Настаўніцкая газета
№ 53 (8693), 19 мая 2022 года

Промотор и терминатор

В 2021 году ЦТ по биологии сдавали 19 138 человек. По числу испытуемых биология занимает четвертое место из 15 учебных предметов (после русского языка, математики и английского языка). Средний балл составил 52,16. Максимально возможный балл (100) получили 76 участников тестирования, минимально возможный балл (1) — 11 человек, не получили ни одного балла 7 испытуемых. Не преодолели порогового значения тестового балла, установленного Министерством образования по биологии как для первого профильного предмета (20 баллов), 2,56% от общего числа участников.

Содержание заданий теста соответствовало требованиям Программы вступительных испытаний по учебному предмету «Биология» для лиц, имеющих общее среднее образование, для получения высшего образования I ступени или среднего специального образования, 2021 года, утвержденной приказом министра образования Республики Беларусь от 29.10.2020 № 719.

Тест включал в себя 44 задания и состоял из двух частей:

- часть А — 28 заданий закрытого типа с выбором одного правильного ответа из пяти предложенных;
- часть В — 16 заданий открытого типа, в которых необходимо было дать ответ в виде последовательности цифр, целого числа или сочетания букв и цифр. Ее составили 5 заданий на установление соответствия, 3 — на определение последовательности протекания биологических процессов, 3 — с множественным выбором и 5 биологических задач.

Предлагаем анализ результатов выполнения отдельных заданий теста.

Фота Алега ІГНАТОВІЧА.

Раздел «Общая биология»

По теме «Химические компоненты живых организмов» в тест было включено одно задание. Правильно указать природу приведенного в задании органического вещества смогли менее половины абитуриентов. Наибольшие затруднения у испытуемых возникли с моносахаридом *дезоксирибоза* и дисахаридами *мальтоза*, *лактоза* и *сахароза*. Их относили к полисахаридам, причем такой ответ выбирали чаще правильного.

По теме «Клетка — структурная и функциональная единица живых организмов» в тест было включено два задания. Задание, посредством которого проверялось знание строения клетки, истории ее открытия и клеточной теории, выполнили около 40% абитуриентов. Отметим среди неправильных утверждений, которые выбрали тестируемые, наиболее частотные:

- комплекс Гольджи и рибосомы относятся к двумембранным органоидам клетки (27% выполнявших десятый вариант);
- термин «клетка» ввел Т.Шванн (24% выполнявших седьмой вариант);
- в комплексе Гольджи происходит синтез воды, белков, жиров и углеводов (23% выполнявших пятый вариант);
- дополнил клеточную теорию положением о том, что дочерние клетки образуются путем деления материнских клеток, М.Шлейден (23% выполнявших шестой вариант);
- дополнил клеточную теорию принципом: «Каждая клетка — от клетки» Т.Шванн (23% выполнявших девятый вариант);
- в состав клеточного центра входят две центриоли, каждая из которых состоит из большой и малой субъединиц, покрытых мембраной (22% выполнявших третий вариант).

Как видно из приведенных примеров, наибольшее затруднение вызывают вопросы, касающиеся открытия клетки и клеточной теории, ошибок по строению и функциям клетки меньше.

Задание, направленное на проверку знания одного из способов деления клетки — митоза, выполнили также около 40% абитуриентов. Участники тестирования не знали, что репликация молекулы ДНК происходит в синтетический период интерфазы, они отмечали этот процесс для всех фаз митоза (самая распространенная ошибка). Вызвало затруднение и формирование веретена деления. Начало этого процесса связывали с анафазой митоза, а завершение — с профазой и телофазой.

По теме «Обмен веществ и превращение энергии в организме» сложными для экзаменуемых оказались две биологические задачи. Посредством одной из них проверялось знание свойств генетического кода, в частности триплетность, умение работать с текстом. Правильно решил задачу каждый шестой испытуемый. Примерно такую же по численности группу составляют участники, не выполнявшие или не сумевшие выполнить задание, ответ у них отсутствует. Такая своего рода «боязнь» задач наблюдается ежегодно.

