

В имеющейся литературе мало содержится сведений о вредоносности ризоктониоза при поражении стеблей стадией Hypochnus solani («белая ножка»), являющейся базидиальной стадией гриба Rhizoctonia solani Kühn. К. В. Попкова (1970) считает, что «белая ножка» не приносит существенного вреда картофелю, и проявление ризоктониоза в базидиальной стадии ежегодно не обязательно, а по данным С .Т. Бубенцова (1967) в Центральном Казахстане и в горах Заилийского Алатау встречнется почти ежегодно. С. М. Тупеневич (1973) и М. В. Бордукова (1970) считают эту форму заболевания весьма вредоносной. По их данным мицелий гриба с базидиоспорами, образующий плотную пленку на основании стеблей, углубляется до сосудистого кольца. Гриб, питаясь здесь, обедняет питание растений, с другой стороны, закупоривая сосуды, затрудняет отток ассимилянтов в клубни, тем самым снижает их урожай, нередко приводя к образованию воздушных клубней в пазухах листьев.

В полевых опытах нами проведен учет продуктивности растений. пораженных ризоктониозом в стадии «белая ножка», сделан анализ клубней на их семенные качества (табл. 8).

Таблица 8

Продуктивность картофеля и качество урожая при поражении стеблей ризоктониозом в стадии «белая ножка». Сорт Берлихинген, 1969 г.

	Вес клубней в гнезде, г	Количество, шт.	Средний вес клубня, г	Поражен. псевдосклероциями		Выход станд. семен. клубней, %
				%	степень в баллах	
Со здоровых кустов	760	17,2	44	47,5	0,95	64,3
С пораженных «белой ножкой»	690	19,6	35	80,0	1,65	54,7

Данные учета показывают, что поражение стеблей в форме «белая ножка» приводит к снижению продуктивности по отношению к здоровым растениям на 9,2%. Пораженность клубней псевдосклероциями ризоктониоза под больными кустами по отношению к здоровым увеличилась в 1,7 раза. Соответственно увеличилась и средняя степень пораженности в баллах. Выход стандартных семенных клубней составил со здоровых кустов 64,3%, с больных — 54,7%.

Положением об элите картофеля ограничивается степень пораженности семенного материала ризоктониозом. При пораженности клубней свыше установленных пределов — элита бракуется, т. е. практически сводится на нет многолетний труд, затраченный в первичных питомниках, снижается рентабельность семеноводства картофеля.

Проведенные нами учеты показали весьма большую распространенность в горных посадках ризоктониоза в форме «белая ножка» и поражения клубней псевдосклероциями, следовательно, снижение заболеваний применением светоимпульсной стимуляции имеет важное значение в улучшении семенных продуктивных свойств клубней нового урожая.

На основании проведенных исследований нами выявлено, что ИКСС положительно влияет не только в год облучения, но и обеспечивает устойчивое повышение урожайности в следующем году (табл. 9).

Таблица 9

Влияние облучения клубней картофеля ИКСС на продуктивность в последействии

Способы подготовки клубней в предшествующем году	Урожай, ц/га				К контролю	
	1969	1970	1971	средний	ц/га	%
Без обработки (контроль)	281,9	268,7	200,2	250,3	—	100
Световое проращивание	291,5	278,3	229,5	266,4	16,1	106,4
ИКСС — 60 минут	315,9	286,6	228,8	277,1	26,8	110,7

$НСР_{0,95}$ = 17,0 ц/га, m% = 1,64.

За годы исследований от приема светоимпульсной стимуляции клубней в последействии получена прибавка урожая к контролю в пределах 6,7—14,3%, от приема светового проращивания клубней прибавка урожая в последействии не существенна.

Факт повышения продуктивности растений в последующем поколении, так называемый «эффект последействия», в результате воздействия на семена или вегетативные органы размножения растений физическими или химическими факторами наблюдали многие исследователи.

В. С. Андреев и Н. Д. Тарасенко эффект последействия в потомстве растений считают убедительным доказательством влияния стимулирующих доз облучения на хромосомный аппарат. Авторы высказывают предположение, что явление последействия при половом размножении будет затухать, тогда как у вегетативно размножающихся растений будет сохраняться значительно дольше.

Для окончательного подтверждения высказанных предположений авторы считают необходимым постановку ряда специальных генетических опытов по изучению механизма стимуляции у вегетативно размножаемых растений и закрепления ее в последействии.

Выводы

Обработка клубней картофеля перед посадкой импульсным концентрированным солнечным светом ускоряет появление всходов и развитие растений, стимулирует рост ботвы и клубней, сокращает сроки формирования урожая, обеспечивает прибавку урожая к посадке не обработанными клубнями на 16,3%.

Из изучаемых режимов обработки клубней ИКСС, для сорта Берлихинген лучшим является обработка в течение 60 минут, увеличение продолжительности воздействия до 90 минут не приводит к дальнейшему повышению урожая.

Прием светоимпульсной стимуляции клубней картофеля в горных условиях Юго-Восточного Казахстана по результатам конечного урожая не уступает приему светового проращивания, хотя световое проращивание обеспечивает более ранние всходы и начало образования клубней. Прибавка урожая при светоимпульсной обработке клубней обусловлена в основном более интенсивным отрастанием ботвы и большим среднесуточным привесом клубней, при световом проращивании — более ранним клубнеобразованием.

Преимущества приема светоимпульсной стимуляции, в сравнении со световым проращиванием клубней, в элитно-семеноводческих посадках картофеля заключаются в лучшем качестве выращенного семенного материала. Светоимпульсная стимуляция обеспечивает больший выход стан-

дартного семенного материала с единицы площади (благодаря лучшей выравненности клубней по величине и меньшей степени пораженности их ризоктониозом и паршой), повышает коэффициент размножения и окупаемость затрат в семеноводстве картофеля.

Светоимпульсная стимуляция клубней снижает распространенность вирусных болезней, ризоктониоза и парши обыкновенной, повышает продуктивные свойства клубней нового урожая, обеспечивает в последующей репродукции устойчивую прибавку урожая (в пределах 9—14%), без дополнительной обработки посадочного материала.

И. Г. Андронов

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ У СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ САДОВЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 523.72:635.9.

Многие садовые растения при размножении их одревесневшими и зелеными черенками слабо укореняются или совершенно не дают придаточных корней. Для стимуляции корнеобразования применяют биологически активные вещества (Комиссаров, 1946; Турецкая, 1951 и др.). Наиболее часто для этой цели применяют гетероауксин, но и химическая стимуляция не всегда дает желаемые результаты.

С 1971 года для стимуляции корнеобразования при размножении садовых растений одревесневшими и зелеными черенками мы начали применять ИКСС — импульсный концентрированный солнечный свет (Андронов, 1974).

Объекты исследований

Для исследования стимуляции корнеобразования у зеленых и одревесневших стеблевых черенков нами были взяты карликовый подвой яблони парадизка IX, карликовый подвой груши айва А, а также сорта роз Глория Дей и Баккара.

Парадизка IX(М-IX) является карликовым подвоем яблони. Широко распространен как в Советском Союзе, так и во многих странах Европы. Отводки на маточнике укоре-

няются хуже, чем у ряда других распространенных подвоев. Одревесневшие стеблевые черенки укореняются слабо. Деревья, привитые на парадизку IX, раньше на 2—3 года вступают в пору плодоношения. В периоде полного плодоношения дают высокие урожаи. Этот подвой заслуживает самого широкого распространения, но маточных насаждений его еще очень мало. В данное время стоит большая проблема быстрейшего его размножения.

Айва А — карликовый подвой груши. Районирован во всех южных районах нашей страны. Является основным слаборослым подвоем груши и за рубежом. Укоренение отводов хорошее, выход саженцев высокий. Корневая система разветвленная, мочковатая. Черенки укореняются несколько лучше, чем у парадизки IX.

Розы. — Культурные сорта чайногибридных роз размножаются прививкой и черенкованием. Укореняемость зеленых черенков, как правило, высокая, но сильно колеблется в зависимости от сорта.

Размножение одревесневшими черенками. Черенки длиной 25 см готовились из нижней части неукоренившихся отводков осенью. До весенней высадки в поле они хранились прикопанными в почву. Рано весной в течение 20 дней проводилось кильчевание черенков. Для выявления стимулирующего действия ИКСС нижние концы черенков перед посадкой в поле облучали в течение 15, 30, 45 и 60 минут зеркальным рефлектором системы В. Н. Бухмана. Контрольные черенки в течение 15—18 часов выдерживали в воде и растворе наиболее распространенного стимулятора корнеобразования — гетероауксина.

Высаживали черенки в поле 8—10 мая. Расстояние между рядами составляло 80 и в рядах — 20 см. Повторность опытов четырехкратная. В каждой повторности по 25 черенков. Проводимые учеты и наблюдения: а) количество укоренившихся черенков, б) динамика роста надземной части и корней.

В лабораторных условиях проводили следующие учеты: а) вес корней, б) вес стеблей и листьев, в) длина стеблей, г) общая протяженность корней, д) количество и площадь листьев.

Опыты в 1973 году проводились в Талгарском отделении Джанашарского учебно-опытного хозяйства Казахского сельскохозяйственного института, в 1974 году — в совхозе «Иссык» Энбекши-Казахского района, Алма-Атинской области. Опытные участки находятся в нижнегорной зоне

Заилийского Алатау на высоте 1000—1050 метров над уровнем моря. Климат этой зоны вполне благоприятен для орошаемого плодоводства. Почвы представлены малогумусным черноземом. Материнская порода — лёссовидный суглинок.

В течение вегетации подопытные растения содержались на достаточно высоком агрофоне. Осуществлялись регулярные поливы, рыхления.

Размножение зелеными черенками. Укоренение зеленых черенков провидили в гидрогелиотеплице конструкции КазСХИ (авторы Г. Т. Каплина и М. Г. Гиричев).

Опыты закладывались в июне. Черенки нарезали из полуодревесневших частей побегов, заготовленных утром. При изучении стимулирующего влияния ИКСС нижние среды черенков облучали в течение 15, 30, 45 и 60 минут зеркальным рефлектором системы В. Н. Бухмана, контрольные черенки в течение 15—18 часов выдерживали в воде и 0,015% растворе гетероауксина.

Высаживали черенки на расстоянии 5×10 см (розы) и 5×5 см (айва и парадизка). На 1 кв. м площади размещали 200—400 черенков. Субстратом укоренения служил крупнозернистый песок, уложенный слоем 3—4 см на подстилающую почву.

Учеты и наблюдения: а) количество укоренившихся черенков, б) количество растений с приростом побегов, в) высота растений, г) количество листьев, д) количество корней 1-го порядка, е) вес прироста побегов, ж) вес корней.

Опыты по светоимпульсной стимуляции корнеобразования у одревесневших черенков проводили в 1973—1975 годах. В 1973 году изучали влияние ИКСС на укореняемость одревесневших черенков айвы А, рост укоренившихся растений и подход их к окулировке. При этом облучение проводили при погружении и без погружения черенков в воду. Экспозиция — 30 минут. В 1974 году испытывали влияние ИКСС на укореняемость черенков айвы А и рост растений при различных экспозициях облучения.

В 1975 году заложены опыты по влиянию светоимпульсного облучения на укореняемость черенков клонового подвоя яблони Алнари 2 на приживаемость и подход к окулировке сеянцев яблони Сиверса в первом поле питомника (табл. 1—3).

Результаты наших опытов (таблицы 1, 2) показали, что укореняемость черенков айвы А оказалась высокой во всех вариантах. Даже в контрольном варианте она составила в

Таблица 1

Влияние ИКСС на укореняемость одревесневших черенков айвы А и подход к окулировке в опытах 1973 г.

Варианты	Кол-во укоренившихся черенков (%)	В % к контролю	Кол-во заокулированных растений, %	
			от высаженных черенков	от укоренившихся растений
Контроль (вода)	80,4	100	60,3	75,0
Гетероауксин	85,9	106,8	73,8	85,7
ИКСС (без воды)	97,0	120,6	80,0	82,5
ИКСС (под водой)	95,0	118,2	78,5	82,6

1973 году 80,4%, в 1974—72,0%. Гетероауксин оказал положительное влияние на регенерацию корней. Под его воздействием в 1973 году укореняемость черенков увеличилась на 5,5%, в 1974 году — на 1,1%. Особенно высокой оказалась укореняемость черенков, подвергшихся воздействию концентрированного импульсного света (ИКСС). В 1973 году она составила 97,0% (облучение без воды) и 95,0% (облучение под водой), это на 14,6 и 16,6% выше укореняемости черенков, не подвергшихся стимуляции и на 9—11% выше варианта с гетероауксином. Выход укоренившихся черенков с единицы площади в лучшем варианте равнялся 120,6% по отношению к контролю.

Таблица 2

Влияние ИКСС на укореняемость и рост одревесневших черенков айвы А в опытах 1974 г.

Варианты	Укореняемость (%)	В % к контролю	Средняя длина побегов (см)
Контроль (вода)	72,0	100,0	19,5
Гетероауксин	73,1	101,5	24,1
ИКСС — 15 мин.	83,9	116,5	23,4
ИКСС — 30 »	81,7	113,5	26,5
ИКСС — 45 »	87,1	121,0	27,1
ИКСС — 60 »	79,8	110,8	27,5

В опытах 1974 года облучение ИКСС также оказало положительное влияние на укореняемость одревесневших черенков айвы. В этом году черенки контрольного варианта укоренились на 72,0%, а в варианте с облучением — на

79,8—87,1%. Лучшей экспозицией облучения ИКСС оказались 45 минут. В этом варианте выход укорененных черенков с единицы площади был выше контроля на 21,6%.

