

УДК 575.174.2

**МОРФОЗЫ, НАБЛЮДАЕМЫЕ
У DROSOPHILA MELANOGASTER ПРИ ОБЛУЧЕНИИ
ПЕРЕМЕННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ**

Кауфова М.А., Хандохов Т.Х., Керефова М.К.

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» Нальчик, e-mail: kaufova@mail.ru*

Было исследовано влияние переменного магнитного поля разной частоты на морфологические признаки используемых линий *Drosophila melanogaster*. В ходе проведенных исследований было установлено, что облучение переменным магнитным полем оказывает существенное влияние на данный объект, приводя к изменению крыльев исследуемых мух. Наблюдали такие изменения крыльев как сморщенность и оттопыренность во всех исследуемых линиях кроме Vg, а также загнутые крылья только у K-C, длинные крылья, закрученные и крылья неодинаковой длины были у линии Vg. С увеличением частоты действия переменного магнитного поля возрастает количество мух с морфозами, а также появляются новые изменения крыльев. Исследования показали, что переменное магнитное поле оказывает дифференцирующее влияние на морфологические изменения, качество и число которых зависит от генотипических свойств включенных в эксперимент линий дрозофил. Наиболее чувствительной оказались линия M-5, которая несет мутацию, и линия K-C, являющаяся генотипом дикого типа. Более устойчивой в данном эксперименте оказалась линия W.

Ключевые слова: переменные магнитные поля, частота переменного магнитного поля, генотип мух, морфозы, линии дрозофил

**MORPHOSIS OBSERVED IN DROSOPHILA MELANOGASTER IRRADIATION
ALTERNATING MAGNETIC FIELD WITH DIFFERENT FREQUENCIES**

Kaufova M.A., Khandokhov T.K., Kerefova M.K.

Kabardino-Balkarian State University Kh. M. Berbekova, Nalchik, e-mail: kaufova@mail.ru

The influence of alternating magnetic fields of different frequencies on the morphological characteristics of the used lines *Drosophila melanogaster*. During the survey, it was found that irradiation of the alternating magnetic field has a significant impact on the property, leading to a change in the wings of flies studied. Observed such changes as the wings wrinkled and bulging in all lines tested except Vg, and curved wings only at K-S, long wings, and twisted wings of unequal length were in line Vg. With an increase in the frequency of the alternating magnetic field increases the number of flies with morphosis, and there are new changes in the wings. Studies have shown that the alternating magnetic field has a differentiating effect on the morphological changes of the quality and number of which depends on the genotypic properties of the lines included in the experiment *drosophila*. Were most sensitive line M-5, which carries the mutation and the line K-C being the wild type genotype. More stable in this experiment was a line W.

Keywords: alternating magnetic field, the frequency of the alternating magnetic field, the genotype of flies, morphosis, *drosophila* line

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последнее время возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный [4]. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. Новые промышленные технологии привели к созданию и повсеместному распространению источников электромагнитного излучения. Применение радиотехнических приборов и систем, новых технологических процессов приводит к излучению электромагнитной энергии в окружающую среду. В основном повышение уровня ЭМИ связано с ускоряющимися темпами развития средств связи и информатизации, без которых дальнейший научно-технический прогресс стал невозможен. Технологическое развитие ин-

формационного общества привело к тому, что в условиях постоянного воздействия ЭМП находится значительная часть экосистем, особенно в условиях городов, на прилегающих к городам территориях, а также локально в практически не заселенных условиях.

В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью [5]. Из литературных данных известно, что экстремальные и необычные для вида факторы внешней среды вызывают в соматических клетках организма ненаследственные изменения – морфозы, которые рассматривают как «уродства», не свойственные виду в норме [1]. Многие исследователи использовали дрозофилу как тест систему и получали морфозы. Так, при облучении, например рентгеновскими или ультрафиолетовыми лучами личинок или куколок дрозофил, а также, при

