

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ

Г. А. Петухова, Ю. М. Квашина

ADAPTIVE CAPACITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* IN THE OIL POLLUTED ENVIRONMENT

G. A. Petuhova, Yu. M. Kvashnina

Проведено изучение выживаемости и плодовитости нефтеустойчивых линий и линий мух, не адаптированных к нефти, в условиях увеличения концентрации нефти в среде обитания на 1 % в каждом поколении. Показана более высокая приспособленность мух, адаптированных к невысоким концентрациям токсиканта.

The authors studied the survival and fecundity of oil-resistant lines of flies and of those not adapted to oil lines under the concentrations of oil in their habitat increasing by 1 % in every generation. The paper reveals higher adaptability of the flies resistant to low concentrations of the toxicant.

Ключевые слова: выживаемость, плодовитость, адаптация к нефти, дрозофила.

Keywords: survival, fecundity, oil-resistant, *Drosophila melanogaster*.

В настоящее время химическое загрязнение окружающей среды, в том числе нефтью и продуктами ее переработки, представляет особую опасность, что связано с огромными масштабами добычи, транспортировки и переработки этих энергоносителей [2; 6]. Повсеместное распространение нефтяного загрязнения, его все увеличивающийся пресс и медленность ликвидации или утилизации нефтепродуктов в среде обитания организмов строго ставит проблемы более подробного изучения возможности приспособления организмов к нефтяному загрязнению. На кафедре экологии и генетики ТюмГУ ведутся две линии, адаптированные к условиям нефтяного загрязнения [5]. Линия, адаптированная к полулетальной (5 %) концентрации нефти и линия, адаптированная к половине от полулетальной концентрации (2,5 %). Однако, у мух, адаптированных к данным нефтяным условиям, не был изучен потенциал адаптации.

Таким образом, *целью нашей работы* является анализ влияния нефти в возрастающих концентрациях в питательной среде на показатели жизнедеятельности *Drosophila melanogaster*.

Материал и методы исследований

В лабораторных условиях содержали мух на стандартной агарово-дрожжевой среде [3]. Использовали следующие варианты эксперимента:

- 1) контроль – мух содержали на чистой питательной среде;
- 2) нефтеустойчивая линия, мухи адаптированные к 2,5 % (половина от полулетальной концентрации);
- 3) нефтеустойчивая линия, мухи адаптированные к полулетальной концентрации 5 %;
- 4) опыт 1 – возрастание концентрации в каждом поколении на 1 %, у мух контрольной линии;
- 5) опыт 2 – возрастание концентрации в каждом поколении на 1 %, у н/у 2,5 % линии;
- 6) опыт 3 – возрастание концентрации в каждом поколении на 1 %, у н/у 5 % линии.

Таким образом, у каждой линии мух – контрольной и двух нефтеустойчивых – в каждом последующем поколении повышали концентрацию нефти в среде на 1 %. Регистрировали выживаемость и реаль-

ную плодовитость мух по стандартным методикам [1]. В каждом варианте было по 100 особей, эксперимент длился 9 поколений мух.

Результаты исследований

Анализ выживаемости (таблица 1) мух нефтеустойчивых линий показал, что хроническое содержание дрозофил на питательной нефтезагрязненной среде не влияет на их жизнеспособность в течение 9 поколений эксперимента, но снижает их плодовитость (таблица 2) практически в 2 раза по сравнению с уровнем контроля. Это можно назвать «платой за адаптацию» – в среде с высоким содержанием нефти на поддержание жизнеспособности расходуется много энергетических ресурсов, и в связи с этим плодовитость мух снижается [4].

