УДК 372.851.02

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОГО ЗВЕНА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ БИОЛОГОВ

Иманкулова С.К., Кенжебаева З.С., Шалабаев К.И.

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, e-mail: atoiganbaeva@mail.ru

Социальный заказ современного общества требует перестройки высшего образования на основе личностно-ориентированного и компетентно-профессионального принципов обучения. Важным принципом биологического образования является междисциплинарность. Системообразующей учебной дисциплиной является генетика, показана целесообразность ее изучения для преодоления дискретности знаний у студентов. Приоритетное изучение генетики формирует основные профессионально значимые компоненты биологической культуры. В процессе преподавания генетики реализуются такие педагогические принципы, как преемственность, доступность, последовательность, системность, что позволяет сформировать устойчивое «генетическое мышление», которые органично интегрируется в общую систему биологического мышления. В статье рассмотрены пути реализации развивающего курса генетики для студентов биологических специальностей в системе непрерывного образования и некоторые аспекты преподавания курса генетики. Показано, что особенности курса генетики предопределяют особую роль решения генетических задач, которые являются средством углубления теоретических знаний и показателем уровня профессиональной компетентности. Использование задач по генетике способствуют повышению качества знаний, направлено на развитие мышления и совершенствование системы мониторинга качества знаний, умений и навыков в формировании биологической культуры.

Ключевые слова: репликация, процессинг, транскрипция, трансдукция, конъюгация, трансформация, биотехнология, рестриктазы, генофонд, мессенджеры, кейлоны, трангенез, эвристический уровень

THE ROLE OF GENETIC EDUCATION AS A KEY LINK TRAINING OF SPECIALISTS-BIOLOGIES

Imankulova S.K., Kenzhebayeva Z.S., Zhalabayev K.I.

Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, e-mail: atoiganbaeva@mail.ru

Social order of modern society requires a restructuring of higher education based on learner – centered and competence – vocational training principles. An important principle of biological education is interdisciplinary. Academic discipline is a system-genetics, the study shows the feasibility of its knowledge to overcome the discrete nature of the students. Priority is to study the basic genetic forms professionally important components of a biological culture. In the process of teaching genetics implemented such pedagogical principles as continuity, accessibility, consistency, regularity, which allows to form a stable «genetic thinking» that seamlessly integrates into the overall system of biological thought. The article deals with the realization of developmental genetics course for students of biology majors in continuing education and some aspects of teaching the course genetics. It is shown that the characteristics of the course genetics predetermine the specific role of genetic problems solutions, which are a means of deepening the theoretical knowledge and an indicator of professional competence. Using the tasks on genetics contribute to improving the quality of knowledge, focused on the development of thinking and improving the monitoring of the quality of knowledge and skills in shaping the biological culture.

Keywords: replication, processing, transcription, transduction, conjugation, transformation, biotechnology, restriction endonuclease, gene pool, messengers, chalone, transgenosis, heuristic level

В современных условиях социального и научно-технического прогресса представляется актуальным внедрение в практику высшего профессионального образования нового содержания и новых форм обучения. В этих условиях целью университетского образования становится формирование у будущего специалиста профессионализма и компетентности, высокой мобильности, способности самостоятельно принимать ответственные решения и реализовывать их в конкретных социальных условиях.

Ключевая роль в подготовке специалистов нового поколения принадлежит университетам и педагогическим институтам. Биологическое образование на современном этапе признано одним из стратегических векторов становления инновационной модели образования. Особую актуальность, начиная с 90-х годов, приобретают идеи междисциплинарного преподавания и преемственности, т.е. обеспечение непрерывного биологического образования на каждой ступени: школа – бакалавриат – магистратура – докторантура. Для Казахстана чрезвычайно интересен опыт модернизации высшего образования в России.

Среди основных направлений модернизации университетского образования можно отметить инновационность, интернационализацию, предполагающую участие университетов в различных международных программах; информатизацию, которая включает создание дистанционного образования, компьютерных лекционных курсов, элементов ГИС – технологий, электронных учебников [1].

