

СУМІСНА ДІЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ДІОКСИДІНУ НА РІВЕНЬ МУТАГЕНЕЗУ У СТАТЕВИХ КЛІТИНАХ ДРОЗОФІЛИ

Стрижельчик Н. Г.

НДІ біології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61077, Україна, тел.: +38 (057)343-82-44

Досліджено мутагенну дію мікрохвильового випромінювання зі щільністю потужності від 30 до 260 мкВт/см² в умовах спонтанного і хімічно індукованого мутагенезу в статевих клітинах дрозофіли. Тестування проводили на лінії дрозофіли дикого типу Canton-S.

Встановлено, що мікрохвильове випромінювання викликає мутагенну активність — достовірно підвищує частоту домінуючих летальних мутацій в умовах спонтанного та індукованого мутагенезу лікарським препаратом діоксидіном.

Ключові слова: дрозофіли, статеві клітини, індукований мутагенез, мікрохвильове випромінювання, діоксидін, мутагенна та модифікуюча активність, домінуючі летальні мутації.

Вступ

Науково-технічний прогрес, з одного боку, постійно поліпшує якість та комфортні умови життя людини завдяки розробці і впровадженню нових технологій, а з іншого боку, призводить до насичення довкілля генотоксичними чинниками різної природи, наслідком чого, в свою чергу, є зростання спадкових хвороб, вроджених вад розвитку, безпліддя, онкологічних захворювань, передчасного старіння та інше [1].

Неіонізуюче випромінювання різної природи (монохроматичне світло, мікрохвильове та лазерне випромінювання) знайшло в наш час широке розповсюдження як в медичній практиці, так і в побуті, проте дані літератури вказують на можливий вплив цих факторів на генетичний апарат еукаріот [3, 7]. У дослідженнях на тваринах були отримані свідчення канцерогенної дії мікрохвильового опромінення. Епідеміологічні дослідження дають досить суперечливі результати. В той же час, деякі автори відмічають, що радіохвилі мобільних телефонів підвищують ризик виникнення раку головного мозку у дітей та підлітків. Виявлено, що низькочастотні (0-300 Гц) магнітні та електромагнітні поля підвищують ризик виникнення лейкемії у дітей. На підставі цих даних Міжнародна асоціація дослідження раку (IARC) магнітні поля низької інтенсивності віднесла до можливих канцерогенів [8, 9].

Насторожує те, що неіонізуюче випромінювання при дії на організм людини може зуст-

річатися з різноманітними хімічними речовинами, наприклад, лікарськими препаратами, харчовими добавками, пестицидами тощо, які самі по собі здатні чинити вплив на генетичний апарат статевих та соматичних клітин людини.

Враховуючи те, що дослідження сумісного впливу неіонізуючого випромінювання з різноманітними ксенобіотиками на генетичний апарат еукаріот майже відсутні, метою даної роботи є вивчення сумісного впливу мікрохвильового випромінювання та деяких лікарських препаратів на генетичний апарат статевих клітин дрозофіли.

Матеріали та методи досліджень

Об'єктом досліджень є *Drosophila melanogaster* Mg. (*Diptera Drosophilidae*). Дослідження проводили на лінії дикого типу Canton-S, яка характеризується гарною життєздатністю, високою плодючістю та добре вивченим рівнем мутабільності.

Вивчення сумісної дії фізичних та хімічних факторів на генетичний апарат статевих клітин дрозофіли проводили за допомогою методу обліку домінуючих летальних мутацій. Принцип методу полягає у порівнянні частоти виникнення домінуючих летальних мутацій (ДЛМ) у контролі й під впливом факторів, що вивчаються, у однієї з ліній дрозофіли [6].

В якості індуктора мутагенезу застосовували лікарський препарат — антибіотик широкого спектра дії — діоксидін.

