

О ВЛИЯНИИ КИСЛОРОДА НА ВЫХОД АБЕРРАЦИЙ ХРОМОСОМ У А. СЕРА, ВЫЗВАННЫХ ТЕПЛОВЫМ ШОКОМ

Повреждающее действие ряда агентов на биологические объекты значительно усиливается в присутствии кислорода. В радиобиологических реакциях, в частности при действии ионизирующих излучений на хромосомы, проявляется кислородный эффект, заключающийся в том, что повреждающее действие облучения значительно повышается в присутствии кислорода [1—4]. Имеются данные об усилении повреждающего действия ультрафиолетового света на организм и биосубстраты в присутствии кислорода [2, 5, 6]. Усиление повреждающего действия ряда физических и химических агентов на хлорофилоносные ткани растений под влиянием видимого света объясняется фотодинамическим эффектом, приводящим к фотоокислению жизненно важных субстратов клеток [7—10].

Наши опыты с воздушно-сухими семенами пшеницы, ячменя и гороха показали, что повреждающее действие термического шока на выживаемость и начальный рост значительно уменьшается, если во время нагрева в окружающей семена среде отсутствует кислород. Установлено существование кислородного эффекта при термических повреждениях семян [11].

Температура является одним из факторов естественного мутационного процесса [12 и др.]. Известно, что термические воздействия супероптимальными температурами значительно модифицируют физиологический и генетический эффект ионизирующих излучений [13, 14]. В связи с этим значительный интерес представляет вопрос о возможной зависимости эффекта термических шоков на хромосомы от присутствия кислорода в окружающей семена среде. Для выяснения этого вопроса и проводилось настоящее исследование.

Опыты проводились с воздушно-сухими семенами репчатого лука (А. сера) сорта Хатунархский урожая 1968 г. Семена подвергались действию высоких температур в водяном ультратермостате (с точностью заданной температуры $+0,5^{\circ}\text{C}$). Семена, помещенные в специально приспособленные колбы емкостью 250 мл, в течение 2—3 минут продувались азотом, пропущенным через щелочной раствор пирогаллола. Перед продуванием воздух в колбах разрежался форвакуумным насосом до 0,2 атм. Контрольные семена таким же образом продувались воздухом. Тепловому воздействию семена подвергались в тех же колбах. Сразу же после нагрева семена ставили на проращивание в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водопроводной водой, в термостате при температуре 20°C . Учитывали количество проросших семян на 10-й день после посева и аберраций хромосом в первых митозах корешков. Фиксировали корешки, достигшие 5—6 мм длины в

ацет-этанольной смеси (3:1), окрашивали корешки ацеторсеином. Учет aberrаций хромосом проводили в поздних анафазах и ранних телофазах.

Предварительными опытами установлено, что нагрев семян лука при 80°C продолжительностью 20 минут вызывает около 50% гибели всхожих семян. Дальнейшие опыты проводили при этой же температуре. Результаты опытов показывают, что нагрев семян лука в среде азота способствует значительному снижению повреждающего действия теплового шока.

Как показывают данные табл. 1, при нагреве в воздухе 42,7% семян теряет всхожесть, при нагреве же в среде азота—28,1%.

Аналогичная картина наблюдается и в отношении aberrаций хромосом.

Таблица 1

Влияние кислорода на выживаемость семян *A. сера* при термическом воздействии 80°C, 20 минут

Варианты опыта	Количество посеянных семян	Количество проросших семян	% проросших	t	P
Контроль	400	289	70,2±2,3	—	—
Нагрев в воздухе	2100	577	27,5±0,9	17,9(1,2)	0,01
Нагрев в азоте	2100	885	42,1±1,1	9,7(2,3)	0,01

Таблица 2

Влияние кислорода на выход aberrаций хромосом у *A. сера* при термическом воздействии 80°C, 20 минут

Варианты опыта	Количество просмотренных анафаз	Количество анафаз с aberrациями	% анафаз с aberrациями	t	P
Контроль	1001	20	1,99±0,4	—	—
Нагрев в воздухе	953	43	5,03±0,7	3,7(1,2)	0,01
Нагрев в азоте	785	22	2,80±0,6	2,4(2,3)	0,02

В присутствии кислорода в окружающей среде во время нагрева семян выход aberrантных клеток снижается на 44,3%, коэффициент защиты от аноксии составляет 0,44%.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют о том, что кислород в значительной мере видоизменяет не только физиологический, но и генетический эффекты термического шока. При термических воздействиях кислород участвует в процессах, приводящих к повреждению генетического аппарата клеток.

О механизме участия кислорода при термических повреждениях можно высказать следующие соображения. Под влиянием высокой температуры происходит термическая диссоциация, возбуждение молекул [15], конформационные (денатурационные) изменения белков и других субстратов клеток. Вследствие этих изменений повышается реакционная способность указанных соединений. Поэтому можно предполагать, что под действием нагрева с участием кислорода происходит их окисление, что обуславливает усиление повреждения в присутствии кислорода. По данным Баренбойма, Баренбойма и Донанского [16, 17] биоломинесценция у яичного альбумина, казеина, сухих препаратов ДНК тушится введением в среду кислорода и окиси азота. Механизм тушения биоломинесценции авторы объясняют исходя из представлений Теренина [18]. Возбужденные молекулы субстрата соединяют

бирадикальную молекулу кислорода, образуя лабильный перекисный комплекс молюксид. При распаде последнего в среде увеличивается количество реакционноспособных радикалов, которые ведут к окончательному окислению радикалов как других веществ, так и молюксидов. Возможно, что влияние кислорода при термических повреждениях осуществляется по этому механизму.

