

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской Академии наук

Наследственное биохимическое разнообразие,
его роль в эволюции и индивидуальном развитии

(реферат)

Алтухов Юрий Петрович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией, директор Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Корочкин Леонид Иванович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией Института биохимического развития им.

**НАСЛЕДСТВЕННОЕ БИОХИМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ,
ЕГО РОЛЬ В ЭВОЛЮЦИИ И ИНДИВИДУАЛЬНОМ РАЗВИТИИ**

торной Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

(реферат)

Серов Олег Леонидович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Алтухов Ю.П., Корочкин Л.И., Рычков Ю.Г., Серов О.Л.,
Созинов А.А., Животовский Л.А., Салменкова Е.А., Мертвецов Н.П.

Сохинов Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной Академии наук Украины, академик Российской академии сельскохозяйственных наук, президент Украинской академии аграрных наук

Животовский Лев Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель группы Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Салменкова Елена Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Мертвецов Николай Павлович, доктор биологических наук, профессор, зам. директора Новосибирского института биорегуляторной химии СО РАН

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской Академии наук

**Наследственное биохимическое разнообразие, его роль в эволюции и
индивидуальном развитии**

(реферат)

Алтухов Юрий Петрович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией, директор Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Корочкин Леонид Иванович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН

Рычков Юрий Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Серов Олег Леонидович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, зам. директора, зав. лабораторией Института цитологии и генетики СО РАН

Созинов Алексей Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной Академии наук Украины, академик Российской академии сельскохозяйственных наук, президент Украинской академии аграрных наук

Животовский Лев Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель группы Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Салменкова Елена Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Мертвецов Николай Павлович, доктор биологических наук, профессор, зам. директора Новосибирского института биоорганической химии СО РАН

Выдвигаемый на соискание Государственной премии Российской Федерации 1996 г. в области науки и техники цикл работ отражает итоги фундаментальных исследований, выполненных в России за период с 1959 по 1995 г. В последние годы исследования ведутся в рамках Государственных научно-технических программ *"Приоритетные направления генетики"* (с 1991 г.) и *"Биологическое разнообразие"* (с 1994 г.). Эти работы раскрывают роль биохимического наследственного полиморфизма в индивидуальном развитии и эволюции организмов, обосновывают оригинальные новые подходы к проблеме сохранения и рационального использования биологических ресурсов, к решению практических задач профилактической и клинической медицины.

Современными методами иммунологии, биохимии, молекулярной биологии и математической статистики установлен универсальный характер биохимической наследственной изменчивости, обнаружены неизвестные ранее закономерности ее проявления в развитии организмов и эволюции популяций. Среди наиболее весомых достижений следует назвать:

- *Описание неизвестных ранее систем наследственного биохимического полиморфизма у ряда видов животных (промысловые рыбы, пушные звери) и растений (злаковые, основные лесообразующие виды хвойных); широкий гено- географический анализ этих видов;*

- *Создание концепции генетической стабильности популяционных систем;*

- *Открытие явления генетического мономорфизма вида, расшифровка его значения в процессах эволюции и онтогенеза;*

- *Разработка концепции блоковой (кластерной) организации множественных генов, неслучайных ассоциаций сцепленных генов в домены и единой надгенной системы регуляции генов в составе домена;*

- *Открытие универсальной адаптивной системы вида, определяющей сопряженную изменчивость моногенных и полигенных признаков;*

- *Раскрытие роли истории народов как фактора, упорядочивающего их генетическую дифференциацию;*

- *Обоснование представлений об оптимальных уровнях генного разнообразия популяций и видов как принципиальном условии их устойчивого существования во времени и в пространстве;*

- *Обоснование представления об адаптивной структуре генофондов как выражении воздействия факторов окружающей среды на популяции;*

- *Развитие новых подходов к математическому и компьютерному моделированию генетических процессов в популяционных системах;*

- Разработка концепции интеграции генетической изменчивости, возникновения неслучайных межгенных связей, формируемых стабилизирующим отбором;
- Открытие многоуровневой регуляции и гормональной индукции экспрессии генов, кодирующих синтез изоферментов;
- Разработка концепции временной организации функционирования системы генов, контролирующей индивидуальное развитие организма;
- Открытие генов-модификаторов тканеспецифической экспрессии изоферментов и обоснование их роли в эволюции популяций.

