

УДК: 576.315.581.5:577.37

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГЕНОМА

В.Г.Шахбазов

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина (Харьков, Украина)

В статье изложены оригинальные представления автора о природе количественной наследственности, которая имеет важное значение в селекционной практике. Достижения в современной молекулярной генетике относятся, в основном, к изучению структуры и функций белоксинтезирующих генов. Природа количественной наследственности изучена пока недостаточно. За последнее десятилетие появилось большое число работ по изучению QTL (локусов количественных признаков). Но в этих работах, в основном, предлагаются все новые статистические методы, направленные на выявление более сложных систем менделирующих генов. На основании многолетнего изучения проявлений количественной наследственности в связи с эффектом гетерозиса, возрастом родительского поколения и влиянием низкоэнергетических физических факторов, автор предлагает представление о потенциальной энергии генома (ПЭГ) и о возможном его повышении, что имеет важное значение для таких проявлений количественной наследственности, как жизнеспособность и неспецифическая устойчивость. Анализируется также значение биоэлектрических и волновых свойств генома и в связи с этим предлагается понятие корпускулярно-волнового дуализма генов.

Ключевые слова: количественное наследование, гетерозис, термотест, неспецифическая устойчивость, возраст, жизнеспособность, СИГ - структурная информация генома, ПЭГ – потенциальная энергия генома, корпускулярно-волновой дуализм генов.

Введение

Большие достижения современной классической и молекулярной генетики, в основном, относятся только к части генетических явлений, к изучению структуры и функций белоксинтезирующих генов. А другая, значительно менее изученная часть генетических явлений относится к так называемой количественной наследственности. Соотношение этих частей подсказывает само строение ядерного генома, в котором наиболее изученной остается меньшая часть белоксинтезирующих генов, составляющая у многих организмов менее 10% общего количества ДНК на геном. А остальную часть составляет, как известно, сателлитная, «эгоистичная» или «мусорная» ДНК. Функции этой части ДНК, как и природа количественной наследственности, по-прежнему недостаточно изучены.

При этом необходимо отметить, что понимание этого типа наследственности имеет первостепенное практическое значение для таких важных областей знаний, как селекция и медицина. Такое положение, естественно, не устраивает многих генетиков, и в современной науке появилось новое направление в изучении наследования количественных признаков – исследование QTL (локусов количественных признаков). Однако, сотни работ генетиков и математиков в этой области, опубликованные за последнее десятилетие, не принесли заметного успеха, так как в них, в основном, разрабатываются все новые статистические методы, направленные на подтверждение полигенного наследования, в то время как предполагаемые полигены по-прежнему не идентифицируются (Безруков, 1989; Картавец, 2005; Chen-Hung Kao et al., 1999; Farrall, 2004; Shakhbazov, 1968). В связи с этим некоторые авторы пишут о необходимости принципиально нового подхода к изучению количественной наследственности.

В данной обзорной статье анализируются результаты оригинальных экспериментальных исследований проявлений количественной наследственности, в основном, по показателям жизнеспособности и неспецифической устойчивости. Наиболее детально эти показатели изучались в связи с таким проявлением количественной наследственности, как эффект гетерозиса. Большое внимание было уделено изучению реакций различных биологических объектов на низкоэнергетические внешние физические воздействия, изучалась также связь неспецифической устойчивости с возрастом родительского поколения и содержанием сателлитной ДНК в геноме.

С целью изучения значения энергетического состояния ядерного генома применены новые методы изучения биоэлектрических свойств нативных клеточных ядер. Многочисленные цифровые данные в статье привести невозможно, они содержатся в цитируемых работах (Шахбазов, 1974, 1979, 1984, 2001).

