

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 20

БИОЛОГИЯ. 1971, № 4

<https://doi.org/10.3176/biol.1971.4.10>

УДК 581.132

ХИЛЛЕ КЭЭРБЕРГ, ЭДА ВЯРК, ОЛАВ КЭЭРБЕРГ, ТИИТ ПЯРНИК

**ДЕЙСТВИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА
НА ВКЛЮЧЕНИЕ ^{14}C В АМИНО- И ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ
ПРИ АССИМИЛЯЦИИ $^{14}\text{CO}_2$ ЛИСТЬЯМИ ФАСОЛИ**

HILLE KEERBERG, EDA VÄRK, OLAV KEERBERG, TIIT PÄRNIK. VALGUSE SPEKTRAALSE KOOSTISE TOIME ^{14}C LULITUMISELE AMINO- JA ORGAANILISTESSE HAPETESSE $^{14}\text{CO}_2$ ASSIMILATSIOONIL TÜRGIOLA LEHTEDES

HILLE KEERBERG, EDA VÄRK, OLAV KEERBERG, TIIT PÄRNIK. THE EFFECT OF LIGHT QUALITY ON THE ^{14}C INCORPORATION INTO AMINO AND ORGANIC ACIDS DURING THE $^{14}\text{CO}_2$ ASSIMILATION BY BEAN LEAVES

В настоящее время известно, что в реакциях фотосинтеза свет выполняет не только энергетическую, но и регуляторную функцию. Последняя выражается, в частности, в том, что при изменении спектрального состава света изменяется путь углерода при фотосинтезе. Для объяснения этого явления была выдвинута гипотеза, что изменение спектрального состава света влияет на активность некоторых ферментов, участвующих в восстановлении углекислого газа (Воскресенская, 1965). Однако в настоящее время имеется мало сведений о конкретных реакциях фотосинтетического метаболизма углерода, скорость которых регулируется спектральным составом света. Для установления таких «светочувствительных» реакций нами исследовалось действие качества света на включение метки в продукты кратковременной фиксации $^{14}\text{CO}_2$ листьями растений. В данной работе основное внимание было сосредоточено на пути образования аминок- и органических кислот, где можно ожидать наиболее четкие эффекты спектрального состава света (Caule, Emerson, 1957; Tregunna и др., 1962; Воскресенская, 1965).

Опыты проводились с первыми после семядолей листьями фасоли. После установления стационарного состояния фотосинтеза диски (диаметром 24 мм) из этих листьев экспонировались в течение разных промежутков времени в среде с меченым углекислым газом (Пярник, Кээрберг, 1969). Источником света служила 1000 вт прожекторная лампа, из суммарной радиации которой были выделены полосы синего (400—520 нм) и красного (>600 нм) света. Интенсивности синего и красного света выбирались с таким расчетом, чтобы количество поглощенных в листе квантов в обоих вариантах опыта было равным. При этом у фасоли на синем и красном свету достигается одинаковая скорость ассимиляции CO_2 (Keerberg и др., 1971). Экспозиции проводились как при низких (лимитирующих), так и при высоких (насыщающих) интенсивностях света. Продукты фотосинтеза экстрагировались растворами этанола и разделялись при помощи двумерной хроматографии на бумаге (Вярк и др., 1968). Радиоактивность отдельных соединений определялась торцовыми счетчиками либо прямо на бумаге, либо после их элюирования.

По нынешним представлениям образование amino- и органических кислот при фотосинтезе может протекать двояко — по гликолатному пути и на базе фосфоглицериновой кислоты (ФГК), образующейся при карбоксилировании рибулозодифосфата (РудФ). Учитывая это обстоятельство, нами исследовалось действие спектрального состава света на скорость прохождения углерода через названные пути синтеза. Результаты кинетического опыта, проведенного при низких интенсивностях света, представлены на рис. 1. Оказывается, что суммарная радиоактивность ала-

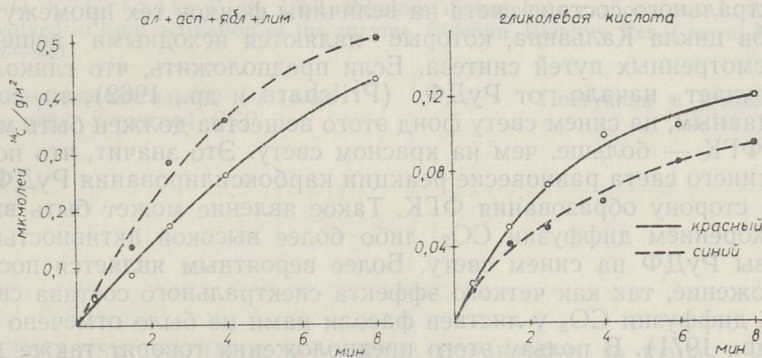


Рис. 1. Кинетика включения ^{14}C в amino- и органические кислоты на синем и красном свете.