Большинство укорененных растений к сентябрю подошли к окулировке и были заокулированы. В варианте с обработкой черенков ИКСС заокулировано 80,0% от числа высаженных черенков и 82,5% от числа укорененных. В контрольном варианте эти цифры составляют 60,3—75,0%, в варианте с гетероауксином — 73,8—85,7%. Эти цифры говорят о том, что под влиянием ИКСС более интенсивно шло утолщение стволика растений, чем в контрольном варианте.

Таблица 3

Рост надземной части укорененных черенков Айвы А в зависимости от способов стимуляции корнеобразования (опыт 1973 г.)

Варианты	Суммарный прирост побегов (см)	Кол-во побегов (шт)	Кол-во листьев (шт)	Площадь листьев
Контроль	99,9	2,43	48,5	423,8
Гетероауксин	104,9	2,38	49,2	483,4
ИКСС (без воды)	85,1	1,95	41,4	449,2
ИКСС (под водой)	86,1	1,98	—	—

Как видно из таблицы 3, в 1973 году мощными оказались растения в варианте с гетероауксином. Суммарный прирост у них составляет 104,9 см, площадь листьев — 483,4 см^2. У облученных черенков длина всех побегов равняется 85—86 см, площадь листьев — 449,2 см^2. Суммарный прирост растений контрольного варианта был несколько большим, чем облученных ИКСС (99,9 см), но у них самые мелкие листья и наименьшая площадь листовой поверхности.

В опыте 1974 г. (табл. 2) наиболее мощными оказались растения в варианте с ИКСС. При облучении в течение 60 минут средняя длина побега составила 27,5 см, что на 8,1 см длинее контрольных и на 3,4 см — обработанных гетероауксином.

Данные 1975 года светостимуляции корнеобразования у подвоев яблони подтвердили закономерности, выявленные в опытах прошлых лет по стимуляции корнеобразования у подвоя груши айвы А. Одревесневшие черенки подвоя Алнари 2 при 30-минутном облучении перед посадкой ИКСС укоренились на 63,5%, что на 5% выше контроля. Приживаемость сеянцев яблони Сиверса, облученных ИКСС, также

оказалась выше, чем без облучения. В контроле она составила 93,5%, в опытном варианте — 96,9%.

2. **Опыты по светоимпульсной стимуляции корнеобразования у зеленых черенков** в условиях гидрогелиотеплицы проводились в 1971—1975 годах. В 1971 году объектами исследований были сорта роз Глория Дей и Баккара, черенки которых облучали ИКСС в течение 30 минут.

В 1972 году на зеленых черенках розы Глория Дей и клонового подвоя груши айвы А испытывали влияние ИКСС на укореняемость зеленых черенков и рост растений при различных экспозициях воздействия — 15, 40, 45 минут.

В 1973 году испытывали влияние ИКСС на укореняемость черенков роз Глория Дей и Баккара при 30-минутной экспозиции. В 1974 и 1975 годах объектами исследований являлись айва А, парадизка IX и сорта роз Глория Дей и Баккара. Черенки облучали в 1974 году в течение 15, 30, 45 и 60 мин., в 1975 году — 15 минут (табл. 4—6).

Таблица 4

Влияние ИКСС на укореняемость зеленых черенков айвы в 1974 году

Вариант	Укорененных черенков (%)	В % к контролю	Средняя длина прироста (см)	К-во растений с приростом (%)	К-во листьев на 1 растен. (шт.)	К-во корней 1 порядка (шт.)
Вода (контроль)	64,0	100	19,6	55	10,8	4,5
Гетероауксин	80,0	125,0	23,4	60	11,8	7,5
ИКСС — 15 мин.	83,2	130,0	31,8	60	15,6	4,7
ИКСС — 30 мин.	78.0	121,9	22,8	62	11,2	4,8
ИКСС — 45 мин.	76,8	120,0	28,5	62	14,1	5,8
ИКСС — 60 мин.	79,2	123,7	30,1	57	16,0	4,5

Результаты наших опытов показывают, что облучение ИКСС оказывает положительное влияние на укореняемость зеленых черенков садовых растений, особенно это заметно у карликового подвоя груши айвы А. Укореняемость зеленых черенков айвы при воздействии концентрированным солнечным светом в 1973 году составила 54,4—60,0%, в 1974 году — 76,8—83,2%. Без обработки ИКСС в 1972 году укоренилось лишь 22% черенков, в 1974 году—64%. Лучшей экспозицией для облучения зеленых черенков айвы являются 15 минут.

Ускореняемость зеленых черенков парадизки IX при воздействии ИКСС в пределах 30—45 мин. в 1974 году составила 79,2%, что на 5,2% выше контрольного варианта. Лучшими экспозициями облучения оказались 30—45 минут.

Выход укорененных растений с 1 кв. м в лучших вариантах повысился по сравнению с контрольным у айвы А на 30%, парадизки IX — на 7,1%.

Опыты по укоренению роз, у которых довольно легко образуются придаточные корни, также показали существенное влияние обработки зеленых черенков ИКСС на их укореняемость.

В таблице 4 приводятся сводные данные за 1971—1974 гг. по влиянию ИКСС на укореняемость зеленых черенков роз и выход укорененных растений роз с единицы площади. Из этой таблицы видно, что в среднем за 4 года исследований ИКСС (30 мин.) повысил укореняемость у сорта Глория Дей на 10,6%, Баккара — на 8,2%; выход укорененных растений с единицы площади у Глории Дей — 115,6%, у Баккар ниже — 107,7%.

Таблица 5

Влияние ИКСС на укореняемость зеленых черенков парадизки IX в 1974 году

Вариант	Укореняемость черенков (%)	В % к контролю	Средняя длина прироста (см)	К-во растен. с приростом (%)	К-во листьев на 1 растение (шт)	К-во корней 1-го порядка (шт)
Вода (контроль)	74,0	100,0	7,4	27	9,3	8,3
ИКСС — 30 мин.	79,2	107,1	9,1	30	9,1	8,6
ИКСС — 45 мин.	79,2	107,1	10,1	21	10,9	8,6
ИКСС — 60 мин.	62,0	83,8	7,7	32	9,8	8,8

Лучшим временем облучения черенков являются 15 минут. Если сравнивать стимулирующее влияние на корнеобразование ИКСС с влиянием гетероауксина, то у айвы оно несколько выше, у парадизки ниже. У роз это влияние не одинаково, в зависимости от сорта. Так, у Глории Дей положительное влияние ИКСС оказалось несколько большим, чем гетероауксина, у Баккара, наоборот, укореняемость черенков под влиянием гетероауксина оказалась значительно выше.

Интересно отметить, что ИКСС стимулирует более раннее и дружное пробуждение почек, но величина прироста, не вы-

ше, чем у контрольных вариантов. Исключением является сорт розы Баккара, где высота растений, обработанных ИКСС, больше контрольных. В опыте 1971 года при выдержке зеленых черенков перед посадкой высота растений этого сорта составила 15,3 см, при обработке гетероауксином — 19,6, а при воздействии на них ИКСС — 27,8 см. В 1974 году в контрольном варианте длина прироста равнялась 35,0, при воздействии ИКСС — 42,6 см.

Таблица 6

Влияние ИКСС на укореняемость зеленых черенков роз в опытах 1971—1974 гг.

Варианты	Глория Дей				Баккара			
	среднее за 1971—1974 гг.		среднее за 1972 и 1974 гг.		среднее за 1971, 1973, 1974 гг.		Опыт 1974 г.	
	укореняемость (%)	в % к контролю	укореняемость (%)	в % к контролю	укореняемость (%)	в % к контр.	укореняемость (%)	в % к контр.
Контроль (вода)	75,1	100	77,0	100	78,7	100	73,2	100
Гетероауксин	84,8	112,9	86,6	112,5	88,1	111,9	93,2	127,3
ИКСС — 15 мин.	—	—	89,5	115,6	—	—	78,8	107,7
ИКСС — 30 мин.	85,7	114,1	85,8	111,4	86,9	110,4	74,8	102,2
ИКСС — 45 мин.	—	—	81,7	106,0	—	—	77,2	105,4
ИКСС — 60 мин.	—	—	—	—	—	—	76,0	103,8

Анализ полученных нами экспериментальных данных позволяет уверенно заявить о том, что импульсный концентрированный солнечный свет оказывает глубокое влияние на процессы жизнедеятельности растительных организмов. Облучение одревесневших и зеленых черенков ИКСС стимулирует образование придаточных корней, увеличивает укореняемость черенков, в итоге повышается выход укорененных растений с единицы площади.

Выращивание садовых растений путем зеленого черенкования в гидрогелиотеплице КазСХИ обеспечивает высокую экономическую эффективность. Так, в совхозе «Пригородный» Алма-Атинской области, по расчетным данным, чистый доход от зеленого черенкования роз составил 123,9 рубля, винограда — 21,8 и смородины черной — 9,0 рублей с 1 кв. метра полезной площади теплицы. Уровень рентабельности при этом равняется соответственно 1126, 431 и 177%.

В 1974 году чистый доход от выращивания роз из зеленых черенков в гидрогелиотеплице КазСХИ в совхозах «Пригородный» Алма-Атинской и «Южный» в Чимкентской области составил 100 тыс. руб. В 1975 году получен такой же доход.

В настоящее время в Казахстане и в нашей стране в целом ощущается острый недостаток в слаборослых подвоях яблони и груши. Размножение их обычным способом — укорененными отводами, не может удовлетворить потребности производства. Поэтому разработка технологии ускоренного размножения подвоев зелеными и одревесневшими черенками будет иметь большое народнохозяйственное значение и позволит быстрее и широко внедрять в производство наиболее дефицитные сорта садовых культур.

П. П. Бессчетнов, С. А. Атаханова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА В СЕЛЕКЦИИ ТОПОЛЕЙ

УДК 523.72:634.9

Для повышения продуктивности полей, садов и лесов большое значение должно принадлежать селекции.

Селекционные сорта при одних и тех же агротехнических мероприятиях способны повышать урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность лесов на 25—50%. В настоящее время, когда площади пахотнопригодных земель из года в год сокращаются,— отводятся под строительство новых городов, дорог, фабрик и заводов — интерес к селекционным сортам и методам селекционной работы резко возрастает. Необходимо разработать такие методы селекции, которые могли бы гарантировать получение высокоурожайных и высокопродуктивных сортов растений. С этой целью в селекционном процессе стали широко применять мутагенные факторы, способствующие получению полиплоидных и мутантных растений, отвечающих интересам производства.

В практике сельского и лесного хозяйства широко применяются различные физико-химические факторы для полу-

чения гибридных и мутантных форм сельскохозяйственных растений.

Наряду с радиационной и химической селекций растений внимание многих ученых сосредоточено на действии концентрированного солнечного света в импульсном режиме в качестве перспективного стимулятора роста, а также мутагенного фактора (Балаур, 1972; Шахов, 1974; Немцев, Шахов, 1972; Быргэу и Горя, 1974). Фотоиндуцированный мутагенез — одно из перспективных направлений фотоэнергетики. Особенно важным и интересным является изучение роли световых нефотосинтетических процессов в мутагенезе.

Сравнительно недавно светоимпульсная стимуляция стала применяться и в лесном хозяйстве как стимулятор роста у древесных пород.

Установлено стимулирующее действие ИКСС на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной, интенсивность роста всходов, увеличение линейных размеров и биомассы сеянцев (Грибанов, Прохоров, Сурко, 1971).

Работ в области селекции древесных пород с применением ИКСС практически нет, методические указания отсутствуют. Учитывая опыт работы с сельскохозяйственными культурами, можно предполагать, что ИКСС может также положительно влиять на увеличение прироста древесных видов, всхожести их семян, энергии прорастания и на получение полиплоидных форм и мутантов. Исследования в этом направлении позволяют вскрыть закономерности влияния ИКСС на получение измененного потомства, среди которого можно было бы отобрать гибриды с полезными признаками. Однако в селекции тополей с использованием ИКСС многие методические вопросы не разработаны. В частности, нет сведений о мутагенном факторе ИКСС, не разработаны сроки и способы облучения. Отсутствуют данные по экспозиции облучения генеративных почек на разных этапах их морфогенеза, цветков, пыльцы и семян тополей. Нет сведений по продолжительности облучения объектов в зависимости от сезонов года, времени дня, облачности неба и ряду других вопросов. Отсутствуют сведения по продолжительности стимулятивного действия ИКСС на древесные виды по годам. В связи с этим в программу наших исследований были включены вопросы получения полиплоидного и гетерозисного гибридного потомства тополей и изучение ряда других вопросов, связанных с использованием ИКСС при селекции.

В настоящее время учеными разработано большое количество различных агротехнических приемов и стимуляторов,

способствующих ускорению роста. Большое развитие получили исследования как раздельного, так и комбинированного действия физико-химических мутагенных факторов,— излучения, электрических импульсов, термического фактора и других для получения гибридов, мутантов и стимуляции роста.

Объекты исследования и методика работы

Гибридизация тополей проводится на срезанных ветвях в теплице Казахского сельскохозяйственного института.

Ветки на выгонку цветочных почек тополей брались из двух ботанических секций — секции белых тополей Болле (мужская форма) и Бахофени (женская форма), из секции черных тополей — черный (осокорь) и дельтовидный. Эти два вида в гибридизации предусматривается скрещивать прямо и обратно. Таким образом, для изучения влияния ИКСС при гибридизации тополей, используются четыре вида тополя и осуществляются три комбинации скрещивания.