Количественное наследование

Как известно, к этому классу генетических явлений относятся те свойства и признаки, которые определяют урожайность сельскохозяйственных растений, продуктивность сельскохозяйственных животных и неспецифическую устойчивость растений, животных или человека, т.е. устойчивость к действию различных абиотических и биотических повреждающих факторов. Эту последнюю форму количественного наследования мы детально изучили на различных объектах: семенах и проростках растений, на различных генотипах дрозофилы, тутового и дубового шелкопрядов, клетках человека и др. Изучалась норма реакции этих объектов на действие различных физических факторов. Было установлено, что некоторые генотипы отличаются пониженной, другие повышенной неспецифической устойчивостью. Из числа факторов, позволяющих выявить различия в неспецифической устойчивости, особенно удачным для экспериментальных исследований оказались короткие воздействия высокой температуры. Проведя большую серию исследований с разными объектами и на разных стадиях их развития, мы убедились, что теплоустойчивость хорошо коррелирует с устойчивостью к другим повреждающим факторам, включая так называемую горизонтальную устойчивость растений к болезням. Это позволило предложить термотест для выявления различий в неспецифической устойчивости (Шахбазов, 1979, 2001). Использование термотеста при сравнительном изучении генетических и фенотипических различий в неспецифической устойчивости сегодня широко используется селекционерами растений и животных. Но при этом остается нерешенным вопрос о генетической природе наблюдаемых различий в устойчивости. Генетики обычно принимают «гипотезу множественных факторов» или полигенного наследования. Например, при изучении наследования длины початка кукурузы предполагается наличие одного главного гена и двух дополнительных, и непрерывную изменчивость длины початка стремятся разбить на классы и подогнать под какое-то менделевское соотношение. А в отношении неспецифической устойчивости требовалось бы признать наличие специальных серий малых аллельных генов устойчивости к высокой температуре, УФ-радиации, свету разных частот, лазеров, микроволнам, ионизирующей радиации и т.п. Так иногда и делают, постулируя, например, аллели терморезистентности tr_1 , tr_2 ... и т.д. Но эти искусственные построения не приближают нас к пониманию природы этих генетических явлений. Правильнее признать, как это сделали некоторые ученые, специально изучавшие эту проблему, что генетическая наука еще не раскрыла природу количественного наследования (Гинзбург, 1984).

И в селекции, и в медицине такое состояние теории не дает основания для разработки эффективных практических методов управления этими генетическими явлениями.

О волновых функциях и биоэлектрических свойствах генетического аппарата

В последние годы на эту тему появляется все больше публикаций. В некоторых из них присутствуют виталистические мотивы, и это вызывает скептическое к ним отношение. Однако, в других работах анализируется связь волновых или полевых функций с конкретными структурами генетического аппарата. Следует отметить, что и автор был у истоков этих исследований. В статье, опубликованной в издании АН Украины в 1966 году, автор предложил представление о «ягрене» - ядерном генераторе электромагнитных и акустических колебаний, обосновывая эти представления тем, что структуры ДНП в клеточном ядре несут электрический заряд и при «биологической» температуре они не могут оставаться статичными. В разных элементах этих структур под влиянием температуры возникают осцилляции разных частот, что и приводит к генерации излучений в клетке и за ее пределами (Шахбазов, 1966). К настоящему времени для этих представлений накопилось большое количество подтверждений. Была экспериментально установлена и высокочастотная осцилляция нативных клеточных ядер (Загуский и др., 1967), и их фотонная эмиссия (Niggli, 1996; Popp, 2000). Многочисленные данные были получены о волновых функциях генов и динамике ДНК (Гаряев, 1994; Изьянканьчджен, 1992; Малеев и др., 1993; Янушкевич, 1989).

Все эти данные не учитывались генетиками, и ссылок на них не найти в генетических статьях. Нами же эти исследования продолжались в связи с изучением различных проявлений количественной наследственности и влияний на эти проявления высокочастотных электромагнитных полей.

Была разработана методика изучения биоэлектрических свойств нативных клеточных ядер растений, животных и человека. Эти исследования позволили связать многие проявления количественной наследственности с биоэлектрическими свойствами ядерного генома.

На клетках человека было показано прямое влияние миллиметрового облучения на электрокинетический потенциал клеточных ядер (Ситько, 2005; Shakhbazov, 1968, 1997; Shakhbazov et al., 1996). Разные дозы электромагнитного и лазерного облучения позволяют повышать или понижать неспецифическую устойчивость не только в данном поколении, но и в последующих. Таким образом, это энергетическое воздействие, не вызывая мутаций, изменяет состояние ядерного

генома. Следует также отметить, что по вопросу о механизмах влияния электромагнитных волн разных частот на биологические объекты существует большая литература и разные гипотезы. Представления автора совпадают с представлениями тех, кто указывает на значение собственных излучений биологических объектов и на возможность эффекта резонанса. В этой области накоплено много интересных экспериментальных данных, но они пока не использовались для анализа генетических явлений.