В основе типичных ошибок абитуриентов лежит:

1) расчет по количеству приведенных в задаче аминокислот, без определения количества нуклеотидов, кодирующих аминокислоты;

2) неверное определение количества нуклеотидов, кодирующих аминокислоты;

3) расчет без учета промотора и терминатора.

Считаем важным отметить, что числовые данные подбирались с учетом принципа параллельности и с целью минимизации вычислительных ошибок тестируемых.

В другой задаче необходимо было определить количество молей CO_2, образовавшихся при полном окислении определенного количества пировиноградной кислоты, или количество молей O_2, задействованных в ходе этапа дыхания, протекающего в митохондриях. Каждый восьмой испытуемый производил расчет исходя из того, что при полном окислении 2 молей пировиноградной кислоты синтезируется не 6 молей CO_2 (или участвует O_2), а 1 моль. Это самая распространенная ошибка. У каждого шестого тестируемого ответ отсутствует.

Тема «Размножение и индивидуальное развитие организмов» была представлена двумя заданиями. Немногим менее половины испытуемых определили содержание генетического материала в клетке во время одного из этапов сперматогенеза или оогенеза. Заметим, экзаменуемых, кто, выполняя первый вариант, посчитал, что сперматида диплоидная и каждая хромосома в ней состоит из двух хроматид, было даже больше, чем правильно указавших, что это гаплоидная клетка и каждая хромосома в ней состоит из одной хроматиды. Более 15% участников выбрали вариант ответа, в котором предлагалась формула, не характерная ни для одного из этапов гаметогенеза. Много ошибок связано также с ооцитом первого порядка и сперматозоидом.

Задание открытого типа было направлено на проверку знания закономерностей эмбрионального развития животных. В нем необходимо было указать, какому этапу эмбрионального развития соответствуют приведенные процессы. Абитуриенты не знали, что первичная кишка образуется на этапе гаструляции, и выбирали этот признак применительно к гисто- и органогенезу (среди выполнявших четвертый вариант таковых было даже больше, чем правильно ответивших). К этому этапу часто относили образование первичного рта, экто- и энтодермы. Много ошибок связано с гаструляцией. С ней испытуемые связывали формирование хорды, пищеварительной трубки, бластоцели, а также увеличение количества бластомеров, не сопровождающееся их ростом. Ошибок, касающихся этапа дробления, меньше.

По теме «Наследственность и изменчивость организмов» в тест было включено три задания. Немногим менее половины тестируемых верно дополнили предложения, касающиеся наследственных болезней человека и методов изучения наследственности и изменчивости у человека. Они продемонстрировали знание кариотипа человека, генных болезней (фенилкетонурия, гемофилия, наследственная атрофия зрительного нерва, наследственная глухота), понимание сути основных методов исследования. Заметим, наибольшие затруднения у экзаменуемых возникли при характеристике двух методов — близнецового и дерматоглифического.

Каждый восьмой абитуриент решил генетическую задачу, направленную на проверку сформированности понятий *аутосома*, *половая хромосома* и знания закономерностей наследования признаков, сцепленных с полом. В то же время каждый шестой испытуемый вероятность рождения девочки (мальчика) с определенными признаками среди дочерей (сыновей) рассчитывал не среди потомков указанного пола, а среди всех возможных потомков. Это самая распространенная ошибка.

Знание мутационной изменчивости, а именно геномных мутаций, проверялось с помощью другого задания открытого типа. Немногим менее трети испытуемых сумели определить, сколько хромосом содержится в соматических клетках три-, тетра- или гексаплоида. Как показал анализ бланков ответов тестируемых, вторым по частотности после правильного ответа является ответ, полученный путем умножения приведенного в задании количества хромосом в кариотипе диплоидного вида на 3, 4 или 6 соответственно, т.е. кратно не гаплоидному, а диплоидному набору хромосом.