Облучению подлежат женские и мужские генеративные почки на разных этапах морфогенеза, а также полученные семена. По всем вариантам опыта сохраняется контроль — скрещивание без облучения.

Гибриды, полученные в результате скрещивания этих тополей, должны обладать быстрым ростом, иметь признаки гетерозиса и полиплоидности, быть устойчивыми к вредителям и болезням, к засухе и засолению, хорошо размножаться стеблевыми черенками, превосходить родителей по этим признакам (Бессчетнов, 1969).

Исследования велись по следующей методике. Ветки для облучения и гибридизации заготавливали в зависимости от погоды: 20 декабря, 10 января, 30 января, 20 февраля и 10 марта. Резали их стандартной длины — с материнских растений 150, с отцовских 100 см. Затем ветки ставили в ведра с водопроводной водой, предварительно отстоявшейся в течение суток. Срез обновляли через каждые три дня и в это же время меняли воду.

Для изучения эффективности влияния импульсного концентрированного солнечного света на репродуктивную сферу тополей и процессы оплодотворения облучения цветочных почек проводили на разных этапах морфогенеза цветка тополей по методике П. П. Бессчетнова (1969).

Первое облучение начинали на стадии археспореальных клеток, при этом преследовали цель — получение неразде-

ленных ядер в майозе и образование диплоидной пыльцы с удвоенным числом хромосом. При опылении такой пыльцой женских цветков не исключена возможность слияния диплоидной пыльцы с гаплоидной яйцеклеткой, что может привести к образованию особей с триплоидным набором хромосом. Как известно, триплоидные формы отличаются повышенной энергией роста.

Второе облучение проводили в период выхода генеративных почек из состояния покоя, когда материнские клетки вступают в фазу редукционного деления; внешним морфологическим признаком этого периода является набухание почек и сдвиг покровных чешуек. Третье — в период разверзания почек и выхода сережек из покровных чешуй, когда пыльники находятся на стадии тетрад; четвертое — облучалась свежесобранная пыльца, предназначенная для опыления на стадии двух ядер; пятое облучение — в период образования зародыша и семядолей; шестое — облучение семян.

Экспозиция облучения сережек — 45 минут, 50 импульсов в 1 минуту, пыльцы — 30 мин. и семян — 30 минут с таким же числом импульсов.

В опыте учитывали: скорость развертывания и распускания почек, морфологическая характеристика пыльцы и ее фертильность, сроки созревания семян, процент их всхожести, вариабельность всходов и гибридных сеянцев, энергию их роста, процент гетерозисных гибридов.

Для сравнения влияния стимулятивной и мутагенной способности ИКСС ставили параллельно опыты по обработке опыленных сережек токами высокой частоты и ИКСС. Дозировка обработки веток токами высокой частоты была 10,3 и 5 сек.

Кроме сережек, облучению подвергали и семена. В качестве контроля брались сережки на тех же ветках, но которые не облучались. Весь цифровой материал обрабатывался методом вариационной статистики (Федоров, 1967).

Результаты исследования

Работы по гибридизации тополей с использованием солнечного света проводились ежегодно строго по плану работы в теплице КазСХИ. Отступлением от графика облучения были пасмурные дни. Согласно плану гибридизации ветки с тополей заготавливали в 1971 году в середине января, а с 1972 года — с первой декады февраля по март включительно. Интервал заготовок веток с цветочными почками составлял 15

дней. Это позволило в течение двух месяцев проводить все работы в 4-кратной повторности. Ветки с женскими цветками заготавливали длиной до двух метров, а с мужскими цветками около 150 см.

Облучение цветочных почек проводили на одной ветке, где отдельные побеги служили контролем.

Сроки заготовки веток и дата облучения цветочных почек по годам приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Сроки заготовки и облучения веток тополей

Сроки заготовки	Сроки облучения				
	1	2	3	4	5
10/II-1972 г.	12/II	22/II	12/III	26/III	10/IV
14/II-1973 г.	14/II	25/II	16/III	24/III	5/IV
20/II-1974 г.	10/II	22/II	10/III	28/III	1/IV
1975 год.	14/II	24/II	11/III	25/III	3/IX

Из таблицы видно, что во все годы исследований сроки заготовки веток и облучения цветочных почек для гибридизации близки. Несовпадение фактических сроков с плановыми объясняется погодными условиями.

Во всех вариантах почки подвергались облучению в первой половине дня — от 11 до 13 часов. Длительность облучения 45 минут, 55 импульсов в 1 минуту. Ветки, предназначенные к облучению, вынимались из ведер с водой, их срез в нижней части обматывали смоченной ватой и завязывали полиэтиленовой пленкой. Только после этого ветки несли к гелеоустановке. Избранные для облучения побеги на ветках этикетировали и помещали в поле солнечного облучения. После облучения ветки вновь ставили в ведра с водой и за ними вели ежедневные фенологические наблюдения.

На второй-третий день после облучения сережки на облученных ветках выходят из покровных чешуй и их рост проходит более интенсивно.

У веток т. белого, поставленных на выгонку после облучения в январе (22.I-71 г. и 24.I-72 г), цветочные почки лопнули через два дня ,а на третий день произошло их полное разверзание. У контрольных почки лопнули, но разверзание не наблюдалось. Через шесть дней после облучения у тополя белого и тополя Бахофени мужские и женские сережки вышли наполовину, а у контрольных только начали выходить из покровных чешуй. Розовая окраска пыльников т. белого так-

же проявляется у облученных на два дня раньше по сравнению с контролем и по цвету она более интенсивная, вылет пыльцы из пыльников у облученных ветвей также наступает на 2—3 дня раньше. Нами замечено, что при облучении, когда в атмосфере имеется «дымка», результаты действия солнечной энергии проявляются по-разному на процессы развития сережек. Так, например, в феврале 1973 и в марте 1975 года облучение проводили и в период атмосферной «дымки». В этом случае сдвиг в отношении прохождения отдельных фаз развития цветочных почек и созревания пыльцы по отношению к контролю сокращается (разница в пределах 1—2 дней по всем фазам развития генеративных почек).

Обнаружено влияние импульсного облучения на варьирование пыльцы по размерам и жизнеспособности. Облучение проводили на стадии археспориальных клеток. Средние показатели взяты по пяти полям зрения.

Таблица 2

Влияние облучения ИКСС на пыльцу тополя Болле, 1974 г.

Варианты опыта	Число пыльцевых зерен, %			Фертильность пыльцы, %
	деформированных	средних	крупных	
Контроль	16,42±1,54	78,38±3,18	5,20±0,12	19,42±1,28
Облученная ИКСС	37,82±2,44	40,18±3,28	21,84±1,38	18,36±0,2

Анализируя таблицу 2, можно убедиться, что после облучения резко возрастает процент деформированных и крупных пыльцевых зерен.

Жизнеспособность пыльцы различий с контролем не имеет (критерий достоверности разности средних ненадежный и равен 0,4).

Аналогичная картина наблюдается по разным годам облучения веток (таблица 3). Однако облученная пыльца по ее дифференциации резко отличается от контрольной; у нее возрос процент крупных и деформированных пыльцевых зерен. В опыте и контроле средний размер нормальной по величине пыльцы равен 27,25±1,62 микрона, крупной 34,2±3,1 микрона.

Отсюда можно предполагать, что после облучения на стадии археспориальных клеток разделение в майозе у некоторых клеток не происходит и образуется диплоидная пыльца (табл. 3).

Таблица 3

Влияние облучения ИКСС на морфологию пыльцы тополя Болле
(облучение на стадии археспориальных клеток)

Варианты опыта	Число пыльцевых зерен, %			Фертильность пыльцы, %
	деформированных	средних	крупных	
Контроль	17,14±0,18	71,58±2,26	10,45±1,23	20,3 ±1,52
Облученная ИКСС	36,16±1,44	39,58+1,25	24,26±0,32	19,54+0,32

У облученной пыльцы фертильность несколько ниже, это можно объяснить увеличением числа деформированных пыльцевых зерен, которые не прорастают на искусственной питательной среде. Однако эта разница также не достоверна (критерий разности средних меньше трех). Отсюда можно заключить, что облучение ИКСС влияет на морфологию пыльцы тополей и ее качественный состав.

Пыльца, облученная на стадии тетрад, имеет иные показатели по сравнению с предыдущими вариантами (табл. 4).

Таблица 4

Влияние облучения ИКСС на качественный состав пыльцы тополя Болле

Варианты опыта	Число пыльцевых зерен, %			Фертильность пыльцы, %
	деформированных	средних	крупных	
Контроль	17,56±2,18	72,34+2,15	10,09±1,42	26,31±2,27
Облучение ИКСС	18,32+1,36	69,72±2,11	11,96±1,28	24,92±2,31

Анализируя таблицу, можно убедиться, что по морфологическим признакам и жизнеспособности облученная пыльца не отличается от контрольной. Имеющаяся незначительная разница по всем показателям находится в пределах точности опыта.

В результате четырехлетних исследований облучения веток тополей, используемых в селекции, можно утверждать,

что импульсный концентрированный солнечный свет влияет не только на ускорение прохождения развития цветков, но и на морфологию и качественный состав пыльцевых зерен.

Для выяснения качественной характеристики пыльцы и влияния ее на семена и всходы поставлен опыт по опылению пыльцой с одной ветки облученной и необлученной женских сережек тополя Бахофени, находящихся также на одной ветке. Пыльца наносилась в большом количестве. Опыление проводили утром, в середине дня и вечером, в течение двух и трех дней.

По всем вариантам опыта получены гибридные семена и всходы. Созревание семян от облученной пыльцы наступало несколько раньше — на 12—13 день после опыления, а у контроля через 14—16 дней.

По морфологическим признакам отличий у семян не наблюдалось. Всхожесть их во всех повторностях опыта (их было 3) и в контроле колебалась от 78,24 до 82,31%. Всходы появлялись через 24—30 часов после посева. Сеянцы, полученные от облученной пыльцы, проходят все фазы развития на 1—2 суток быстрее, чем контрольные. У облученных появление первых настоящих листьев отмечено на десятый день, вторых — на тринадцатый; у необлученных, соответственно, на одиннадцатый и шестнадцатый день. Облучение вызывало фасциирование некоторых органов растений. Отмечены всходы с тремя и четырьмя семядолями и сросшимися гипокотилями.

Среди сеянцев во всех вариантах облучения имеет место значительное варьирование по многим морфологическим признакам: по форме семядолей, листьев, их опушенности, цвету, углу отхождения от центральной оси, величине листовой пластинки, длине междоузлий. Увеличилась вариабильность длины гипокотиля всходов. У контроля коэффициент вариабильности этого признака невелик и равен Cv = 32,64%. Наибольшее варьирование длины гипокотиля было при облучении почек — в начале их разверзывания, в период редукционного деления археспориальных клеток в пыльниках. В этом варианте опыта Cv = 86,34%. В других двух вариантах коэффициенты варьирования были близки и колебались от 68,17% до 74,28%.

Некоторые сеянцы имеют величину листовой пластинки в 2—2,5 раза больше средней, у других, наоборот, очень мелкие листья, что часто сопровождается слабым ростом сеянца.

Разнообразие гибридных сеянцев, полученных от опыления облученной пыльцой с применением светоимпульсного

концентрированного солнечного света, представляет широкую возможность для отбора особей с нужными признаками.

Аналогичная картина наблюдается и в опытах по опылению облученной пыльцой облученных сережек женских цветков тополя Бахофени. Следует отметить, что в этом случае несколько снижается процент всхожести семян, который равен 74,22±2,45%. Но эта разница не существенна и заключена в пределах точности опыта. Однако, в 1974 году от такого опыления было отобрано 12 перспективных гетерозисных гибридов, тогда как от опыления только облученной пыльцой необлученных сережек — всего два сеянца. Это не говорит о том, что какой-то из указанных вариантов лучше применять в селекции тополей. Однако есть предположение, что от обоюдного облучения возникает больше шансов получить полиплоидные особи и сеянцы с признаками гетерозиса.

Рост гибридных сеянцев, полученных с использованием светоимпульсного облучения, и контроль без облучения, также имеет различия.

Облученные сеянцы быстрее проходят фазы образования междоузлий и листа, в результате чего за вегетационный период образуют на 2—3 междоузлия больше. Это все сказывается и на высоте сеянцев. Данные по росту однолетних гибридных сеянцев тополя, полученных от скрещивания тополя Бахофени и тополя Болле, приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Сравнительная характеристика роста гибридных сеянцев тополей

Гибриды	Число междоузлий	Высота сеянцев, см		
		средняя	максим.	минимал.
Контроль без облучения	9,32±0,32	65,12±1,03	74	23
Облучение	11,71±0,24	80,92±1,42	102	15

Данные таблицы 5 убеждают, что даже по средним высотам в гибридных семьях имеется существенная разница. Критерий достоверности разницы средних высот больше 15. Суммарное увеличение высот облученных сеянцев произошло за счет большого количества междоузлий. Эта разница в приросте по сравнению с контролем на второй год становится незаметной, но наблюдается дифференциация внутри семей сеянцев по высоте (табл. 6).

Таблица 6

Показатели роста гибридных сеянцев тополей

Гибриды	Кол-во междоузлий	Высота сеянцев	Высота группы, %%		
			низкие	средние	высокие
Контроль	9,76±0,41	129,48±4,62	18,24	73,41	8,35
Облучение	10.84±1,22	162,32±3,58	24,68	58,08	17,21

Из таблицы 6 видно, что по количеству междоузлий имеется разница, но она не так существенна как в первый год роста гибридных сеянцев. Такое же явление наблюдается и по средней высоте гибридных сеянцев. Если в первый год роста критерий достоверности разности средних равнялся 15, то на втором году — уже 4. На втором году жизни у сеянцев четко прослеживается дифференциация их по высотным группам. У облученных сеянцев особей высотой от 170 до 192 см было 17,24%, а в контроле — 8,35%. Это также подтверждает действие импульсного концентрированного солнечного света на увеличение выхода гетерозисных сеянцев при селекции тополей почти на 9%.

