

9. W. M. Muir Group selection for adaptation to multiple-hen cages: selection program and direct responses // Poultry Science. – 1996. – V. 75. – P. 447-458.
10. T. V. Rodenburg *et al.* Heritability of feather pecking and open-field response of laying hens at two different ages // Poultry Science. – 2003. – V. 82. – P. 861-867.
11. В. Логинова “Супер Ник” птицеводы назвали суперкресом // Животноводство России. – 2007. – № 10. – С. 4-6.
12. C. Weeks Layer welfare symposium – some questions answered but plenty of problems still to solve // Poultry international. – 2003. – V. 42, № 11. – P. 42-45.
13. G. Su, J. B. Kjaer, P. Sorensen Selection for feather pecking behaviour (FP) has changed feed efficiency // XXII Worlds Poultry Congress. – 8-13 June 2004. – Istanbul-Turkey. – P.124.
14. P. Y. Hesler, M. Shea-Moore Beak trimming egg-laying strains of chickens // World's Poult. Sci. J. – 2003. – V. 59. – P. 458-474.
15. M. C. Appleby, J. A. Mench, B. O. Hughes Poultry Behaviors and Welfare // CAB International. – 2006. – V. 40, № 5. – P. 33-34.
- A. Ali, K. M. Cheng Early egg production in genetically blind (rc/rc) chickens in comparison with sighted (Rc+/rc) controls // Poultry Science. – 1985. – V. 64. – P. 789-794.

ПОЛИМОРФИЗМ У ЖЁСТКОКРЫЛЫХ

Е.П. Климец

Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Определением понятия “полиморфизм”, выяснением роли и механизмов, регулирующих его, а также классификацией занимались многие исследователи, однако разные авторы вкладывают в это понятие несколько разное содержание. Наиболее часто определение полиморфизма дается по Форду [1], согласно которому полиморфизм – “это одновременное существование в одной и той же местности двух или нескольких дискретных форм одного и того же вида в таких отношениях, что самая редкая из них не может быть сохранена только под давлением мутационного процесса в данном локусе, а является следствием гетерозиготности по уже имеющимся аллелям”. Данное определение позволяет считать полиморфизм внутрипопуляционным наследственным явлением, т.е. считать полиморфизм генетическим. Генетический полиморфизм представляет особый класс изменений, а именно сосуществование двух или более и фенотипически, и генотипически различающихся форм в состоянии равновесия на протяжении ряда поколений в популяции [2].

При изучении жесткокрылых многие авторы обращают внимание на особенности проявления полиморфных признаков в популяциях разных видов, а также выделяют несколько типов полиморфизма, пытаются показать и объяснить преимущества отдельных форм в тех или иных условиях и ситуациях.

Анализ публикаций по изучению изменчивости жесткокрылых показал, что большинство изученных видов авторы относят к полиморфным и при изучении жесткокрылых выделены несколько типов полиморфизма.

Сбалансированный полиморфизм – выявлен у рапсового листоеда по интенсивности окраски [3]. По изменчивости рисунка на надкрыльях у усачей (усач изменчивый, клит сосновый, пахита четырехпятнистая) и пластинчатоусых (восковик перевязанный) в окрестностях Свердловска и Ильменском заповеднике [4].

Адаптационный полиморфизм, обусловленный не одинаковой жизнеспособностью разных морф в разные сезоны (красных форм в зимний период, а черных – в летний), отмечают у двухточечной божьей коровки Н. В. Тимофеев-Ресовский и Ю. М. Свирежев [5]. И. А. Захаров и С. О. Сергиевский [6] также обнаруживают у этого вида четкие сезонные изменения частот морф в одних популяциях, а в других таких изменений обнаружить не удается либо они очень незначительны.