В одном из заданий по теме «Организм и среда» необходимо было проанализировать приведенные для трех видов живых организмов диапазоны переносимых температур и расположить виды в порядке увеличения их экологической пластичности. Для успешного выполнения задания необходимо было понимать, что чем шире пределы выносливости, тем выше экологическая пластичность. Самая распространенная ошибка — составление последовательности по экологическому минимуму, или нижнему пределу выносливости, т.е. на основании значения первой цифры приведенного диапазона.

Знание темы «Экосистема» проверялось посредством одного задания закрытого типа и двух — открытого. Более половины испытуемых знали состав биоценоза и биотопа. При этом абитуриенты лучше всего определили, что биотоп и биоценоз составляют в совокупности, а также компоненты биоценоза. Несколько хуже они знали состав биотопа.

Каждый пятый испытуемый смог разобраться со схемой пищевой сети и определить суммарное количество видов, которые являются консументами I, II или III порядка в какой-либо из цепей приведенной пищевой сети. Алгоритм выполнения включает несколько шагов: найти продуцентов (если все стрелки направлены от буквы, значит, этой буквой обозначен продуцент; он начинает цепь питания и составляет первый трофический уровень), далее по стрелкам, направленным от продуцентов, определить консументов I и последующих порядков. При этом важно понимать, что если при определении консументов, например, III порядка, вид является таковым в нескольких цепях питания, то учитывается он один раз. Именно с этим связана одна из распространенных ошибок абитуриентов.

Менее 20% участников ЦТ выполнили другое задание открытого типа, направленное на проверку знания типов биотических взаимоотношений организмов. Систематизировав и обобщив пары организмов, которые были указаны неверно, отметим наиболее частотные:

1) примером мутуализма являются взаимоотношения между:

- трутовым грибом и березой;
- слизнем и жабой;
- трихинеллой и крысой;
- божьей коровкой и тлей;
- человеком и вирусом бешенства (гриппа, ветряной оспы);
- вирусом табачной мозаики и растением табак;

2) примером конкуренции являются взаимоотношения между:

- божьей коровкой и тлей;
- трутовым грибом и березой;

3) примером паразитизма являются взаимоотношения между:

- слизнем и жабой;

4) примером хищничества являются взаимоотношения между:

- масленком и лиственницей;
- львом и грифом, который питается остатками добычи льва;

5) примером комменсализма являются взаимоотношения между:

- слизнем и жабой;
- стрекозой и комаром.

Как видно из анализа ошибок, у экзаменуемых недостаточно сформировано понимание сущности различных типов взаимоотношений, характера взаимного влияния видов, а также фрагментарны знания по многообразию органического мира.

Также менее 20% испытуемых выполнили задание открытого типа по теме «Эволюция органического мира» и верно определили форму изоляции, которая обусловила видообразование. В основе типичных ошибок абитуриентов лежит незнание сути экологической, этологической и морфофизиологической изоляции. В частности, образование популяций сельди атлантической (других видов рыб) с разными сроками и местами нереста, различающимися температурой воды, рас ежи сборной (других видов растений) в результате смещения сроков цветения из-за различного режима увлажнения считали примерами этологической изоляции. Тогда как эта форма изоляции обусловлена особенностями поведения особей, прежде всего в брачный период. В то же время образование близкородственных видов цикад (других видов насекомых), различающихся сигнальными звуками, которые они подают для привлечения особей противоположного пола, относили к морфофизиологической изоляции. Заметим, приведенные примеры содержали достаточно сведений для определения формы изоляции, знания конкретных представителей живого мира не требовалось.

Тема «Происхождение и эволюция человека» была представлена одним заданием закрытого типа, с которым справился каждый второй тестируемый. Экзаменуемые в целом продемонстрировали знание отличительных признаков основных крупных человеческих рас. Отметим только поверхностное понимание связи формы носа с климатом, в частности для представителей европеоидной расы.