воздействии предельно переносимой температурой на них, удается получать до 100% особей с однотипными морфозами, имитирующими мутантные признаки. Например растопыренные крылья, вырезку в различных частях крыла, которые являются следствием гибели части клеток имагинальных дисков крыла в результате облучения. Эти вырезки, не характерные для имаго в норме, сохраняются в течение всей жизни имаго, но не наследуются [3]. Характер разнообразных морфозов, наблюдаемый у развивающихся мух, зависит от воздействующего фактора и его интенсивности, а также от стадии развития организма. Подобные изменения можно вызывать и при воздействии другими агентами, в частности химическими веществами, изменением режима питания личинок. Б.М. Медников в работе «Дарвинизм в XX веке» описывает морфозы, полученные И.А. Рапопортом на дрозофил при добавлении некоторых химических веществ в корм. При добавлении в корм дрозофил любой соли серебра (это доказывает, что индуктор – именно ион серебра), мухи оказываются желтотельными, а ион бора имитирует мутацию безглазости, т.е. морфозы специфичны по отношению к факторам воздействия [3]. Б.М. Медников также провел эксперимент с дрозофилой, но в качестве фактора воздействия использовал антибиотик актиномицин, который, как известно, присоединяется к молекуле ДНК и тормозит синтез РНК. Вылетевшие из куколок мухи были с самыми разнообразными изменениями: бескрылыми, укороченными или скрюченными крыльями, гигантские и миниатюрные, с коротким телом и другие.

В доступной литературе мы не встретили данных, которые свидетельствовали бы об изменении морфологических признаков у дрозофил при облучении их переменным магнитным полем. Поэтому целью нашего исследования было – изучить влияние переменного магнитного поля разной частоты на морфологические признаки *Drosophila melanogaster*, при этом установить их генотипическую чувствительность к данному фактору.

Материал и метод исследования

В качестве объекта исследований были выбраны линии дрозофил, содержащихся на кафедре генетики, селекции и семеноводства:

1. *Bar*; (*B*) полосковидные глаза, гомозиготы жизнеспособны. Дупликация.
2. *Canton-S*; (*C-S*) дикий тип.
3. *Cinnabar*; (*Cn*) киноварноглазный, цвет глаз яркий, шарлаховый, глазки бесцветны.
4. *Ebony*; (*E*) черный цвет тела.
5. *Melлер-5*; (*M-5*) полосковидные глаза.
6. *White apricot*; (*W^a*) абрикосового цвета глаза.
7. *Vestigial*; (*Vg*) зачаточнокрылый, крылья и жужжальца зачаточные.

8. *White*; (*W*) белоглазый, глаза белые, глазки, мальпигиевы сосуды и семенники бесцветны.

9. *Yellow*; (*Y*) желтый цвет тела, ротовой аппарат личинки коричневый [2].

Для изучения влияния переменного магнитного поля на морфологические признаки линий дрозофил, мы все перечисленные линии подвергли облучению. Источником переменных магнитных полей (ПеМП) для наших опытов служила катушка индуктивности, представляющая собой полый цилиндр диаметром 75 мм и высотой 520 мм. Обмотка на катушке состояла из двух слоев, каждый слой состоял из 85 витков. Сечение провода равно 1,3 мм. Для генерации переменных полей различных частот и напряженностей служила звуковая карта (ESS ES688 Audio Drive) на базе компьютера «Pentium IV». Сигнал на выходе компьютера усиливался при помощи усилителя «Электрон-104-стерео» и подавался на катушку. Напряжение тока, подаваемого на катушку, измерялось при помощи вольтметра ВЗ-43. Диапазон измерения напряжения: 300 мкВ–300 В. Спектр частот 8000, 15000, 20000 Гц. Частоту и форму тока измеряли при помощи полупроводникового двухлучевого осциллографа С1-69.

Общая продолжительность экспозиции магнитным полем составила 72 часа. Повторность каждого варианта опыта пятикратная. В каждую пробирку помещали по 2 самки и 3 самца. Контролем служили эти же линии, не подвергавшиеся воздействию ПеМП.

Результаты исследования и их обсуждение

В проведенном контрольном варианте и при облучении ПеМП частотой 8000 Гц не наблюдали никаких морфологических изменений у исследуемых линий дрозофил. При применении ПеМП частотой 15000 Гц уже в некоторых экспериментальных линиях наблюдаются изменения крыльев мух, такие как сморщенные, оттопыренные, загнутые и длинные крылья. Например у линии *W* наблюдается сморщенность крыльев, у *K-C* только загнутость, у *Y* и *Bar* сморщенные и оттопыренные, у *Vg* только длинные крылья, а у *W^a* только оттопыренные. Без фенотипических изменений остались линии *E* и *Cn*.

Из данных таблицы видно, что наиболее чувствительной к переменному магнитному полю при частоте 15000 Гц оказалась линия *M-5*, где процент наблюдаемых изменений составил 7,14. Более устойчивыми оказались линии *E* и *Cn*, где не наблюдали никаких морфологических изменений. В данном опытном варианте количество морфологических изменений было различным и зависело от генотипа линий (см. таблицу).