Обозначения: ал — аланин, асп — аспарагиновая кислота, ябл — яблочная кислота, лим — лимонная кислота. Условия экспозиции: интенсивность красного света — $1,92 \text{ мвт/см}^2$, синего — $2,99 \text{ мвт/см}^2$; концентрация CO_2 — $0,03\%$; в каждом варианте экспонировалось 6 дисков. На оси абсцисс продолжительность экспозиции дисков в $^{14}\text{CO}_2$.

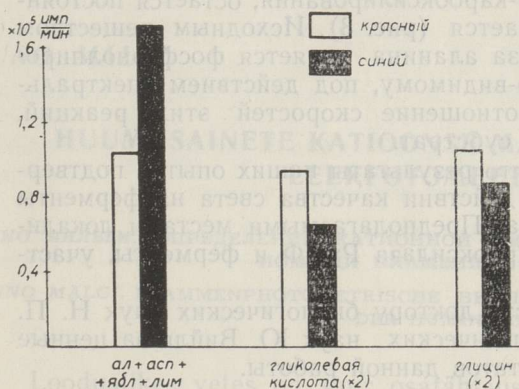


Рис. 2. Включение ^{14}C в amino- и органические кислоты на синем и красном свете.

Обозначения см. на рис. 1. Условия экспозиции: интенсивность красного света — $14,5 \text{ мвт/см}^2$; синего — $19,3 \text{ мвт/см}^2$; продолжительность экспозиции в $^{14}\text{CO}_2$ — 10 мин; концентрация CO_2 — $0,027\%$; в каждом варианте экспонировалось 6 дисков.

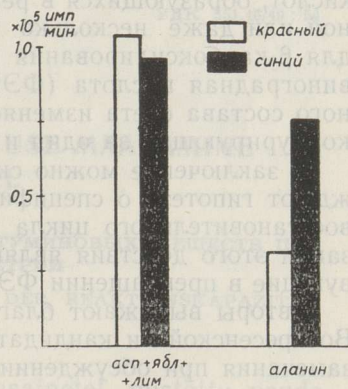


Рис. 3. Действие спектрального состава света на распределение ^{14}C между amino- и органическими кислотами, образующимися из ФГК.

Обозначения см. на рис. 1 и условия экспозиции на рис. 2.

нина и яблочной, лимонной и аспарагиновой кислот. т. е. соединений, образующихся на базе ФГК, возрастает на синем свете быстрее, чем на красном. В то же время скорость включения метки и величина стационарного фонда гликолевой кислоты, наоборот, выше на красном свете. Аналогичные результаты были получены и при высоких интенсивностях

света. Из рис. 2 видно, что суммарная радиоактивность кислот, образующихся из ФГК, выше на синем свете, а радиоактивность гликолевой кислоты и глицина — промежуточных продуктов гликолатного пути — выше на красном свете. На основе приведенных результатов можно сделать вывод, что синий свет по сравнению с красным ускоряет синтез аминокислот и органических кислот из ФГК и уменьшает скорость прохождения углерода через гликолатный путь.

Наиболее вероятным объяснением этих изменений мы считаем действие спектрального состава света на величины фондов тех промежуточных продуктов цикла Кальвина, которые являются исходными веществами для рассмотренных путей синтеза. Если предположить, что гликолатный путь получает начало от РудФ (Pritchard и др., 1962), то, согласно нашим данным, на синем свете фонд этого вещества должен быть меньше, а фонд ФГК — больше, чем на красном свете. Это значит, что под действием синего света равновесие реакции карбоксилирования РудФ сдвигается в сторону образования ФГК. Такое явление может быть вызвано либо ускорением диффузии CO_2 , либо более высокой активностью карбоксилазы РудФ на синем свете. Более вероятным является последнее предположение, так как четкого эффекта спектрального состава света на скорость диффузии CO_2 у листьев фасоли нами не было отмечено (Keegberg и др., 1971). В пользу этого предположения говорят также данные Р. Дж. Енсена и Дж. А. Бассема (Jensen, Bassham, 1968) и Дж. Ф. Уйлднера и Р. С. Кридла (Wildner, Criddle, 1969) о прямой активации карбоксилазы РудФ светом.

