

УДК 57+611; 539.1.047; 58.35.03

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПРИЗНАКОВ
DROSOPHILA MELANOGASTER И *TRITICUM AESTIVUM*
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**© 2013 г. **В.В. Бабкина, Е.А. Алленова, И.В. Матюхин, Г.В. Чернова, О.П. Эндебера**

Калужский госуниверситет им. К.Э. Циолковского

photon-2@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.06.2012

В условиях воздействия КВЧ-излучения были исследованы продолжительность жизни *D. melanogaster*, длина и ширина листовой пластинки *T. aestivum*. Выявлено, что воздействие в дозе $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² оказывает существенное влияние на продолжительность жизни *D. melanogaster* и ширину листовой пластинки *T. aestivum*. Для *D. melanogaster* условия темноты являются более благоприятными, чем постоянное освещение. У *T. aestivum* наиболее выраженные эффекты КВЧ-воздействия наблюдались при формировании листовой пластинки в фазе кущения.

Ключевые слова: КВЧ-излучение, дрозофила, продолжительность жизни, пшеница, длина и ширина листовой пластинки.

Введение

Электромагнитные излучения различной мощности, в том числе и КВЧ-диапазона, воздействуют на организмы в течение всей их эволюции на Земле. Несомненно, что существуют тонкие регуляторные механизмы физиологических процессов, основанные на восприятии электромагнитной радиации различных диапазонов, исследования которых представляются чрезвычайно важными, поскольку они связаны с общепризнанными принципами организации живой материи. В настоящее время имеются экспериментальные и клинические данные, свидетельствующие об эффективном применении излучения КВЧ в медицине [1–3]. Получены сведения о существенном значении этого фактора для биологических объектов различного уровня организации, от отдельных клеточных компонентов, изолированных клеток и микроорганизмов до целых организмов животных и человека [4–18]; среди них имеются многочисленные данные по фотосинтезирующим микроорганизмам [10–13]. В большинстве работ рассматривается только феноменология самого эффекта, что затрудняет анализ данных литературы и пока не позволяет представить как общую картину реакции тех или иных систем на воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) [6, 7]. Поэтому сравнительный аспект анализа КВЧ-эффектов у представителей насекомых и высших растений дает дополнительную информацию, которая необходима для разработки современных представлений о механизмах действия КВЧ-радиации.

Цель работы – изучение интегральной реакции организма *Drosophila melanogaster* и *Triti-*

cum aestivum в ответ на воздействие ЭМИ КВЧ. Для оценки влияния данного фактора были выбраны критерии: продолжительность жизни (ПЖ) взрослых особей *D. melanogaster* и ряд морфометрических признаков *Triticum aestivum* на стадиях кущения и выхода в трубку. О значимости таких исследований, в том числе длины и ширины листовой пластинки, свидетельствуют работы [19–22].

Материалы и методика

В исследованиях применялся медицинский аппарат КВЧ-терапии шумовым излучением «АМФИТ-0.2/10-01», мощность 2.019 мкВт/см². Аппарат изготовлен ООО «Физтех», г. Нижний Новгород (регистрационное удостоверение МЗ РФ № 29/06030497/2014-01 от 15.06.2001 г. Лицензия № 42/2000-0491-0588 от 30.03.2000 г.).

Объектом исследования воздействия ЭМИ КВЧ на животный организм служила лабораторная линия *Drosophila melanogaster* дикого типа – Д-32. Размножение и развитие дрозофил проводилось на стандартной питательной среде в специальных сосудах при температуре $24.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ в термостате ТС-80М [23]. Эффективность воздействия электромагнитного излучения была изучена при сравнительном анализе облученных и контрольных особей. Особи опытной группы на 4 сутки имагинального развития подвергались однократному электромагнитному облучению крайне высокой частоты. Помимо ЭМИ КВЧ, на особей дрозофилы воздействовали светом. Общая освещенность в термостате была 8 лк. Опытные и контрольные

группы содержались при разных световых режимах – день: 24 часа (8 лк), ночь: 24 часа. Параметры воздействия: 5 мин (доза $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см²) и 30 мин (доза $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см²). Для оценки эффектов воздействия электромагнитного излучения и светового фактора были применены показатели средней продолжительности жизни, выживаемости, смертности. Эти признаки относят к категории экологических [19]. Показатель средней ПЖ является флуктуирующей величиной, его распределение отличается от нормального, поэтому для статистической обработки результатов использовали непараметрический критерий Колмогорова – Смирнова [24].

