

Биология

УДК 58.03+ 581.174.1

Л. С. ГАБРИЕЛЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИГМЕНТОВ ВОДОРΟΣЛИ
CHLORELLA PYRENOIDOSA, ПОДВЕРГНУТОЙ ДЕЙСТВИЮ
ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Для оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата исследовали влияние высоких температур на пигментную систему хлореллы. Установлено, что под действием температур уменьшается содержание пигментов. Причем наиболее чувствительны хлорофилл *a* и каротиноиды. Концентрация хлорофилла *b* изменяется незначительно, что свидетельствует об устойчивости светособирающего комплекса (поскольку в нем практически находится весь хлорофилл *b*).

Температура выступает как регулятор скорости фотосинтеза в физиологическом диапазоне температур, а также в качестве стресс-фактора. Повышенные температуры оказывают многостороннее действие на функционирование фотосинтетического аппарата (ФСА) и первичные реакции фотосинтеза [1–5].

Исследования показали, что изменения фотосинтетической активности коррелируют со специфическими повреждениями мембран хлоропластов и подавлением активности ферментов при некоторой пороговой температуре, причем при температурах выше пороговой эти повреждения необратимы [1, 2, 4].

Ряд авторов пытается раскрыть природу теплового повреждения фотосинтетических мембран [2, 4]. На основании результатов этих работ можно заключить, что нагревание существенно влияет на организацию мембранных белков, входящих в состав фотосинтетического аппарата, в частности, на пигмент-белковый комплекс (ПБК), белки реакционного центра (РЦ) и кислородвыделяющую систему фотосистемы 2 (ФС2) [1, 3, 4]. При действии субоптимальных температур также происходят изменение жирнокислотного состава мембран и перераспределение липидов при фракционировании, что и свидетельствует о нарушении структуры мембран, в том числе липид-белковых взаимодействий [3, 6].

Содержание хлорофиллов и каротиноидов является чувствительным показателем физиологического состояния объекта, отражающим интенсивность фотосинтеза при стрессовых воздействиях, изменениях в онтогенезе и адаптивных перестройках [6–8].

Целью настоящей работы является исследование изменения содержания пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) зеленой водоросли *Chlorella* при действии высоких температур.

Объект и методы исследования. В качестве объекта исследования использовалась одноклеточная зеленая водоросль *Chlorella pyrenoidosa*. Хлорелла культивировалась в 500мл колбах на питательной среде Тамия при 25°C и естественном освещении (500–800лк). Суспензия хлореллы одинаковой плотности и одинакового объема подвергалась тепловому воздействию (45 и 50°C) в течение 15мин в ультратермостате ТУ–1. Затем объект адаптировали к комнатной температуре. Определение содержания хлорофиллов *a* и *b* в хлорелле проводили путем экстрагирования 80% раствором ацетона с последующим измерением оптической плотности экстракта на спектрофотометре СФ–10. Концентрации хлорофиллов рассчитывали по уравнениям Вернона (см. [9], стр. 130). При определении концентрации каротиноидов в суммарной вытяжке пигментов использовалась формула Ветштейна (см. [9], стр. 132). Количество пигментов приведено в отношении сухого веса хлореллы. Полученные данные подвергались статистической обработке [10]. Биологическая повторность опытов 3-кратная.

Результаты и обсуждение. Согласно существующим представлениям, непосредственное участие в первичных процессах преобразования энергии в фотосинтезе принимает только 1% хлорофилла, а остальная масса пигментов служит для поглощения энергии и передачи ее соответствующим РЦ. Известно, что весь хлорофилл тилакоидов локализован в трех мембранных структурах – в комплексах ФС2, ФС1, а также светособирающем комплексе (ССК) [11]. В состав РЦ обеих фотосистем входит главным образом хлорофилл *a*, а в состав ССК, функционально сопряженного с ФС2, в основном хлорофилл *b*.

Пигментная система является критерием взаимодействия фотосинтезирующего объекта с окружающей средой [2, 6, 8]. В данной работе определяли содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также содержание каротиноидов для оценки степени повреждения тилакоидных мембран при действии повышенных температур. Результаты приведены в таблице.