В якості модифікатора мутагенезу — монохроматичне мікрохвильове випромінювання частотою 35 ГГц (довжиною хвилі 8 мм). Щіль-

ність потоку потужності на поверхні об'єкта, що опромінювали, в усіх випадках складала 30–260 мкВт/см².

Дослідження проводили у декількох варіантах дослідів. У першому варіанті вивчали вплив лише діоксидіну. Розчинником було поживне середовище. Культуру дрозофіли (30 пар) розміщували на середовищі, яке містило препарат у концентрації 0,6 мг/мл. Далі аналізували мух, які були вирощені на такому середовищі.

У другому варіанті дослідів оцінювали вплив лише мікрохвильового випромінювання. Для цього культуру дрозофіли (30 пар) розміщували на стандартному поживному середовищі, потім яйця, що були відкладені, обробляли мікрохвильовим випромінюванням протягом 10 секунд. Далі аналізували мух, що були вирощені за таких умов.

У третьому варіанті дослідів вивчали сумісну дію мікрохвильового випромінювання та лікарського препарату діоксидіну. При проведенні цих дослідів спочатку культуру дрозофіли (30 пар) розміщували на поживному середовищі, яке містило діоксидін у концентрації 0,6 мг/мл, потім відкладені яйця обробляли мікрохвильовим випромінюванням протягом 10 секунд. Далі аналізували мух, що були вирощені за таких умов.

Відомо, що домінантні летальні мутації реалізуються на різних етапах онтогенезу дрозофіли — на ембріональному (ембріональна летальність) та постембріональному (постембріональна летальність) [5, 6]. В даній роботі облік домінантних летальних мутацій проводили на постембріональній стадії розвитку дрозофіли — на стадії лялечок. В якості контролю використовували культури дрозофіли, які не підлягали впливу. Оцінювали плодючість дрозофі-

ли за кількістю лялечок та імаго. Статистичний аналіз результатів проводили з використанням критерію χ^2 та критерію Стьюдента t [2, 4].

Результати та їх обговорення

Одержані результати дослідів представлені в табл. 1–3. В цій серії експериментів в контролі частота домінантних летальних мутацій на постембріональній стадії розвитку дрозофіли була рівною $6,1 \pm 0,4\%$. Рівень плодючості дрозофіли складав: за кількістю лялечок — $95,8 \pm 5,1$, за кількістю імаго — $89,9,0 \pm 4,7$.

У першому варіанті дослідів діоксидін індукував достовірне підвищення частоти домінантних летальних мутацій у статевих клітинах дрозофіли у порівнянні з контролем в 2,6 рази — $16,1 \pm 1,4\%$ ($\chi^2 = 46,8$; $P < 0,01$).

У другому варіанті дослідів оцінювали дію лише мікрохвильового випромінювання. Дія мікрохвильового випромінювання призводила до достовірного підвищення частоти постембріональних летальних мутацій у 3,9 рази у порівнянні з контролем. Частота постембріональних летальних мутацій була рівною — $24,1 \pm 1,7\%$ ($\chi^2 = 121,2$; $P < 0,01$).

У третьому варіанті оцінювали сумісну дію двох факторів — мікрохвильового випромінювання та діоксидіну (0,6 мг/мл). Як дія окремо самого діоксидіну, так і сумісна дія двох факторів, призводила до достовірного підвищення частоти постембріональної летальності в 4,5 рази у порівнянні з контролем. Частота постембріональних летальних мутацій була рівною — $28,0 \pm 2,6$ ($\chi^2 = 159,5$; $P < 0,05$).

