

использованы для проведения транспозон-дисплея, обнаружены 32 предполагаемых полиморфных сайта интеграции ретротранспозонов в геном сирени обыкновенной.

#### Литература

1. Борхерт Е.В., Кудрявцев А.М., Окунева И.Б., Ребриков Д.В. Ретротранспозоны TY-1 *coria like* у сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) // Алушта, 2009, том 7, с. 5–6.
2. Kononov F.A., Goncharov N.P., Goryunova S., Shaturova A., Proshlyakova T. and Kudryavtsev A. Molecular markers based on LTR retrotransposons BARE-1 and Jeli uncover different strata of evolutionary relationships in diploid wheats // *Molecular Genetics and Genomics*. 2010 in press.
3. Лунева З.С., Михайлов Е.А., Судакова Е.А. Сирень // Москва: Агропромиздат, 1989.— 256 с.
4. Мельникова Н.В., Борхерт Е.В., Мартынов С.П., Окунева И.Б., Молканова О.И., Уелниек В.П., Кудрявцев А.М. Использование молекулярно-генетических маркеров для верификации коллекций *in vitro* сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) // Москва: Генетика, 2009, том 45, №1, с. 97–103.
5. Shagin D.A., Lukyanov K.A., Vagner L.L., Matz M.V. Regulation of average length of complex PCR product // *Nucleic Acids Research*, 1999, vol.27, №18.
6. Matz M., Shagin D., Bogdanova E., Britanova O., Lukyanov S., Diatchenko L., Chenchik A. Amplification of DNA ends based on template-switching effect and step-out PCR // *Nucleic Acids Research*, 1999, vol.27, №6, p. 1558–1560.
7. Schulman A. H., P. K. Gupta and R.K. Varshney. Organization of retrotransposons and microsatellites in cereal genomes. *Cereal Genomics*, 83–118. 2004 Kluwer Academic Publishers.

#### Резюме

Методика транспозон-дисплея была выполнена на сирени обыкновенной. На основе полученных данных показано наличие полиморфных фрагментов предположительно, полиморфных сайтов интеграции ретротранспозонов в геноме сирени для ряда сортов.

Була випробувана методика транспозон-дисплею на бузку звичайному. На основі отриманих даних показана різниця між рядом сортів. Побудована дендрограма дозволила розділити сорти бузку, які брали участь в експерименті на 4 групи.

The transposon display technique has been tested for lilacs ordinary. On the basis of the received data distinction between a number of grades is shown.

**ВОЛКОВА Н.Е., ФИЛИПОНЕНКО Н.С., ГРИГОРЬЕВ Д.С., ВОРОБЬЁВА Л.И.**  
*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,*  
*Украина, 61077, Харьков, пл. Свободы 4, e-mail: volkova\_natalya@bk.ru*

#### **ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* УКРАИНЫ ПО НЕКОТОРЫМ ПОВЕДЕНЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Существенное влияние на структуру популяции оказывают факторы внешней среды; их сочетанное действие и, особенно, резкие изменения (например, природные и техногенные катастрофы) могут приводить к неожиданным биологическим эффектам [1]. Следствием техногенного пресса,

является загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почвы и прочих компонентов экосистем. В свою очередь это приводит к нарушениям равновесия в окружающей среде и вызывает разного рода изменения в генофондах популяций, населяющих те или иные территории [2]. То, каковы последствия (особенно отдаленные) такого влияния для генофонда популяций разных видов по-прежнему представляет интерес для науки. Основу исследований динамики генетической структуры, а также динамики других генетических процессов, которые происходят в природе, составляет мониторинг популяций по различным морфологическим, биохимическим и адаптивно значимым количественным признакам, в частности по поведенческим признакам, а также анализ аллельной структуры генов, от которых зависит проявление этих признаков. *Drosophila melanogaster*, как известно, представляет собой удобный модельный объект, биология которого, и, в частности, генетика, детально изучена. На этом объекте разработаны тест-системы для оценки мутагенности и генотоксических эффектов химических соединений различной природы [2, 3]. Кроме того, *D. melanogaster* является одним из естественных синантропных космополитических видов, что позволяет, в известной степени, объективно сравнивать популяции, населяющие те или иные территории. Таким образом, исходя из выше сказанного, была поставлена цель данной работы: в рамках долгосрочных мониторинговых исследований провести оценку ряда популяций *D. melanogaster*, обитающих на различных территориях Украины, по адаптивно значимым признакам поведения.

