

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER* В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА**В.С. Бучельников**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время на биосферу оказывается значительное антропогенное давление. Оценить его степень достаточно сложно. Для этого применяют разные методы, в том числе, биотестирование, для оценки биологического влияния с использованием в качестве тест объектов живых существ (дафнии, инфузории, мушки).

Цель данной работы – провести литературный обзор по научным работам, в которых в качестве тест-объекта используется мушка *Drosophila Melanogaster*, проанализировать показатели, которые оцениваются разными исследователями, а также ознакомиться с результатами для возможности применения подобных в методике биотестирования отходов горнодобывающей промышленности, которые ведутся коллективом кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Мушка дрозофила уже больше 100 лет является важнейшим объектом исследований. Метод биотестирования применялся и продолжает применяться в медицине для оценки влияния лекарственных средств. На сегодняшний день дрозофила является наиболее изученным организмом, использование которого позволяет определить воздействие определенного вещества на живой организм.

Исследования на модельном объекте генетики *D. Melanogaster* привели к разработке хромосомной теории наследственности, теории генетической детерминации пола, открытию механизмов возникновения мутаций, разработке методов их количественной оценки. На дрозофиле изучено действие радиации на наследственность, проведены исследования в области популяционной и эволюционной генетики [9]. На сегодняшний день известно около тысячи генных и большое количество хромосомных мутаций. Тесты с использованием дрозофил отличаются экономичностью, быстротой и не уступают по информативности тестам с использованием млекопитающих.

В настоящее время метод биотестирования с использованием мушки *D. Melanogaster* активно применяется для оценки разнообразных загрязнителей [3, 11], в том числе отходов предприятий горнодобывающей промышленности [1]. Кроме того, проводится тестирование разнообразных медицинских препаратов, в том числе противоопухолевых [10]. Преимуществом данного метода является то, что возможно оценить воздействие не только жидкой фазы, но и всей пробы в целом (твердая и жидкая фазы вещества), что невозможно при тестировании на дафниях и инфузориях (для этих методов используют только жидкую фазу).

С 1962 года *D. Melanogaster* применяется для изучения генетических эффектов облучения малыми дозами. В настоящее время исследования в этой области проводятся В.Г. Зайнуллиным [4]. Облучение в дозе 0,2 Гр приводит к достоверно значимому повышению частоты рецессивных мутаций у дрозофилы, что указывает на существование сложных эпигенетических механизмов, модифицирующих радиобиологические реакции на воздействие в диапазоне малых доз. Показано, что у ряда линий дрозофилы облучение в малых дозах приводит к изменению активности мобильных генетических элементов, сопровождающихся изменением уровня мутаций и продолжительности жизни. Также было отмечено уменьшение уровня смертности у линий дикого типа и его увеличение у линий с мутантным генотипом [4, 5, 10].

В Институте цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск), проводится оценка на мутагенность (генотоксичность) различных химических соединений и физических факторов, также адаптирован метод соматических мозаиков на клетках крыла *D. Melanogaster* для оценки радиопротекторных свойств химических соединений. Генетика количественных признаков – сложнейший раздел биологии. Известно только то, что они контролируются несколькими генетическими факторами, на их фенотипическое проявление влияют факторы внешней среды. Работы Л.В. Захаренко посвящены рассмотрению источников генетической изменчивости в природных популяциях *D. Melanogaster*: исследовались евразийские популяции, определялась концентрация рецессивных летальных мутаций хромосомы 2 [6,7]. Рассмотрено влияние мобильных генетических элементов на селекцию количественных признаков (длина радиальной прожилки на крыле). Селекция в сторону укорочения или удлинения сопровождалась воспроизводимым в независимых экспериментах изменением распределения МГЭ по геному [6]. Они являются одними из важнейших объектов исследований современной генетики. Мобильные элементы способны увеличивать число своих копий в геноме, могут перемещаться как в пределах одной хромосомы, так и между хромосомами. Встраиваясь в гены или окрестности генов, мобильные элементы существенно влияют на структуру генома, и вызывают генные мутации и изменяя уровень активности генов. Возникающие мутационные изменения могут не сказываться на жизнеспособности организма. Чаще всего, возникающие мутации вредны для организма и приводят к стерильности или гибели особей [8]. Также были изучены молекулярно-генетические характеристики гена *yellow*, определяющего окраску тела [7].

В Оренбургском ГАУ с помощью тестирования на дрозофилах определялась мутагенность стоков Оренбургского ГХК. Согласно результатам тестирования, сточные воды были отнесены к мутагенам малой интенсивности. Проведена эколого-генетическая оценка стоков Оренбургского ГХК и растворов никеля углекислого, меди углекислой, олова двуххлористого в модельных экспериментах на дрозофиле. Определено, что основой мутагенности стоков являются соли никеля и меди, была выявлена их способность к аддитивному воздействию в тестах на соматический мозаицизм на крыловых маркерах и тестах на сцепленные с полом рецессивные летальные мутации. В модельном эксперименте установлена мутагенность растворов никеля углекислого и меди углекислой по отношению к гаметам животных объектов [2].