Новое представление о значении потенциальной энергии генома

Результаты наших исследований дают возможность сформулировать новые представления, которые, по мнению автора, позволят более четко охарактеризовать две основные концепции в современной генетике.

Первая, уже глубоко проработанная концепция – это концепция менделевской, классической и современной молекулярной генетики. Достижения многих выдающихся генетиков и биохимиков или молекулярных биологов в этой области напоминать здесь нет необходимости, они хорошо известны, им, в основном, и посвящена вся современная генетическая литература. На основании этих теоретических представлений сегодня уже развивается обширная прикладная область генетической инженерии. И, хотя в этой концепции еще не устранены многие противоречия: не удается четко определить границы генов, объяснить механизмы формообразовательных процессов развития, не объясняется функция большей части генетического материала ядерного генома и другие, эта концепция является важнейшим прорывом к раскрытию механизмов наследственности.

Но, если вернуться к перечисленным выше и не менее практически важным проявлениям количественной наследственности, то необходимо напомнить, что молекулярно-генетическая концепция пока не дает им достаточного объяснения. Плавные переходы от одного фенотипического состояния к другому не дают для этого основания. Наряду с этим зависимость количественных изменений от средовых и возрастных факторов указывает на значение изменений в энергетическом состоянии генетического аппарата, а точнее ядерного генома.

В связи с изложенным автор считает полезным введение в генетическую терминологию двух понятий и следующих терминов: СИГ (SIG) и ПЭГ (PEG). СИГ характеризует структурную информацию генома, а ПЭГ – потенциальную энергию генома.

Первое из этих понятий – СИГ – характеризует ту молекулярно-генетическую информацию, которую несет структура белоксинтезирующих генов. Вторая система понятий – ПЭГ – это те энергетические свойства ядерного генома, от которых, по мнению автора, зависит развитие разных проявлений количественной наследственности, в частности, показатели продуктивности растений и животных, неспецифической устойчивости и другие. Все эти свойства также, с одной стороны, наследуются потенциально и проявляются в течение онтогенеза, как, например, при формировании гетерозиготного генома - проявления гетерозиса, а с другой стороны, в большой степени подвержены изменениям под влиянием факторов среды. Разница в этих понятиях еще и в том, что для изменений СИГ необходимы более высокоэнергетические средовые воздействия – мутагенные факторы, а для изменений ПЭГ достаточно низкоэнергетических средовых воздействий. Вместе с тем, между СИГ и ПЭГ нет жесткого различия. Так, накопление факторов, изменяющих ПЭГ, подготавливает условия и для изменения СИГ, т.е. для возникновения мутаций.

В отношении молекулярных основ, определяющих эти свойства генома, можно отметить, что для системы СИГ основой является все огромное количество информации, добытое современной молекулярной генетикой. В отношении системы ПЭГ также, несомненно, могут быть найдены физико-химические носители, изменяющие потенциальную энергию генетических структур. Это молекулярные, ионные, электронные и фотонные воздействия на структуры генетического аппарата, которые в онтогенезе определяют энергию экспрессии генов и дают известные фенотипические проявления количественной наследственности.

Известные системы частых повторов нуклеотидов в геноме - в интронах, сателлитной или молчащей ДНК, а также состояние и функции митохондрий, пластид и других цитоплазматических органоидов обеспечивают формирование ПЭГ. Но в целом этот процесс ещё далеко не изучен. Следует заметить, что в одном из прежних исследований автора была показана связь количественной наследственности - неспецифической устойчивости с содержанием сателлитной ДНК у разных представителей класса амфибий (Шахбазов, Гапченко, 1990).

Для характеристики ПЭГ существенное значение имеют биоэлектрические свойства нативных клеточных ядер и в том числе исследуемый нами электрокинетический потенциал. Как было показано, ζ -потенциал ядра находится в тесной зависимости от электрической поляризации структур хроматина (Аракелян, 1976). Но в связи с этим следует заметить, что в генетических исследованиях до нас биоэлектрические свойства ядерного генома, по-видимому, никого не интересовали и специально не исследовались.