Одним из важных направлений модернизации являются фундаментальность – развитие образовательной системы в сторону универсализма, непрерывность профессиональной подготовки и возможность выбора образовательной траектории. В Казахском национальном университете имени Абая определены ведущие направления инновационной деятельности, обеспечивающие поэтапный эволюционный переход на идеологию Болонского процесса.

Государственный образовательный стандарт Республики Казахстан определяет и реализует уровень требований к содержанию всех учебных дисциплин, которые составляют Учебный план. Учебный план специальности 050113 – «Биология», принятый на факультете химии, биологии Казахского национального педагогического университета имени Абая, строго соответствует государственному образовательному стандарту и имеет 4 блока дисциплин. На первом и втором курсах студенты изучают общие естественнонаучные учебные дисциплины: математика, информатика, физика, так как без знаний этих наук нельзя понять современный уровень развития биологической науки, во многом базирующийся именно на физико-химических закономерностях. Многие биологические науки, если не полностью посвящены изучению взаимодействия различных молекул в биологических системах (такие как биохимия, биофизика), но и имеют большую «молекулярную» составляющую в своих исследованиях.

На третьем и четвертом курсах студенты изучают те биологические дисциплины, которые призваны, в основном, познакомить с современными достижениями биологической науки и сформировать у студентов комплексное биологическое мышление. К ним относятся цитология, физиология человека и животных, микробиология, биология индивидуального развития, эволюционное учение и генетика. Генетическая составляющая прослеживается практически во всех биологических дисциплинах.

Как было указано выше, изучение биологических наук в университете начинается с преподавания зоологии и ботаники. Как известно, создание естественной квалификации всего живого невозможно без применения методики кариосистематики, т.е. компьютерного сравнения последовательностей ДНК различных организмов. Только такой подход может быть конструктивным, ибо будет отражать эволюционные взаимоотношения различных таксонов, на основе чего возможно создание объективной систематики.

Изучение биохимии немыслимо без изучения генетических аспектов метаболизма, в том числе в плане его происхождения. Более того, биохимия также изучает реакции матричного синтеза, лежащие в основе молекулярной генетики, репликацию ДНК, транскрипцию мРНК, процессинг, транскрипцию, репарацию ДНК [2]. Многие нарушения метаболизма вызваны точечными мутациями, наиболее известны и распространены в популяциях человека такие заболевания, как сахарный диабет, фенилкетонурия, галактоземия, и, чтобы до конца понять их механизм, настоятельно требуются генетические знания, поэтому трудно переоценить степень взаимодействия генетики и биохимии.

Науки, изучающие строение и функционирование различных организмов (физиология человека и животных, биофизика, физиология растений, анатомия человека, валеология), не могут обойтись без привлечения генетических знаний, так как все признаки организма – это результат взаимодействия генов и факторов среды. Кроме того, различные патологические состояния функциональных систем организмов зачастую имеют генетическую природу, хотя бы в плане предрасположенности к тем или иным заболеваниям, например, рак, полиомиелит, шизофрения, алкоголизм.

Микробиология и вирусология связаны с генетикой. Во-первых, многие бактерии и бактериофаги являются основными объектами молекулярной генетики, во-вторых, многие открытия в генетике (установление роли ДНК в передаче наследственной информации) были сделаны на прокариотах и вирусах, в-третьих, изучение таких учебных тем, как размножение и развитие бактерий, явлений трансдукции, коньюгации, трансформации, немыслимо без генетических аспектов этих процессов [3].

Современная экология настолько обширна и разнообразна, что не могла обойтись без данных генетики. Более того, сформировалась и активно развивается экологическая генетика [4]. И действительно, трудно себе представить изучение механизмов устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды без знаний о генетической предопределенности этих механизмов. В настоящее время одной из самых развивающихся и конструктивных, в плане практического применения полученных данных, является иммунология, которая изучает систему защиты организма. Генетические аспекты иммунологии связаны с проблемой генетического обеспечения разнообразия антител, и в связи с этим эта дисциплина ведется на четвертом курсе после усвоения генетики.