### Материалы и методы

Материал для исследования — потомки  $F_1$  особей из популяций (далее по тексту — “линии”) Магарач (г. Ялта), г. Одесса, г. Умань, г. Киев, г. Пирятин, г. Варва, г. Лубны, г. Чернобль (Яблочный сад) и водоем-охладитель ЧАЭС (Озеро) — сбор 2008 г. — получен от к.б.н., доц. Козерецкой И.А. (Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина). Линии содержали в культуральных сосудах (высота — 10 см, диаметр — 2,0 см, объем питательной среды в каждом сосуде — 5 мл) на стандартной дрожжевой среде в термостате ( $t=23\pm 1$  °C). В эксперимент брали только виргинных половозрелых особей (возраст — 3 суток). До достижения необходимого возраста самок и самцов содержали отдельно. Половую активность самцов (ПА) определяли по количеству последних, вступивших в спаривание в течение 1 часа [4, 5]. Для этого особей помещали в тестерную камеру в соотношении  $2n\text{♀} : n\text{♂}$ , где  $n$  — количество особей ( $5\pm 2$ ), и фиксировали процент особей мужского пола, совершивших спаривание в течение 1 часа. Анализ половой рецептивности самок (ПР) проводили аналогично, но особей брали в соотношении  $n\text{♀} : 2n\text{♂}$  и фиксировали долю самок, осуществивших спаривание в течение 1 часа. Варианты, в которых ни одна из пар не вступила в копуляцию, учитывали как “0”. Общее время наблюдения — 60 мин. Длительность копуляции (ДК) измеряли от момента начала акта копуляции до момента его завершения. Использовали такие показатели: длительность копуляции — ДК — (для каждой пары отдельно); длительность

копуляции (1) — ДК1 — (для первой пары в группе); длительность копуляции (ср.) — ДК ср. — (среднее значение показателя по группе). Задержку копуляции определяли как время от момента помещения особей в тестерную камеру до вступления пары в копуляцию [6, 7]. Учитывали все пары. Аналогично, вычисляли такие показатели: задержка копуляции — ЗК — (для каждой пары отдельно); задержка копуляции (1) — ЗК1 — (для первой пары в группе); задержка копуляции (ср.) — ЗК ср. — (среднее значение показателя по группе). В вариантах, когда ни одна пара не вступила в копуляцию, длительность копуляции принимали за “0”, а задержку — за “60 мин”. Временные характеристики спаривания анализировали с учетом условий конкуренции (в зависимости от того избыток особей какого пола был в группе). Эксперименты повторяли трижды. Спонтанную двигательную активность имаго дрозофилы оценивали индивидуально по методике открытого поля [8]. Особь помещали в чашку Петри, дно которой расчерчено на квадраты со стороной 5 мм. Наблюдение вели в течение двух минут, определяя суммарную длину пробега каждой особи. Для каждой линии было проанализировано 54 особи каждого пола. Использовали методы статистического анализа: дисперсионный анализ количественных признаков (силу влияния —  $h_x^2$  — оценивали методом Плохинского); для оценки связей между признаками использовали коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ) и коэффициент корреляции рангов К. Спирмена ( $r_s$ ) [9, 10]. При выполнении расчетов использовали программное обеспечение STATISTICA 6.0.

### Результаты и обсуждение

Анализ полового поведения (табл. 1) показал, что наиболее активными являются самцы линии Магарац, а наименее активными — самцы линии Озеро и Одесса. При этом в условиях конкуренции за самку для самцов линии Магарац характерна наименьшая задержка спаривания (как для первого, так и среднее по группе) и довольно продолжительная копуляция. В то же время менее активные самцы линий Озеро и Одесса характеризуются продолжительными задержками копуляции и короткими самими актами копуляции.

