

адаптация ДАО проявляется как усиление акцептирования ассимилятов дополнительными (относительно основного акцептора – роста) акцепторами на разных уровнях структурной организации растения (Успехи совр. биол., 1997. Т. 117. С. 133). При адаптации к низким температурам (холоду и морозу) дополнительное акцептирование ассимилятов осуществляется в процессе их физической и химической компартиментации. Первая проявляется как разрастание цитозоля и увеличение «складчатости» мембранной системы клетки, накопление белков-криопротекторов мембран, дегидринов, аквапоринов, антинуклеаторов льда, лектинов, а также веществ, увеличивающих осмотическое давление цитозоля и его водоудерживающую способность (сахаров, аминокислот, водорастворимых белков). Химическая компартиментация проявляется как преимущественный синтез веществ с высокими глюкозными эквивалентами (затратами в граммах глюкозы на синтез 1 г вещества) и находит отражение в виде увеличения соотношений: липиды/белки; высокомолекулярные/низкомолекулярные липиды (фосфолипиды/стерины), ненасыщенные/насыщенные липиды. За счет совокупного эффекта физической и химической компартиментации ассимилятов липидный бислой клеточных мембран становится способным сохранять жидкостные свойства при низких температурах (гомеовязкостная адаптация мембран), что гарантирует сохранение органеллами и клеткой комплекса мембраносвязанных функций. Запуск процессов адаптации, возможно, зависит от концентрации в клетках сахаров (sugar sensing).

**ВЛИЯНИЕ УФР НА ФОТОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПЕРЕМЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА
МЕРИСТЕМНЫХ РЕГЕНЕРАНТОВ КАРТОФЕЛЯ**

**Influence UVR on photodynamic characteristics
of variable chlorophyll fluorescence in potato regenerants**

О.А. Ковалёва

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
НАН Республики Беларусь, г. Минск
E-mail: kovalyovy@mail.ru

Многочисленные исследования переменной флуоресценции хлорофилла (ПФХ) свидетельствуют, что этот метод является информативным для физиологии растений. Исследование влияния ультрафиолетовой радиации (УФР) на ПФХ интактных листьев сельскохозяйственных растений представляет особый интерес в связи с

тем, что большинство сельскохозяйственных растений существенно отличаются друг от друга по устойчивости к действию различных доз и спектрального состава УФР. Исследования выполнены на меристемных регенерантах картофеля сорта Скарб белорусской селекции, которые выращивали в течение 30 суток под натриевыми лампами ДНАЗ-400 (фотопериод – 16 часов) на искусственных ионообменных субстратах при t 20 °С. Источником УФР служила ртутная лампа ДРТ-1000. Для контроля величины дозы облучения растений использовали УФР-дозиметр ДАУ-81. Однократная доза (E_1) УФР-облучения растений картофеля – 120 Дж/м². Все варианты экспериментов выполняли в трех-пятикратной повторности. Измерение ПФХ отдельных листьев картофеля осуществляли на двухлучевом флуориметре переменного тока с цилиндрическим фосфороскопом. Исследования показали, что при многократном облучении УФР (три-четыре экспозиции с интервалом в 24-48 часов) меристемных регенерантов картофеля сорта Скарб наблюдается постепенное колебательное увеличение интенсивности ПФХ с каждой очередной дозой поглощенных листьями квантов УФР. Известно, что при благоприятных для фотосинтеза условиях интенсивность ПФХ достаточно мала, но резко увеличивается в условиях блокирования электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) рядом химических агентов (например, диуроном). Это указывает на то, что ФС II и вся цепь переноса электронов функционировали с высокой эффективностью. Если же блокирование ЭТЦ не приводит к возрастанию интенсивности ПФХ, это означает, что цепь функционировала неэффективно. По-видимому, полученные данные отражают некоторое замедление первичных фотосинтетических процессов в хлоропластах картофеля сорта Скарб вследствие уменьшения скорости переноса электронов по ЭТЦ при облучении растений УФР. Можно предположить, что снижение амплитуды F_y (параметр варибельной компоненты интенсивности ПФХ) при облучении УФР листьев может быть вызвано либо возрастанием безызлучательных потерь в самих реакционных центрах (РЦ) ФС II, либо уменьшением поступления энергии возбуждения из светособирающего комплекса (ССК) в РЦ ФС II за счет активации работы механизма фосфорилирования ССК ФС II и перераспределения энергии возбуждения в ФС I, а также активацией обратного (циклического) транспорта электронов от первичного акцептора Q_a в РЦ ФС II. При этом возрастание обратного транспорта электронов может быть обусловлено частичным торможением темновых стадий процесса фотосинтеза УФР и, в первую очередь, активности функционирования РБФК. Помимо указанных выше механизмов, возможна также индукция с помощью квантов УФР (особенно при многократном облучении) ускорения оттока электронов от комплекса (D_2/D_1) апопротеинов первичных акцепторов (Q_a/Q_b) ФС II посредством специфических эндогенных кофакторов

внутри ЭТЦ хлоропластов картофеля. При этом характерной особенностью действия УФР в данном механизме может являться определенная генно-молекулярная активация УФР биосинтеза особых клеточных пигментов-антоцианов. Указанные кофакторы, наряду с каротиноидами, флавоноидами, фолатами и другими биоорганическими соединениями, могут выполнять в растениях картофеля не только функцию биологических фильтров потоков УФР, поглощаемых тканями листьев, но также являться эффективными стимуляторами электронного транспорта в хлоропластах. При избыточном УФР-облучении они могут осуществлять защиту биомембран растительных клеток от окислительной их деструкции активными формами кислорода (синглетный) и оказывать эффективное тормозящее влияние на свободнорадикальное перекисное окисление липидов. Таким образом, при многократном УФР-облучении меристемных регенерантов картофеля сорта Скарб колебательный характер фотоиндуцированных изменений интенсивности ПФХ отдельных листьев определяется сложными многоступенчатыми эффектами действия дискретно-модулированной УФР-индукции на фотосинтетическую функцию хлоропластов, а также на регуляцию биосинтеза ряда внутриклеточных метаболитов. Конечное физиологическое действие последних, по-видимому, опосредовано всецело через особые молекулы-сенсibilизаторы и генно-молекулярный механизм толерантности растений к УФР. Это свидетельствует, очевидно, о том, что устойчивость и адаптация растений к любым действиям на них УФР связаны, в первую очередь, не со специфической морфологией и анатомией листа, но именно с особенностями структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата, в которой ключевую активирующую и регулирующую роль играет УФР.

АКТИВНОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКЕ КОРНЕЙ ПШЕНИЦЫ

The activity of redox enzymes in the cell wall of wheat roots

О.П. Колесников¹, А.А. Кавиева², Л.Х. Гордон¹, Ф.В. Минибаева¹

¹ Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, г. Казань

² Казанский государственный университет, г. Казань

E-mail: kolesnikov@mail.knc.ru

Активные формы кислорода (АФК) в клетках растений характеризуются чрезвычайно широким спектром биохимических эффектов и оказывают многообразное действие на функциональную активность клеток. Окислительно-восстановительные системы, ло-