Определяемый нами электрокинетический потенциал клеточных ядер является одним из доступных сегодня для изучения показателей энергетического состояния ядерного генома и, как было показано, он закономерно изменяется под влиянием указанных выше немутагенных факторов. Возрастная кривая изменений этого показателя чётко отражает возрастные изменения энергетики организма (Шахбазов, 2001).

Для селекционной практики важное значение имеет вопрос о возможности количественной оценки СИГ и ПЭГ у конкретных биологических объектов. И в первом, и во втором случае можно было бы исходить из видовой биологической нормы, которую можно принять за 100%. Для СИГ в этом случае можно было бы исходить из числа нормальных и повреждённых мутантных генов. Но это пока не возможно, т. к. нам не известны точные видовые, а тем более породные и сортовые количества генов, не известны также количества рецессивных мутантных генов. А в отношении системы ПЭГ такие подходы сегодня уже намечаются. Во-первых, количественная оценка ПЭГ вытекает из показателей количественных фенотипических признаков роста, массы, скорости развития, неспецифической устойчивости. Мы для этой цели применили также показатели теплоустойчивости и биоэлектрические показатели нативных клеточных ядер. Могут быть разработаны и другие биофизические показатели. В этих случаях можно считать, что, например, у гетерозисного гибрида ПЭГ по сравнению с родительскими формами составляет 130% или что у двухлетней крысы в сравнении с трехмесячной ПЭГ составляет 10%, что, в частности, важно учитывать в генетической инженерии.

Подтверждением возрастных изменений ПЭГ является оптимальный возраст деторождения, который у человека, как нами было показано, совпадает с вершиной возрастной кривой биоэлектрического потенциала клеточных ядер. Известны также негативные последствия деторождения в более позднем и более раннем возрасте, особенно материнского организма. Это подтверждает значение в формировании ПЭГ цитоплазматических факторов.

Вопрос об изменениях энергетики ядерного генома в случае гетерозиса и инбредной депрессии детально анализировался автором ранее (Шахбазов, 1974, 1979; Шахбазов, Чешко, 1984). Все указанные примеры: возраст, инбредная депрессия, гетерозис, низкоэнергетические, немутагенные внешние воздействия способны изменять потенциальные энергетические свойства генома и это проявляется в изменениях показателей количественной наследственности.

Необходимость введения в генетическую теорию понятия ПЭГ, по мнению автора, подтверждается многими уже открытыми к настоящему времени волновыми и биоэлектрическими свойствами ядерного генома. Делаются также многочисленные попытки создания квантовой биологии и квантовой медицины. Не затрагивая здесь подробнее эту большую тему, отметим, что имеются работы, в которых представления о квантово-механической системе организма подкрепляются экспериментальными данными и успехами медицинского применения МРТ-терапии (Ситько и др., 1997; Ситько, 2005).

В то же время современная генетика по-прежнему сохраняет представления о корпускулярной природе гена. На основании всего изложенного следует отметить правомерность признания, как это было сделано в физике, корпускулярно-волновой природы гена. И это представление о генетическом дуализме будет не только перспективным для дальнейшего развития представлений о количественной наследственности, но будет иметь значение и для ретроспективного анализа научных причин многих острых дискуссий в генетике и в теории эволюции, дискуссий, нередко приводивших к трагическим социальным последствиям.

Заключение

В современной генетике глубоко изучены функции только части генетического материала генома – это белоксинтезирующие гены. Функции другой части генома и природа большого и практически важного класса генетических явлений – количественной наследственности остаются мало изученными. За последнее десятилетие в генетике и математике появилось направление – изучение QTL (локусов количественных признаков). Это направление вызвано пониманием необходимости прояснить природу количественной наследственности. Но пока разрабатываются, в основном, лишь различные статистические методы, направленные на выявление более сложных проявлений предполагаемых менделирующих генов. Однако, для решения этой актуальной проблемы необходимы и принципиально новые подходы и методы.