Раздел «Многообразие органического мира»

Знание основных систематических категорий, применяемых при классификации животных, а также принципа иерархичности (соподчиненности) проверялось посредством задания открытого типа.

Алгоритм выполнения задания включает несколько этапов:

1) исключить ранг, который для классификации животных не используется. Это отдел;

2) определить, к какому классу (Костные рыбы или Хрящевые рыбы) относится приведенный вид;

3) расположить семь выбранных элементов, начиная с самого низкого или самого высокого ранга;

4) записать в бланк ответов полученную последовательность.

Успешно прошел весь путь и верно выполнил задание каждый четвертый испытуемый. Заметим, необходимо было определить систематическое положение осетра, плотвы, сардины, леща и карася. Все эти объекты приведены в «Перечне биологических объектов, которые абитуриент должен называть, характеризуя биоразнообразие живого мира» Программы вступительных испытаний. При этом ошибок, связанных со вторым этапом выполнения задания, немало. Часто в бланках ответов тестируемых встречается также последовательность, составленная в обратном порядке.

По теме «Доядерные организмы (прокариоты)» в тесте было одно задание. Более 40% испытуемых смогли выбрать из текста предложения, в которых были приведены определенные признаки бактерий, в частности касающиеся формы клетки (бацилла, спирилла), типа дыхания (анаэроб, аэроб) и патогенности. Самая распространенная ошибка абитуриентов — выбор варианта ответа, в котором вместо сведений о форме клетки приводились данные об устойчивости бактерии и ее спор во внешней среде.

Сравнить грибы с растениями или животными смогли около половины испытуемых. Абитуриенты не знали, что в отличие от животных у грибов имеется клеточная стенка, а общими признаками для грибов и растений являются спорообразование и наличие в клетках крупных вакуолей, заполненных клеточным соком.

Блок «Растения» был представлен пятью заданиями, остановимся на трех из них.

Указать утверждение, неверное в отношении листа покрытосеменного растения, смогли более трети абитуриентов. Приведем примеры, ошибки в которых остались без внимания большинства участников ЦТ (наиболее частотные):

- снаружи листовая пластинка покрыта перидермой, которая предохраняет внутренние ткани листа от высыхания и повреждения, а также обеспечивает газообмен и испарение воды (81% выполнявших четвертый вариант);
- листовая пластинка растений пронизана жилками, образованными столбчатой паренхимой, которые обеспечивают процесс фотосинтеза (78% выполнявших первый вариант);
- устьице листа образовано двумя бесцветными ситовидными трубками, между которыми имеется устьичная щель (68% выполнявших девятый вариант).

Как видно, все примеры касаются строения листовой пластинки. Этот вопрос можно отнести к числу слабо усвоенных.

Другое задание закрытого типа проверяло умение распознавать основные структурные элементы цветка. Экзаменуемые хорошо знали, какой цифрой на схеме строения цветка обозначены столбик и рыльце пестика, тычиночная нить, цветоложе. Несколько хуже были определены завязь, цветоножка, чашелистик и лепесток. Наибольшие трудности вызвало понятие *пыльник*. Только 45% абитуриентов, выполнявших восьмой вариант, знали, что пыльник — это часть тычинки. При этом каждый третий указал на рыльце пестика, а каждый пятый — на завязь.

Каждый четвертый участник ЦТ смог выполнить задание на дополнение недостающей информации в таблице. Объектами контроля были плоды: орех, желудь, крылатка, зерновка, семянка, боб, стручок, коробочка, яблоко, ягода, тыквина, костянка и сборная костянка. Абитуриенты часто ошибались в определении типа околоплодника у крылатки, желудя, зерновки и ореха. Много ошибок и с указанием примеров растений. Так, сборную костянку «находили» у винограда, коробочку — у лещины, семянку — у пшеницы, боб — у капусты, ягоду — у вишни, малины и рябины. Заметим, тех, кто, выполняя первый вариант, посчитал, что у рябины плод — ягода, было даже больше, чем правильно ответивших.