Отсутствие сезонной динамики полиморфизма у божьей коровки *Harmonia axyridis* в Приморском крае констатирует С. К. Холин [7]

Особенности географической изменчивости полиморфизма окраски двухточечной божьей коровки впервые отмечал Я. Я. Лус [8]. Он показал, что в городах, особенно с морским климатом, доля черных форм выше, чем в местностях сельского типа. Существование обширной “меланистической” расы в центральной и северной частях Ленинграда отмечают И. А. Захаров и С. О. Сергиевский [9] и показывают, что во всех направлениях от Ленинграда наблюдается снижение концентрации меланистических форм. Однако не все промышленные города характеризуются высоким процентом меланистических форм адалий [10]. Для разрешения противоречивых данных по сезонной и пространственной динамике меланизма у двухточечной коровки И. А. Захаров и С. О. Сергиевский [11] предложили две концепции:

Полуфункционального полиморфизма – при котором воздействие разных факторов на одну и ту же полиморфную систему может приводить к сходным микроэволюционным явлениям и пластичности полиморфизма – когда одна и та же полиморфная система на разном генетическом фоне может вести себя неоднозначным образом.

Гипотеза гибкого и жесткого полиморфизма, выдвинутая Ф. Г. Добржанским [12] в отношении инверсионного полиморфизма у дрозофил, находит подтверждение при изучении полиморфизма природных популяций двухточечной божьей коровки, у которой периферийные популяции отличаются меньшей жесткостью гомеостатической системы [6]

Периферийные популяции ряда усачей и пластинчатоусых отличаются от центральных большей полиморфностью и динамической стабильностью [13, 4], и даже значительные колебания в частоте составляющих полиморфизм вариаций не нарушают сложившуюся систему гомеостаза [14].

Переходный полиморфизм характеризуется тем, что разнообразие носит временный характер и наблюдается до тех пор, пока происходит процесс замещения одной формы другой при контролирующем действии естественного отбора [15]. У колорадского жука в исходных очагах его распространения на европейской части СССР, преобладали жуки, маркированные редко встречающимися фенами. В настоящее время редкие формы исходных популяций стали доминирующими, т.е. обнаруживается переходный полиморфизм [16].

Так как гипотеза гибкого и жесткого полиморфизма обосновывается на видах, не имеющих четких популяционных границ, Ю. И. Новоженков [4] предлагает отказаться от деления полиморфизма на стабильный и переходный, жесткий и гибкий и рассматривать его как динамический в пространстве и времени полиморфизм.

Несмотря на все многообразие конкретных ситуаций поддержания полиморфизма в природных популяциях, их можно свести к двум: полиморфизм адаптационный либо гетерозиготный [2].

Не всегда внутривидовое многообразие у жесткокрылых можно назвать генетическим полиморфизмом, так как только у отдельных видов (двухточечная коровка) доказана аллельная природа дискретных вариаций [17, 18]. В данном случае полиморфизм можно назвать генетическим.

Несмотря на разный смысл, вкладываемый в понятие “полиморфизм” разными авторами, бесспорно, что изученные виды жесткокрылых характеризуются значительной внутривидовой изменчивостью и поэтому являются удобными для популяционных исследований.

1. E. B. Ford Polymorphism // Biol. Rev – 1945. – P. 73-88.
2. А. В. Яблоков Популяционная биология. – М.: Высшая школа. – 1987. – 303 с.
3. В. И. Чикатунов, В. И. Крюков Изучение степени меланизации элитр особей рапсового листоеда *Entomoscelis adonidis* Pall (Coleoptera, Chrysomelidae) из различных районов высокогорий Гиссаро-Дарваза // Сб. Фауна и экология животных Таджикистана. – Душанбе. – 1978. – С. 76-81.
4. Ю. И. Новоженков. Изучение популяционной структуры вида у насекомых с помощью полиморфизма // Исследование продуктивности видов ареале. – Вильнюс. – 1975. – С. 87-105.