Підвищення частоти домінантних летальних мутацій, в свою чергу, призводило до достовірного зниження показників плодючості дрозофіли у порівнянні з контролем — в ре-

Таблиця 1

Частота домінантних летальних мутацій у дрозофіли в результаті дії мікрохвильового випромінювання та діоксидіну

Доза	Проаналіз культур дрозофіли	Частота постембріональної летальності, % $M \pm m$	Значення	
			χ^2	P
Контроль				
–	12	$6,1 \pm 0,4$	–	–
Діоксидін				
0,6 мг/мл	10	$16,1 \pm 1,4$	46,8	< 0,01
Мікрохвильове випромінювання				
30-260 мкВт/см ²	16	$24,1 \pm 1,7$	121,2	< 0,01
Мікрохвильове випромінювання + діоксидін				
30-260 мкВт/см ² + 0,6 мг/мл	10	$28,0 \pm 2,6$	159,5	< 0,01

Рівень плодючості дрозофіли за кількістю лялечок в результаті дії мікрохвильового випромінювання та діоксидіну

Доза	Проаналіз культур дрозофіли	Кількість лялечок M ± m	Значення	
			t	P
Контроль				
–	12	95,8 ± 5,1	–	–
Діоксидін				
0,6 мг/мл	10	68,4 ± 7,2	3,1	< 0,05
Мікрохвильове випромінювання				
30-260 мкВт/см ²	16	64,2 ± 7,4	3,9	< 0,05
Мікрохвильове випромінювання + діоксидін				
30-60 мкВт/см ² + 0,6 мг/мл	10	60,5 ± 7,0	4,1	< 0,05

Таблиця 3

Рівень плодючості дрозофіли за кількістю імаго в результаті дії мікрохвильового випромінювання та діоксидіну

Доза	Проаналіз культур дрозофіли	Кількість імаго M ± m	Значення	
			T	P
Контроль				
–	12	89,9 ± 4,7	–	–
Діоксидін				
0,6 мг/мл	10	57,4 ± 6,4	4,1	< 0,05
Мікрохвильове випромінювання				
30-60 мкВт/см ²	10	48,7 ± 6,7	5,0	< 0,05
Червоне світло				
Мікрохвильове випромінювання + діоксидін				
30-60 мкВт/см ² + 0,6 мг/мл	10	43,5 ± 4,6	7,1	< 0,05

зультаті дії самого діоксидіну за кількістю лялечок до 71,4% — 68,4 ± 7,2, за кількістю імаго до 64,4% — 57,4 ± 6,4 ($t_1 = 3,1$; $t_2 = 4,1$; $P < 0,05$).

Окрема дія мікрохвильового випромінювання також викликала зниження плодючості дрозофіли у порівнянні з контролем: за кількістю лялечок до 67,0% — 64,2 ± 7,4, за кількістю імаго до 56,0% — 48,7 ± 6,7 ($t_1 = 3,9$; $t_2 = 5,0$; $P < 0,05$).

У результаті сумісної дії мікрохвильового випромінювання + діоксидін відбувалось достовірне зниження показників плодючості дрозофіли: за кількістю лялечок до 63,1% — 60,5 ± 7,0, за кількістю імаго до 49,0% — 43,5 ± 4,6 ($t_1 = 4,1$; $t_2 = 7,1$; $P < 0,05$).

У разі порівняння між собою результатів, що одержані при сумісній дії мікрохвильового випромінювання + діоксидін, або лише самого діоксидіну, встановлена статистично значуща різниця за частотою індукованих домінантних летальних мутацій ($\chi^2 = 27,0$; $P < 0,05$). Подібні результати були одержані при порівнянні

дії лише мікрохвильового випромінювання та діоксидіну — виявлена статистично значуща різниця за частотою домінантних летальних мутацій ($\chi^2 = 15,0$; $P < 0,05$).

В той же час, у результаті порівняльного аналізу даних, що були одержані під впливом сумісної дії мікрохвильового випромінювання + діоксидін, чи лише мікрохвильового випромінювання, не встановлено статистично значущої різниці за частотою домінантних летальних мутацій ($\chi^2 = 3,0$; $P > 0,05$). Це вказує на те, що основну роль при утворенні мутагенного ефекту під час сумісної дії мікрохвильового випромінювання + діоксидін відіграє мікрохвильове випромінювання.