У мух, неадаптированных к условиям нефтяного загрязнения, выживаемость при нарастании концентрации нефти в среде в каждом поколении снижалась. К пятому поколению, когда концентрация нефти в среде достигла 5 %, выживаемость и плодовитость неадаптированных мух уже в первые сроки наблюдения была ниже, чем у мух, адаптированных к полулетальной 5 %-ной концентрации нефти в среде. При дальнейшем нарастании нефти в среде у неадаптированной линии мух выживали лишь единичные экземпляры, что связано с отбором устойчивых к данному токсиканту генотипов. Последние особи неадаптированных мух смогли выживать хотя и недолгое время и размножиться до 9 поколения, в котором концентрация нефти достигла 9 %. Таким образом их способность выживать превзошла в 9 раз исходную, что свидетельствует об огромном адаптивном потенциале неадаптированной линии мух.

У мух, адаптированных к концентрации 2,5 % нефти в среде, в каждом поколении содержания нефти на 1 % позволило достичь содержания нефти в среде 10,5 %, при 11,5 % мухи погибают к 18 дню. Таким образом, адаптивные возможности позволили дрозофилам перенести концентрацию нефти в среде почти в 4 раза выше, чем концентрация нефти, к которой они были адаптированы.

У линии мух, адаптированных к 5 %-му содержанию нефти в среде, постепенное нарастание нефти позволило им достичь 9 %-ной концентрации, при 10 % мухи погибают к 18 дню, так у данной линии

выявлен наименьший адаптивный потенциал в сравнении с двумя другими опытными линиями исходная концентрация увеличилась в 2 раза.

Таблица 1

Выживаемость дрозофил при постепенном нарастании концентрации нефти в среде

Вариант эксперимента	Выживаемость на ... день (%)				
	1 день	3 день	6 день	12 день	18 день
F 1					
Контроль	100 ± 0,1	98 ± 1,40	91 ± 2,86	76 ± 4,27	45 ± 4,97
2.5 %	100 ± 0,1	96 ± 1,96	83 ± 3,75	78 ± 4,14	47 ± 4,99
5 %	100 ± 0,1	97 ± 1,70	82 ± 3,84	68 ± 4,66	35 ± 4,77
K+1 %	100 ± 0,1	98 ± 1,40	94 ± 2,37	76 ± 4,27	11 ± 3,13*
3.5 %	100 ± 0,1	89 ± 3,13*	79 ± 4,07*	60 ± 4,89*	35 ± 4,77
6 %	100 ± 0,1	88 ± 3,25*	76 ± 4,27*	51 ± 4,99*	23 ± 4,20*
F 3					
Контроль	100 ± 0,1	91 ± 2,86	89 ± 3,13	66 ± 4,74	58 ± 4,94
2.5 %	100 ± 0,1	89 ± 3,13	79 ± 4,07	68 ± 4,66	45 ± 4,97
5 %	100 ± 0,1	91 ± 2,86	86 ± 3,47	67 ± 4,7	38 ± 4,85*
K+3 %	100 ± 0,1	96 ± 1,96	94 ± 2,37	37 ± 4,83*	1 ± 0,99*
5.5 %	100 ± 0,1	90 ± 3	67 ± 4,7*	47 ± 4,99*	21 ± 4,07*
8 %	100 ± 0,1	90 ± 3	66 ± 4,74*	44 ± 4,96*	0 ± 0,00*
F 5					
Контроль	100 ± 0,1	97 ± 1,7	93 ± 2,55	69 ± 4,62	51 ± 4,99
2.5 %	100 ± 0,1	89 ± 3,12*	84 ± 3,66*	58 ± 4,93	39 ± 4,87
5 %	100 ± 0,1	85 ± 3,57*	80 ± 4*	61 ± 4,87	32 ± 4,66*
K+5 %	47 ± 0,14*	42 ± 7,2*	22 ± 6,04*	5 ± 3,18*	1 ± 1,45*
7.5 %	60 ± 0,12*	40 ± 6,32*	24 ± 5,51*	11 ± 4,03*	4 ± 2,53*
10 %	5 ± 0,44*	4 ± 8,76*	4 ± 8,76*	2 ± 6,26*	0 ± 0,00*
F 7					
Контроль	100 ± 0,1	98 ± 1,40	91 ± 2,86	76 ± 4,27	45 ± 4,97
2.5 %	100 ± 0,1	87 ± 3,36*	76 ± 4,27*	71 ± 4,53	44 ± 4,96
5 %	100 ± 0,1	91 ± 2,86*	80 ± 4*	69 ± 4,62	38 ± 4,85
K+7 %	26 ± 0,19*	24 ± 8,38*	5 ± 4,27*	3 ± 3,34*	3 ± 3,34*
9.5 %	18 ± 0,23*	8 ± 6,4*	5 ± 5,14*	3 ± 4,02*	1 ± 2,34*
F 8					
Контроль	100 ± 0,1	98 ± 1,40	91 ± 2,86	76 ± 4,27	45 ± 4,97
2.5 %	100 ± 0,1	96 ± 1,96	83 ± 3,75	78 ± 4,14	47 ± 4,99
5 %	100 ± 0,1	97 ± 1,70	82 ± 3,84	68 ± 4,66	35 ± 4,77
K+8 %	4 ± 0,5*	4 ± 9,8*	4 ± 9,8*	0 ± 0,00*	0 ± 0,00*
10.5 %	6 ± 0,41*	6 ± 9,6*	6 ± 9,6*	1 ± 4,06*	0 ± 0,00*
F 9					
Контроль	100 ± 0,1	98 ± 1,40	91 ± 2,86	76 ± 4,27	45 ± 4,97
2.5 %	100 ± 0,1	96 ± 1,96	83 ± 3,75	78 ± 4,14	47 ± 4,99
5 %	100 ± 0,1	97 ± 1,70	82 ± 3,84	68 ± 4,66	35 ± 4,77
K+9 %	4	4	3	0	0
11.5 %	6	4	4	0	0