Не лишено оснований предположение, что участие кислорода в усилении повреждений при радиационных и термических воздействиях осуществляется аналогичными механизмами.

Изучение этого явления может представить интерес для более глубокого понимания кислородного эффекта радиобиологических реакций, а также для выяснения природы модифицирующего влияния термических воздействий на эффекты ионизирующих излучений. Таким образом, кратковременный (20 минут) нагрев семян лука при 80°C вызывает гибель значительной части семян и возникновение aberrаций хромосом в первом, после воздействия митозе клеток корневой меристемы. Эти повреждения значительно снижаются при нагреве семян в условиях аноксии. Количество клеток с aberrациями хромосом при этом снижается на 44%.

Изучение этого явления может представить интерес для выяснения сущности кислородного и термического эффектов радиобиологических реакций, в частности радиогенетических повреждений.

Ռ. Ս. ԲԱԲԱՅԱՆ, Ռ. Բ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

Ա. սեթ-ի ջերմության շոկի շեփուկաբով սնույթային քրոմոսոմային և ռադիոգենետիկական վնասվածքի ուղեկցող ազդեցությունը

Ա մ փ ո փ ո մ

Յույց է տրված, որ սոխի սերմերի կարճատև (20 րոպե) տաքացումը առանց ջերմության (80°C) պայմաններում ազդեցությունից հետո առաջին միթոզում առաջ է բերում սերմերի նշանակալի մասի մահացում և քրոմոսոմային խտորաններ: Այդ վնասվածքները պակասում են սերմերը թթվածնի բացակայությամբ տաքացնելիս: Վերջին դեպքում քրոմոսոմային խտորաններ ունեցող բջիջների թիվը 44%-ով նվազում է:

R. S. BABAYAN, R. B. HAIRAPETYAN

CONCERNING THE EFFECT OF OXYGEN ON THE QUANTITY OF CHROMOSOME ABERRATIONS ARISING AS A RESULT OF THERMAL HEAT WITH REGARD TO A. CEPA

Summary

It is shown that the short-term (20 minutes) heating of the seeds of onion under conditions of high temperature (80°C) in the air, following its effect, in the first mitosis it causes deadly and chromosome aberrations to a considerable part of the seeds. These injuries decrease in number significantly when the seeds are heated with the exclusion of oxygen. In which case, the amount of cells having chromosome aberrations decreases by 44%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щепотьева Е. С., Ардашиков С. Н., Лурье Г. Е., Рахманова Т. В. Кислородный эффект при действии ионизирующих излучений. М., 1959.
2. Дубинин Н. П. Проблемы радиационной генетики. М., 1961.
3. Тарасов В. А. Физические модификаторы действия ионизирующих излучений. В сб.: «Успехи современной генетики», 1, М., 1967, 106—131.
4. Лучник Н. В., Яковенко К. П. Влияние аноксии, применяемой в разное время, на выход хромосомных aberrаций, вызванных гамма-лучами. «Радиобиология», 9, 1, 1969, 61—68.
5. Дубров А. П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения. М., 1968.
6. Калабухова Т. Н., Кондакова Н. В., Эйбус Л. Х. О влиянии кислорода на УФ инaktivацию мюзины. «Биофизика», 3, 2, 1968, 326—328.
7. Кислюк И. М. Исследование повреждающего действия охлаждения на клетки листьев растений, чувствительных к холоду. В сб.: «Цитологические основы приспособления растений к факторам среды», М.—Л., 1964, 168—183.
8. Ломагин А. Г., Антропова Г. А. Повреждающее действие видимого света на листья после прогрева. ДАН СССР, 165, 2, 1965, 433—436.
9. Ломагин А. Г. Влияние света на устойчивость растительных клеток к повреждению. «Успехи совр. биол.», 67, 1, 1969, 146—163.
10. Noak K. Photochemische Wirkungen des Chlorophylls. „Naturwissenschaft“, 14, 18, 1926, 383—388.
11. Бабаян Р. С. О кислородном эффекте термического повреждения. ДАН Арм. ССР, 41, 1, 1969, 46—49.
12. Дубинин Н. П. Эволюция популяций и радиация. М., 1966.
13. Smith L., Caldecott R. S. Modification on x-ray effects on barley seeds by pretreatment and posttreatment with heat. „Hereditas“, 39, 1948, 173—176.
14. Бабаян Р. С. Модифицирующее влияние высокой температуры на генетический эффект при рентгенооблучении семян ячменя. «Генетика», 4, 10, 1968, 36—40.
15. Рид С. Возбужденные электронные состояния в химии и биологии. М., 1960.
16. Баренбойм Г. М. Взаимодействие возбужденных биомолекул с кислородом. 1. Тушение кислородом и окисью азота фотолюминесценции биомолекул. «Биофизика», 8, 2, 1963, 154—165.
17. Баренбойм Г. М., Доманский А. Н. Взаимодействие возбужденных биомолекул с кислородом. Тушение кислородом и окисью азота рентгенофлуоресценцию триптофана и тирозина. «Биофизика», 8, 3, 1963, 321—331.
18. Теренин А. Н. О природе фотохимического акта при сенсibilизированных реакциях окисления кислородом и распад гидроперекисей. В сб.: «Вопросы химической кинетики, катализа и реакционной способности», М., 1955, 85—91.