Одно из заданий блока «Животные», направленное на проверку сформированности умения сопоставлять особенности строения и жизнедеятельности представителей различных классов типа Членистоногие, выполнил каждый шестой испытуемый. Отметим среди неверных признаков, которые выбрали тестируемые, наиболее частотные:

- у взрослых особей плодожорки и мокрицы, крестовика и овода ротовой аппарат грызущий (52% выполнявших четвертый вариант и 40% выполнявших восьмой вариант соответственно);
- у медведки и щитня, краба и стрелки по две пары усиков (50% выполнявших седьмой вариант и 47% выполнявших девятый вариант соответственно);
- у бокоплава и муравья тело разделено на головогрудь и брюшко, соединенные стебельком (50% выполнявших десятый вариант);
- у дафнии и божьей коровки, у речного рака и коромысла по одной паре усиков (47% выполнявших третий вариант и 42% выполнявших первый вариант соответственно);
- в цикле развития крестовика и шелкопряда четыре стадии: яйцо, личинка, куколка и взрослая особь (39% выполнявших шестой вариант);
- у дафнии и божьей коровки, у собачьего клеща и комара нервная система стволового типа (37% выполнявших третий вариант и 37% выполнявших пятый вариант соответственно).

Как видно из приведенных примеров, наибольшее затруднение вызывают вопросы, связанные с особенностями строения членистоногих. По вопросам их жизнедеятельности ошибок меньше.

Результаты выполнения этого задания свидетельствуют также о том, что умение определять систематическую принадлежность биологических объектов можно отнести к числу недостаточно сформированных. В частности, сравнивая краба и стрелку, верно отметили наличие у них многоколенных, соединенных суставами конечностей 59% выполнявших девятый вариант, а сравнивая плодожорку и мокрицу, этот же признак выбрали только 34% выполнявших четвертый вариант. Подчеркнем, проверка знаний по многообразию органического мира согласно Программе вступительных испытаний осуществляется в рамках «Перечня биологических объектов, которые абитуриент должен называть, характеризуя биоразнообразие живого мира».

С другим заданием открытого типа справился каждый пятый участник ЦТ. В основе типичных ошибок абитуриентов лежит:

1) неверное определение общей закономерности, исходя из данных диаграммы. На диаграмме видно, что чем больше масса тела животного, тем меньше оно потребляет кислорода (в расчете на 1 г массы тела). Соответственно, располагая животных в порядке увеличения интенсивности потребления ими кислорода, начинать следовало с самого крупного из них и заканчивать самым мелким. Последовательность, составленная в обратном порядке, — самая распространенная ошибка;

2) неумение в полной мере обработать информацию, приведенную в отрывке из исследовательской работы юных натуралистов. Группы животных названы буквами в алфавитном порядке и сопровождаются цифровыми данными массы включенных в них животных, но в тексте группа *F* приведена после группы *G*. В результате невнимательного, поверхностного прочтения текста у многих абитуриентов менее крупное животное из группы *F* (51—250 кг) оказалось первым в составленной последовательности, а более крупное из группы *G* (более 250 кг) — вторым;

3) незнание представителей отрядов Рукокрылые, Насекомоядные, Парнокопытные и Непарнокопытные.

Раздел «Человек»

Составить последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге соматического безусловного рефлекса смогли менее 10% испытуемых. Это самое сложное задание данного раздела. Многие испытуемые включали в ответ кору больших полушарий, тогда как во всех вариантах теста были приведены безусловные рефлексы. Участники ЦТ не знали, где лежит тело двигательного нейрона, и располагали его после переднего корешка спинномозгового нерва. Достаточно часто встречалась также неверная последовательность передачи нервного импульса по чувствительному или двигательному пути: аксон → тело → дендрит или аксон → дендрит → тело, а также последовательность самих путей: сначала двигательный путь, а затем чувствительный.