Следует отметить, что облученные сеянцы к концу вегетации полностью заканчивают формирование верхушечной почки роста, у контрольных же 54,25% сеянцев не сформировали верхушечной почки. В результате зимой 1974—1975 гг. несформированные почки подмерзли и центральный побег развивался из боковых почек. Это приводит к искривлению ствола и снижению селекционной ценности гибрида.

Выводы

1. Облучение ускоряет прохождение почти всех этапов органообразования цветка в среднем на 1—3 дня, что позволяет сократить сроки выгонки цветочных почек на срезанных ветках в условиях закрытого помещения-теплицы.

2. Светоимпульсное облучение пыльцы на стадии археспориальных клеток резко увеличивает число крупных пыльцевых зерен. При опылении такой пыльцы наблюдается большое варьирование морфологических признаков гибридных сеянцев, что позволяет успешнее проводить отбор особей по интересующим хозяйственно-ценным признакам. Облучение генеративных почек на других этапах морфогенеза спо-

собствует получению гетерозисных сеянцев, что подтверждается повышением процента быстрорастущих особей.

3. Гибридные сеянцы, полученные в результате светоимпульсного облучения при гибридизации тополей, заканчивают образование очередных листьев на 2—3 дня раньше, в результате чего к концу вегетации они на 7,5—8% выше. Это преимущество в росте на втором году жизни сеянцев снижается и на третьем почти не обнаруживается.

4. Светоимпульсное облучение репродуктивных органов тополей повышает не только эффективность гибридизации, но и выступает как стимулятивный фактор, ускоряя рост гибридных особей в первые 2 года.

В. И. Корщиков

О МЕХАНИЗМЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ ПШЕНИЦЫ

УДК 632.451:633.11

На кафедре биофизики Казахского государственного университета в течение двух лет ведутся работы по использованию оптической энергии в борьбе с грибными заболеваниями. В частности, разработаны способы борьбы с возбудителем твердой головни пшеницы. В этом способе в качестве фунгицидного начала используется фотодинамическое действие малахитового зеленого в сопряжении с оптической энергией монохроматического красного света (МКС), генерируемой гелий-неоновым лазером или специальной установкой. Эффективность способа испытана в лабораторных и полевых условиях (Корщиков, Илюхин, 1974; Корщиков Илюхин, 1975). Результаты испытаний показали, что предлагаемый способ вполне удовлетворяет запросы производства, и при дальнейшей разработке может найти широкое применение в народном хозяйстве. В связи с этим на кафедре ведутся работы по изучению механизма инактивации жизнедеятельности возбудителя заболеваний под действием малахитового зеленого и оптической энергии МКС.

В настоящее время под фотодинамическим действием понимается необратимое окисление биологических тканей под действием световой энергии в присутствии сенсибилизирующего красителя и кислорода (Теренин, 1967; Конев, Волотовский, 1971). Однако считается, что конечным акцептором электронов или атомов водорода может быть не только кислород, но и другие соединения, обладающие сильными восстановительными свойствами. Если такие соединения присутствуют непосредственно в тканях, подвергнутых фотодинамическому действию, то фотоокисление возможно и в бескислородной среде (Смитт, Хенеуолт, 1972). Что касается непосредственно механизма фотодинамического окисления, то нужно сказать, что он сложен, многозначен и еще далеко не изучен.

На кафедре биофизики изучаются оптические свойства малахитового зеленого под действием МКС, в частности, явления полифотонной флюоресценции на специально разработанной для этой цели установке на базе гелий-неонового лазера ЛГ-75 (Инюшин и др., 1974). В процессе эксперимента установлено, что водные растворы красителя в концентрациях 0,1; 0,01 и 0,001% при облучении их лазерным светом $\lambda = 6328$ А переизлучений в УФ-области не дают. Те же растворы, сорбированные на клетчатке (фильтровальной бумаге) дают сильное переизлучение. Максимум переизлучения в УФ-диапазоне при действии на краситель МКС приходится на 0,01% концентрации. При исследовании полифотонного переизлучения на хламидоспорах возбудителя твердой головни установлено, что неокрашенные хламидоспоры переизлучения в УФ не дают независимо от среды, в которой они испытывались (вода, фильтровальная бумага, предметное кварцевое стекло). При исследовании окрашенных хламидоспор установлено, что ткани спор сильно гасят полифотонную флюоресценцию сорбированного красителя.

В ранее опубликованных работах (см. выше) сообщалось, что максимальное подавление всхожести хламидоспор возбудителя при окрашивании их полусухим способом наблюдается при концентрациях раствора красителя 0,1% и мощности светового потока МКС $E > 04$ мвт/см^2 с экспозицией 2,5—7 секунд. А путем микроскопирования выявлено, что наблюдается два типа инактивации всхожести хламидоспор: к первому относятся споры, в которых сохранены все видимые прижизненные структуры, но прорастают они со значительным опозданием или вообще не прорастают; ко второму от-

носятся споры с явным нарушением прижизненных структур.

На основании экспериментальных данных предложены следующие возможные механизмы инактивации всхожести хламидоспор твердой головни пшеницы.

1. При окрашивании хламидоспор водным раствором окисленной формы малахитового зеленого с последующей подсветкой МКС, молекулы красителя восстанавливаются, связывая делокализованные электроны тканей споры, что приводит к дефициту электронного баланса споры (Инюшин и др., 1969) и значительному снижению запаса свободной энергии в тканях споры (Бауэр, 1935), что в конечном счете приводит к частичному или полному подавлению ферментативной активности споры, и она, несмотря на отсутствие видимых повреждений не прорастает.

2. При облучении окрашенных ламидоспор слабым потоком МКС $E < 0{,}4$ мвт/см^2, происходит дегидрирование тканей споры красителем с последующим переносом водорода на кислород или другой акцептор.

3. При облучении окрашенных хламидоспор мощным потоком МКС $E > 0{,}4$ мвт/см^2 в тканях последних развивается следующий процесс: полифотонно-возбужденная молекула красителя, образуя комплекс с молекулами ткани, передает им кванты УФ-излучения, что приводит к активации или радиолизу молекул ткани. Активированные молекулы и радикалы окисляются кислородом или другими акцепторами.

Н. И. Мансуров, К. Партоев

ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ ХЛОПЧАТНИКА ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ ОБЛУЧЕННОЙ ИКСС ПЫЛЬЦОЙ

УДК 523.72:633.51

В последнее время в нашей стране все шире изучается действие света на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Благодаря усилиям ученых и специалистов, во главе с профессором А. А. Шаховым фотоэнергетика растений за короткое время превратилась в силу, способную дать рекомендации для повышения урожайности многочисленных

Таблица 1

Влияние обработки пыльцы хлопчатника на изменение высоты закладки первой плодовой ветви и продолжительность начала цветения

Гибридные комбинации	Полное цветение (100%)						Высота закладки 1-го симподия			
	количество учетных растений	продолжительность облучения ИКСС мин.	число дней от посева	отклонение			средняя высота закладки 1-го симподия	отклонение		
				от P_1	от P_2	от контроля		от P_1	от P_2	от контроля
Термез-7×С-8255	50	0	85	— 7	— 8	—	4,07	—1,93	—0,78	—
»	60	1	79	—13	— 9	—6	4,27	—1,73	—0,58	+0,20
»	24	2	92	+ 0	+ 4	+7	4,0	—2,0	—0,85	—0,07
Гис-5015×С-8255	53	0	83	— 7	— 7	—	5,16	—1,14	—0,07	—
»	54	1	83	— 7	— 7	±0	5,06	—1,24	—0,17	—0,10
»	50	2	85	— 5	— 5	+2	5,06	—1,24	—0,17	—0,10
С-8255×С-8255	12	0	82	—11	—11	—	4,9	—0,55	—0,55	—
»	33	1	88	— 5	— 5	+6	4,85	—0,60	—0,60	—0,05
»	16	2	86	— 7	— 7	+4	4,66	—0,79	—0,79	—0,24
Ташкент-3×Ташкент-3	32	0	89	— 4	— 4	—	5,0	—2,0	—2,0	—
»	45	1	88	— 5	— 5	—1	5,45	—1,55	—1,55	+0,45
»	51	2	89	— 4	— 4	±0	5,55	—1,45	—1,45	+0,55

культур, улучшения качества урожая и индуцирования полезных мутаций.

Мы свои исследования направили на изучение влияния облучения пыльцы хлопчатника импульсами концентрированного солнечного света на появление хозяйственно-полезных мутантов при внутрисортовом скрещивании, внутривидовой и межвидовой гибридизациях.

В этом сообщении приводятся данные, характеризующие поведение гибридов первого поколения хлопчатника, полученных в 1974 г. в результате скрещивания пыльцой, получившей различные дозы ИКСС.

В качестве исходной формы были взяты средневолокнистые (Goss. hirsutus Lin.) сорта хлопчатника, С-8255 (крупнокоробочный, с предельным типом ветвления, урожайный, с высоким выходом и длиной волокна V типа, но слабоустойчивый к вертициллозному вилту); Таштент-3 (высокоустойчивый к вертициллозному вилту, среднеспелый, высокоурожайный с V — типом волокна, имеющий слабую крепость волокна, которое при отделении из семени отрывается с кожурой, что увеличивает пороки при прядении) и сорт ГИС-5015 крупнокоробочный с волокном IV — типа.

Из тонковолокнистых сортов (Goss. barbadense Lin.) был взят сорт Термез-7, отличающийся интенсивным плодоношением и волокном, относящимся к II — промышленному типу.

Облучение пыльцы проводили концентратором системы Ф. Х. Набиуллина с 10 до 12 час утра. Экспозиция облучения была 1 и 2 мин. при концентрированности солнечного света в 210^x и мощности дозы ИКСС равной 252 кал/см^{2}мин.

Число импульсов было соответственно экспозиции 144 и 288, плотность энергии ИКСС — 20,6 кал/см^2 и 41,2 кал/см^2. Облученной пыльцой проводили опыление кастрированных с вечера материнских цветков. Наряду с этими были проведены контрольные скрещивания необлученной пыльцой.

В 1975 году семена из 30 опытных и контрольных коробочек были высеяны в биологическом питомнике F_1. В течение вегетации были проведены фенологические наблюдения.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что обработка пыльцы хлопчатника ИКСС до опыления, разнообразно влияет на рост и развитие гибридов первого поколения (F_1) и зависит от вида скрещивания и от геннома участвующего сорта в процессе гибридизации.

Таблица 2

Влияние обработки пыльцы хлопчатника ИКСС на высоту главного стебля и число плодовых ветвей на 1 августа

Гибридные комбинации	Кол-во учетных растен.	Продолжит. облучения ИКСС мин	Высота главного стебля				Число симподий			
			в см	отклонение		от контроля	в шт.	отклонение		от контроля
				от P_1	от P_2			от P_1	от P_2	
Термез-7×С-8255	40	0	55,07	+15,02	+2,22	—	11.0	+2,8	+2,08	—
»	40	1	58,85	+18,80	+6,0	+3.78	11.55	+3,35	+2,63	+0,55
»	20	2	50,95	+10,90	—1,90	—4,12	11,70	+3,5	+2,78	+0,70
Гис-5015×С-8255	30	0	64,93	+ 8,47	+8,03	—	12.13	+2,4	+0,87	—
»	30	1	60,5	+ 4,04	+3,60	—4,33	11.46	+1,73	+0,20	—0,67
»	30	2	55,93	— 0,53	—0,97	—9,0	10.73	+1,0	—0,53	—1,40
С-8255×С-8255	10	0	53,9	+ 2,35	+2,35	—	10,9	+0,2	+0,2	—
»	20	1	53,0	+ 1,45	+1,45	—0,9	11.11	+0,41	+0,41	+0,21
»	12	2	53,41	+ 1,86	+1,86	—0,49	12,08	+2,38	+2,38	+1,18
Ташкент-3×Ташкент-3	20	0	48,95	+ 2,85	+2,85	—	9,5	+1,1	+1,1	—
»	20	1	53,7	+ 7,6	+7,6	+4,75	9,6	+1,2	+1,2	+0,1
»	20	2	55,15	+ 9,05	+9,05	+6,20	10,5	+2,1	+2,1	+1,0

При межвидовой гибридизации такая обработка пыльцы в течение 1 минуты ускоряет цветение по сравнению с родителями и контролем, усиливая эффект гетерозиса.

Наоборот, 2-минутная обработка вызывает задержку цветения по сравнению со скороспелым родителем и контролем на 4 и 7 дней.

При внутривидовом скрещивании двухминутное облучение вызывает незначительную задержку в цветении по сравнению с контрольным гибридом, а одноминутное облучение не оказывает влияния.

При внутрисортовом скрещивании облучение пыльцы отцовской формы у сорта С-8255 приводит к задержке цветения, а на сорт Ташкент-3 не оказывает влияния.

Высота закладки первой плодовой ветви является признаком, тесно связанным с дозами цветения и созревания. Чем ниже узел закладки первого симподия, тем выше скороспелость.

