

Моделирование процессов фотосистемы II для количественного анализа сигналов, индуцируемых светом в хлоропластах побегов липы**Научный руководитель – Беляева Наталья Евгеньевна***Петров Е.А.¹, Никодимов С.С.²*

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия, *E-mail: egor.vyatka@mail.ru*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия, *E-mail: fedaser@mail.ru*

Современные исследования фотосинтеза высших растений и клеток водорослей проводят *in vivo*, измеряя кинетику флуоресценции и спектральные сигналы при освещении образца после адаптации к темноте [1]. Источником сигнала индукции флуоресценции (ИФ) являются возбужденные молекулы хлорофилла а (Хл а) фотосистемы II (ФСII). В целях мониторинга ранее были проведены измерения флуоресценции на однолетних побегах - липы (*Tilia cordata*) [2]. Оценка физиологического состояния хлоропластов липы по величинам F_m , F_0 и по кинетике ИФ до миллисекунд (показатель P_I , [2]) была затруднена, давая недостаточно информации. Известно, что результаты моделирования ИФ листа гороха [3] позволили анализировать индуцированные светом изменения редокс- состояний отдельных переносчиков, входящих в состав реакционных центров ФСII и формирование протонного градиента мембраны тилакоида. Нашей целью был количественный анализ параметров переноса электронов и переноса протонов путем фитирования вычислений в модели ФСII [3] по измерениям флуоресценции побегов липы [2]. Мы выбрали для анализа индукционные кривые флуоресценции, полученные на побегах липы из леса (“контроль”) и для липы, растущей вдоль Ленинского проспекта (“проспект”). Провели расчеты в математической модели ФСII [3], используя программу DBSolve и добиваясь фитирования путем подбора параметров модели. Было отмечено различие эффективного количества пигментов антенн: 100 и 80 для лип “контроль” и “проспект”, соответственно. Уменьшение антенн в расчетах соответствует измерениям [2]: у липы “контроль” уровень F_0 в 1.25 и количество Хл а в 2 раза выше, чем у липы “проспект”. Используя модель ФСII [3], мы получили параметры рН люмена и стромы, добиваясь фитирования ОЖР кинетики ИФ с большей амплитудой Р -пика липы “контроль” ($F_m/F_0 \approx 4$), чем “проспект” ($F_m/F_0 \approx 3$). Моделируя разность концентраций протонов стромы -люмен и электрический потенциал на мембране, провели расчет «протон движущей силы» (ПДС, pmf), генерируемой на мембране тилакоида при световой индукции [1,3]. Меньшая величина $pmf = 130$ мВ для липы «проспект», чем липы из леса $pmf = 180$ мВ, возможно приведет к менее интенсивной работе АТФ-азы хлоропласта липы, растущей в городе. В итоге, моделируя ОЖР кривую ИФ и сравнивая ее с экспериментальной, можно предположить в каком состоянии находятся хлоропласты липы.

Источники и литература

- 1) Belyaeva NE, Bulychev AA, Riznichenko GYu, Rubin AB (2016) Thylakoid membrane model of the Chl a fluorescence transient and P700 induction kinetics in plant leaves. *Photosynth Res* 130:491–515
- 2) Волгушева А.А., Яковлева О.В., Кукарских Г.П., Ризниченко Г.Ю., Кренделева Т.Е. Использование показателя P_I для оценки физиологического состояния деревьев в городских экосистемах. *Биофизика*. 2011. Т. 56. № 1. С. 105-112.

- 3) Беляева Н.Е., Булычев А.А., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Модель фотосистемы 2 для анализа нарастания индукционной кривой флуоресценции листьев высших растений. Биофизика 2011 том.. 56, №3, с. 489–505