**Вариант 1**

**Задача 1.** Будут ли у человека обнаруживаться признаки недостаточности тирозина на рационе, богатом фенилаланином, но бедном тирозином?

1. Какие аминокислоты называются заменимыми? Незаменимыми? К каким группам относятся фенилаланин и тирозин?

2. Напишите схему превращений фенилаланина в организме.

**Задача 2.** После введения мышам аминокислоты серина, содержащей меченый атом азота 15N в α-положении, обнаружили, что метка быстро появляется в α-аминогруппе других аминокислот печени. Объясните, почему это происходит. Напишите реакции, в ходе которых метка могла переместиться с серина на аланин.

**Задача 3.** На втором году жизни у ребёнка стали возникать судороги, он перестал расти, прибавлять в весе, развилась гипераммониемия. В чём причина возникших отклонений, как уменьшить проявления патологии?

**Задача 4.** Сразу после рождения у ребёнка была отмечена повышенная возбудимость, гиперреактивность, на коже – сыпь. Через три месяца возбудимость сменилась апатией, отсутствием реакции на окружающее. Срочно провели консультацию у педиатра, который назначил экстренные анализы. Определили в крови почти 4-х кратное превышение содержания фенилаланина, а в моче – повышенное количество фенилпирувата и фенилацетата.

1. Какие выводы сделал врач, и каковы его рекомендации?
2. Обнаруживается ли в норме фенилпируват и фенилацетат в моче? Что является причиной их повышенного содержания?

**Вариант 2**

**Задача 1.** В состав белков пищи, которую скармливали животным, входили пептиды следующего состава: -Ала-Сер-Гли-Тир-Гис-Фен-Лиз-Три-Вал-Лей-

1. Какие из этих аминокислот являются заменимыми, незаменимыми, условно заменимыми?

2. Какие из этих аминокислот являются гликогенными, кетогенными, смешанными?

3. Могут ли возникнуть нарушения в развитии молодых крыс, если их долго держать на диете, в состав которой будут входить в качестве пищевого белка только перечисленные аминокислоты? Почему?

**Задача 2.** При необходимости в клетках происходит синтез аминокислот из углеводов. В эксперименте с меченной 14С глюкозой было показано, что метка быстро включается во все аминокислоты. Если же одновременно с меченной глюкозой в среду добавить аминокислоту гистидин, то 14С включалась во все аминокислоты, кроме гистидина. Почему при отсутствии немеченого гистидина метка в него включалась, а в среде, содержавшей немеченую аминокислоту, метка в гистидин не включалась?

**Задача 3.** У детей часто вирус гриппа нарушает синтез фермента карбомоилфосфатсинтетазы. При этом возникает рвота, головокружение, судороги, возможна потеря сознания. Укажите причину наблюдаемых симптомов. Для этого:

1. Напишите схему орнитинового цикла.

2. Напишите реакцию, которая не происходит в данном случае.

3. Укажите, концентрация какого вещества повышается в крови больного. Объясните механизм его токсического действия на нервную систему.

4. Объясните, какую диету можно рекомендовать при данном нарушении.

**Задача 4.** При дефиците витамина В6 у грудных детей, находившихся на искусственном вскармливании, описаны поражения нервной системы. Объясните биохимические механизмы развития патологии, вспомнив роль этого витамина в обмене нейромедиаторов и аминокислот.

 1. Перечислите основные предшественники медиаторов и сами медиаторы, метаболизм которых связан с витамином В6.

2. Напишите реакции образования биогенных аминов: гистамина, ацетилхолина, ГАМК.

**Вариант 3**

**Задача 1.** Крысам скармливали белковую смесь, содержащую полипептидные фрагменты следующего состава: -Ала-Сер-Гли-Фен-Гис-Лиз-Вал-

1. Какие из этих аминокислот являются гликогенными, кетогенными, смешанными? Почему?

2. Могут ли возникнуть нарушения в развитии молодых крыс, если их долго держать на диете, в состав которой будут входить в качестве пищевого белка только перечисленные аминокислоты? Почему?

**Задача 2.** Больному с лечебной целью ввели глутаминовую кислоту. Отмечено повышение содержания аланина. Объясните, почему это произошло. Для этого:

1. Что такое заменимые аминокислоты? Какими путями они могут образовываться?
2. Напишите реакцию, приводящую к образованию аланина при наличии глутамата. Как называется эта реакция? Какой кофактор используется в этой реакции?