В этой связи гибриды, полученные от облученной пыльцы в целом имеют тенденцию закладывать плодовую ветвь ниже, чем обычные гибриды, но не во всех случаях скрешивания сказывается генотип сорта и тип гибридизации. При межвидовом и внутривидовом скрещиваниях намечается положительная, а при внутрисортовом у сорта С-8255 положительная, а у сорта Ташкент-3 отрицательная тенденция к сокращению числа узлов под первой симподией.

Влияние обработки пыльцы на изменение таких количественных признаков вегетативного характера, как высота главного стебля и количество плодовых ветвей видно из данных табл. 2. Облучение пыльцы в течение одной минуты привело к появлению гибридов при межвидовой гибридизации, существенно превышающих контрольные гибриды по росту главного стебля и числу симподиев, а двухминутное облучение, ингибируя рост стебля, еще более стимулировало появление симподиев за счет ускорения процессов развития и укорочения междоузлиев.

При внутривидовой гибридизации наблюдается картина, когда увеличение экспозиции облучения с 1 до 2 минут приводит к ингибированию как роста главного стебля, так и числа симподиев.

Стимулирующий эффект от облучения ИКСС виден при внутрисортовых скрешиваниях облученной пыльцой отцовской формы у сорта Ташкент-3. Здесь увеличение времени

Таблица 3

Влияние облучения пыльцы хлопчатника ИКСС на количество плодоэлементов на 1 августа

Гибридные комбинации	Кол-во учетных растений	Продолжит. облучения ИКСС мин	Общее количество плодоэлементов				Количество коробочек			
			шт.	отклонение			шт.	отклонение		
				от P_1	от P_2	от контроля		от P_1	от P_2	от контроля
Термез-7×С-8255	40	0	17,83	+2,83	+0,78	—	8,53	+4,08	+3,58	—
•	40	1	22,28	+7,28	+5,23	+4,45	8,53	+4,13	+3,63	+0,05
•	20	2	21,55	+6,55	+4,50	+3,72	8,6	+4,15	+3,65	+0,07
Гис-5015×С-8255	30	0	22,63	+4,33	+6,07	—	7,16	+1,86	+2,10	—
•	30	1	21,9	+3,6	+5,34	—0,73	6,76	+1,46	+1,70	—0,40
•	30	2	19,46	+1,16	+0,90	—3,17	5,86	+0,56	+0,80	—1,30
С-8255×С-8255	10	0	23,9	+6,65	+6,65	—	9,1	+4,35	+4,35	—
•	20	1	18,95	+2,70	+2,70	—4,95	6,35	+1,6	+1,6	—2,75
•	12	2	25,91	+8,66	+8,66	+2,01	9,08	+4,33	+4,33	—0,02
Ташкент-3×Ташкент-3	20	0	17,55	+3,10	+3,10	—	5,75	+1,50	+1,50	—
•	20	1	15,75	+1,10	+1,10	—1,80	6,25	+2,0	+2,0	+0,50
•	20	2	18,45	+3,80	+3,80	+0,90	6,95	+2,70	+2,70	+1,20

облучения привело к увеличению положительной разницы в росте главного стебля и числа симподиев на них.

Анализ количественных признаков репродуктивного характера (табл. 3) показывает, что облучение пыльцы отцовских форм ИКСС перед опылением положительно влияет на общее число плодоэлементов при межвидовой гибридизации при равном накоплении коробочек с контрольными гибридами. При межсортовых скрещиваниях средневолокнистого хлопчатника наблюдается значительное отрицательное влияние облучения при увеличении экспозиции, а при внутрисортовых скрещиваниях результативность облучения зависит от избранного сорта.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что характер изменчивости признаков у хлопчатника зависит от продолжительности облучения и типа гибридизации. Наибольший эффект наблюдается при межвидовой гибридизации, когда облученная пыльца средневолокнистого хлопчатника наносится на кастрированный цветок тонковолокнистого хлопчатника.

Краткое сообщение

С. А. Азимов, Р. Х. Рахимов

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ НА ЛИПАЗЫ ХЛОПЧАТНИКА

УДК 577.152.3.

Облучение семян растений импульсным концентрированным солнечным светом (ИКСС) вызывает ускорение прорастания и повышение урожайности (Шахов, Кахаров, 1972). Уровень активности некоторых гидролитических ферментов семян при прорастании может быть мерой скорости роста растений (Хавкин, 1969). Показано, что в случае семян масличных, в том числе и хлопчатника, в качестве такого фермента могут выступать липазы.

В настоящей работе, для оценки эффекта облучения ИКСС, мы исследовали липолитические ферменты семян

хлопчатника и установили корреляцию между действием ИКСС и липазной активности.

Липазную активность измеряли титрометрическим методом (Рахимов, Джанбаева, Юлдашев, 1970), используя в качестве субстрата хлопковое масло. Концентрация субстрата при измерении активности была 2 мг/мл, концентрация фермента 0,033 мг/мл, pH 8,8, температура 25°С. В качестве источника фермента использовали ацетоновый порошок полученный как описано в работе (Рахимов, Юлдашев, 1970). Семена проращивали при 25°С на влажном, промытом дистиллированной водой песке. Облучение семян ИКСС проводили при концентрированности 44 светоимпульсным облучением длительностью 5 минут. Условия проращивания облученных и контрольных семян были такими же, как описано в работе (Рахимов, Юлдашев, 1970).

Таблица 1

Влияние ИКСС и условий проращивания на активность липазы хлопчатника, ммк молей (мин) мг

Условия проращивания	Вариант опыта	Дни прорастания							
		1	2	3	4	5	6	7	8
На свету	Контроль — без облучения	6	8	17	25	24	18	13	9
	Облучение ИКСС	10	24	38	34	9	6	5	5
В темноте	Контроль — без облучения	8	13	31	32	20	11	8	7
	Облучение ИКСС	15	46	44	7	3	2	1	1

В таблице 1 представлены данные изменения липазной активности при проращивании семян хлопчатника. Липазная активность необлученных ИКСС семян, выращенных на свету, вначале уменьшается (1-й день прорастания), а затем быстро растет, достигая максимального значения на 4—5 день. При проращивании тех же семян в темноте липазная активность достигает своего максимального значения уже на 3—4 день, причем, значение максимума липазной активности выше.

Облучение семян хлопчатника ИКСС приводит к резкому увеличению максимума липазной активности. Липазная активность, кроме того, достигает своей максимальной величины не на 4—5 день, а на 2—3 день от начала проращивания по сравнению с контролем. Высокий уровень липазной ак-

тивности означает увеличение интенсивности гидролиза запасных липидов семян, а следовательно, и интенсивности их энергоснабжения.

Выигрыш в 2 дня для обеспечения максимальной липазной активности облученных ИКСС и проращиваемых семян при дальнейшем развитии растения при оптимальных условиях может привести к скороспелости и увеличению урожайности.

Увеличение липазной активности достигается у облученных ИКСС семян независимо от условий проращивания (в темноте или на свету). Это означает, что полученная нами корреляция является объективной мерой для оценки состояния биохимических процессов при действии ИКСС.

Таким образом, исследование ферментативной активности (в данном конкретном случае липазной) позволяет количественно изучать процессы, связанные с влиянием облучения ИКСС на состояние семян хлопчатника или других растений.

ЛИТЕРАТУРА

Агакий П. Г., Сукач К. И. Влияние предпосевного облучения семян на продуктивность сахарной свеклы. В кн. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по использованию радиационной техники в сельском хозяйстве. т. I, Кишинев, 1972.

Алманиязов А. А., Калиев А., Шахов А. А. Формообразование у яровых пшениц, вызванное светоимпульсным облучением семян и растений. Доклады I Всесоюзной научно-технической конференции по возобновляемым источникам энергии. Выпуск 3, «Энергия», М., 1972.

Андреева Т. Ф. Количественное определение свободных и связанных аминокислот в растительных тканях. В сб. Биохимические методы в физиологии растений. Изд-во «Наука», 1971.

Андронов И. Г. Светоимпульсная стимуляция корнеобразования у садовых растений. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Андронов И. Г. Использование гидрогелиотеплиц для зеленого черенкования садовых растений. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, г. Алма-Ата, 1974.

Артамонов В. И. Особенности физиологического действия гиббереллина и рибофлавина при их раздельном и совместном действии. Автореф. канд. диссерт., М., 1967.

Артамонов В. И. Влияние гиббереллина и рибофлавина на некоторые стороны энергетического обмена растений. Физиол. раст., 14, № 4, 1967.

Бабушкин Л. Н., Шахов А. А. О фотоимпульсной стимуляции энергетических процессов и урожайности у растений. В сб. Светоимпульсное облучение растений, Изд-во «Наука», М., 1967.

Бакуменко Н. И. Изменение дыхательного метаболизма у проростков пшеницы под действием заморозка. Физиол. раст., 21, № 1, 1974.

Балаур Л. И. Фотоиндуцированное образование новых высокопродуктивных и скороспелых форм линейной кукурузы. Доклады I Всесоюзной научно-технической конференции по возобновляемым источникам энергии, вып. 3, «Энергия», М., 1972.

Балаур Н. С., Шахов А. А. Влияние инфракрасного излучения

на формирование мембранной системы хлоропластов кукурузы. В кн. Хлоропласты и митохондрии. Изд-во «Наука», М., 1969.

Бессчетнов П. П., Атаханова С. А. Влияние светоимпульсного облучения на процесс оплодотворения при гибридизации тополей. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Бидзиля Н. И., Шалёпа С. В., Оканенко А. С. Свободнорадикальные состояния и оптические характеристики клубочков сахарной свеклы. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Бидзиля Н. И., Шахов А. А. Импульсное фотоиндуцированное образование свободных радикалов в листьях и семенах. В сб. Светоимпульсное облучение растений. Изд-во «Наука», М., 1967, 35.

Блюменфельд Л. А. Предисловие к русскому изданию. В сб. Свободные радикалы в биологических системах, ИЛ, М., 1963.

Боннер У. Биохимия растений. М., «Мир», 1968..

Бордукова М. В. Ризоктониоз и белая ножка на картофеле. Ж. «Картофель и овощи», № 4, 1970.

Бубенцов С. Т. Болезни картофеля. Изд-во «Кайнар», Алма-Ата, 1967.

Быргэу Ф. М., Горя В. С. Действие ИКСС на растения озимой пшеницы и сои для получения исходного селекционного материала. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Варакина Н. Н., Хавкин Э. Е. Влияние ингибиторов транспорта электронов на дыхание зон роста корня кукурузы. Физиология растений, 21 № 2, 1974.

Викторов А. Е., Нечаев Л. А., Чернокнижная Л. Н. Перспективы использования солнечной энергии в народном хозяйстве Казахстана. Алма-Ата, 1974.

Воловик А. С., Попкова К. В. Рекомендации по борьбе с основными болезнями картофеля. МСХ РСФСР, НИИКХ. Россельхозиздат. М., 1968.

Вятлева Т. И. Влияние предпосевного облучения семян томатов концентрированным светом на продуктивность растений. Автореф. канд. диссерт. М., 1971.

Вятлева Т. И. Влияние предпосевного облучения семян концентрированным светом на урожайность томатов в Подмосковье. В сб.: Доклады I Всесоюзной научно-технической конференции по возобновляемым источникам энергии, вып. 3, Фотоэнергетика растений, М., 1972.

Генкель П. А., Кушниренко С. В. Влияние цианида на дыхание листьев растений фасоли, предпосевно закаленных к засухе. Физиол. раст., 18, № 5, 1971.

Геринг Х. О смене ферментативных систем при прорастании семян кукурузы. Морфогенез растений. Моск. ун-т, 1, 1961.

Горя В. С., Быргэу Ф. М. О селекции полевых культур на фотоэнергетической основе. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 3, Кишинев «Штиинца», 1975.

Грибанов Л. Н., Прохоров А. И., Сурко М. В. Влияние солнечного света на всхожесть семян сосны и линейные размеры сеянцев. В сб.: Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Грин Д., Гольдбергер Р. Молекулярные аспекты жизни «Мир», 1968.

Грищенко В. Ф., Федорова Н. Н. К изучению свободнорадикального механизма действия света на нефотосинтезирующие органы растения. Фотоэнергетика растений, вып. 3, «Энергия», М., 1972.

Гуляев Б. И., Казаков Е. А., Оканенко А. С. Гелиотехнические установки для облучения семян, пыльцы и цветков растений импульсным концентрированным солнечным светом. Ж. Физиология и биохимия культурных растений, 5, вып. 5, 1973.

Дорохов Г. П., Фирсов В. Ф. Предпосадочная электрообработка клубней в борьбе с ризоктониозом картофеля. «Вестник с.-х. науки Казахстана», № 5, Алма-Ата, 1973.

Дорохов Г. П. Физиологическое значение электрического поля высокого напряжения (постоянного тока) на клубни картофеля, как фактора повышения урожайности. Авт. канд. диссертация. М., 1974.

Джеймс В. Дыхание растений. Изд-во Ин. Лит., М., 1956.

Джонс Е. В. Гистоны и регуляция генов. В сб.: Клеточное ядро. Изд-во «Наука», 1972.

Евстигнеев В. Б. Биологическое использование солнечной энергии. Гелиотехника, № 1, 1970.

Жигулев В. И. Влияние концентрированного солнечного света на рост, развитие и урожай сои. Сб. Светоимпульсное облучение растений. Изд-во «Наука», 1967.

Жукова П. С. Влияние физиологически активных веществ на рост, развитие и продуктивность овощных культур. Сб. Стимуляция растений», София, 1969.

Зайцева М. Г. Дыхание растений в связи с особенностями почв Крайнего Севера. Пробл. совр. ботан. М.-Л., «Наука», 2, 1965.