Изменение содержания пигментов при различных температурах

Температура, °C	Хлорофилл <i>a</i> , мг/г сух. веса	Хлорофилл <i>b</i> , мг/г сух. веса	<i>a/b</i>	Каротиноиды, мг/г сух. веса
25 (контроль)	3,13±0,11	1,81±0,05	1,73±0,11	1,06±0,04
45	2,71±0,16	1,69±0,02	1,59±0,08	0,85±0,07
50	2,41±0,15	1,56±0,02	1,53±0,07	0,71±0,02

Исследование пигментного состава ФСА хлореллы показало, что с повышением температуры наблюдается падение содержания хлорофиллов.

При этом изменения в пигментном комплексе под влиянием температуры происходят главным образом за счет снижения содержания хлорофилла *a*, количество же хлорофилла *b* понижается в меньшей степени. Так, концентрация хлорофилла *a* уменьшается на 13 и 23%, хлорофилла *b* – на 7 и 14% (при 45 и 50⁰C соответственно) по сравнению с контролем. Это свидетельствует о том, что РЦ более подвержены действию высоких температур, чем ССК.

Что же касается содержания каротиноидов, то данный пигмент оказался более чувствительным к действию повышенных температур. Его концентрация уменьшается на 20 и 33% по сравнению с контролем.

Таким образом, повышенные температуры снижают общее количество пигментов. Эти изменения в пигментном комплексе отражают подавление фотосинтетической активности хлореллы, что подтверждает полученные нами ранее данные [12, 13].

Кафедра биофизики

Поступила 25.11.2003

ЛИТЕРАТУРА

1. Piik P. et al. – J. Photochem. Photobiol. B: Biol., 2000, v. 59, p. 103–114.
2. Mobanty P. et al. – Z. Naturforsch., 2002, 57 с, p. 836–842.
3. Morgan-Kiss R. et al. – Biochim. Biophys. Acta, 2002, v. 1561, p. 251–265.
4. Yamane Y. et al. – Photosynth. Res., 1997, v. 52, p. 57–64.
5. Yamane Y. et al. – Photosynth. Res., 1998, v. 57, p. 51–59.
6. Клячко-Гурвич Г.Л. и др. – Физиология растений, 1997, т. 44, № 2, с. 212–221.
7. Мерзляк М.Н. и др. – Там же, 1996, т. 43, № 6, с. 926–936.
8. Фомин В.В. и др. – Там же, 2001, т. 48, № 5, с. 760–765.
9. Гавриленко В.Ф. и др. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975, 392 с.
10. Лакки Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990, 352 с.
11. Фотосинтез. Под ред. Говинаджи. М.: Мир, 1987, т. 1, 728 с.
12. Габриелян Л.С., Джавршян Дж.М. – Материалы 7-й Пушкинской школы-конференции молодых ученых: Биология – наука XXI века. Пушкино, 2003, с.56–57.
13. Джавршян Дж.М., Габриелян Л.С. – Ученые записки ЕГУ. 2004, № 1, с. 86–93.

Լ Ս ՓԱՐԻԵԼՅԱՆ

ԲԱՐՁՐ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԻ ԱՂԴԵՑՈՒԹՅԱՆԸ ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ CHLORELLA PYRENOIDOSA ՋԵՐՄՈՒՌԻ ՊԻԳՄԵՆՏՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱՉԱՓԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ամփոփում

Ֆոտոսինթետիկ ապարատի ֆունկցիոնալ վիճակի գնահատման համար ուսումնասիրվել է բարձր ջերմաստիճանների ազդեցությունը քլորելայի պիգմենտային համակարգի վրա: Այդ ազդեցությունը հանգեցնում է

պիգմենտների քանակության նվազման: Քլորոֆիլ *a*-ն և կարոտինոիդները առավել զգայուն են: Իսկ գրեթե անբողջությամբ լույս հավաքող համալիրում գտնվող քլորոֆիլ *b* -ի կոնցենտրացիայի աննշան փոփոխությունը վկայում է այդ համալիրի կայունության մասին:

L. S. GABRIELIAN

THE SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF PIGMENTS OF ALGA
CHLORELLA PYRENOIDOSA, SUBJECTED TO ACTION OF INCREASED
TEMPERATURES

Summary

For an evaluation of a functional state of the photosynthetic apparatus investigated the effect of high temperatures on pigments system *Chlorella pyrenoidosa*. It is established, that under action of temperatures the contents of pigments decreases. Chlorophyll *a* and carotenoids are more sensitive. Concentration of chlorophyll *b* changes insignificantly, that testifies the stability of light-harvesting complex LHC (in fact all chlorophyll *b* is in LHC).