Для оценки влияния ЭМИ КВЧ на растительный организм в качестве модельного объекта была использована мягкая яровая пшеница *Triticum aestivum* сортов «Злата» и «Эстер». Сорт «Злата» создан в НИИ сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны совместно с Рязанским НИИПТИ АПК в 2005 г. Оригинатор сорта «Эстер» – ГНУ «НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны». Воздействию подвергались непророщенные семена. Посев семян производился в открытый грунт через 24 часа после применения ЭМИ КВЧ. Дозы воздействия: $0.06 \cdot 10^{-3}$, $0.61 \cdot 10^{-3}$ и $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см². Полевые опыты проводили в семикратной повторности. Учетная площадь посева делянок составляла 10 м². Посев проводился сеялкой ССФК-6-10 по методике Б.А. Доспехова [25]. Размещение вариантов систематическое. Полевые опыты располагались в селекционно-семеноводческом севообороте на серых лесных среднекультуренных почвах со следующими агрохимическими показателями: рН = 5.7, содержание усвояемых фосфора и калия на 100 г почвы – 18 и 15 мг соответственно, гумуса – 2.6%. Технология возделывания пшеницы – общепринятая для зоны.

Полученный цифровой материал обрабатывали методами вариационной статистики [24]. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы *Statistica* 6.1 (*StatSoft, inc.*).

Результаты

Результаты исследования влияния различных доз экспозиции ЭМИ КВЧ на ПЖ *D. melanogaster* представлены на рис. 1 и 2.

После воздействия ЭМИ КВЧ в дозе $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² выявлено, что в условиях постоянной темноты (рис. 1а) у самцов опытной и контрольной групп началась смертность особей на 14 сутки. В опыте с 14 по 24 сутки погибло меньше особей, чем в контроле. На 29 сутки отмечен пик смертности, после чего ПЖ самцов начала быст-

ро снижаться. В контроле ПЖ снижалась постепенно. Разница между максимальной ПЖ самцов в контроле и опыте составила 15 суток. Для самок была отмечена большая ПЖ по сравнению с самцами. На графике в контроле до 34 суток хорошо видно плато выживаемости, что указывает на нормальный процесс старения. В опыте ПЖ самок была меньше. Первый пик смертности приходился на 14 сутки, второй – на 34, третий – на 44. В результате максимальная ПЖ самок в опыте составила на 10 суток меньше, чем в контроле.

Таким образом, воздействие КВЧ в дозе $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² в условиях постоянной темноты оказало, в основном, негативное влияние на ПЖ особей обоего пола.

При постоянном освещении (рис. 1б) у самцов как в опытной, так и в контрольной группах первый пик смертности был отмечен на 9 сутки, второй пик приходился на 24 сутки в контрольной группе и на 29 – в опытной. Максимальная ПЖ самцов в опыте составила на 15 суток больше, чем в контроле. График выживаемости самок в начале представляет собой плато, которое доходит до 19 суток в контроле и до 24 – в опыте, что свидетельствует об отсутствии высокой смертности в данный период. В контрольной группе первый пик смертности отмечен на 24 сутки, второй – на 49. В опыте после плато отмечалась примерно одинаковая скорость старения особей. Различия максимальной ПЖ между контролем и опытом составили не более 5 суток.

Таким образом, после КВЧ-воздействия в дозе $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² в условиях постоянного освещения было отмечено увеличение ПЖ самцов. Влияние данных условий на ПЖ самок было неоднозначным.

Сравнивая значения функции дожития в обоих опытах (рис. 1а,б), можно отметить, что в условиях темноты ПЖ самцов больше, чем при постоянном освещении на 25 суток, ПЖ самок – на 10 суток. Это может быть связано с неблагоприятным воздействием постоянного освещения. Применение КВЧ при этом модифицирует процессы старения.

После КВЧ-облучения в дозе $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² в условиях постоянного затемнения (рис. 2а) у самцов экспериментальной группы с 9 по 19 сутки выжило больше особей, чем в контроле. Затем было отмечено снижение ПЖ: два пика смертности наблюдались на 29 и 44 сутки. В контрольной группе в течение первых 9 дней погибло очень мало особей, в дальнейшем их число увеличилось. График старения имеет форму плато с 29 по 44 сутки, на 54 сутки отмечен пик смертности. Максимальная ПЖ самцов в опыте была на 20 суток меньше, чем в контроле.