Примечание: * – различие по сравнению с контролем статистически достоверно при $P > 0,95$.

Плодовитость дрозофил при постепенном нарастании концентрации нефти в среде

Вариант эксперимента	Плодовитость дрозофил на ... день эксперимента (шт.)		
	10 день	14 день	18 день
F 1			
Контроль	65±4,77	105±0,09	222±0,07
2.5%	18±3,84*	43±0,15*	120±0,09*
5%	16±3,66*	44±0,15*	114±0,09*
K+1%	1±1*	224±0,06*	390±0,05*
3.5%	3±1,7*	41±0,16*	89±0,10*
6%	0±0,00*	1±1*	52±0,13*
F 3			
Контроль	70±0,11	112±0,09	247±0,06
2.5%	16±0,25*	49±0,14*	119±0,09*
5%	10±0,32*	46±0,15*	117±0,09*
K+3%	0±0,00*	1±1*	77±0,11*
5.5%	2±0,7*	39±0,16*	139±0,08*
8%	0±0,00*	16±0,25*	28±0,18*
F 5			
Контроль	70±0,11	108±0,09	235±0,06
2.5%	21±0,21*	41±0,15*	116±0,09*
5%	18±0,23*	56±0,13*	131±0,08*
K+5%	0±0,00*	6±0,4*	52±0,13*
7.5%	0±0,00*	4±0,5*	5±0,45*
10%	0±0,00*	1±1*	0±0,00*
F7			
Контроль	65±0,12	105±	222±0,06
2.5%	15±0,25*	26±0,19*	114±0,09*
5%	10±0,31*	46±0,14*	117±0,09*
K+7%	0±0,00*	1±1*	4±0,5*
9.5%	0±0,00*	5±0,45*	6±0,4*
F8			
Контроль	65±4,77	105±0,09	222±0,07
2.5%	18±3,84*	43±0,15*	120±0,09*
5%	16±3,66*	44±0,15*	114±0,09*
K+8%	0±0,00*	3±1,7*	4±0,5*
10.5%	0±0,00*	2±0,7*	6±0,4*

Примечание: * – различие по сравнению с контролем статистически достоверно при $P > 0,95$.