**Задача 3**. Кошкам, не получавшим вечером пищи, утром натощак дали аминокислотную смесь, содержавшую все аминокислоты за исключением аргинина. Через 2 часа в крови у животных содержание аммиака возросло до 150 мкг/л при норме 18 мкг/л. Появились клинические симптомы отравления аммиаком. В контрольной группе, получившей полный набор аминокислот или смесь, в которой аргинин был заменён орнитином, никаких клинических симптомов обнаружено не было.

1. Какие симптомы появились у первой группы животных?

2. Какова причина повышения аммиака в крови? Какую роль в эксперименте сыграло предварительное голодание?

3. Почему отсутствие аргинина в рационе приводит к аммиачному отравлению? Можно ли аргинин заменить орнитином?

**Задача 4.** Родители заметили, что у ребёнка вскоре после рождения моча окрашивала пелёнки в чёрный цвет. Никаких клинических отклонений не наблюдалось. С возрастом у этого человека моча продолжала быть тёмной, в остальном он был здоров, но стали болеть суставы, развился артрит.

1. Болен ли человек? Если да, то что является причиной заболевания?

2. Чем объясняются такие проявления?

**Вариант 4**

**Задача 1.** Крысам скармливали белковую смесь, содержащую полипептидные фрагменты следующего состава: -Цис-Мет-Арг-Гли-Ала-Фен-Вал-Сер-

1. Под действием каких ферментов кишечника при переваривании данного фрагмента белка появятся пептиды, С-концевыми аминокислотами которых будут Арг и Фен?

2. В чём заключается биологический смысл секреции этих ферментов в виде проферментов? Каким способом эти ферменты превращаются в активную форму?

**Задача 2.** У пациента, перенесшего гепатит, определяли активность АЛТ и АСТ в крови. Активность какого фермента увеличивается в наибольшей степени и почему?

1. Напишите реакции, которые катализируют эти ферменты.

2. Объясните значение этих реакций в метаболизме аминокислот.

3. Перечислите основные принципы, лежащие в основе энзимодиагностики

**Задача 3.** У ребенка с характерными признаками отравления центральной нервной системой (повторяющаяся рвота, потеря сознания) в крови обнаружена высокая концентрация цитруллина.

1. Каковы причины данных симптомов? Объясните механизмы развития перечисленных симптомов.

2. Какой процесс нарушается в данном случае? Нарисуйте схему и укажите место ферментного блока.

3. Почему состояние больного улучшается при назначении малобелковой диеты?

**Задача 4.** В больницу доставили двухлетнего ребёнка. У него наблюдаются частые приступы рвоты, особенно после приёма пищи, он отстаёт в весе и физическом развитии. В тёмных волосах ребёнка встречаются седые пряди. Результаты анализов мочи были следующими: фенилаланин – 7,0 моль/л, фенилпируват – 4,8 моль/л, фениллактат – 10,3 моль/л.

1. Какую дополнительную пробу мочи можно провести для уточнения диагноза?

2. Какой фермент неактивен у этого ребёнка?

3. Должны ли обнаруживаться в моче здорового человека эти вещества? Почему?

**Вариант 5**

**Задача 1.** В состав белков пищи, которую скармливали животным, входили пептиды следующего состава:

 -Ала- 1 Сер- 2 Гли- 3 Тир- 4 Гис- 5 Фен- 6 Лиз- 7 Три- 8 Вал- 9 Лей-

1.Назовите ферменты (и номер соответствующей связи), которые расщепляют эти пептиды в желудке в просвете тонкого кишечника, в слизистой тонкого кишечника.

2. В каком виде синтезируются эти ферменты и почему именно в таком?

**Задача 2.** У пациента с жалобами на боли в печени определяли активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) в крови.

1. Напишите реакции, которые катализируются этими ферментами.

2. Где локализуются эти ферменты в норме? Почему определяют их активность в крови?

3. Активность какого фермента увеличится в большей степени при нарушении функции печени и почему?

**Задача 3.** Повышенная экскреция двух основных аминокислот известна под названием «лизинурическая непереносимость белка», наследуется как аутосомный рецессивный признак. У гомозигот нарушен транспорт лизина, аргинина в кишечнике, реабсорбция в почках, захват этих веществ, клетками печени. В крови больных снижена концентрация лизина, аргинина и орнитина, в раннем возрасте у них отмечаются гепатоспленомегалия, непереносимость белка и эпизодическая интоксикация аммонием. Для лечения этого заболевания используют цитруллин – нейтральную аминокислоту, всасывание в кишечнике и печеночный транспорт которой у больных не нарушены.