У самок в экспериментальной группе пики смертности наблюдались на 24 и 54 сутки, а в

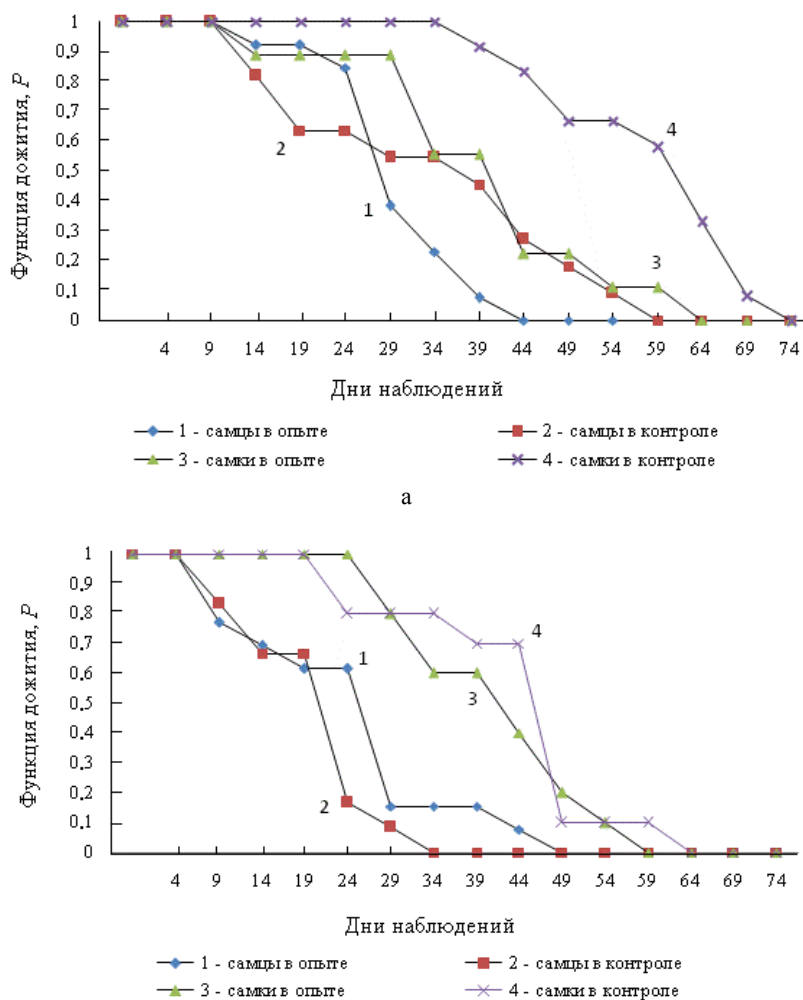


Рис. 1. Продолжительность жизни *D. melanogaster*: доза КВЧ $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см², темнота (а); доза КВЧ $0.30 \cdot 10^{-3}$ Дж/см², свет (б)

контрольной – соответственно на 19 и 24. Максимальная ПЖ в опыте была больше, чем в контроле, на 35 суток.

Таким образом, выявлено, что облучение КВЧ в дозе $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² и содержание в условиях постоянной темноты способствовали снижению ПЖ у самцов и увеличению – у самок.

В условиях постоянного освещения (рис. 2б) картина выживаемости несколько иная. У самцов в опытной группе отмечено резкое снижение ПЖ начиная с 14 суток. В контроле наблюдалось постепенное старение особей. При этом разница между максимальной ПЖ самцов в контроле и в опыте составила 35 суток.

У самок опытной группы старение происходило не так быстро, как у самцов, хотя и с большей скоростью, чем в контроле, особенно в периоды с 9 по 29 и с 44 по 54 сутки. Различия между максимальной ПЖ самок в контрольных и опытных группах отсутствовали.