Такие обобщающие и завершающие процесс обучения студентов-биологов

дисциплины, как эволюционное учение, молекулярная биология, пронизаны генетическими идеями, взглядами и фактами. Современная теория эволюции (т.н. СТЭ) явилась творческим сплавом достижений трех классических наук (дарвинизма, экологии, генетики). В качестве хорошо иллюстрирующего это положение примера можно привести исследование молекулярной эволюции у позвоночных миоглобина и гемоглобина, цитохрома и многих других ферментов. Другим примером взаимосвязи генетики и эволюции могут служить элементарные эволюционные факторы, ускоряющие эволюцию (изоляция, популяционные волны). При популяционных волнах или «волнах жизни» по С.С. Четверикову) случайно и не направленно под действием различных факторов среды меняется генофонд популяции. При этом могут случайно выжить редкие, но полезные в данных условиях существования генотипы, что резко меняет генофонд следующего поколения данной популяции, в результате ускоряется процесс отбора лучших генотипов и эволюционный процесс совершается быстрее. При изоляции популяции исключается панмиксия данных популяций, что ведет к более быстрому накоплению в ней полезных для данных условий генотипов и, в конечном счете, к ускорению эволюционных процессов. Наконец, самоопределение направляющего и определяющего эволюцию фактора – естественного отбора немыслимо без генетической составляющей.

В последние годы биотехнология, как ни одна другая биологическая наука, имеет огромный выход в практику медицины, сельского хозяйства, пищевой промышленности. Одно из новых направлений биотехнологии – использование биотоплива, которое представляет собой биологический вариант гелиоэнергетики [5]. Для получения биотоплива перспективными продуцентами являются генно-модифицированные формы одноклеточных водорослей, некоторых эубактерий и цианобактерий. Наибольший интерес представляют культуры быстрорастущих древесных растений (тополей, осин). С развитием генно-инженерных технологий были созданы трансгенные тополя с трансгеном GS1 [6]. Биотопливо также представлено биогазом, который широко применяется в теплых странах, лидер по использованию биогаза – Китай, где работает более 10 млн биогазовых установок, при этом получается дешевая энергия и утилизируется навоз крупных животноводческих комплексов. Большие перспективы имеет бионефть, которая получается путем глубокой химической переработки (на основе пиролиза) разнообразного сырья (древесина, солома, бытовые отходы). Одной из главных составляющих современной биотехнологии является генетическая инженерия, как система получения генов, которых нет в природе [7]. В настоящее время генная инженерия обладает достаточно большим набором ферментных систем (рестриктазы, лигазы, обратная транскриптаза, плазмиды и другие), позволяющим получать практически любые гены и соответственно любые белки. Использование трансгенных технологий в молочном животноводстве рассматривается как эффективный способ получения биомедицинских белков в молоке трансгенных животных. С разработкой и совершенствованием методов трансгенеза открылись новые возможности для производства фармацевтических протеинов – так называемые генные фермы, т.е. создание трансгенных животных, которые смогут экспрессировать рекомбинантные белки в органах, тканевых жидкостях, молоке. К началу XXI столетия получено более 100 лекарственных белков с молоком трансгенных животных.

В процессе преподавания генетики реализуются такие педагогические принципы, как преемственность, доступность, последовательность от простых тем к сложным, системность – все темы взаимосвязаны, следуют общей логике преподавания генетики. Именно гены передаются потомству при любой форме размножения организмов и определяют строение, функционирование и развитие дочерних организмов, что свидетельствует о приоритетном значении изучения генетических закономерностей и понятий.