5. Н. В. Тимофеев-Ресовский, Ю. М. Свирежев Об адаптационном полиморфизме в популяциях *Adalia bipunctata* L. // Проблемы кибернетики. – 1966, № 16. – С. 137-146.
6. И. А. Захаров, С. О. Сергиевский Изучение генетического полиморфизма популяций двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* L. Ленинградской области. Сообщение I. Сезонная динамика полиморфизма // Генетика. – 1980. – Т. 16, № 2. – С. 270.
7. С. О. Холин Частота фенотипически проявляемого гена в популяциях домашних кошек приморского края // Фенетика природных популяций. Матер. IV Всесоюз. совещ. – М., 1990. – С. 303-305.
8. Я. Я. Лусис О биологическом значении полиморфизма окраски у двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* L. // Latvijas Entomologs. – 1961. – Т. 4, № 3. – С. 3-29.
9. И. А. Захаров, С. О. Сергиевский Изучение генетического полиморфизма популяций двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* L. Ленинградской области. Сообщение II. Состав популяций города Ленинграда // Генетика. – 1983. – Т. 19, № 4. – С. 635-640.
10. И. А. Захаров Изучение популяций двухточечной коровки Европейской части СССР и Закавказья в связи с анализом факторов, вызывающих накопление черных форм (меланизация) // Фенетика природных популяций. Матер. IV Всесоюз. совещ. – М., 1990. – С. 91-92.
11. И. А. Захаров, С. О. Сергиевский Генетический полиморфизм божьих коровок *Adalia* группы "Bipunctata" // Сб. Фенетика популяций. – М.: АН СССР, 1985. – С. 132.
12. Ф. Г. Добржанский О географической и индивидуальной изменчивости *A. bipunctata* L. и *A. decempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) // Русск. энтомол. обозрение. – 1924. – Т. 18. – С. 201-226.
13. Ю. И. Новоженев Полиморфизм и видообразование // Журн. общ. биол. – 1978. – Т. 40, № 1. – С. 17-34.
14. Ю. И. Новоженев Полиморфизм и адаптивность популяций // Сб. Фауна и экология насекомых Урала. – Свердловск: Изд-во Свердл. универ., 1981. – С. 3-15.
15. В. Грант Эволюция организмов. – М.: Мир, 1980. – 407 с.
16. Ф. С. Кохманюк Становление структуры вида в новом ареале на примере колорадского жука // Экология. – 1983, № 1. – С. 57-61.
17. Я. Я. Лус О наследовании окраски и рисунка у божьих коровок *Adalia bipunctata* и *Adalia decempunctata* L. // Изв. бюро по генетике АН СССР. – 1928, № 6. – С. 89-163.
18. Я. Я. Лус Анализ явления доминирования при наследовании рисунка элитр и переднеспинки у *Adalia bipunctata* // Труды лаб. генетики. – 1932, Т. 9. – С. 135-162.

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА МУТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС В СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТКАХ МЫШЕЙ

Л.Н. Кострова, И.Б. Моссе, И.П. Анощенко, Д.А. Ушакова

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», Минск, Беларусь
i.mosse@iqc.bas-net.by

Нанотехнологии являются в настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся и перспективных направлений научно-технических разработок. Возрастающее число исследований в этой области остро ставят вопрос о влиянии наноматериалов на окружающую среду и здоровье людей, учитывая высокую проникающую способность и химическую активность наночастиц, что привело к формированию в последние годы нового направления исследований – нанотоксикологии, в котором изучаются возможные вредные последствия контакта человека с нанообъектами.

Исследования воздействия нанопорошков на организм, выполненные *in vitro* и *in vivo*, убедительно свидетельствуют о возникновении воспалительных процессов, окислительных стрессов, апоптоза, нарушения производства цитокина и других реакций, возникающих вследствие контакта организма с наночастицами [1-3].

Данные о генетических эффектах наночастиц, имеющиеся в научной литературе, противоречивы. В работах [4, 5] показано, что углеродные нанотрубки способны вызывать повреждения ДНК. Согласно работе [4] фуллерены, разведенные в воде и этаноле, оказывают влияние на лимфоциты человека, вызывая в них генотоксический эффект (метод Комет). В исследовании [5] установлено, что наночастицы способны индуцировать рак. Авторы данного исследования также использовали метод Комет и наблюдали одновременно дозо- и время-зависимое увеличение числа одиночных и двойных разрывов ДНК в клетках