Зайцева М. Г. Дыхание и минеральное питание растений. Физиол. раст., 12, вып. 5, 1965.

Запрометов М. Н. Образование и функции фенольных соединений в высших растениях. Журнал общей биологии. т. XXXI, № 2, 1970.

Землянухин А. А. Чеботарев Л. Н. Действие видимого света на метаболизм этиолированных растений. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Землянухин А. А., Чеботарев Л. Н. О фотоиндуцированном изменении энергетических процессов в растениях при отсутствии

фотосинтеза. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Зенченко В. А. Активность цитохромоксидазы и пероксидазы в зародышах у семян северного происхождения. Физиол. раст., 11, № 2, 1964.

Зенченко В. А. Окислительные процессы у семян северного происхождения. Автореф. канд. диссерт., М., 1964.

Зенченко В. А. Дыхание проростков из семян зерновых культур, репродуцированных на Крайнем Севере. Сб.: Физиологические вопросы северного растениеводства. Изд-во «Наука», М., 1965.

Зенченко В. А. Полярографическое исследование влияния светоимпульсного облучения семян гороха на митохондриальное дыхание ростков. В кн.: Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Зенченко В. А., Станко С. А. Влияние импульсного концентрированного электрического света на дыхание митохондрий, сопряженное с фосфорилированием. В сб. Хлоропласты и митохондрии. Изд-во «Наука», М., 1969.

Зенченко В. А., Станко С. А. Окислительное фосфорилирование у митохондрии ростков гороха после облучения семян импульсным солнечным светом высокой концентрации. В сб.: Хлоропласты и митохондрий «Наука», М., 1969.

Зенченко В. А., Шайдуров В. С. Физиологические изменения у южного ячменя при выращивании на Крайнем Севере. Труды по прикл. бот., ген. и сем., 48, № 2, 1972.

Зенченко В. А., Шахов А. А. Флавины как фоторецепторы и их роль в фотоэнергетических процессах. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Зенченко В. А., Шахов А. А. Влияние светоимпульсного облучения и рибофлавина на дыхание митохондрий и содержание пигментов у проростков гороха. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Зенченко В. А. Шахов А. А. Влияние светоимпульсного облучения и рибофлавина на дыхание митохондрий и содержание пигментов у проростков гороха. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растения. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Ибрагимов М. Х. Содержание аскорбиновой кислоты и активность аскорбиноксидазы в незрелых плодах некоторых растений. Узбек. биол. ж. 17, № 2, 1973.

Инюшин В. М., Беклемишев И. Б. и др. Об эффекте излучения ультрафиолета живыми тканями при взаимодействии с красным светом. В сб.: Психическая саморегуляция, Алма-Ата, 1974.

Казенас Л. Д. Болезни сельскохозяйственных растений Казахстана. Алма-Ата, 1974.

Канивец В. И., Петрушина М. П., Зоря В. Т. Оканенко А. С., Бидзиля Н. Н., Балашов А. Н., Дверняков В. С. Действие импульсного искусственного и солнечного концентрированного света на прорастание семян и хромосомные перестройки у сахарной свеклы. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Каплина Г. Т., Лахин А. С. Влияние облучения клубней концентрированным солнечным светом на рост и урожайность картофеля в горах. В сб.: Светоимпульсное облучение растений. Изд-во «Наука», М., 1967.

Каплина Г. Т., Юсупов М. З. Опыты, заслуживающие внимания. В журн. «Картофель и овощи», № 10, 1964.

Каплина Г. Т., Юсупов М. З., Бойко Н. Т. Светоимпульсное облучение семян огурцов и томатов в Казахстане. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом. Изд-во «Колос», М., 1972.

Кахаров М. К., Ибрагимов С. М., Байбутаев К. Б. Параболоцилиндрический концентратор и результаты облучения семян сельскохозяйственных культур. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом. М., 1972.

Ключарева М. В., Немцов Г. Д., Шахов А. А. Изменение хромосомного набора у томатов после оплодотворения пыльцой, облученной солнечным и лазерным светом. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Кишинев, 1974.

Колесников П. А., Именова С. В. Действие света и гликолата на гликолатоксидазную в растениях. АН СССР, том 109, 152, 1956.

Комиссаров Д. А. Применение ростовых веществ при вегетативном размножении древесных растений черенками. Л., ЦНИИЛХ, 1946.

Конарев В. Г. Молекулярная биология и некоторые проблемы растениеводства. Вестн. с.-х. науки, № 2, 1972.

Конарев В. Г. Принцип белковых маркеров в геномном анализе и сортовой идентификации пшеницы. Тр. по прикл. бот., ген. и селек., 19, вып. 3, 1973.

Конарев В. Г. Принцип белковых маркеров в генетическом анализе исходного селекционного материала. Физиология растений в помощь селекции. Изд-во «Наука», М., 1974.

Конев С. В. Индуцируемые светом структурные перестройки мембран как возможные механизмы регулирования жизненных процессов. В сб.: Фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. Изд-во «Наука», М., 1975.

Конев С. В., Волотовский И. Д. Введение в молекулярную фотобиологию. Минск, 1971.

Корщиков В. И., Илюхин Г. П. Фотодинамический эффект в борьбе с твердой головней пшеницы. ж. Биологические науки КазГУ, Алма-Ата, 1975.

Корщиков В. И., Илюхин Г. П. Монохроматический красный свет в борьбе с грибными болезнями растений. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Кособоков Г. И., Вятлева Т. И. Урожайность томатов и экономическая эффективность их выращивания после облучения семян концентрированным светом в Подмосковье. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом, под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос», М., 1972.

Кособоков Г. И., Станко С. А., Вятлева Т. И., Субботин А. А. Последействие светоимпульсной обработки семян на развитие и продуктивность овощных растений. В сб. Светоимпульсное облучение растений. Изд-во «Наука». М., 1967.

Коцур Н. В., Гуляев Б. И., Мануильский В. Д., Оканенко А. С. О влиянии светоимпульсного облучения пыльцы на фотосинтез и дыхание листьев кукурузы первого поколения. В сб.: Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Коцур Н. В., Лебедик А. И., Оканенко А. С., Шахов А. А. Светоимпульсная стимуляция сахаристости и урожая корнеплодов сахарной свеклы . Фотоэнергетика растений, вып. 3. «Энергия» М., 1972.

Кузнецов Е. Д., Шахов А. А. О низкоэнергетической фотостимуляции биосинтеза белка у растений. Электронная обработка материалов, № 4, 1974.

Кузнецов Е. Д., Шахов А. А. Регуляторное действие света на генетический аппарат растений. В сб.: «Проблемы фотоэнергетики растений». Кишинев, Изд-во «Штиинца», 1974.

Кузнецов Е. Д., Шахов А. А. Изменение гистонов при участии фитохрома. Тезисы докл. XII Международн. бот. Конгресса Л., т. II, 1975.

Кушниренко С. В. Влияние цианида на интенсивность дыхания листьев фасоли после повреждения атмосферной засухой. Физиол. раст. 17, № 6, 1970.

Лахин А. С. Биология цветения, плодоношения и приемы повышения продуктивности картофеля в горных условиях Алма-Атинской области. Автореф. канд. диссерт. Алма-Ата, 1969.

Лахин А. С. Действие лазерного света на рост, развитие и продуктивность чеснока. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Лебедев. А. Формы, устойчивые к ризоктониозу. Ж. «Картофель и овощи», № 3, 1969.

Лобанов П. П. Основные проблемы подъема сельского хозяйства и его интенсификация в нечерноземной зоне СССР (Доклад на сессии ВАСХНИЛ 16—18 ноября 1965), 1965.

Логинова Л. Н. Особенности дыхания и окислительных систем полупогруженных растений. Автореф. канд. диссерт., М., 1964.

Логинова Л. Н., Власов Ю. И., Антонова О. Г. Окислительные процессы в тканях растений бобов, зараженных вирусом мозаики гороха и желтухи. Физиол. раст., 15, № 2, 1968.

Логинова Л. Н., Рубин Б. А., Богданова Н. Е., Волокитина М. В., Маковейчук А. Ю. О роли внемитохондриальных систем окисления в детоксикации чужеродных соединений. XII Intern. Bot. Congr., Abstr., 11, Sect. 11, 1975.

Лопухина Г. П. Болезни помидоров. Алма-Ата, 1966.

Мананков М. Е. Повышение семянной продуктивности огурца с помощью ИКСС в Казахстане. В сб. Доклады первой Всесоюзной научно-технической конференции по возобновляемым источникам энергии, вып. 3, Фотоэнергетика растений. Изд-во «Энергия», М., 1972.

Мананков М. Е. Влияние ИКСС и гамма-облучения на семенную продуктивность огурца. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Мацюк Л. С., Гринберг И. П. Влияние стимуляторов роста и микроэлементов на рост, развитие и урожай зерновых и зернобобовых культур в условиях Молдавской ССР. В сб.: Стимуляция растений, София, 1969.

Мацуцина Л. Б. Изменение качества корня сахарной свеклы при предпосевной обработке семян лазерными излучениями. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вы п.2, Алма-Ата, 1974.

Меерсон Ф .Наука и жизнь, № 9, 1973.

Меркис А. И., Рупайнене О. Ю. Окислительно восстановительные превращения аскорбиновой кислоты в растениях во время геотропической реакции. Тр. Акад. Наук Лит. ССР, сер. В Изд. «Минтас», Вильнюс, № 1, 1965.

Михлин Д. М. Биохимия клеточного дыхания. Изд. АН СССР. М., 1960.

Михлин Д. М., Колесников П. А. О дыхательных системах растений. Биохимия, 12, № 5, 1947.

Михлин Д. М., Мутускин А. А. Распределение железопорфириновых ферментов между различными частями растений (ячменя). Биохимия, 21, № 1, 1956.

Негруцкий С. Ф., Сычев П. А., Синельщикова З. И., Гавриков Н. В. Действие ИКСС на рост проростков, формирование рассады и урожайность огурцов. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, Кишинев, 1974.

Немцов Г. Д., Башаева А. С. Фотоиндуцированный мутагенез у томатов в Казахстане. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Немцов Г. Д., Гончарова Л. П., Макарова С. М., Тохметова Р. А. Фотоиндуцированный мутагенез у томатов в Казахстане. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Немцов Г. Д., Шахов А. А. Новые высокопродуктивные формы томата, полученные светоимпульсным облучением семян. Доклады первой Всесоюзной конференции по возобновляемым источникам энергии, вып. 3, Фотоэнергетика растений. Изд-во «Энергия», 1972.

НИИКХ. Положение об элите картофеля, утверждено МСХ СССР 30 марта 1966 г. Изд. «Колос», Москва, 1966.

Новикова М. А., Масленникова Е. М. О взаимоотношениях акрихина и витамина B_2 (рибофлавина) в организме белой крысы. Вопросы питания, 13, № 4, 1954.

Новикова Г. М., Ракитина Т. Я., Шахов А. А. Светочувствительность малатдегидрогеназа при восстановлении оксалоацетата в пероксомах. В сб. «Проблемы фотоэнергетика растений», вып. 5, Киев. Изд-во «Наукова думка», 1975.

Облезлова Т. П. Влияние некоторых физиологически активных веществ на возбудителя заболевания картофеля черная ножка. Труды НИИКХ, вып. VI, 1969.

Овсянкин В. В., Феофилов П. П. Кооперативные механизмы суммирования энергии и их возможная роль в фотоэнергетике растений. В сб. Проблема фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинница», Кишинев, 1974.

Оканенко А. С., Образование, передвижение и накопление сахаров у сахарной свеклы. Физиология сельскохозяйственных растений, т. VII, МГУ, 1968.

Оканенко А. С., Гуляев Б. И., Починок Х. Н. Многоканальная установка для измерения интенсивности фотосинтеза. В сб. Фотосинтез и продуктивность растений. Изд-во «Зинатне», Рига, 1965.

Оканенко А. С., Гуляев Б. И., Мануїльський В. Д. Опір дифузії CO_2 в лист і водяної пари з листа цукрових буряків при різному стані водного режиму. Доповіді АН УРСР, 2, сер. Б, 1969.

Оканенко А. С., Казаков Е. А., Дверняков В. С., Канивец В. И., Бидзиля Н. И., Коцур Н. В. Влияние пердпосевного облучения клубочков импульсным концентрированным солнечным светом на физиологические процессы и продуктивность сахарной свеклы. ж. Физиология и биохимия культурных растений, 6, 4, 1974.

Оканенко А. С. и др. Изменение фотосинтеза и утилитарных признаков сахарной свеклы под воздействием облучения клубочков свеклы концентрированным солнечным светом. В сб. «Проблемы фотоэнергетики растений». Кишинев, Изд-во «Штиинца», 1974.

Оканенко А. С., Починок Х. Н. Повышение интенсивности фотосинтеза у сахарной свеклы. ж. Сахарная свекла, 3, 1968.

Петров В. Е., Лосева Н. Л. К вопросу о нефотосинтетическом запасании световой энергии растениями. Докл. первой всесоюзной научно-технической конференции по возобновляемым источникам энергии, вып. 3, М. «Энергия», 1972.

Петров В. Е., Лосева Н. Л. Утилизация световой энергии рас-

тительными клетками в отсутствие фотосинтеза. В сб. «Проблемы фото энергетики растений». Кишинев, Изд-во «Штиинца», 1974.

Попов В. Р. Участие аскорбиновой кислоты в окислительных процессах при производстве чая. В сб. «Биохимия и прогрессивная технология чайного производства». Изд-во «Наука», М., 1966.