В Харьковском автомобильно-дорожном университете проведены работы по эколого-токсикологической оценке водной среды, одним из тест-объектов являлась *D. Melanogaster*. В результате установлена возможность применения биотестирования на *D. Melanogaster* для генотоксического анализа вод с высоким уровнем токсичности: сточных, поверхностных, загрязненных питьевых вод, что в свою очередь позволяет установить потенциальную опасность питьевой воды для здоровья человека. Определялось наличие или отсутствие генотоксического действия на мушку в ходе биотестирования. В качестве показателя рассматривалось вероятное отклонение от контроля частоты возникновения доминантных летальных мутаций. [12].

В Кременчугском национальном университете им. М. Остроградского А.П. Черным и В.В. Никифоровым проведены работы по оценке совместимости электромеханических и биологических систем, в ходе данной работы впервые предпринята попытка определить предельно допустимый уровень электромагнитного излучения для *D. Melanogaster*. В ходе исследования было рассмотрено три поколения мух, детальный анализ показал следующие отклонения: 1) бескрылые особи; 2) редуцированные (недоразвитые) крыльями; 3) деформированное брюшко; 4) непропорциональные части тела. Детальный анализ показал увеличение частоты мутаций в каждом из последующих поколений тест-объекта, подверженных ЭМИ [13].

С 2004 года на кафедре ГЭГХ ТПУ проводятся работы по изучению опасности отходов предприятий горнодобывающей промышленности Республики Хакасия [1], почв и пылеаэрозолей г. Томска [3, 11] с применением биотестирования. В качестве тест-объектов использовались: инфузории-туфельки, рачки *Daphnia Magna*, клетки крови человека, мушка *D. melanogaster*.

В результате проделанного литературного обзора установлено, что мушка *D. Melanogaster* в настоящее время активно применяется в качестве тест-объекта для оценки: воздействия радиации и тяжелых металлов на живые организмы, влияние отходов промышленных предприятий, электромагнитного излучения, качества водных объектов. Для этого используются следующие показатели: продолжительность жизни особей, соотношение полов, количество морфов, количество летальных мутаций. Соответственно, часть из показателей может быть применена для оценки мутагенности изучаемых веществ. Полученные данные можно экстраполировать на объекты животного происхождения, оказавшиеся в зоне влияния мутагена.

Литература

1. Азарова С.В. Отходы горно-добывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов Республики Хакасия): автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2005. – 21 с.
2. Гарипова Р.Ф. Мутагенность стоков Оренбургского ГХК и растворов солей тяжелых металлов в тестах на дрозофиле // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2009. – Т. 4. – № 24-1. – С. 201-203.
3. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г.Томска по данным изучения почв: автореф. дис...канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2009. – 22 с.
4. Зайнуллин В.Г. Таскаев А.И. Шапошников М.В. Москалев А.А. Генетические эффекты, индуцированные хроническим облучением в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология, 2006. – № 3. – С. 296-306.
5. Зайнуллин В.Г. Шапошников М.В. Москалев А.А.Шептякова А.И. Дрозофила в экспериментах с хроническим облучением в малых дозах [электронный ресурс] URL: <http://www.priroda.ru/lib/detail.php?ID=5794> (дата обращения: 01.03.2015)
6. Захаренко Л.П., Перепелкина М.П. Изменение распределения мобильных генетических элементов в геноме *Drosophila melanogaster* – причина или следствие селекции по количественным признакам? // Цитология. – 2010. – Т. 52. – С. 487-492.
7. Захаренко Л.П., Перепелкина М.П., Захаров И.К. Полиморфизм по гену yellow у *Drosophila melanogaster* из природных популяций // Цитология, 2008. – Т. 50. – С. 725-728.
8. Коваленко Л.В. ново-элемент как фактор нестабильности генома *Drosophila melanogaster* в клетках генеративных и соматических тканей: автореф. дис...канд. биол. наук. – Новосибирск, 2007. – 20 с.
9. Козак М.Ф. Дрозофила - модельный объект генетики: учебно-методическое пособие. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.
10. Москалев А.И. Продолжительность жизни *Drosophila melanogaster* после хронического облучения ионизирующей радиацией [Электронный ресурс] URL: <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/01-46/02.html> (дата обращения: 1.03.2015)
11. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореф. дис...канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2008. – 23 с.
12. Усенко. Е.В. Использование биотестирования для эколого-токсикологической оценки водной среды [Электронный ресурс] URL: http://www.rusnauka.com/4_SWMN_2010/Ecologia/58821.doc.htm (дата обращения: 3.03.2015)
13. Черный А.П., Никифоров В.В. Об электромагнитной совместимости электромеханических и биологических систем // Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах, 2013. – №1(1). – С. 140-149.