Многолетние исследования автора и руководимого им коллектива кафедры, были направлены на изучение проявлений и природы количественной наследственности, связанных с эффектом гетерозиса, возрастом родительского поколения, содержанием сателлитной ДНК в геноме, последствиями влияния различных низкоэнергетических физических факторов и различиями биоэлектрических свойств нативных клеточных ядер. Все эти исследования, проведенные на многих биологических объектах: растениях, животных и клетках человека, с применением новых,

разработанных нами методов, позволили сделать выводы о связи разных проявлений количественной наследственности с различиями в энергетическом состоянии ядерного генома.

Для облегчения дальнейших исследований в этой области автор предлагает обозначения: для структурной информации генома – СИГ и для потенциальной энергии генома – ПЭГ. Эти аббревиатуры будут полезны в методическом отношении для концентрации усилий исследователей для более глубокого изучения энергетических свойств генома, т.к. до сих пор основные усилия направлялись на изучение структурной информации и корпускулярной структуры гена.

Всё изложенное позволяет признать представление о корпускулярно-волновой природе гена и ввести в генетику понятие корпускулярно-волнового дуализма. Следует также признать, что отсутствие этого понимания частично явилось причиной многочисленных острых дискуссий в истории генетики и эволюционного учения, имевших иногда трагические последствия.

И сегодня количественная оценка энергетических свойств генома представляет немалые трудности. Однако, установленная связь проявлений количественной наследственности с биоэлектрическими свойствами клеточных ядер и возможность изменять эти проявления влиянием низкоэнергетических, немутагенных факторов, намечает новые пути решения этих задач, а огромное практическое значение проблемы управления проявлениями количественной наследственности в селекции и медицине должно вдохновлять исследователей.

Список литературы

- Аракелян В.Б. О вкладе объемного заряда в подвижность ядер при внутриклеточном электрофорезе // Биофизика. - 1976. - Т.21, вып.5. - С. 938-939.
- Безруков В.Ф. Алгебраические закономерности соотношения гетерозиготности со средним значением и дисперсией количественного признака // Генетика. - 1989. - Т.25, №7. - С. 1310-1319.
- Гинзбург Э.Х. Описание наследования количественных признаков. - Новосибирск: Наука, 1984. - 300с.
- Гаряев П.П. Волновой геном. - М.: РАН, 1994. - 280с.
- Загуский С.Л., Никитенко Ю.А., Овчинников Ю.А. и др. О диапазоне периодов колебаний микроструктур живой клетки // Докл. АН СССР. - 1967. - Т.277, №6. - С. 1468-1471.
- Изянканьчджен Ю.В. Способ изменения наследственных признаков биологического объекта и устройство для направленной передачи наследственной информации. Патент СССР. № 1828665. 13.10.1992.
- Картавцев Ю.Ф. Связь между гетерозиготностью и количественным признаком: внутрилокусные взаимодействия и мультилокусное усреднение // Генетика. - 2005. - Т.41, №1. - С. 100-111.
- Малеев В.Я., Семёнов М.А., Гасан М.А. Физические свойства системы ДНК-вода // Биофизика. - 1993. - Т.38, №5. - С. 768-790.
- Ситько С.П. Квантово-механическая основа многообразной дифференциальной устойчивости живого // Физика живого. - 2005. - Т.13, №1. - С. 13-16.
- Ситько С.П., Шахбазов В.Г., Рудько Б.Ф. и др. Объективизация регуляторного действия микроволновой резонансной терапии // Физика живого. - 1997. - Т.5, №2. - С. 102-107.
- Шахбазов В.Г. Нова генетична гіпотеза на основі біофізичних дослідів // Організм як система: Респ. міжвід. наук. зб. - Київ: Наукова думка, 1966. - С. 98-107.
- Шахбазов В.Г. О физико-химических механизмах инбредной депрессии и гетерозиса // Генетика. - 1974. - Т.10, №4. - С. 153-164.
- Шахбазов В.Г. Биофизический аспект в изучении природы гетерозиса // Сельскохозяйственная биология. - 1979. - Т.14, №4. - С. 468-472.
- Шахбазов В.Г., Чешко В.Ф. Развитие представлений о биохимических и биофизических механизмах эффекта гетерозиса // Биохимия животных и человека. - Киев: Наукова думка, 1984. - Вып.8. - С. 21-30
- Шахбазов В.Г., Гапченко А.В. Неспецифическая устойчивость и содержание ДНК в геноме амфибий // Докл. АН СССР. - 1990. - Т.314, №4. - С. 971-975.
- Шахбазов В.Г. Экологическая и биофизическая генетика. Избранные труды. - Харьков: Штрих, 2001. - 436с.
- Янушкевич Л.В. Динамика ДНК // Молекулярная биология. - 1989. - Т.23, №3. - С. 652-662.
- Chen-Hung Kao, Zhao-Bang Zeng, Teasdale R.D. Multiple interval mapping for quantitative trait loci // Genetics. - 1999. - Vol.152. - P. 1203-1216.
- Farrall M. Quantitative genetic variation: a post-modern view // Human Molecular Genetics. - 2004. - Vol.13. - R1-R7.
- Niggli H.J. The cell nucleus of cultured melanoma cells as a source of ultraweak photon emission // Naturwissenschaften. - 1996. - Vol.83. - P. 41-44.
- Popp F.A. Some features of biophotons and their interpretation in terms of coherent states // Biophotonics and Coherent Systems. - Moscow: University Press, 2000. - P. 117-134.