Результаты изучения морфометрических признаков при различном времени экспозиции предпосевной обработки семян *Triticum aestivum*

ЭМИ КВЧ, отражающих их развитие на ранних стадиях онтогенеза, в частности во время фазы кушения (табл. 1), показывают, что при облучении в дозе $0.06 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² у сорта «Злата» наблюдается уменьшение средней длины листьев по сравнению с контрольными группами на 11% (15.94 ± 0.36 и 17.64 ± 0.13 см соответственно), однако с увеличением времени экспозиции длина листовой пластинки увеличилась на 56% и 66% (при облучении в дозах $0.61 \cdot 10^{-3}$ и $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² соответственно). Данные, полученные по сорту «Эстер», свидетельствуют, что во всех трех опытах (дозы воздействия $0.06 \cdot 10^{-3}$, $0.61 \cdot 10^{-3}$ и $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см²) длина листовой пластинки увеличилась (на 19, 10 и 31% соответственно) по сравнению с контрольными группами (табл. 1).

Ширина листовой пластинки сорта «Злата» возросла по сравнению с контрольными группами на 57% (1.07 ± 0.01), 72% (1.17 ± 0.01) и 76% (1.20 ± 0.01) соответственно. У сорта «Эстер» наблюдается иная зависимость. При экспонировании в дозах $0.06 \cdot 10^{-3}$ и $0.61 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² по-

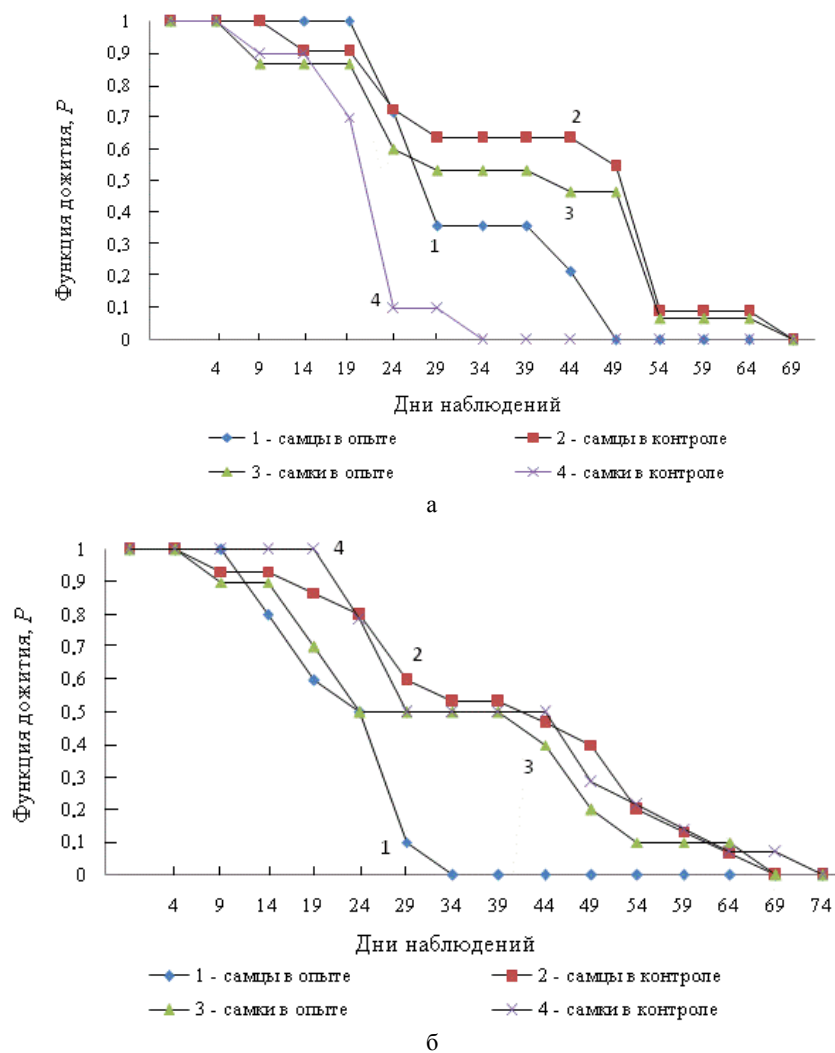


Рис. 2. Продолжительность жизни *D. melanogaster*: доза КВЧ $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см², темнота (а); доза КВЧ $1.82 \cdot 10^{-3}$ Дж/см², свет (б)

исходит уменьшение ширины листовой пластинки по сравнению с контрольными группами на 22% (0.63 ± 0.01) и 33% (0.54 ± 0.01) соответственно. Но при облучении в дозе $1.81710 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² ширина листовой пластинки увеличивается на 6% (0.86 ± 0.01). Это может свидетельствовать об участии механизмов, которые стимулируют либо ингибируют биоэффекты в зависимости от продолжительности воздействия.