Среди изученных линий наибольшей половой рецептивностью обладают самки линии Магарац. Наименее же восприимчивы к ухаживанию самцов самки линии Киев. Для остальных линий отмечены промежуточные значения данного показателя.

В ходе исследования установлено, что генотип линии, сформированный в определённых условиях, оказывает существенное влияние на половую активность самцов ( $F=12,08$ ;  $p<0,001$ ,  $h_x^2$  —  $13,76\pm 1,21\%$ ) и половую рецептивность самок ( $F=3,86$ ;  $p<0,001$ ,  $h_x^2$  —  $10,94\pm 2,01\%$ ).

Отметим, что с изменением условий конкуренции несколько изменяются временные характеристики спаривания практически для всех исследованных линий. Наиболее стабильной в этом отношении оказалась линия Яблочный сад. В то же время наиболее существенно эти характеристики изменяются в линии Киев.

Показатели полового поведения (m±ms) в зависимости от условий конкуренции

Генотип	ПА самок (%)	В условиях избытка самок			
		ЗК1	ЗКер.	ДК1	ДКер.
Магарац	100±0,00	4,45±1,01	12,07±2,07	17,40±0,88	20,20±1,36
Одесса	30,00±7,16	23,20±5,39	48,99±2,85	18,90±2,33	6,55±1,66
Умань	89,76±6,07	4,17±0,84	17,85±4,17	21,89±2,16	20,43±1,77
Клев	64,29±6,49	10,88±2,69	34,75±3,41	24,85±1,04	16,81±2,09
Пирятин	86,84±4,90	4,81±1,15	21,38±3,23	21,14±1,44	17,15±1,26
Варва	76,84±6,50	7,05±1,82	26,99±3,40	20,41±0,85	15,57±1,48
Лубны	82,38±9,53	7,25±3,66	20,16±5,42	20,50±0,67	18,15±2,37
Яблочный сад	43,33±15,46	15,00±8,59	43,77±6,36	20,80±0,66	9,15±3,27
Озеро	29,17±12,11	24,30±9,57	44,40±4,98	17,80±4,86	6,17±2,34
	ПР самок (%)	В условиях избытка самок			
Магарац	81,20±6,66	2,69±0,42	18,46±3,56	17,62±0,75	15,96±1,47
Одесса	39,00±9,55	26,80±7,65	41,82±5,64	14,15±3,16	8,83±2,17
Умань	72,38±9,55	5,75±1,99	24,86±5,34	17,35±1,85	14,48±1,94
Клев	28,57±9,73	18,69±9,06	45,34±4,99	18,81±4,1	6,84±2,14
Пирятин	63,49±8,94	9,22±3,49	31,33±4,77	18,50±0,74	11,36±1,42
Варва	42,69±9,62	15,05±6,50	39,79±5,22	18,65±2,43	9,02±1,94
Лубны	67,76±10,26	11,60±5,79	29,94±5,42	18,95±2,27	14,46±2,13
Яблочный сад	37,62±9,23	13,40±2,16	43,86±4,78	25,20±2,65	9,16±2,01
Озеро	66,07±11,11	12,06±3,68	29,71±7,31	25,87±3,06	18,11±2,11

Показано, что между показателями ЗК и ДК существует сильная линейная обратная зависимость ( $r=-0,81$ ;  $p<0,001$ ). То есть особям быстрее вступившим в спаривание свойственен более продолжительный акт копуляции. Аналогичная зависимость ранее [11] была показана для линий длительно содержащихся в культуре. В целом, эти результаты позволяют говорить о систематичности данной зависимости для исследуемого вида.