Попова Н. Б., Рубин Б. А. Активность завершающих оксидаз в листьях пшеницы, пораженной бурой ржавчиной. Докл. ВАСХНИЛ, № 3, 1966.

Порфирьев Ю. Селекция и ризоктониоз картофеля. Ж. «Картофель и овощи», № 11, 1969.

Починок Х. Н. К газометрическому определению интенсивности фотосинтеза в естественных условиях. Труды Украинского научно-исследовательского института физиологии растений, 16, 1958.

Разумовский П. Н., Балаур Л. И., Балаур Н. С., Ковальчук Л. П., Бурцева С. А. Действие лазерного излучения на биосинтез липидов дрожжей Rhodotorula rgacilis К-1. Электронная обработка материалов. Кишинев. № 3, 1975.

Рахимов М. М., Айзиков Э. И., Юлдашев П. Х. Влияние регуляторов роста на липазную активность II. ХПС № 1, 1972.

Рахимов М. М., Джанбаева Н. Р., Юлдашев П. Х. Липолитические активности ферментов в семенах хлопчатника. ХПС № 5, 1970.

Редли Р. У. Влияние условий вегетационного периода на рост и развитие картофеля. В кн. «Рост и развитие картофеля». Изд-во «Колос», М., 1966.

Ремесло В. Н. Значение световой энергии в создании новых сортов сельскохозяйственных культур. В сб. «Проблемы фотоэнергетики растений», вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Ремесло В. Н., Францевич И.Н., Шалин Ю. П., Дверняков В. С., Пасичный В. В., Мазган Б. С. Рост и развитие яровых и озимых пшениц при облучении семян концентрированным солнечным светом. В сб. «Проблемы фотоэнергетики растений», Кишинев. Изд-во «Штиинца», 1974.

Романова Е. Ю., Мосолов И. В. Альтернативный путь переноса электронов в растениях. Изв. АН СССР, сер. биол., № 7, 1972.

Рубин Л. Б., Еремеева О. В., Фрайкин Г. Я. Влияние света на поглощение кислорода клетками. Pseudomonas fluorescens. Научн. докл. высшей школы. Биол. н., № 9, 1971.

Рубин Б. А., Ладыгина М. Е. Физиология и биохимия дыхания растений. Изд-во Моск. Унив, 1974.

Рубин Б. А., Логинова Л. Н. Энзимология резистентного дыхания. Усп. совр. биол., 69, 1790.

Рубин Б. А., Логинова Л. Н. Внемитохондриальные окислительные системы. Усп. совр. биокл, 2, 1971.

Рубин Б. А., Логинова Л. Н. Альтернативные пути биологического окисления. Итоги науки и техники. Биологическая химия, М., т. 6, 1973.

Рубин Б. А., Чернавина И. А., Кренделева Т. Е. О роли флаво- и медь — протеиновых ферментов в окислительном обмене пестролистных растений. Физиол. раст., 12, 1965.

Рубин Л. Б., Швинка Э. Ю., Фрайкин Г. Я. О фоторегуляторных системах растений. Сельскохозяйственная биология, 8, 1, 1973.

Сейфулина Л. Я., Умаров Г. Я., Шахов А. А. Энергетическая характеристика действия концентрированного света на хлопчатник. В кн. Повышение урожайности концентрированным светом. Под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос», М., 1972.

Сербин С. С. Биологические основы выращивания высоких урожаев сахарной свеклы. Каменец-Подольский, 1969.

Скулачев В. П. Механизм окислительного фосфорилирования и некоторые общие принципы биоэнергетики. Усп. совр. биол. т 77, вып. 2, 1974.

Станко С. А. Стимулирующее действие импульсного концентрированного солнечного света на семена и растения. В сб. Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Колос», М., 1971.

Станко С. А. Светоимпульсная стимуляция развития и урожайности кукурузы и сои в Молдавии. В кн. Повышение урожайности концентрированным светом. Под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос», М., 1972.

Станко С. А., Виноградова Т. А., Быргэу Ф. М. Действие импульсного концентрированного солнечного света на накопление и фракционный состав белка у пшеницы и сои. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1974.

Станко С. А., Виноградова Т. А. Особенности действия импульсного концентрированного света на биосинтез и накопление белка в хлоропластах томатов. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Станко С. А., Зенченко В. А., Быргэу Ф. М. О некоторых физиолого-биохимических особенностях предпосевного действия импульсного концентрированного солнечного света на семена пшеницы. Докл. Всесоюзн. конф. по использ. солнечной энергии. Секция 7, 1969.

Станко С. А., Зенченко В. А. Влияние предпосевного светоимпульсного облучения семян пшеницы на урожай и его качество. В кн. Повышение урожайности концентрированным светом. Под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос», М., 1972.

Струмилин С. Г. Избранные произведения в 5-ти томах. М. Изд во «Наука», 1962.

Сысоева А. Ф., Красная Т. С. Изменение активности некоторых окислительных ферментов в проростках пшеницы при закаливании их к низким температурам. Докл. АН СССР, 173, № 2, 1967.

Тупеневич С. М. Защита картофеля от главнейших вредителей. Изд-во «Колос», Ленинград, 1973.

Турецкая Р. Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста. Изд-во АН СССР, 1951.

Филиппович И. И., Алина Б. А., Тонгур А. М., Опарин А. И. Исследование структурной организации белоксинтезирующей системы хлоропластов. В кн. Генетические функции органоидов цитоплазмы. Изд-во «Наука», Л., 1974.

Фирсов В. Ф., Дорохов Г. П. Новое в борьбе с ризоктониозом картофеля. Тр. Каз. Гос. СХИ. Возделывание с/х культур в Казахстане, том XVI, вып. 1, часть 2, 1973.

Франк Г. М., Гольдфельд А. Я. Вопросы биологического действия ультрафиолетового излучения. В кн. «Ультрафиолетовое излучение». М., 1958.

Халеева З. Н. Главнейшие болезни картофеля и основных овощных культур и меры борьбы с ними. Л., 1971.

Хандобина Л. М. Окислительные процессы здоровой и зараженной Phoma Rostrupii моркови Автореф. Канд. диссерт. М., 1967.

Хандобина Л. М., Кузнецова Т. А. Об адаптивном характере изменений действия терминальных оксидаз. Физиол. раст., 13, № 4, 1966.

Хафкин Э. Е. Индуцированный синтез ферментов в процессах роста и морфогенеза растений, М., 1969.

Хисамутдинова В. И., Васильева И. М. Изменение в энергетике дыхания узлов кущения озимой пшеницы при закаливании. Физиол. раст. 17, № 5, 1970.

Чеботарев Л. Н. Биохимические аспекты и промышленная перспектива фотоэнергетики грибов. В сб. Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Чеботарев Л. Н., Землянухин А. А. Окислительно восстановительный режим в мицелии плесневых грибов при действии оптических излучений. Биологич. науки, № 2.

Чернавина И. А., Карташова Е. Р. Об участии систем медьпротеиновых ферментов в биосинтезе хлорофилла. Сельскохозяйственная биология, 2, № 3, 1967.

Шахов А. А., Станко С. А. Облучение семян и растений концентрированным солнечным светом. В сб. Растение и среда. т. 4, М., АН СССР, 1962.

Шахов А. А. Светоимпульсная стимуляция растений. В сб. Доклады международного симпозиума по стимуляции растений. София, 25—30 октября 1966.

Шахов А. А. К использованию растениями солнечной энергии в импульсном режиме. В сб. Светоимпульсное облучение растений. «Наука», М., 3, 1967.

Шахов А. А. Мембранная биология, ее энергетические проблемы и задачи. В сб. Хлоропласты и митохондрии. Изд-во «Наука». М., 7, 1969.

Шахов А. А. Теоретические аспекты преобразования световой энергии в импульсном режиме. В сб. Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Шахов А. А. Теоретические и практические проблемы интенсификации сельскохозяйственного производства на фотоэнергетической основе. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Изд-во «Штиинца», Кишинев, 1972.

Шахов А. А. Фотоэнергетический путь повышения урожайности растений и его теоретическое обоснование. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом, под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос», М., 1972.

Шахов А. А. Фотостимуляции активности ферментов и биосинтеза белков. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом. Изд-во «Колос», М., 1972.

Шахов А. А. Фотоэнергетика растений — наука о световом управлении растением, его метаболизмом, наследственностью и продуктивностью. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2, Алма-Ата, 1974.

Шахов А. А. О фотоэнергетике растений. Теория и практика. Первый Всесоюзный симпозиум по биофизике растений. Краснодар, 1974.

Шахов А. А., Балаур Н. С. Действие света на структуру митохондрий растений кукурузы. Докл. АН СССР, т. 189, № 5, 1969.

Шахов А. А., Балаур Н. С. Изменение мембранной системы хлоропластов митохондрий светоимпульсным облучением и мутагенез. В сб.: Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Шахов А. А., Зенченко В. А., Чурина М. Б. Фотостимуляция окислительной активности изолированных растительных пероксисом. Докл. АН СССР, т. 201, № 4, 1971.

Шахов А. А., Зенченко В. А., Чурина М. Б. и др. О структуре и функции пероксисом, докл. АН СССР, том 205, 495, 1972.

Шахов А. А., Каплина Г. Т., Юсупов М. З., Петухов Б. В. Импульсное облучение семян и клубней концентрированным светом. В сб.: Фотосинтез и пигменты как факторы урожая. Изд-во «Наукова думка». Киев, 1965.

Шахов А. А., Кахаров М. К. Повышение урожайности хлопчатника светоимпульсным облучением семян в полевых условиях. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом. Изд-во «Колос», М., 1972.

Шахов А. А., Кузнецов Е. Д. Роль клеточного ядра в фотоморфогенезе хлоропластов. В кн.: Генетические функции органоидов цитоплазмы. Изд-во «Наука», Л., 1974.

Шахов А. А., Немцов Г. Д., Байда Х. С. Светоимпульсное облучение семян томатов как новый метод экспериментального мутагенеза. В сб.: Светоимпульсная стимуляция растений. Изд-во «Наука», М., 1971.

Шахов А. А., Станко С. А. Облучение семян и растений концентрированным солнечным светом. «Растение и среда», 4, Изд-во АН СССР, 1962.

Юсупов М. З. Влияние предпосевного облучения семян импульсным концентрированным солнечным светом на урожайность и скороспелость овощных культур. В сб.: Научно-производственная конференция по вопросам виноградарства, садоводства, овощеводства и защиты растений в Казахстане. Алма-Ата, 1967.

Юсупов М. З. Итоги и перспективы использования светоимпульсного облучения в овощеводстве и бахчеводстве на юге Казахстана. В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений, вып. 2. Алма-Ата, 1974.

Юсупов М. З., Каплина Г. Т., Шахов А. А. Облучение семян и растений импульсным светом — эффективный путь повышения урожайности. В сб.: Светоимпульсное облучение растений. Изд-во «Наука», М., 1967.

Юсупов М. З., Бойко Н. Т. Светоимпульсное облучение семян огурцов и томатов в Казахстане. В кн.: Повышение урожайности концентрированным светом. Под общей редакцией А. А. Шахова. Изд-во «Колос». М., 1972.

Amberger A., Bulat H., Süβ A. Wirkund ionisirenber Strahler auf Atmungsenzyme und Redoxysteme keimender Gerstensamen. Agrochimica, 15, № 6, 546, 1971.

Bahr J. T. Control of cyanide insensitive respiration. XII Intern Botan. Congr., Abstr. 11, Sect. 11, 348, 1975.

Barat G. K., Hirata H., Kumazawa K., Mitsui S. Studies on the change of respiratory system in roots in relation to the growth of plants. I. Changes in terminal oxidase activities of rice roots with the aging of the plant. Soil. Sci. and Plant Nutr. Japan., 14, № 1, 7, 1968.

Baudhuin P., Beaufay H., Rahman L. G. et. al. Tissue fractionation studies. 17, Intracellular distribution of moneamine oxidase, aspartataminotransferase, alanine aminotransferase, D-aminoacidoxydese and catalase. Biochem J., vol 92, 179, 1967.

Beinert H. Flavin coenzymes. The enzymes. 2 ed., New York, London, 2, 339, 1960.

Bendall D. S., Bonner W. D. Cyanid-insensitive respiration in plant mitochondria. Plant Physiol. 47, 236, 1971.

Bendal D. S., Hill R. Cytochrom components in the spadix of Arum maculatum. New Phyrol, 55, 206, 1956.

Bendall D. S., Rich P. R. P 450 and other b-type cytochromes in plant microsomes. XII Intern. Botan. Congr. Abstr., II, Sect. 11, 349, 1975.

Bernhardt D., Hecker M. Protein and RNA biosynthesis in blocked and activated light-requiring seeds of Melandrium noctiflorum.
Тезисы докладов XII Международного ботанического конгресса, стр. 280. Изд-во «Наука», 1975.

Bienert H., Griffiths Д. E., Wharton D. C., Sands R. H. Properties of the copper associated with cytochrom oxidase as studies by paramagnetic resonance spectroscopy. J. Biol. chem., 237, 2337, 1962.

Bode O. Assimilation, Atmung und Plastidenfarfstoffe in verschiedem farbigem Leicht aufgezogener Fontinalis. Pflanzen Jahrb. wiss. Bot. Bd. 89, 208, 1940.

Bonner W. D., Bendall D. S., Plesnicar M. Cyanid insensitive respiration. Federat Prec., 26, 731, 1967.

Brown A. H., Weiss D. Relation between respiration and photosynthesis in the green alge. Plant Physiol. vol. 34, 224, 1959.

