

БИОТЕСТИРОВАНИЕ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ  
РАСТВОРОВ ЛАУРИЛ СУЛЬФАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНОГО  
ОБЪЕКТА *DROSOPHILA MELANOGASTER* L.

Гурская Н.А., nata.gurskaya.99@mail.ru  
Луцьянчик И.Д. к. с/х. н., доцент, [idl-27@tut.by](mailto:idl-27@tut.by)  
ГУО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,  
г. Брест, Республика Беларусь

Лаурилсульфат натрия – Sodium lauryl sulfate или SLS – натриевая соль лаурилсерной кислоты, поверхностно-активное вещество, имеющее ярко выраженный очищающий, пенообразующий и жирорастворяющий эффект.

Сульфаты – это нефтепродукты, которые добавляют в моющие средства для усиления пенообразования. Лаурилсульфат натрия присутствует в составе многих косметических средств и средств личной гигиены, таких как зубные пасты, шампуни, гели для душа, пены для ванн, а также в составе средств для мытья посуды, порошков для стирки белья, таблеток для посудомоечных машин, очищающих средств для разных поверхностей. Косметические компании ещё не придумали более дешевого и эффективного средства. Однако в настоящее время существует проблема использования лаурилсульфата натрия в качестве пенящегося компонента косметических средств. Являясь недорогим моющим средством, он характеризуется рядом негативных свойств. Долгое время считалось, что сульфаты являются одним из провоцирующих факторов развития рака. Но позже этот миф был развеян и доказано, что сульфаты – это не канцерогены. Однако в ходе многочисленных исследований было установлено, что лаурилсульфат натрия приводит к развитию различных аллергических реакций, уменьшению защитных свойств кожи, возникновению стоматита, снижению прозрачности хрусталика и т.п. (Klemmensen A. и др., 2010; Danby S.G. и др., 2011). Также имеются сведения о том, что он задерживается в тканях человека, что в свою очередь может привести к отравлению, нарушениям детородной функции (Bigler C.F. и др., 1992). В связи с этим возникает необходимость в продолжении изучения влияния лаурилсульфата натрия на живые организмы.

Благодаря своим биологическим характеристикам дрозофила *Drosophila melanogaster* L. оказалась универсальным модельным тест-объектом среди эукариот в исследованиях по генетике, эмбриологии, морфологии, физиологии, молекулярной и клеточной биологии, а также в биотестировании.

Исследования на дрозофиле играют ключевую роль в понимании фундаментальных биологических процессов, которые непосредственно связаны со здоровьем человека, таких как дифференциация и сохранение стволовых клеток, васкулогенез, врожденный иммунный ответ, клеточная и тканевая полярность, регуляция роста, образование морфологических структур, обучение и память, нейронные сети и межсинаптическая передача, циркадные ритмы, продолжительность жизни и др. (Юрченко Н.Н., 2015).

Целью данного исследования являлось изучение влияния растворов лаурилсульфата натрия, вводимых в питательную среду потомства F1 в концентрациях 0,04 % и 0,004 % на плодовитость и частоту кроссинговера по локусу *cn-vg* хромосомы II *Drosophila melanogaster* L.

Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина. Для проведения биотестирования использовались две лабораторные линии *Drosophila melanogaster* L.: *Berlin* и *b-cn-vg* из генетической коллекции данной кафедры. *Berlin* – линия дикого типа, несущая доминантные аллели генов, расположенных в хромосоме II: *b*<sup>+</sup> (серое тело), *cn*<sup>+</sup> (красные глаза) и *vg*<sup>+</sup> (нормальные крылья). Линия *b-cn-vg* – мутантная линия, несущая три рецессивных аллеля ранее указанных генов: *b* – чёрное тело (локус 48,5); *cn* – киноваренные (ярко-красные) глаза (локус 57,5); *vg* – зачаточные крылья (локус 67,0).

Объектом исследования являлся лаурилсульфат натрия (SLS) в двух концентрациях: 0,04 % и 0,004 %. Выбор величины концентраций обусловлен данными из литературных источников по

исследованию влияния SLS на жизнедеятельность мышей (Bigler C.F. и др., 1992), что также соответствовало промышленным дозировкам, которые используются при изготовлении зубных паст и шампуней.

Исследуемые растворы готовились путём растворения лаурилсульфата натрия в дистиллированной воде.

Полученные гибриды выращивались на стандартной питательной среде следующего состава: вода – 350 мл, дрожжи – 40 г, агар-агар – 4,5 г, манная крупа – 13 г, сахар – 13 г, в пенициллиновых флаконах с объёмом среды 5 мл. Растворы SLS добавлялись непосредственно в питательную среду, на которой развивались мухи семей  $F_1$ .

Критерии оценки воздействия лаурилсульфата натрия на дрозофилу:

- 1) плодовитость потомства в  $F_1$ , которая выражалась в % по отношению к контролю;
- 2) частота кроссинговера (rf) между генами *cn* (окраска глаз) и *vg* (форма крыльев) в анализирующем скрещивании (в %);
- 3) соотношение полов в поколении  $F_1$ .