При увеличении частоты ПеМП в 20000 Гц возрастает количество мух с морфологическими изменениями, а также наблюдаются и новые изменения крыла как длинные и закрученные, а также крылья неодинаковой длины, которые встречались у линии *Vg*. Также у линий *E* и *Cn*, где до сих пор не наблюдали никаких изменений, появились мухи со сморщенными и отто-

пыренными крыльями, процент наблюдаемых изменений которых было 4,1 и 3,21% соответственно. У линии К-С помимо загнутых крыльев наблюдали еще и оттопыренные и сморщенные крылья. Наибольший процент наблюдаемых изменений при облучении ПеМП частотой 20000 Гц при-

шелся на М-5 – 13,48%, как и в опыте, где частота воздействия составляла 15000 Гц. Более устойчивой на облучение оказалась линия W, где процент наблюдаемых изменений был самым низким как при частоте ПеМП 15000 Гц, так и при увеличении частоты воздействия на 20000 Гц.

Морфозы, наблюдаемые у *Drosophila melanogaster* при облучении переменным магнитным полем разной частоты в условиях опыта

Линии	Используемые частоты	Количество вылетевших мух	Наблюдаемые морфозы	Всего мух с морфозами	Процент морфологических изменений
W	15000 Гц	1150	Сморщенные крылья	6	0,52
	20000 Гц	975	Сморщенные и оттопыренные крылья	14	1,43
К-С	15000 Гц	1090	Загнутые крылья	9	0,82
	20000 Гц	965	Загнутые, сморщенные, оттопыренные крылья	96	9,94
E	15000 Гц	1020	-	-	-
	20000 Гц	750	Сморщенные и оттопыренные крылья	31	4,1
Y	15000 Гц	1080	Сморщенные и оттопыренные крылья	20	1,85
	20000 Гц	955	Сморщенные и оттопыренные крылья	32	3,35
Var	15000 Гц	1070	Сморщенные и оттопыренные крылья	12	1,12
	20000 Гц	960	Сморщенные и оттопыренные крылья	32	3,34
М-5	15000 Гц	560	Сморщенные и оттопыренные крылья	25	7,14
	20000 Гц	430	Сморщенные и оттопыренные крылья	58	13,48
Сп	15000 Гц	970	-	-	-
	20000 Гц	715	Сморщенные и оттопыренные крылья	23	3,21
W ^a	15000 Гц	930	Оттопыренные крылья	5	0,53
	20000 Гц	680	Сморщенные и оттопыренные крылья	20	2,94
Vg	15000 Гц	1060	Длинные крылья	27	2,54
	20000 Гц	915	Длинные крылья, закрученные крылья, 1 крыло длиннее другого	45	4,91

Таким образом, следует отметить, что ПеМП оказывает дифференцирующее влияние на морфологические признаки, качество и число которых зависит от генотипических свойств включенных в эксперимент линий дрозофил. С увеличением частоты ПеМП увеличивается количество мух с изменениями и появляются новые морфозы. Наиболее чувствительной к ПеМП оказалась линия М-5, где отмечен высокий процент морфологических изменений.

Список литературы

1. Гиляров М.С. Биологический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 831 с.
2. Козак М.Ф. Дрозофила – модельный объект генетики: учебное пособие. – Астрахань: Изд. Астраханский университет, 2007. – 86 с.
3. Левин В.Л. О морфозах у дрозофилы, возникающие после облучения зиготы УФ лучами // Онтогенез. – 1970. – Т.2 № 6. – С. 607.
4. Медников Б.М. Дарвинизм в XX веке. – М.: Советская Россия, 1975. – 224 с.
5. Пресман А.С. Электромагнитное поле и жизнь. – М., 2003. – 215 с.
6. Федорович Г. В. Электрический мониторинг электромагнитных полей. – М., 2004. – 137 с.

References

1. Giljarov M.S. Biologicheskij jenciklopedicheskij slovar. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1986. 831 p.
2. Kozak M.F. Drosophila – model'nyj ob'ekt genetiki. // Uchebnoe posobie. Izd. Astrahanskij universitet, 2007. 86 p.
3. Levin V.L. O morfozah u drozofily, vznikajushhie posle oblucheniya zigoty UF luchami // Ontogenez. 1970. T.2. no. 6. pp. 607.
4. Mednikov B.M. Darvinizm v XX veke. M.: Sovetskaja Rossija, 1975. 224 p.
5. Presman A.S. Jelektromagnitnoe pole i zhizn'. Moskva, 2003. 215 p.
6. Fedorovich G.V. Jelektricheskij monitoring jelektromagnitnyh polej. M., 2004. 137 p.

Рецензенты:

Гетоков О.О., д.б.н., профессор кафедры зоотехнии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик;
 Слонов Л.Х., д.б.н., профессор кафедры ботаники Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 30.10.2013.