Будучи органично взаимосвязанными, перечисленные положения и концепции впервые позволили разработать новый - *генетический* - подход к сохранению биоразнообразия и рациональному использованию хозяйственно-ценных видов животных и растений. Его новизна состоит в теоретическом обосновании и доказательствах того, что:

- *генетические процессы могут быть как благоприятными, так и неблагоприятными* для развивающихся организмов и популяций;
- *состояние генетических процессов доступно объективной диагностике с помощью систем биохимических маркеров генов в специально спланированных программах мониторинга;*
- *средствами биохимической и математической генетики могут быть определены и предупреждены нежелательные последствия экстремальных внешних воздействий как на организм, так и на популяцию.*

На широком круге объектов (человек, животные, растения) изучена структура внутривидовой наследственной изменчивости в условиях нормального воспроизводства популяционных генофондов и показана *устойчивость соотношения ее внутри- и межгрупповой компонент на разных иерархических уровнях популяционной организации вида*. Обнаружено, что *это устойчивое соотношение является биологически оптимальным: как убыль генетической изменчивости, так и ее нарастание оказываются неблагоприятными для нормального функционирования популяций*.

Показано, что при различного рода антропогенных воздействиях происходит изменение в структуре видового генофонда, а исторически сложившийся оптимум генного разнообразия нарушается на тех уровнях популяционной организации вида, которые в наибольшей мере подвергаются антропогенным воздействиям. Неблагоприятные генетические процессы регистрируются как при промысловой эксплуатации, так и при искусственном воспроизводстве биологических ресурсов (например, рыбное и сельское

хозяйство). Соответствующие рекомендации, направленные на предотвращение этих процессов, нашли практическое применение (см. "Дополнительные материалы") и позволили обосновать стратегию неистощительного природопользования и сохранения внутривидового наследственного разнообразия.

На основе рассмотренных выше фундаментальных исследований как генетики популяций, так и генетики онтогенеза разработаны принципиально новые методы решения задач, важных для народного хозяйства и медицины:

1. Метод искусственного воспроизводства и рациональной промысловой эксплуатации экономически ценных видов рыб, базирующийся на поддержании эволюционно-сложившихся уровней внутри- и межпопуляционного генетического разнообразия;

2. Метод селекции и семеноводства, сочетающий умеренный направленный отбор по признакам продуктивности с одновременным стабилизирующим отбором по адаптивно важным признакам;

3. Метод оценки состояния региональных генофондов по состоянию их адаптивной структуры (степени их отклонения от видового оптимума);

4. Метод создания сортов зерновых культур на основе биохимической генетики запасных белков семян;

5. Метод обнаружения редких, сопряженных с патологией, генотипов в популяциях человека, животных и растений;

6. Метод генетического прогноза и предупреждения осложнений раневого процесса у человека.

Научная новизна представляемого цикла работ:

- впервые осуществлен широкий *сравнительный анализ* генетических процессов в популяциях различных видов - от растений и животных до человека;

- *работа построена не на анализе случайных выборок* (как это нередко делается во многих исследованиях), *а на исторически и географически хорошо определенных природных популяциях с учетом их системной организации*; в этой концепции, принципиально новой для эволюционной генетики, *популяционная система трактуется как многоуровневый, иерархически построенный организм, развивающийся во времени и в пространстве, сохраняющий свое оптимальное разнообразие и функциональное единство благодаря неслучайным генным взаимодействиям между структурными компонентами*;

- весь цикл работ основан на теоретически и экспериментально доказанном выводе о невозможности понять специфику генетической динамики популяций, испытывающих антропогенные воздействия, *без количественной оценки генетической нормы - нормального состояния или же нормального процесса; эту, впервые введенную в генетическую науку, точку отсчета удалось охарактеризовать в специально спланированных программах мониторинга таких популяционных систем, которые воспроизводятся в естественном эволюционном темпе и еще не разрушены чрезмерными антропогенными воздействиями;*

- принципиально ново и то, что изначально, *и популяционно-генетические, и онтогенетические исследования были построены на анализе сопряженной изменчивости моногенных и полигенных признаков, с тем, чтобы выявить закономерности реализации наследственной информации и экспрессии генов при нормальном и нарушенном индивидуальном развитии; это привело к обобщению, согласно которому многоклеточный организм представляет развивающуюся, иерархическую систему популяций клеток и генов, взаимодействующих друг с другом неслучайным образом, поддерживая устойчивость метаболических процессов при развитии тканей, органов и организма как целого, что проявляется в закономерных ассоциациях морфофизиологических признаков на популяционном уровне.*

Знания о нормальных процессах реализации наследственной информации в эволюции популяций и индивидуальном развитии открыли новые, неизвестные ранее возможности выявления неблагоприятных процессов и состояний и их коррекции.

Соответствие передовому мировому уровню.