Что касается стадии выхода в трубку (табл. 2), увеличение времени экспозиции, а следовательно, и дозы облучения привело к тому, что средняя длина листовых пластинок при воздействии в дозе $0.06 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² у сорта «Злата» уменьшилась по сравнению с контрольными группами на 7% (22.36 ± 0.09 и 23.88 ± 0.06 см соответственно). Аналогичный эффект наблюдался и при воздействии в дозе $1.8171 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² (22.86 ± 0.09 и 23.88 ± 0.06 см соответственно), средняя длина листовых пластинок уменьшилась на 4%. Полученные данные указывают на

то, что эффекты КВЧ как экологического фактора зависят от генотипа особей, стадии их развития и дозы облучения.

Обсуждение

Результаты проведенного исследования по изучению ПЖ *D. melanogaster* и основных морфометрических признаков *Triticum aestivum* приближают нас к пониманию влияния ЭМИ КВЧ на биологические объекты. Так, в работах ряда авторов показано, что ЭМИ КВЧ воздействуют на различных уровнях организации живых систем [2, 7, 9, 15, 18, 26, 27]. При этом данное излучение способно изменять различные параметры функций [26], например, у отдельных таксонов влиять на процессы развития [28, 29] и регенерации [17].

Нами представлены возможности нахождения зависимости изучаемых признаков от изменения дозы излучения. Среди опытных групп *Triticum aestivum* и *D. melanogaster* временные

Таблица 1

Влияние ЭМИ КВЧ на длину и ширину листовой пластинки *Triticum aestivum* в фазе кущения

| Сорт | Показатель | Контроль | Доза облучения, Дж/см ² | | |
|---------|--------------|------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 0.06·10 ⁻³ | 0.61·10 ⁻³ | 1.82·10 ⁻³ |
| «Злата» | Длина листа | 17.64±0.13 | 15.94±0.36*** | 27.46±0.09*** | 29.43±0.07*** |
| | Ширина листа | 0.68±0.01 | 1.07±0.01*** | 1.17±0.01*** | 1.20±0.01*** |
| «Эстер» | Длина листа | 15.34±0.24 | 18.29±0.24*** | 16.92±0.25*** | 20.10±0.25*** |
| | Ширина листа | 0.81±0.02 | 0.63±0.01*** | 0.54±0.01*** | 0.86±0.01* |

Примечание. Здесь и далее: ед. изм. – см; различия по сравнению с контролем статистически достоверны при: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

Таблица 2

Влияние ЭМИ КВЧ на длину и ширину листовой пластинки *Triticum aestivum* в фазе выхода в трубку

| Сорт | Показатель | Контроль | Доза облучения, Дж/см ² | | |
|---------|--------------|------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 0.06·10 ⁻³ | 0.61·10 ⁻³ | 1.82·10 ⁻³ |
| «Злата» | Длина листа | 23.88±0.06 | 25.38±0.18*** | 22.36±0.09*** | 22.86±0.09*** |
| | Ширина листа | 1.56±0.01 | 1.32±0.01*** | 1.32±0.01*** | 1.42±0.01*** |
| «Эстер» | Длина листа | 21.72±0.14 | 23.10±0.11*** | 20.77±0.16*** | 21.91±0.11 |
| | Ширина листа | 1.41±0.01 | 1.66±0.02*** | 1.35±0.01*** | 1.41±0.02 |

экспозиции имеют большое значение в плане модификации ростовых процессов и ПЖ. В частности, полученные данные соотносятся с имеющимися в литературе представлениями об эффективности исследованного временного режима для морфометрических показателей *Wolffia arrhiza*. Например, в работе [30] показано, что при увеличении времени экспозиции наблюдается не только нарастание вегетативной массы растения, но и повышение изменчивости признака в опыте.

Доза облучения $0.61 \cdot 10^{-3}$ Дж/см² привела к достоверному превышению в опыте у *Triticum aestivum* некоторых значений, что можно соотнести с данными о возрастании рекомбинационного процесса при использовании аналогичного источника ЭМИ КВЧ на *D. melanogaster* [31].

Сопоставление увеличения времени экспозиции и изменения биоэффекта у *Triticum aestivum* и *D. melanogaster* указывает на наличие механизмов, функционирующих в биообъектах при одном времени обучения и не влияющих на них при другом. Это согласуется с данными, полученными на других объектах: нейтрофилах периферической крови мышей, тучных клетках кожи, ритмике головного мозга кроликов [5, 6].