Задание по опорно-двигательной системе, направленное на проверку знания скелета конечностей, выполнили около двух третей тестируемых. Остановимся на трех ошибках, которые наиболее часто допускали испытуемые: в состав скелета свободной нижней конечности человека не входят кости предплюсны и плюсны, в состав грудной клетки — ложные ребра, а в состав скелета свободной верхней конечности — лучевая кость.

Правильно указать кровеносный сосуд большого круга кровообращения, в котором течет артериальная или венозная кровь, смогли немногим более трети экзаменуемых. Выбирая сосуд большого круга кровообращения, в котором течет артериальная кровь, около 39% абитуриентов остановились на легочной артерии — сосуде малого круга кровообращения, в котором течет венозная кровь. Причем в трех вариантах (первом, втором и четвертом) таких ответов было даже больше, чем правильных. Аналогичная ситуация и с сосудом большого круга кровообращения, в котором течет венозная кровь. Около 30% участников ЦТ выбрали легочную вену — сосуд малого круга кровообращения, в котором течет артериальная кровь. Заметим, движение крови по сосудам изучается в курсе учебного предмета «Биология» не только применительно к человеку. Этот материал есть и в зоологии. Столь низкие результаты выполнения задания можно объяснить тем, что фактические знания усвоены формально, они не становятся у большинства участников системными, а также слабо сформировано умение применять имеющиеся знания.

Умение исследовать практическую ситуацию и найти наиболее эффективный в определенных условиях механизм терморегуляции продемонстрировали немногим менее половины абитуриентов. Участники ЦТ не знали, что благодаря усилению сокращения мышц теплопродукция увеличивается, а не уменьшается, что в атмосфере, насыщенной водяными парами, испарение пота затруднено и поэтому при температуре окружающей среды +30…+32 °С (ниже температуры тела человека) и высокой влажности воздуха наиболее эффективным механизмом усиления теплоотдачи является расширение кровеносных сосудов кожи. Затруднения у испытуемых вызвала и ситуация, когда температура окружающей среды выше температуры тела человека. В этом случае расширение кровеносных сосудов кожи не может усилить теплоотдачу, а наиболее эффективным механизмом является усиление потоотделения, при этом чем теплее и суше воздух, тем интенсивнее испаряется пот.

По теме «Сенсорные системы» в тесте было одно задание, направленное на проверку знания общих принципов организации сенсорных систем. Экзаменуемые продемонстрировали знание центрального отдела осязательной сенсорной системы, проводникового отдела слуховой и зрительной сенсорных систем, центрального и периферического отделов обонятельной сенсорной системы. Несколько хуже они знали, что центральный отдел зрительной и слуховой сенсорных систем включает в себя кору больших полушарий. Наибольшие трудности связаны с периферическими отделами этих сенсорных систем. Вместо фоторецепторов и волосковых клеток коритиева органа более 40% выполнявших шестой и седьмой варианты указали соответственно зрительный или слуховой нерв, а каждый четвертый — кору больших полушарий.

Таким образом, анализ выполнения заданий ЦТ по биологии, выявленные трудности в усвоении абитуриентами знаний и формировании умений, составляющих основу их биологической подготовки, позволяют дать некоторые общие рекомендации. В наиболее тщательной проработке нуждается материал, который вызывает затруднения у многих выпускников: клеточная теория и история ее создания; деление клетки; обмен веществ на клеточном и организменном уровнях; эмбриональное развитие животных; наследственность и изменчивость организмов; биотические взаимоотношения организмов; эволюция органического мира; многообразие живых организмов, их классификация; нейрогуморальная регуляция функций организма человека; сердечно-сосудистая система человека.

Для достижения высоких результатов на экзамене абитуриентам необходимо уделять внимание развитию умений анализировать биологическую информацию, осмысливать и определять верные и неверные утверждения, работать с изображениями биологических объектов, определять, характеризовать и сравнивать их; для выработки умения решать задачи по молекулярной биологии и генетике — отрабатывать алгоритмы их решения.