

УДК 581.183

Асланян К.А.

Студентка 2 курса факультета агрономии и экологии

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени

И.Т. Трубилина

Россия, Краснодар

ХЕЛИОТРОПИЗМ И ДВИЖЕНИЯ ЛИСТЬЕВ: ОТ СОЛНЕЧНЫХ ЧАСОВ ДО ЗАЩИТЫ ОТ ФОТОПОВРЕЖДЕНИЙ

Аннотация: В статье рассматриваются физиологические и биохимические механизмы хелиотропных движений листьев и их связь с фотозащитой. Анализируются роль освещения, циркадных ритмов, тургорных изменений, транспорта ионов и воды, а также взаимодействие органных и молекулярных механизмов адаптации растений к изменяющейся радиационной нагрузке.

Ключевые слова: хелиотропизм, движения листьев, фотозащита, циркадные ритмы, тургор, фотосинтез, фоторецепторы.

K.A. Aslanyan

Second-year student, Faculty of Agronomy and Ecology

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Russia, Krasnodar

HELIOTROPISM AND LEAF MOVEMENTS: FROM SOLAR CLOCKS TO PROTECTION AGAINST PHOTODAMAGE

Abstract: The article examines the physiological and biochemical mechanisms of heliotropic leaf movements and their relationship to photoprotection. The

roles of light, circadian rhythms, turgor changes, ion and water transport, and the interaction of organ-level and molecular mechanisms in plant adaptation to changing radiation loads are analyzed.

Keywords: heliotropism, leaf movements, photoprotection, circadian rhythms, turgor, photosynthesis, photoreceptors.

Лист растения не остаётся неподвижным. В течение дня меняется положение листовой пластинки, черешка и иногда всего побега. Подсолнечник в молодом возрасте поворачивает листья и соцветие вслед за перемещением источника света. Смысл этих движений не сводится к простому «следованию за солнцем». Изменение ориентации листа влияет на количество света, которое поглощается фотосинтетическим аппаратом. При слишком сильном радиационном потоке положение листа может изменяться уже в сторону уменьшения перегрева и фотоповреждения. В основе движения лежат изменения тургорного давления и неравномерный рост тканей. У основания листа или черешка располагается моторная зона, где клетки способны быстро менять объём за счёт перемещения воды и ионов. Важную роль играют ауксин, абсцизовая кислота, калий, кальций и сигнальные системы, связанные с восприятием света. Суточный ритм поддерживает автономность движения даже при относительно стабильной освещённости.

В научной работе использован анализ данных по физиологии движений растений, фотобиологии и циркадной регуляции. Положение органа можно фиксировать через регулярную фотосъёмку. Камера устанавливается неподвижно, после чего изображения получают через одинаковые интервалы времени. По последовательности кадров строится суточная траектория. Для оценки фотозащиты учитываются содержание хлорофиллов, эффективность фотосистемы II и параметры флуоресценции

хлорофилла. Его снижение после сильного освещения указывает на нарушение работы фотосистемы II. Моторная зона изучается через физиологические показатели тургора. В клетках этой области движение воды связано с изменением концентрации K^+ и других осмотически активных веществ. Поступление и выход ионов меняют водный потенциал. Вода перемещается вслед за осмотическим градиентом, клетка увеличивается или теряет объём. Неравномерность этих изменений по сторонам черешка создаёт изгиб. Свет воспринимается несколькими группами фоторецепторов. Для циркадного контроля важен внутренний ритм экспрессии генов, связанный с чередованием дня и ночи.

Сопоставление данных по хелиотропным движениям показывает, что положение листа меняется по определённом суточному ритму. У молодых растений подсолнечника утром листовая пластинка ориентирована так, чтобы увеличить доступ света. В течение дня положение постепенно изменяется. Вечером орган возвращается в исходное направление. Движение не является мгновенным ответом на изменение положения солнца. После переноса растения в постоянное освещение ритм некоторое время сохраняется, хотя постепенно может смещаться по фазе. Это указывает на участие циркадных часов. У подсолнечника наиболее выраженное слежение за солнцем характерно для молодых растений. После цветения стебель становится менее подвижным, а положение корзинки фиксируется преимущественно в восточном направлении. У бобовых растений заметны быстрые движения отдельных листьев. Их моторная зона способна менять тургор за относительно короткое время. При изменении освещённости или наступлении темноты меняется транспорт ионов, вслед за ним – движение воды. Черешок изгибается, а лист занимает другое положение. При недостатке воды тургор поддерживается хуже, поэтому амплитуда уменьшается. Связь с

фотозащитой проявляется при сильном освещении. Избыточная энергия, которую фотосистема не успевает использовать в фотосинтезе, повышает риск образования активных форм кислорода. Фотосистема II становится чувствительной к повреждению. Изменение угла листа уменьшает поток радиации на единицу поверхности и снижает вероятность перегрева. При этом движение не заменяет молекулярные механизмы защиты. В хлоропластах работает нефотохимическое тушение энергии, участвуют каротиноиды и антиоксидантные ферменты. Изменение положения листа снижает нагрузку ещё до того, как защитные реакции достигают максимальной активности. Результаты анализа показывают связь между водным статусом и подвижностью. При дефиците воды движение листьев становится менее выраженным. Поэтому хелиотропная реакция зависит не только от света. В ней участвует общее физиологическое состояние растения.

Хелиотропизм представляет собой активный физиологический процесс, связанный с управлением световым режимом листа. Положение органа меняется во времени, а направление движения определяется сочетанием внешнего освещения и внутреннего циркадного ритма. У молодых растений подсолнечника солнечное слежение помогает поддерживать высокую эффективность фотосинтеза. У бобовых изменение положения листьев происходит быстрее и тесно связано с работой моторных зон. Фотозащитная функция проявляется при высокой радиационной нагрузке. Изменение угла листа ограничивает поток света и уменьшает избыток энергии, поступающий в фотосистемы. Одновременно продолжают работать каротиноидные и антиоксидантные механизмы внутри хлоропластов. При этом водный дефицит способен снизить амплитуду движения, поскольку моторные клетки теряют возможность

быстро изменять тургор. Хелиотропные движения можно рассматривать как часть общей системы адаптации к изменяющейся радиационной среде.

Использованные источники:

1. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. и др. Физиология растений: учебник для студентов вузов / под ред. И. П. Ермакова. — 2-е изд., испр. — М.: Академия, 2007. — 634 с.
2. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу / под ред. И. П. Ермакова. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 256 с.
3. Ивановский Д. И. Физиология растений. — М.: ЛЕНАНД, 2020. — 552 с.
4. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений: учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 736 с.
5. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 496 с.
6. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза. — М.: Наука, 1982. — 318 с.