Наиболее выраженный эффект КВЧ-излучения у *Triticum aestivum* наблюдался в фазе кущения, что может указывать на присутствие генетико-физиологических механизмов, различающихся у биообъектов с разным фенологическим статусом. В литературе встречается анализ возможных клеточных биохимических и физиологических процессов, сопряженных с влиянием ЭМИ КВЧ на внутриклеточную регуляцию и трансдукцию сигналов [32]. При этом отмечается возможность изменения отдельных клеток, а также стимуляции кальциевых ионов, что происходит под влиянием ЭМИ КВЧ, вероятно, на уровне взаимодействия киназ. В целом биологический эффект ЭМИ КВЧ определяется функциональным статусом клеток [32–34].

Таким образом, проведенные исследования ПЖ *D. melanogaster* и морфологических признаков *T. aestivum* в условиях воздействия неионизирующего излучения КВЧ показали выраженный эффект, который зависит от дозовой характеристики исследуемого фактора и функциональных особенностей объекта. Интегральный ответ на уровне организма проявляется в модификации имеющих важное хозяйственное значение морфометрических признаков у расти-

тельных объектов и ПЖ у животных. Полученные результаты подтверждают тенденцию к меньшей ПЖ животных объектов в условиях постоянного освещения.

Список литературы

1. Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева Н.Н. Лечение электромагнитными полями // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. № 7. С. 3–9.
2. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М.: ИРЭ РАН, 1994. С. 6–43.
3. Голант М.Б., Шашлов В.А. Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М.: ИРЭ РАН, 1985. С. 127–132.
4. Акаев Г.Н., Авелев В.Д., Семенов П.Г. Восприятие ЭМИ мм-диапазона электрорецепторами // Сб. докл. междунар. симп. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине», Москва, 3–6 октября 1991 г. С. 442–447.
5. Арсланов Т.А., Чернова Г.В., Эндебера О.П., Каплан М.А. Изменение морфофизиологических показателей *Drosophila melanogaster* при воздействии КВЧ-излучения при различных временных режимах // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2001. Вып. 2 (4). С. 57–61.
6. Гапеев А.Б., Лушникова К.В., Сирота Н.П., Чемерис Н.К. Изменения в геноме лейкоцитов при действии низкоинтенсивного крайне высокочастотного электромагнитного излучения // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Река Ока – третье тысячелетие», Калуга, 21–25 мая 2001 г. С. 218–220.
7. Гапеев А.Б., Чемерис Н.К. Действие непрерывного и модулированного ЭМИ КВЧ на клетки животных // Вестник новых медицинских технологий. 1999. Т. VI. № 1. С. 15–22.
8. Голант М.Б. Роль миллиметровых волн в процессах жизнедеятельности // Сб. докл. междунар. симп. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине», М.: ИРЭ АН СССР, 1991. С. 545–547.
9. Корягин А.С., Ястребова А.А., Крылов В.Н., Корнаухов А.В. Влияние миллиметровых волн на устойчивость мембран эритроцитов, перекисное окисление липидов и активность ферментов сыворотки крови // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2000. № 2 (18). С. 8–10.
10. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н. Некоторые новые представления о причинах формирования стимулирующих эффектов КВЧ-излучения // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. № 1. С. 23–33.
11. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Макарова Е.Н. Влияние КВЧ-излучения на транспортные свойства мембран у фотосинтезирующих организмов // Биомедицинская радиоэлектроника. 1997. № 4. С. 67–76.
12. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н. Действие КВЧ-излучения на метаболизм клеток цианобактерии *Spirulina platensis* и других фотосинтезирующих организмов // Биомедицинская радиоэлектроника. 1998. № 3. С. 17–25.
13. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М. Стимулирующее действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности на рост микроводорослей // Вестник Московского ун-та. 1990. № 1. С. 32–36.
14. Abbate P.E., Andrade F.H., Culot J.P. The effect of radiation and nitrogen on number of grains in wheat // J. Agric. Sci. Cambridge. 1995. V. 124. P. 351–360.
15. Bernard E.P., Herman P.S. Further observations on the electrical properties of hemoglobin-bound water // J. Phys. Chem. 1969. V. 73. № 8. P. 2600–2610.
16. Grundler W., Kaiser F., Keilmann F., Walleczek J. Mechanisms of electromagnetic interaction with cellular systems // Naturwissenschaften. 1992. Bd. 79. S. 551–559.
17. Jenrow K.A., Smith C.H., Liboff A.E. Weak extremely-low-frequency magnetic fields and regeneration in the planarian *Dugesia tigrina* // Bioelectromagnetics. 1995. V. 16. № 2. P. 325–338.
18. Walter H., Krob E.J. Fixation with even small quantities of glutaraldehyde effects red blood cell surface properties in a cell // Bioscience reports. 1989. V. 9. P. 727–735.
19. Иваненко Н.В. Экологическая токсикология / Под ред. Н.Г. Масленникова. М., 2004. 516 с.
20. Sawidis T., Marnasidis A. A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city. Greece – using trees as biological indicators // Arch. Environ. Contam. and Toxicol. 1995. № 1. P. 114–116.
21. Stapper M. Crop monitoring and zedoks growth stages for wheat. Canberra: CSIRO Plant Industry, 1986. 23 p.
22. Suzukj J., Kumayama K., Suzukj S. Mutagenicity assay for nitroarenes of air pollutant held in leaves of woody plants // Mutat. Res. 1992. V. 271. № 1. P. 89–96.
23. Медведев Н.Н. Практическая генетика. М.: Наука, 1966. 238 с.
24. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
26. Исмаилов Э.Ш. К воздействию микроволн на нервную систему // Тез. докл. Всесоюз. конф. по пробл. биофизической нейродинамики и общей биофизики. Л.: Изд-во ЛГУ, 1969. С. 27–29.
27. Пресман А.С. Электромагнитные поля в биосфере. М.: Знание, 1971. 64 с.
28. Калугина А.В., Петин В.Г. Чувствительность животных при СВЧ-облучении в зависимости от плотности потока энергии и мощности поглощенной дозы // Радиационная биология. Радиоэкология. 2007. Т. 47. № 3. С. 333–338.
29. Пряхин Е.А., Тряпицына Г.А., Андреев С.С. и др. Оценка влияния модулированного электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на когнитивную функцию у крыс разного возраста // Радиационная биология. Радиоэкология. 2007. Т. 47. № 3. С. 339–344.
30. Кузьмичев В.Е., Садковкина И.В., Алексеев Ю.К. и др. Исследование биоэффективности электромагнитных излучений на новом тест-объекте – вольфии бескорневой (*Wolffia arrhiza*, Lemnaceae) // Изв.