Следует также отметить, что все 3 обследованные линии, не зависимо от их адаптированности, не смогли переносить концентрацию нефти в среде более 10 %. Это объясняется только тем, что мухи, несколько сотен поколений прожившие в условиях нефтяного загрязнения среды, адаптированы к нему настолько, что их жизнеспособность не отличается от неадаптированных мух. Дрозофилы, проживая в экстремальных условиях загрязнения, с этим справляются и могут противостоять дальнейшему нарастанию концентрации загрязнителя так же эффективно, как и исходные неадаптированные мухи.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали наличие высокого адаптивного потенциала у мух всех проанализированных линий. Постепенное наращивание концентрации нефти в питательной среде приводила к отбору среди мух особей, имевших возможность нейтрализовать токсическое действие неф-

ти, выжить в условиях нефтезагрязнения и оставить жизнеспособное потомство. Проведенная оценка адаптивного потенциала дрозофил в условиях нарастающего нефтезагрязнения показала, что неадаптированные мухи смогли выживать и размножаться при концентрации нефти в среде, в 9 раз превосходящей исходную (чистая среда без нефти). У мух, адаптированных к жизни в условиях хронического загрязнения нефти в среде в концентрации 2,5 %, максимально переносимая концентрация превысила в 4 раза исходную, к которой дрозофилы адаптированы. Мухи, адаптированные к полулетальной концентрации нефти 5 % в среде, имели самый низкий адаптивный потенциал – они переносили повышение содержания нефти в среде почти в 2 раза. Можно утверждать, что дрозофилы, хронически содержащиеся в условиях нефтезагрязнения, расходуют свой жизненный потенциал на преодоление неблагоприятных условий, и дальнейшее нарастание загрязнителя в среде для них более энергозатратно, чем для неадаптированных мух.

Литература

1. Биология и морфология плодовой мушки дрозофилы. Режим доступа: <http://afonin-59-bio.narod.ru/> 36
2. Леонтьев О. А., Подушко Ю. Н., Мясников В. В. Охрана окружающей среды при нефтедобыче в верховьях Пура и Надыма. М.: 1989. 308 с.
3. Временное методическое руководство по установлению предельно допустимого уровня загрязнения химическими веществами донных отложений (на примере нефти) / Михайлова Л. В., Князева Т. С., Макаренко И. Ю., Рыбина Г. Е., Уварова В. И., Акатьева Т. Г., Исаченко-Бом Е. А., Петухова Г. А., Аршаница А. Н., Лесников Л. А., Перевозников М. А., Петрова И. А., Дзюбан А. Н., Косолапов Д. Б., Томилина И. И., Симанков Ю. Г. М.: Природа, 2002. 224 с.
4. Петухова Г. А. Механизмы устойчивости организмов к нефтяному загрязнению среды. Тюмень: Изд-во ТГУ, 2008. 172 с.
5. Петухова Г. А. Эколого-генетические последствия воздействия нефтяного загрязнения на организмы: дис. ... д-ра биол. наук. Тюмень, 2007. 526 с.
6. Полищук Ю. М. Оценка воздействия нефтедобычи на лесоболотные экосистемы // Сибирский экологический журнал. 2005. № 1. С. 3 – 11.

Информация об авторах:

Петухова Галина Александровна – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и генетики Института биологии Тюменского государственного университета, 8-9-222-62-03-92, gpetuhova1@mail.ru.

Galina A. Petuhova – Doctor of Biology, Professor at the Department of Ecology and Genetics, Institute of Biology, Tyumen State University.

Квашнина Юлия Михайловна – магистрант 2 года обучения, инженер кафедры экологии и генетики Института биологии Тюменского государственного университета, 8-9091823236, kafedraekogen@mail.ru.

Yulia M. Kvashnina – Master's Degree student, manager at the Department of Ecology and Genetics, Institute of Biology, Tyumen State University.

(Научный руководитель – Г. А. Петухова).

Статья поступила в редколлегию 17.12.2014 г.