Повторность опытов – трехкратная.

Статистическая обработка осуществлялась по методике Б. Рокицкого с использованием программы MS Excel. Достоверность различий между данными контроля и опыта оценивалась по t-критерию Стьюдента и методу  $\chi^2$ .

Плодовитость потомства является одной из основных характеристик состояния популяций живых организмов. Результаты исследования влияния растворов SLS в составе питательной среды на данный показатель представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние введения в питательную среду низкоконцентрированных растворов лаурилсульфата натрия на плодовитость потомства и частоту кроссинговера у гибридов дрозофилы

Варианты опытов	Плодовитость потомства, %		Частота кроссинговера между генами <i>cn</i> и <i>vg</i> , %
	$F_1$	$F_a$	
Контроль (без SLS)	100,00	100,00	19,38±5,29
SLS, 0,04%	88,53	84,57	7,629±0,61*
SLS, 0,004%	54,14	70,03	13,54±0,80**

\* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ ;

\*\* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$

Анализ данных показал, что плодовитость дрозофилы поколения  $F_1$  снижалась по сравнению с контролем и варьировала при добавлении лаурилсульфата натрия разных концентраций.

Так, плодовитость снизилась на 11,46 % в варианте опыта с использованием раствора SLS в концентрации 0,04 %, а при введении менее концентрированного раствора (0,004 %) наблюдалось более сильное угнетение числа вылупившихся особей – на 45,85 % по отношению к контролю.

При пересадке гибридных особей на среду без SLS при заложении опыта по оценке влияния на частоту кроссинговера в  $F_a$ -поколении также была оценена плодовитость (результаты отражены в третьем столбце таблицы). Анализ данных показал аналогичную закономерность в реакции потомства мух на детергент. Так, наблюдалось достоверно значимое снижение численности гибридных семей по отношению к контролю: на 25,43 % в опыте, где родители были выращены на среде с SLS–0,04 %, и на 29,07 % – в опыте с использованием для родителей SLS–0,004 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение лаурилсульфата натрия в разных концентрациях (0,04 % и 0,004 %) в питательную среду дрозофилы негативно сказалось на ее плодовитости, что выразилось в достоверно значимом снижении данного показателя по сравнению с контролем.

В последнее время склоняются к точке зрения, что решающая роль в формировании генотипической изменчивости высших организмов принадлежит не мутациям, а мейотическим рекомбинациям. Поскольку уровень рекомбинационной изменчивости, сложившийся в ходе эволюционного процесса, по-видимому, оптимален, всякое существенное его отклонение (как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения), можно признать нежелательным. Поэтому одним из показателей генетической активности химических веществ является их способность влиять на процесс рекомбинации. В связи с этим одним из критериев оценки воздействия лаурилсульфата натрия на дрозофилу является частота кроссинговера (rf) между генами.

Анализ результатов эксперимента, представленных в таблице 1, показал, что наиболее высокая концентрация лаурилсульфата натрия (0,04 %), вводимая в питательную среду особям поколения F<sub>1</sub>, способствовала, в частности, достоверному снижению рекомбинационной активности по частоте кроссинговера в сегменте *cn–vg* на 11,75 % по отношению к контролю, что указывает на факт негативного влияния SLS в данной концентрации на генетический аппарат дрозофилы.

Введение в питательную среду более низкой концентрации лаурилсульфата натрия (0,004 %) также способствовало снижению рекомбинационной активности, однако разница с контролем составляла 5,84 %.

Еще одной важной характеристикой состояния природных и лабораторных популяций является величина соотношения полов. В таблице 2 представлены результаты биотестирования растворов SLS по данному критерию. Как видно из таблицы, в опытном потомстве, которое развивалось на среде с 0,04 % раствором SLS, преобладали самки в соотношении, приближённом к 2:1. Достоверность отличий от контроля подтвердилась при использовании статистического метода  $\chi^2$ . При введении в среду лаурилсульфата натрия в концентрации 0,04 % соотношение по полу в опытной популяции также изменилось в сторону увеличения самок и снижению доли самцов, но различия были меньше по отношению к контролю, при этом значения  $\chi^2$  показали наличие лишь тенденции.

Таблица 2 – Влияние SLS в концентрациях от 0,04 % до 0,004 % на соотношение полов дрозофилы поколения F<sub>1</sub>

Варианты опыта	Количество самцов, %	Количество самок, %	$\chi^2$
Контроль	44,58	55,41	3,68
Лаурилсульфат натрия 0,04 %	38,84	61,15*	13,82
Лаурилсульфат натрия 0,004 %	45,29	54,70	1,50

\*– достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$

Таким образом, оценка биологической активности детергента лаурилсульфата натрия в отношении живых организмов на примере модельного объекта *Drosophila melanogaster* L., воздействие на который осуществлялось путем введения SLS в питательную среду, позволила установить факт негативного влияния на плодовитость гибридного потомства дрозофилы и рекомбинационную активность генетического аппарата мух. Введение в питательную среду раствора в концентрации 0,04 % привело к смещению соотношения полов мух в сторону увеличения количества самок по отношению к контролю.