Генетическая составляющая пронизывает «красной нитью» основные дисциплины. Как известно, устойчивость любой экологической системы, включая все биогеоценозы и биосферу в целом, зависит, прежде всего, от разнообразия входящих в нее видовых популяций. То, в каком направлении пойдет сукцессия экосистемы, зависит в первую очередь от видового разнообразия этой экосистемы, не исключая и определяющего влияния внешних биотических, абиотических или антропогенных факторов, в особенности экстремального характера. Видовое разнообразие экосистемы зависит от разнообразия генофондов входящих в нее видовых популяций, т.е. зависит от тех генетических явлений и процессов дрейфа генов, генного потока, которые случайно протекают в этих популяциях. Таким образом, преподавание таких учебных дисциплин, как науки о биологическом разнообразии, экология и рациональное природопользование, наука о Земле, невозможно без четкого

представления студентами генетических законов и явлений.

Фундаментальными биологическими принципами, реализуемыми на любых уровнях живой материи, являются принцип целостности, интеграции биологических систем, управление биологическими системами, поддержание их гомеостаза. Конкретное содержание данных принципов находит реальное воплощение при преподавании любой биологической науки. Генетическая составляющая лежит в основе реализации этих принципов, так как генотип является целостной, эволюционно сформировавшейся, интегрированной системой взаимосвязанных генов данного вида и определяет конкретное воплощение биологических принципов на разных уровнях живого.

Особое место генетическая составляющая занимает в процессе изучения дисциплины «Биология индивидуального развития». Онтогенез и сперматогенез основываются на процессе мейоза, в результате которого происходят такие генетические явления, как конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер. После оплодотворения зигота приступает к дроблению, в основе которого находятся многочисленные митотические деления, которые не могут протекать без процесса удвоения генетической информации при редупликации ДНК в S-периоде клеточного цикла. В основе онтогенеза находятся процессы включения, выключения и переключения генов. В настоящее время не создана полноценная теория регуляции работы генов у эукариот. Те факторы дифференцировки, которые известны (эмбриональная индукция, вторичные мессенджеры, кейлоны, квантальный митоз и некоторые другие), не отражают всего разнообразия процессов, протекающих при дифференцировке клеток. Поиск ведется по многим направлениям, в перспективе открываются огромные возможности управления работой генов.

Как было отмечено выше, генетика в настоящее время является одной из самых развивающихся биологических наук. В связи с этим прочные знания по генетике являются непременной составляющейся университетского образования и играют большую роль в формировании у студентов биологического мышления. Однако язык генетики является весьма своеобразным, логика изложения генетического материала отличается своей специфичностью, генетические законы достаточно трудны для понимания. Эти особенности педагогического процесса по курсу генетики предопределяют особую роль закрепления учебного материала на лабораторных и семинарских занятиях, в виде генетических задач.

Учитывая то, что материальная база многих университетов в Казахстане не позволяет проводить полномасштабные генетические эксперименты, иллюстрирующие генетические закономерности и количество учебных часов, отводимых для изучения курса генетики, является не очень большим (к примеру, в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая – это 60 часов аудиторной нагрузки), а также то, что уровень подготовки в средней школе чрезвычайно гетерогенный, следует признать, что на данном этапе развития высшей школы наиболее адекватным и дающим хорошие результаты при изучении курса генетики является решение студентами генетических задач и выполнение тестовых заданий.

Умение решать генетические задачи является хорошим ориентиром в оценке общего уровня подготовки школьников по биологии, их умения логически мыслить, оперативно применять полученные знания. Поэтому не случайно на вступительных экзаменах в высшие учебные заведения биологического профиля генетические задачи разного уровня сложности являются непременной составляющей экзаменационных заданий. Понятен интерес преподавателей к написанию соответствующих пособий по решению генетических задач [8, 9, 10, 11]. Пособия неравнозначны и по уровню предлагаемого теоретического материала, и по числу генетических задач, и по разделам генетики, охватываемым данными пособиями. В наиболее известном пособии Ватти К.В., Тихомирова М.М генетические задачи приведены в достаточно большом количестве по каждому разделу генетики. Они различны по форме и уровню сложности, позволяют дифференцированно оценить знания, однако не приводится алгоритм решения генетических задач. Учебное пособие Хелевина Н.В., Лобановой А.М., Колесовой О.Ф. «Задачник по общей и медицинской генетики» является одним из достаточно разработанных [12]. Данное пособие состоит из шести основных разделов:

1) молекулярной генетики;
2) законов Г.Менделя;
3) неполного доминирования, генетики пола, плейотропии, пенентрантности;
4) сцепленного наследования, взаимодействия неаллельных генов;
5) анализа родословной;
6) популяционной генетики.