Анализ ЛА имаго исследуемых линий (табл. 2) показал, что наименьшие значения показателя характерны для линий Одесса (самки), Киев и Пирятин. Линии Магараж, Умань и Озеро характеризуются сходными значениями данного признака, как у самок, так и у самцов, но у самцов линий Магараж и Озеро они выше, а у самцов линии Умань — ниже, чем у самок соответствующих линий. Сходные данные получены и для самок линий Варва и Лубны. Для самцов этих линий характерны более низкие значения, причём, для самцов линии Варва они ниже, чем для самцов линии Лубны. Самыми высокими значениями признака ЛА характеризуется линия Яблочный сад. В целом, можно сказать, что для самцов почти всех изученных линий (кроме линий Варва и Лубны) средние значения по признаку ЛА выше, чем у самок этих же линий. Анализ ЛА так же показал, что в линиях Пирятин, Киев и Одесса наблюдается наибольшая частота особей с нулевой ЛА, а среди самок линий Яблочный сад и Озеро таких особей не наблюдалось совсем. Среди самцов наименьший процент особей с нулевой ЛА отмечен для линий Варва, Лубны и Яблочный сад. Анализ дисперсий данного признака показал, что во всех исследуемых линиях самки характеризуется большей однород-

Таблица 2

**Локомоторная активность имаго и характеристики ее вариабельности**

Генотип	m±ms		Дисперсия		Кол-во особей с ЛА=0 (%)	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Магараж	158,06±15,59	200,41±19,18	13132,69	19863,65	7,4	9,3
Одесса	86,85±10,48	131,67±10,81	5935,71	6315,208	11,1	5,6
Умань	154,20±13,26	121,17±16,03	9488,58	14408,07	5,6	13
Киев	62,64±6,91	95,12±10,26	2577,48	5688,61	14,1	14,1
Пирятин	83,30±12,52	112±15,69	8458,79	13290,83	18,5	22,2
Варва	172,70±10,93	141,98±16,30	6455,08	14339,64	3,7	3,7
Лубны	176,04±9,79	165,06±14,86	5179,36	11921,11	3,7	7,4
Яблочный сад	191,30±11,65	237,02±11,25	7326,67	6832,36	0	1,9
Озеро	148,15±10,99	220,43±16,32	6521,71	14387,15	0	3,7

ностью, тогда как для самцов характерна более высокая вариабельность внутри группы.

Дисперсионный анализ подтвердил зависимость локомоторной активности имаго дрозофилы от генотипа ( $F=22,84$ ;  $p<0,001$ ), пола особей ( $F=11,52$ ;  $p<0,001$ ) и сочетанного действия обоих этих факторов ( $F=3,91$ ;  $p<0,001$ ). При этом сила влияния генотипа составляет  $8,0\pm 0,1\%$ , пола —  $0,5\pm 0,03\%$  и комбинации факторов —  $1,4\pm 0,02\%$ . Следует отметить, и дисперсионный анализ это подтверждает, что данный показатель в значительной мере зависит от средовых факторов ( $ss_e=9122491$ ).

Для данных линий не выявлено достоверной линейной зависимости между ПА самцов, ПР самок и ЛА особей ( $r_s=0,12-026$ ;  $p>0,05$ ), что однако не исключает существования между этими признаками иных форм связи, ведь ЛА является неотъемлемой составляющей любых поведенческих актов.

### Выводы

Популяции *Drosophila melanogaster*, обитающие на территории Украины охарактеризованы по адаптивно значимым поведенческим признакам (признаки полового поведения, локомоторная активность). Вычленен вклад генотипа в проявление межпопуляционных различий по этим признакам. Установлено, что на временные характеристики спаривания влияют условия конкуренции за полового партнёра. Не обнаружено линейной связи ПА самцов, ПР самок и ЛА особей в исследованных популяциях.