Bustin M., Cole R. D. The applicability of extraction by trichloacetic acid to the preparation of very lysine-rich histones from the mammary gland-Arch. Biochem. and Biophys., v. 127, p. 457, 1968.

Chance B., Hackett D. P. The electron transfer system of skank cabbage mitochondria. Plant Physiol., 34, 33, 1959.

Chartier P. Theoretical study of crops assimilation by the leaf. Ann. de Physiol. vegetale, 8, 3, 167, 1966.

Danon A., Stoeckenius W. Photophosphorylation in Halobacterim halobium. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., vol. 71, № 4, 1234—1238, 1974.

Drachev L. A., Kaulen A. D., Ostroumov S. A., Skulachev V. P. Electrogenesis by bacteriorhodopsin incorporated in a planar phospholipid membrane. «FEBS Lett.», vol. 39, № 1, 43—45, 1974.

Drumm H., Acton J. Control ot synthesis de novo of ascorbate oxidase in Sinapis alba L. by phytochrome.
Тезисы докладов XII Международного ботанического конгресса. стр. 286. Изд-во «Наука», 1975.

De Duve C., Beufay E., Iacqes P. et. al. Intracellular localisation of catalase and some oxidases in ret liver. BBA, vol. 40, 186, 1960.

Föckler H. Über den Einfluss des Lichtes auf die Atmung farbloser und assimilierender Gewebe und seine Rolle beimfunktionalen Sonnentich, Jahrb. wiss Bot, Bd 87, 45, 1938.

Forrester M., Krotkov G., Nelson C. D. Effect of oxygen on photosynthesis, photorespiration and respiration in detached leaves. I. Soybean. Plant physiol., vol. 41, 422, 1966.

French C. S., Fock D. C. Two primary photochemical reaction in photosynthesis driven by different pigments. Proc. Internat. Congr. Biochem. 5 th, Moscow, 1961, vol. 6, 122, 1963.

Gaastra P. Photosynthesic of plant as influenced by light carbon dioxide temperaturee and stomatol diffusion resistance. Medad. Landbouwhoge chool, Wageningen, 1, 59, 1959.

Galston A. W. Microspectrophotometric evidence for phytochrome in plant nuclei. Proc. nat. Acad. Sci. U. S. A., v. 61, p. 454, 1968.

Grant N. G., Hommersand M. H. The respiratory chain of Chlorella protochecoides. Plant Physiol., 54, № 1, 50, 1974.

Greenwood C., Gibson Q. The reaction of reduced cytochrome c oxydase with oxygen. J. Biol. Chem., 242, № 8, 1967.

Gurley L. R., Enger M. G., Walters R. A. Isolation and characterization of histone in ribosomes — Biochem. Biochys Res. Commen. v. 40, n 2, 1970.

Hayaishe O. Biological oxidation. Ann. Rev. Biochem., 31, 25, 1962.

Hellerman L., Lindsay A., Bovarnick M. R. Flavoenzyme catalisis. Inhibition of d-amino acid oxidase by competition with flavin—adenin — dinucleotide of atabrin (quinacrine), quinine, and certain other compound. J. Biol. Chem., 163, 553, 1946.

Halmgren P., Jarvis P. G., Jarvis M. S. Besistance to carbon dioxide and water vapour transfer in leaves of different Plant species Physiol., Plant., 18, 557, 1965.

Hunter N. W., Hunter R., Ring L. W., Pinkney L. Effect of light on the rate of respiration in the stern of Pisum sativum L. Plant Physiol. vol. 31, 167, 1956.

Ikuma H. Electron transpotr in plant respiration. Ann. Rev. Plant Physiol., 23, 419, 1972.

James W. O., Beevers H. The respiration of Arum Spadix. A rapid respiration, resistant to cyanid. New Phytol., 49, 353, 1950.

Kowallik W. Action spectrum for an enhancemeht of endogenous respiration by light in Chllorella, Plant physiol, vol. 42, 672—676, 1967.

Kowallik W. Der Einflus von Licht auf die Atmung von Chlorella bei gehemmter Photosynthesis, Planta, Bd. 86, 50, 1969.

Kowallik W., Gaffron H. Enhancement of respiration and fermentation in alge by blue light. Planta, vol. 69, 92, 1966.

Kowallik U. and Kowallik W. Enhancement of respiration by light in photosynthetising Chlorella and its dependence on the wavenght of light. Planta, Bd. 84, 141, 1969.

Lance C., Chauveau M. The alternative electron transfer pathway and the degree of cyanide resistance in plant mitochondria. XII Intern. Botan. Congr. Abstr. II, Sect. 11, 362, 1975.

Laties G. G., Hoelle C. Malonate and cyanide insensitivity in relation to respiratory compensation in potato slices. Plant Physiol., 40, № 4, 757, 1965.

Lemberg R. Cytochroms of group a and hteir prosthectic groups. Advances in enzymology. 23, 265, 1961.

Mac Lennan D. H., Tzagoloff A. The isolation of a copper protein from cytochrome oxidase. Biochim. Biophys. Acta, 96, № 1, 166, 1965.

Lillehoi E. B., Smith F. G. Reaction propertis of the ascorbic acid oxidase from Myrothecium verracaria. Plant Physiol., 41, № 10, 1966.

Lips S. H., Biale J. B. Stimulation of oxigen uptake by electron transfer inhibitors. Plant Physiol., 41, 797, 1966.

Lowry O. H., Rosebrongh N. J., Farr A. L., Romdall R. J. Protein measus rement with the Folin phenol reagent — J. Biol. Chem. v 193, p. 265, 1951.

Mertz D. Ascorbic acid oxidase in cell growth. Plant Physiol., 39, № 3, 1964.

Nair P. M., Mason H. S. Reconstitution of cytochrome c oxidase from a copper — depleted enzyme and Cu. J. Biol. Chem., 242, № 7, 1967.

Nakano M., Asahi T. Biochemical studies on mitochondria formed during aging of sliced potato tuber tissue. Plant Cell Physiol., 11, 499, 1970.

Oesterhelt D. Die Purpurmembran aus Halobacterium halobium. «Hoppe — Seyler's Z. physiol. Chem.», vol. 353, № 10, 1554—1555, 1972.

Oesterhelt D., Stockenius W. Function f the purple membrane of H. halobium «9 th Int. Congr. Biochem., Stockholm, 1973. Abstr. Book». Stockholm, 233, 1973.

Osbun J. Z., Volk R., Jackson W. Effect of light and darkness on gaseous exchange of bean leaves. Plant Physiol. vol. 39, 523, 1964.

Palmer J. M. Inhibition of eleitron transport in Arum maculatum mitochondria by potassium thiocyanate. Phytochemistry, 11, 2957, 1972.

Pratt L. H., Mackenzie J. M. Comparison of the subcellular distribution of phytochrome to the level detectable by spectrophotometry in vivo.

Тезисы докладов XII Международного ботанического конгресса. стр. 309. Изд-во «Наука», 1975.

Poskuta J. Photosyhthesis and Respiration. I. Effect of light quality on the photorespiration in attached shoots of spruce. Experientia, vol. 24, 796, 1968.

Quail P. H. Ribonucleaprotein — associ ated phytochrome. Тезисы докладов XII Международного ботанического конгресса. стр. 310. Изд. «Наука», 1975.

Rikett J. M., French C. S. The action spectrum for blue — light stimulated oxygen uptake in Chlorella. Proc. Nat. Acad. Sci, US., vol. 57, 1587, 1967.

Rounds D., Olson R. The effect of intense visibe light on cellular respiration. Life sciences, vol. 6, 359, 1967.

Sakano K., Asahi T. Biochemical Studies on biogenesis ot mitochondria in wounded sweet potato root tiesue I Time course analysis of increase in mitochondrial enzymes. Plant Cell Physiol. 12, 417, 1971.

Storey R. T. The respiratory chain of plant mitochondria IV Oxidation rates of the respiratory carriers of mung bean mitochondria in the presence of cyanid. Plant Physiol. 45, 447, 1970a.

Storey R. T. The respiratory chain of plant mitochondria. V. Relation of reduced cytochromes a and a_3 in mung bean uitochondria with oxygen in the presence of cyanide, Plant Physiol. 45, 455, 19706.

Tolbert N. E. Glycolate pathway in photosynthetic mechanisms of green plants. Publication, Nat. Acad. Sci, Washington, vol, 1145, 648, 1963.

Vaughan D., Mac Donold J. R. Gevelopment of soluble and insoluble invertase scriviti in washed storage tissues glices. Plasiol., 42, И 3, 1967.

Vidaver W., French C. S. Oxygen uptake and evolution following monochromatic flashes in Ulva and an action spectrum for system I. Plant physiol., vol. 40, 7, 1965.

Wakiyama S., Ogura Y. Oxidative phosphorilation and electron transport of castor bean mitochondria. Plant Cell Physiol, 11, 835, 170.

Warburg O. Über die Geschwindigkeit der photochemischen Kohlensäurezersetzung in lebenden Zellen, Biochem. Z. Bd. 103, 188, 1920.

Warburg O., Krippal G. Glycolsärebildung in Chlorella. Z. Naturforch. Bd. 15, 197, 1960.

Wiskich J. T., Bonner W. D. Preparation and properties of sweet potato mitochondria. Plant Physiol., 38, № 5, 594, 1963.

Zelitch L. Organic acids and respirafion in photosynthetic tissues. Rev. Plant physiol., vol. 15, 121, 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Арыстанбеков Х. А. Итоги и перспективы использования фотоэнергетики в сельском и лесном хозяйстве Казахстана . . 3

Алексенко Г. В. Новые задачи использования солнечной энергии в народном хозяйстве 7

Шахов А. А. Становление фотоэнергетики как науки о световом управлении растением 16

Чурина М. Б., Зенченко В. А., Шахов А. А. Влияние отдельных участков спектра на окислительную активность пероксисом в связи с явлением фотодыхания 47

Алманиязов А. А., Калиев А. Изменчивость биологических и хозяйственных признаков сортов пшеницы воздействием ИКСС . 58

Станко С. А., Виноградова Т. А. Фотостимуляция урожайности и содержания белка у пшеницы 71

Кузнецов Е. Д., Шахов А. А. Стимуляция красным светом образования лизинбогатых белков в проростках пшеницы . . 80

Канивец И. И., Балашев А. Н., Куприянова Д. Т., Кавинец В. И., Мазган Б. С. Влияние предпосевного облучения семян ИКСС и лазером на урожай яровой пшеницы и ускорение ее созревания в сухой степи Казахстана 87

Зенченко В. А., Шахов А. А. Фотоактивирование некоторых ферментативных систем дыхания в проростках пшеницы . . 92

Грицунов М. Я. Светоимпульсная стимуляция сахарной свеклы на юге Казахстана 108

Казаков Е. А., Оканенко А. С., Канивец В. И., Бидзиля Н. И. Гродзинская Г. С., Дверняков В. С. Действие импульсного концентрированного солнечного света на семена сахарной свеклы . 119

Литвинова М. К. Действие лазерного излучения на культуру столовой свеклы 146

Жигулев В. И. Формообразовательный мутагенез различных сортов сои при облучении семян ИКСС в предгорной зоне Алма-Атинской области 152

Бойко А. Т. Светоимпульсная стимуляция продуктивности сои на юге Казахстана 156

Юсупов М. З., Акимбеков Б., Утешкалиев А. Светоимпульсная стимуляция овощных и бахчевых культур на юге Казахстана 161

Боголепова Н. Действие ИКСС на рост, развитие и урожай моркови и лука 179

Немцов Г. Д. Светоимпульсная стимуляция продуктивности томатов и производственное испытание высокопродуктивной формы ИКСС-5 188

Сычев П. А., Негруцкий С. Ф., Гавриков Н. Д., Лукьяненко А. С. Влияние предпосевного облучения семян ИКСС и ИКЭС на урожайность различных гибридов огурца и испытание метода в совхозах «Спартак» и «Криничанский» Донецкой области . 197

Мананков М. Е. Стимулирующее действие ИКСС и лазерного облучения на урожай и семенную продуктивность огурцов . . 204

Фирсов В. Ф. Импульсный концентрированный солнечный свет против бактериальной пятнистости томатов . . . 207

Юсупов М. З., Сафина Л. К., Петров Е. П. Гистохимическая оценка семян томатов при облучении ИКСС 213

Дорохов Г. П. Эффективность светоимпульсного облучения клубней в элитно-семеноводческих посадках картофеля в горных условиях Заилийского Алатау 222

Андронов И. Г. Влияние импульсного концентрированного солнечного света на корнеобразование у стеблевых черенков садовых растений 236

Бессчетнов П. П., Атаханова С. А. Использование светоимпульсного света в селекции тополей 244

Корщиков В. И. О механизме фотодинамического поражения возбудителя твердой головни пшеницы 254

Мансуров Н. И., Партоев К. Изучение гибридов хлопчатника первого поколения, полученных при скрещивании облученной ИКСС пыльцой 256

Азимов С. А., Рахимов Р. Х. Влияние облучения импульсным концентрированным солнечным светом на липазы хлопчатника 262

ПРОБЛЕМЫ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ РАСТЕНИЙ

Повышение продуктивности растений

(Научные труды КазСХИ. Том XVIII, вып. 1).

Редактор А. Кружалина.

Техн. редактор В. Белоцерковский.

Подписано в печать 11.XI. 75 г. Объем 18 п. л., уч.изд. 19,5. Формат 60×84 1/16. Цена 1 руб.

УГ14064. г. Алма-Ата, тип. КазСХИ, пр. Абая, 8. Зак. 820—1000.