В настоящее время возникает необходимость разработки практико-ориентированных творческих заданий, для этого применяется метод ситуационного анализа – кейс-задания, который дает возможность применить теоретические знания на практике,

исследовать альтернативные варианты выхода из ситуации, развивать аналитические способности. В последнее время в связи с потребностью в генетических задачниках изданы подобные пособия [13, 14].

Для определения уровня генетических задач можно предложить следующие характеристики:

1. Первый уровень – применяется для закрепления генетических понятий, законов и феноменов, когда для решения задачи требуется лишь точное знание формулировок законов, определений генетических терминов, темы: Цитологические основы законов Менделя; определение первичной структуры пептидов по заданной мРНК, тема: Молекулярная генетика или определение частоты встречаемости доминантного гена в той или иной популяции, если дана подобная величина для рецессивного гена, тема: Генетика популяций.

2. Второй уровень – используется наиболее часто, так как на этом уровне студент должен не только знать генетические законы и понятия, но и должен оперировать ими, рассуждать, делать выводы. Закрепление генетических законов и понятий через решение генетических задач является лучшим способом формирования долгосрочных и осмысленных знаний по генетике.

3. Третий уровень – способствует развитию элементов творческого эвристического мышления, так как для получения адекватного ответа требуется неординарный взгляд на алгоритм их решения, нужны неожиданные, скрытые приемы, то есть подобные задачи не являются типичными, часто применяются на олимпиадах.

4. Четвертый уровень – т.н. «проблемные» задачи, то есть такие, в условиях которых ставится та или иная проблема, возможные пути решения которой предстоит предложить студенту. При этом предлагается широкий выбор творческого подхода к решению задачи. Часто такие задачи не имеют однозначного ответа. В подобных задачах нередко моделируется ситуация научного исследования, поэтому такие задачи применяются для формирования научного мышления. Данная классификация по уровню сложности не является единственной. Большинство студентов овладевают базовым ядром содержания, владеют генетической терминологией, знанием основных закономерностей генетики. Следует отметить, что затруднения вызывают задачи по наследованию признаков, сцепленных с полом, определению хромосомного набора генома, его отличий от кариотипа и генотипа, числа аллелей в гаметах.

Использование современных информационно-коммуникационных технологий позволяет значительно расширить формат проведения интеллектуальных мероприятий. Все большее распространение получают интернет-олимпиады. В Казахском национальном педагогическом университете имени Абая проводилась олимпиада по биологии, где были представлены задания по генетике, структурированные по 3-м видам; задания первого уровня представлены в виде тестов на установление соответствия и последовательностей, задания второго уровня представлены в виде серии утверждений, среди которых надо определить верные и неверные; задания третьего уровня предполагали определение студентами терминов на основе приведенных формулировок (определений).

Таким образом, основными принципами биологического образования является междисциплинарность, преемственность, целостность, интеграция. Изучение генетики позволяет сформировать у студентов основные профессионально значимые компоненты биологической культуры, на конкретных примерах выявлена генетическая составляющая основных биологических дисциплин. Показано, что задачи по генетике способствует повышению качества знаний, использование многоуровневых развивающихся задач по генетике направлено на развитие мышления и совершенствование системы мониторинга качества знаний, умений, навыков.

Список литературы

1. Хуторский А.В. Инновации в образовании. // Сборник научных трудов. – М.: Элит – Полиграф, 2008. – С. 15–18.

2. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. // Биологическая химия. – 2000 – С. 240–245.

3. Инге – Вечтомов С.Г. // Генетика с основами селекции – 1989. – С. 148.