### Литература

1. Голуб Н.Я., Черник Я.І. Мутації, індуковані рентгеновським опроміненням та деякими хімічними реагентами, що змінюють тривалість життя *Drosophila melanogaster* // Цитология и генетика.— 2008.— Т.42, №1.— С. 37–44.
2. Боднар І.В., Беляева В.В., Горбулінська С.М., Боднар Л.С. Використання тест-систем на *Drosophila melanogaster* для вивчення мутагенної активності рідких токсичних відходів ВАТ “Оріана” м. Калуша // Дрозофіла в експериментальній генетиці та біології: зб. наук. пр.— Х.: ХНУ, 2008.— С. 8–9.
3. Проценко О.В. Генетичні процеси в природних популяціях *Drosophila melanogaster* України.— Автореф. дис. ... к.б.н., 03.00.15.— Київ.— 2009.— 21 с.
4. Полз І.Р. Анализ генетической детерминации половой активности самцов *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15.— ЛГУ.— Л., 1979.— 20 с.
5. Субочева Е.А., Романова Н.И., Карнова Н.Н. и др. Репродуктивное поведение самцов в линиях *Drosophila melanogaster*, отличающихся по аллелям гена *flamenco* // Генетика.— 2003.— Т.39, №5.— С. 675–681.
6. Moehring A.J., Mackay T.F.C. The Quantitative Genetic Basis of Male Mating Behavior in *Drosophila melanogaster* // Genetics.— 2004.— Vol.167.— P. 1249–1263.
7. Basso da Silva L., Valente V.L.S. A Temporal Analysis of Sexual Activity in a Natural Population of *Drosophila willistoni* // Hereditas.— 2000.— Vol.133.— P. 211–216.
8. Burnet B., Conolly K. The development of locomotor activity in *Dr. melanogaster* // Heredity.— 1984.— V.52, №1.— P. 63–75.
9. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии: Учеб.-метод. пособие для студентов биол. фак. ун-тов.— М.: Изд-во МГУ, 1978.— 265 с.

10. Лакин Г.Ф. Биометрия.— Москва: “Высшая школа”, 1990.— 351 с.

11. Волкова Н.С. Генетичний аналіз компонентів статевої поведінки *Drosophila melanogaster*.— Автореф. дис. ... к.б.н., 03.00.15.— Київ.— 2009.— 21 с.

### **Резюме**

Ряд популяцій *Drosophila melanogaster*, обитающих на территории Украины охарактеризованы по адаптивно значимым поведенческим признакам. Определена генетическая составляющая межпопуляционных различий по этим признакам. Для временных характеристик спаривания проанализировано влияние условий конкуренции за полового партнёра.

Низку природних популяцій *Drosophila melanogaster* України охарактеризовано за адаптивно значущими ознаками поведінки. Визначено генетичну складову міжпопуляційних розбіжностей за цими ознаками. Для часових характеристик парування проаналізовано вплив умов конкуренції за статевого партнера.

The number of *Drosophila melanogaster* populations, inhabiting the territory of Ukraine are characterized by significant adaptive behavioral traits. The genetic component of interpopulation differences in these traits determined. For the temporal characteristics of mating the effect of competition for sexual partner analyzed.

### **ГОНЧАРОВА Ю.К., ЛИТВИНОВА Е.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
Россия, 350921, Краснодар, Белозерный, e-mail: sergongtchar@mail.ru*

## **НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ БАЗИС ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ РИСА**

Физиологический базис гетерозиса до сих пор дискутируется, но многие морфологические и физиологические признаки ответственные за его проявление известны. Гетерозис проявляется уже на ранних фазах развития в виде повышенной скорости мобилизации и превращения запасных веществ, как правило, метаболические процессы протекают у гетерозисных гибридов с более высокой интенсивностью. Так проявление гетерозиса у кукурузы отмечено уже на самых ранних этапах развития, более высокая экспрессия генов у гибридов кукурузы по сравнению с родительскими формами отмечена сразу после оплодотворения, на шестой день гибридный эмбрион уже превосходит по размерам не гибридные [1]. Сверхэкспрессия была характерна для 15,3% генов из 13 999 исследуемых, 8,7% генов в данном исследовании показывали уровень экспрессии более чем в два раза превышающий таковой у родительских форм [2]. Около 4% генов (экспрессирующихся в корнях, листьях и метелках) имели различный уровень экспрессии у гибридов риса по сравнению с родительскими формами. Анализ функций генов с повышенной экспрессией показал, что в основном это гены вовлеченные в регуляцию транскрипции, инициацию репликации, синтез белка и РНК, деление клеток [3]. Изучение размеров клеток гибридов