КОИП местного края. Кн. 5-я (Сб. научных трудов) / Под ред. В.Е. Кузьмичева и С.К. Алексеева. Калуга: Изд. дом «Эйдос», 2002. С. 220–225.

31. Чернова Г.В. Влияние электромагнитного излучения высокой частоты на рекомбинационную изменчивость у *Drosophila* // В сб.: Актуальные проблемы биологии, медицины и экологии / Под ред. Н.Н. Ильинских. Томск., 2004.

32. Аловская А.А., Гапеев А.Б., Габдулхакова А.Г. и

др. Биологический эффект ЭМИ КВЧ определяется функциональным статусом клеток // Вестник новых медицинских технологий. 1998. Т. IV. № 2. С. 11–15.

33. Karabakhtsian R., Broud N., Shalts N. et al. Calcium is necessary in the cell response to EM fields // FEBS Letters. 1994. V. 349. P. 1–6.

34. Walleczek J. Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signaling // FASEB Journal. 1992. V. 6. P. 3177–3185.

ECOBIOLOGICAL PECULIARITIES OF DYNAMICS OF SOME *DROSOPHILA MELANOGASTER* AND *TRITICUM AESTIVUM* CHARACTERISTICS AS DEPENDENT ON THE DOSE OF EHF RADIATION

V.V. Babkina, E.A. Allenova, I.V. Matyukhin, G.V. Chernova, O.P. Endebera

D. melanogaster lifespan (LS) and *T. aestivum* leaf length and width were studied under exposure to EHF radiation. A dose of $1.82 \cdot 10^{-3} \text{ J/cm}^2$ is found to have a significant impact on LS of *D. melanogaster* and the leaf length and width of *T. aestivum*. Darkness conditions for *D. melanogaster* are more favorable than the constant lighting. The most pronounced action of EHF radiation on the *T. aestivum* leaf width was observed at the tillering phase.

Keywords: EHF radiation, *Drosophila*, lifespan, *Triticum*, leaf length and width.