Висновки

Таким чином, експериментальні дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Мікрохвильове випромінювання частотою 35 ГГц (довжиною хвилі 8 мм) проявляє мутагенну активність — здатність достовірно підвищувати частоту домінантних леталь-

- них мутацій в статевих клітинах дрозофіли в умовах спонтанного та хімічно індукovanого мутагенезу лікарським препаратом діоксидином;
2. Мікрохвильове випромінювання частотою 35 ГГц (довжиною хвилі 8 мм) здатне чинити негативний вплив на рівень плодючості дрозофіли — достовірно знижувати показники плодючості дрозофіли за кількістю лялечок та імаго.

Література

1. Бочков Н. П. Клиническая генетика. — М.: Медицина, 1997. — 180 с.
2. Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. — М.: Медицина, 1973. — С. 21–25, 53–56.
3. Ионова Л. А., Манойлов С. Е., Аленчева Н. Б., Конев Ю. Е., Гаврилов Г. А. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на соматический мозаицизм и частоту доминантных летальных мутаций у дрозофилы // Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты. М.: ИРЭ, 1983 — С. 133–137.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М., 1990. — 352 с.
5. Магерарова Л. М. Изучение закономерностей мутагенного процесса в линиях дрозофилы, дефектных по системе репарации. Автореф. ... кан. биол. наук — М., 1986. — 16 с.
6. Тихомирова М. М. Генетический анализ. — Л., 1990. — 280 с.
7. Шестопалова Н. Г. Цитофизиологические и генетические эффекты действия радиоволн миллиметрового излучения на растения / Тез. Всесоюз. конф. «Применение СВЧ излучений в биологии и сельском хозяйстве» — Кишинев, 1991. — С. 60–62.
8. Kheifets L., Repacholi M., Saunders R. The Sensitivity of Children to Electromagnetic fields // Pediatrics. — 2005. — V. 116. — P. 303–313.
9. Mc Cann J., Kavet R., Rafferty C. N. Testing electromagnetic fields for potential carcinogenic activity. A critical review of animal models // Env. Health Res. Persp. — 1997. — V. 105. — Supp. 1. — P. 81–97.

СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ДИОКСИДИНА НА УРОВЕНЬ МУТАГЕНЕЗА В ПОЛОВЫХ КЛЕТКАХ ДРОЗОФИЛЫ

Стрижельчик Н. Г.

НИИ биологии Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина

Исследовали мутагенное действие микроволнового излучения с плотностью мощности от 30 до 260 мкВт/см² в условиях спонтанного и химически индуцированного мутагенеза в половых клетках дрозофилы. Тестирование проводили на линии дрозофилы дикого типа Canton-S.

Установлено, что микроволновое излучение проявляет мутагенную активность — достоверно повышает частоту доминантных летальных мутаций в условиях спонтанного и индуцированного мутагенеза лекарственным препаратом диоксидином.

Ключевые слова: дрозофилы, половые клетки, индуцированный мутагенез, микроволновое излучение, диоксидин, мутагенная и модифицирующая активность, доминантные летальные мутации.

COMBINED EFFECTS OF MICROWAVE RADIATION AND DIOXIDINE ON THE LEVEL OF MUTAGENESIS IN DROSOPHILA GAMETES

Stryzhelchik N. G.

V. N. Karazin Kharkiv National University

The modifying effect of the microwave radiation with power density of 30 to 260 mW/cm² spontaneous and chemically induced mutagenesis in Drosophila gametes has been studied. The Canton-S Drosophila line of wild type has been tested. The microwave radiation has been shown to exert mutagenic or comutagenic effects: it increased reliably the frequency of dominant lethal mutations during spontaneous and dioxidine-induced mutagenesis.

Keywords: Drosophila, gametes, induced mutagenesis, microwave radiation, dioxidine, mutagenic and modifying effect, dominant lethal mutations.