Цикл работ, выдвинутых на соискание Государственной премии, является оригинальным, соответствующим по своему уровню состоянию мировой науки, а в ряде случаев и превосходящим его. *Впервые закономерности поддержания и сохранения генетического разнообразия раскрыты в рамках системного подхода к эволюции популяций и развитию организмов, обоснованного авторами этого цикла исследований.*

Такого рода исследовательская программа не имеет аналогов в разработках, осуществленных зарубежными коллективами ученых - специалистов в области эволюционной генетики. Так, например, близкая на первый взгляд концепция популяционных систем концепция метапопуляций, широко разрабатываемая за рубежом, лишена исторической ретроспективы, не располагает знаниями о реальной системной организации вида, а потому не позволяет понять закономерности генетической

дифференциации вида и вытекающие из них научно-обоснованные подходы к сохранению и рациональному использованию биологических ресурсов.

Точно так же на основании биохимико-генетического и ультрамикробиохимического анализа процессов индивидуального развития сформулирована концепция онтогенеза, не имеющая аналогов в разработках зарубежных лабораторий. Развивающийся организм рассматривается как целостная иерархическая система, становление которой основывается не только на изменениях, протекающих на клеточном уровне и на уровне межклеточных взаимодействий типа индукции, но и на уровне взаимодействия и конкуренции клеточных популяций. Показано, что именно на этом уровне, а не на клеточном, как принято было считать, в ряде случаев реализуются такие фундаментальные проявления взаимодействия генов как кодоминантность, доминантность и рецессивность.

Внедрение в практику на территории Российской Федерации

- *"Способ искусственного воспроизводства локальных стад живых организмов"* (Авт. свид. № 440131, 1972 г.) внедрен в практику работы сахалинских рыбоводных заводов (1976-1981 гг.). С 1985 г. была осуществлена дальнейшая перестройка производственной деятельности лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока на основе наших рекомендаций, принятых Минрыбхозом. Все эти мероприятия дали большой экономический эффект (см. "Дополнительные материалы").

- *"Способ определения сортовой принадлежности и/или гомозиготности сортов и линий зерновых культур"* (Авт. свид. № 348182, 1972 г.) позволил создать новые перспективные сорта пшеницы, высеваемые на больших площадях (см. "Дополнительные материалы").

- *"Способ селекции и семеноводства"* (патент № 1445645, 1994 г.) использован в восстановлении первичного семеноводства сорта подсолнечника "Енисей". Это позволило расширить ежегодно засеваемые им площади в Российской Федерации до 400 тыс. га, что давало годовой экономический эффект в ценах 1991 г. не менее 6-7 млн. рублей. Дальнейшее усовершенствование метода позволило получить патент и расширить площади под этим сортом до 200 тыс. га только в одном Алтайском крае, что дало экономический эффект в ценах октября 1994 г. не менее 20 млрд. рублей. Переход на новую технологию семеноводства показал высокую конкурентоспособность сорта "Енисей" (в сравнении с более чем 30-ю другими сортами и гибридами) и содействовал более широкому его районированию и внедрению в производство (см. "Дополнительные материалы").

- *"Способ клопового отбора винограда по комплексу признаков"* (Авт. свид. № 1417842, 1988 г.) позволил ускорить селекцию на продуктивность, снизить трудоемкость отбора (см. "Дополнительные материалы").

- *"Способ обнаружения редких генотипов в популяциях высших организмов"* (Авт. свид. № 116934, 1981). Разработанная методика идентификации морфологически "средних" и "крайних" фенотипов позволила обосновать новый подход к оценке неспецифической устойчивости человеческого организма, использовать его в лечебно-профилактической работе и для оценки состояния здоровья населения в условиях загрязнения окружающей среды (см. "Дополнительные материалы").

Описание систем генетико-биохимических маркеров у таких хозяйственно ценных видов как норка, песец и серебристо-черная лисица позволило охарактеризовать наследственные особенности более 20 тысяч животных, точно зарегистрировать их происхождение и перевести селекционную работу на современный уровень (см. "Дополнительные материалы").

- Генетико-биохимические маркеры были использованы также в идентификации видов, сортов и клонов винограда, что позволило разработать соответствующие рекомендации, важные для повышения эффективности селекционных программ (см. "Дополнительные материалы").

Всего по данной работе опубликовано 11 монографий и сборников, около 300 статей в отечественных и зарубежных журналах, получено 11 авторских свидетельств.

Алтухов Ю.П.

Корочкин Л.И.

Рычков Ю.Г.

Созинов А.А.

Серов О.Л.

Животовский Л.А.

Салменкова Е.А.

Мертвецов Н.П.