Спектральный состав света влияет также на соотношение отдельных кислот, образующихся из ФГК. Среди этих соединений под действием синего света увеличивается только радиоактивность аланина, в то время как суммарная радиоактивность яблочной, лимонной и аспарагиновой кислот, образующихся в реакции β -карбоксилирования, остается постоянной или даже несколько уменьшается (рис. 3). Исходным веществом для β -карбоксилирования и синтеза аланина является фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭП). По-видимому, под действием спектрального состава света изменяется соотношение скоростей этих реакций, конкурирующих за один и тот же субстрат.

В заключение можно сказать, что результаты наших опытов подтверждают гипотезу о специфическом действии качества света на ферменты восстановительного цикла углерода. Предполагаемыми местами локализации этого действия являются карбоксилаза РудФ и ферменты, участвующие в превращении ФЭП.

Авторы выражают благодарность доктору биологических наук Н. П. Воскресенской и кандидату биологических наук Ю. Вийль за ценные замечания при обсуждении результатов данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Воскресенская Н. П., 1965. Фотосинтез и спектральный состав света. М.
 Вярк Э., Кээрберг Х., Кээрберг О., Пярник Т., 1968. Об экстрагируемости продуктов фотосинтеза растворами этанола. Изв. АН Эст. ССР, Биол. **17** (4) : 367—373.
 Пярник Т. Р., Кээрберг О. Ф., 1969. Многоканальная экспозиционная камера для исследования фотосинтеза в дисках листьев. Физиол. растений **16** (6) : 1114—1119.
 Cayle T., Emerson R., 1957. Effect of wave length on the distribution of carbon-14 in the early products of photosynthesis. Nature **179** (4550) : 89.
 Jensen R. G., Bassham J. A., 1968. Photosynthesis by isolated chloroplasts. III. Light activation of the carboxylation reaction. Biochim. Biophys. Acta **153** (1) : 227—234.

- Keerberg H., Keerberg O., Pärnik T., Viil J., Värk E., 1971. CO₂ assimilation by *Phaseolus* and *Aspidistra* leaves under varying density of blue and red radiant flux. *Photosynthetica* 5 (2) : 99–106.
- Pritchard G. G., Griffin W. J., Whittingham C. P., 1962. The effect of carbon dioxide concentration, light intensity and isonicotinyi hydrazide on the photosynthetic production of glycolic acid by *Chlorella*. *J. Exptl Bot.* 13 (38) : 176–184.
- Tregunna E. B., Krotkov G., Nelson C. D., 1962. Effect of white, red, and blue light on the nature of the products of photosynthesis in tobacco leaves. *Canad. J. Bot.* 40 (2) : 317–326.
- Wildner G. F., Criddle R. S., 1969. Ribulose diphosphate carboxylase. I. A factor involved in light activation of the enzyme. *Biochim. Biophys. Res. Comm.* 37 (6) : 952–960.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
3/III 1971

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 20. KÕIDE
BIOLOGIA. 1971, nr. 4

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 20
БИОЛОГИЯ. 1971, № 4

УДК 551.46/49 : 54

UNO MÄLGI

HUUMUSAINETE KATIOONSE MAHTUVUSE MÄÄRAMINE LEEFOTOMEETRI ABIL

УНО МЯЛГИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОННОЙ ЕМКОСТИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАМЕННОЙ ФОТОМЕТРИИ

UNO MÄLGI. FLAMMENPHOTOMETRISCHE BESTIMMUNG DER REAKTIONSKAPAZITÄT DER HUMINSTOFFE

Looduslikes vetes on suur osatähtsus humusainetel, mistõttu nende füüsikalis-keemilisi omadusi uuritakse üha põhjalikumalt. Üheks loodusliku veekogu humusainete füüsikalis-keemilisi omadusi iseloomustavaks näitajaks on katioonne mahtuvus. Selle määramiseks töötati välja leekfotomeetriline meetod, mis seisab järgmises.

Endla raba laukaveest eraldati humiin- ja fulvohapped. Need lahustati 0.1 n leelises (KOH, NaOH). Vastavad humaadid ning fulvaadid sadestati välja 10-kordse piirituslii lisamise teel (Scheffer, Ulrich, 1960; Драгунов, jt., 1950). Vaakuumis kuivatatud proovid märgpõletati H₂SO₄-ga. Saadud lahuses määrati K ja Na leekfotomeetri abil (Полуэктов, 1959).

Katioonne mahtuvus arvutati proovides määratud elemendi sisalduse põhjal mg-ekv/g, rakendades valemit $\frac{c}{E(A-c)} \cdot 1000$, kus c tähistab proovis esineva elemendi hulka mg-des, E — elemendi ekvivalentkaalu, A — põle-