4. Краснощекова К.Г., Розенберг Т. Экология в законе // Теоретические конструкции современной экологии в цитатах и формулах. – 2002. – С. 248.

5. Стребков Д.С. Инновационная технология использования возобновляемых источников энергии. – 2010. – С. 8–10.

6. Царев А.А. Селекция и репродукция лесных древесных пород. – М.: Логос, 2003. – С. 19.

7. Лутова Л.А., Генетическая инженерия: Свершения и надежды // Соровский образовательный журнал. – 2000. – Т.6, №10. – С. 10–17.

8. Абрамова З.В., Карпинский О.В. Практикум по генетике. – 1979. – С. 192.

9. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Сборник задач по генетическому анализу. 1973. – С. 50

10. Каминская Э.А. Сборник задач по генетике. – 1982. – С. 104.

11. Гамбург Л.Ю. Сборник задач по ботанике, зоологии, анатомии, общей биологии и генетике. – 2001. – С. 120.

12. Хелевин Н.В., Лобанов А.М., Колесова О.Ф. Задачник по общей и медицинской генетике. – М., 1984. – С. 159.

13. Соболев А.Н., Сборник задач по генетике для школьников, абитуриентов и студентов. – Орел, 2000. – С. 72.

14. Рытов Г.Л., Якушин В.Е. Разноуровневые генетические задачи как способ развития креативных способностей в системе непрерывного биологического образования школа – университет: сб. трудов Всероссийской методической конференций. – 2003. – Т.1. – С. 285–286.

References

1. Khutorskijj A.V. Innovacii v obrazovanii. // Sbornik nauchnykh trudov. 2008. M: Ehlit – Poligraf. pp. 15–18.

2. Knorre D.G., Myzina S.D. // Biologicheskaja khimija. 2000 pp. 240–245.

3. Inge – Vechtomov S.G. // Genetika s osnovami selekcii 1989. pp. 148.

4. Krasnoshhekova K.G., Rozenberg T. Ehkologija v zakone // Teoreticheskie konstrukcii sovremennojj ehkologii v citatakh i formulakh. 2002. pp. 248.

5. Strebkov D.S. Innovacionnaja tekhnologija ispolzovanija vozobnovljaemykh istochnikov ehnergii. 2010. pp. 8–10.

6. Carev A.A..Selekcija i reprodukcija lesnykh drevesnykh porod. – 2003. Logos. pp. 19.

7. Lutova L.A., Geneticheskaja inzhenerija: Svershenija i nadezhdy // Sorovskijj obrazovatel'nyjj zhurnal. 2000. T.6, no. 10. pp. 10–17.

8. Abramova Z.V., Karpinskijj O.V. Praktikum po genetike. 1979. pp. 192.

9. Vatti K.V., Tikhomirova M.M. Sbornik zadach po geneticheskomu analizu. 1973. pp. 50

10. Kaminskaja Eh.A. Sbornik zadach po genetike. 1982. pp. 104.

11. Gamburg L.Ju. Sbornik zadach po botanike, zoologii, anatomii, obshhejj biologii i genetike. 2001. pp. 120

12. Khelevin N.V., Lobanov A.M., Kolesova O.F., Zadachnik po obshhejj i medicinskojj genetike. M., 1984. pp.159.

13. Sobolev A.N., Sbornik zadach po genetike dlja shkol'nikov, abiturientov i studentov. Orel. 2000. pp. 72.

14. Rytov G.L., Jakushin V.E. Raznourovnevye geneticheskie zadachi kak sposob razvitija kreativnykh sposobnostejj v sisteme nepreryvnogo biologicheskogo obrazovanija shkola – universitet. Sb.trudov Vserossijjskojj metodicheskojj konferencijj. 2003. T.1, pp. 285–286.

Рецензенты:

Кожантаева Ж.Ж., д.б.н., профессор кафедры «Биология» Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы;

Сейлова Л.Б., д.б.н., профессор кафедры естественных дисциплин Института магистратуры и Ph.D Казахского национального педагогического университета имени Абая, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 11.06.2012.