Shakhbazov V.G. Biophysical manifestation of heterosis and inbred depression // XII International congress of genetics. – Tokyo, 1968. - Vol.1. - P. 115.

Shakhbazov V. G., Grygoryeva N. N. Bogoslavsky A.M. The influence of millimeter range irradiation on the state human cell nuclei // 13 Int. Wroclaw symposium "Electromagnetic Compatibility". – Wroclaw, 1996. - P. 136-138.

КІЛЬКІСНА СПАДКОВІСТЬ І ЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ГЕНОМУ

В.Г.Шахбазов

У статті викладені оригінальні ідеї автора про природу кількісної спадковості, яка має важливе значення у селекційній практиці. Досягнення у сучасній молекулярній генетиці стосуються здебільшого вивчення структури та функцій білоксинтезуючих генів. Природа кількісної спадковості вивчена недостатньо. За останнє десятиріччя з'явилась велика кількість робіт по вивченню QTL (локусів кількісних ознак). Але в цих роботах здебільшого пропонуються нові статистичні методи, спрямовані на виявлення більш складних систем менделюючих генів. На основі багаторічного вивчення проявів кількісної спадковості у зв'язку з ефектом гетерозису, віком батьківського покоління і впливом низькоенергетичних фізичних факторів, автор пропонує ідею про потенційну енергію геному (ПЕГ) та можливе її збільшення, що має важливе значення для таких проявів кількісної спадковості, як життєздатність та неспецифічна стійкість. Аналізується також значення біоелектричних і хвильових властивостей геному і у зв'язку з цим пропонується поняття корпускулярно-хвильового дуалізму генів.

Ключові слова: *кількісна спадковість, гетерозис, термотест, неспецифічна стійкість, вік, життєздатність, СИГ – структурна інформація геному, ПЕГ – потенційна енергія геному, корпускулярно-хвильовий дуалізм генів.*

QUANTITATIVE INHERITANCE AND SIGNIFICANCE OF GENOME ENERGY

V.G.Shakhbazov

The paper presents author's original ideas about the nature of quantitative inheritance which are important for the selection practice. Achievements in contemporary molecular genetics concern mostly studies of protein-synthesizing genes structure and functions. The nature of quantitative inheritance has been studied insufficiently yet. A lot of works on QTL (quantitative traits loci) studies have been appeared for the recent decade. But in these works new statistical methods directed to the discovery of more complicated systems of mendeling genes are mostly proposed. On the base of studies of quantitative inheritance manifestations in connection with heterosis effect, age and low-energy physical factors impact which have been conducted for many years, the author proposes an idea about potential energy of genome (PEG) and possibility of its increase. The last is important for such quantitative inheritance manifestations as viability and non-specific resistance. Bioelectrical and wave properties of genome are also analyzed and in connection with this the notion of corpuscular-wave dualism of genes is proposed.

Key words: *quantitative inheritance, heterosis, thermotest, non-specific resistance, age, viability, PEG - potential energy of genome, SIG – structural information of genome, corpuscular-wave dualism of genes.*

Рекомендовано до друку Л.І.Воробйовою