1.Почему у этих больных наблюдается гипераммониемия?

2. Как сказывается на организме избыток аммиака? Какие клинические проявления при этом наблюдаются?

3. Чем объясняется механизм лечебного действия цитруллина? Какую диету, помимо лечения цитруллином, врач должен рекомендовать больному при такой патологии?

**Задача 4.** У пациента отсутствуют механизмы защиты от ультрафиолетовых лучей, он быстро получает солнечные ожоги, загар - не появляется.

1. Синтез какого вещества нарушен в организме этих людей?

2. Напишите схему его образования.

3. Назовите фермент, дефект которого вызывает перечисленные симптомы.

**Вариант 8**

**Задача 1.** В африканских странах дети получают пищу преимущественно растительного происхождения, связанную с определенной культурой (монодиета). При этом часто наблюдается малокровие, мышечные дистрофии, отставание в росте и развитии, светлый цвет кожи. Объясните появление этих симптомов.

**Задача 2.** На изолированных гепатоцитах исследовали синтез глюкозы из аминокислот. Для этого к культуре клеток добавляли различные аминокислоты и регистрировали скорость образования глюкозы. В контрольном опыте (без добавления аминокислот) скорость глюконеогенеза составляла 0,15 мкмоль глюкозы в минуту. При введении в инкубационную среду аланина, пролина и глутаминовой кислоты скорость увеличивалась до 0,17-0,18 мкмоль/мин, а при добавлении лизина или лейцина не изменялась.

1. Почему скорость образования глюкозы увеличивалась в первом случае и не изменялась во втором?

2. Напишите схему соответствующего процесса, используя в качестве субстрата аланин;

**Задача 3.** Больной в возрасте 22 лет с аргининосукцинатурией вводили кетоаналоги лейцина и изолейцина на фоне малобелковой диеты в течение 2 недель, что вызвало снижение концентрации аммиака в плазме с 90 до 40 мкг/дл, а выведение аргининосукцината снизилось с 2 до 0,8 г в сутки. Объясните механизм лечебного действия кетоаналогов, написав соответствующие реакции и схемы.

**Задача 4.** У новорожденного ребенка наблюдается потемнение мочи при контакте с воздухом.

1. Накоплением какого продукта обусловлен этот симптом?

2. Обмен какой аминокислоты нарушен при данном заболевании? Напишите схему соответствующего процесса.

3. Назовите это заболевание, предположите лечение.

**Вариант 6**

**Задача 1.** В желудочном соке больного обнаружен высокий уровень лактата. Укажите, какие заболевания возможны в этом случае. Для ответа:

1. Перечислите компоненты и рН желудочного сока в норме. Какие функции они выполняют?

2. Должен ли в норме обнаруживаться лактат в желудке? Почему? Почему он обнаруживается в данном случае?

3. Предположите, какие компоненты желудочного сока нужно определить дополнительно, чтобы уточнить диагноз.

**Задача 2.** После введения голодающим крысам глутамата концентрация глюкозы в крови животных увеличилась. Как можно объяснить это? Для пояснения ответа:

1. Напишите схему использования безазотистых остатков аминокислот при снижении уровня глюкозы в крови.

2. Напишите реакцию образования безазотистого остатка глутаминовой кислоты.

3. Проследите схематично судьбу азотистого остатка глутаминовой кислоты.

**Задача 3.** При биохимическом исследовании крови и мочи больного обнаружили, что содержание мочевины в моче составляет 15 г в сутки (в норме 30 г в сутки), в крови больного мочевины 2,0 ммоль/л (в норме 3,3-6,6 ммоль/л). Объясните причину указанной патологии. Ответ проиллюстрируйте схемой метаболического пути, который нарушен в данном случае.

**Задача 4.** У ребенка 1,5 месяца содержание фенилаланина в крови составляет 34 мг/дл (норма 1,4-1,9 мг/дл), содержание фенилпирувата в моче - 150 мг/сут (норма 8-10 мг/сут).

1. Какой диагноз можно предположить по данным результатам?

2. Что является причиной данного заболевания?

3. Напишите реакцию, которая блокирована при данном заболевании.

4. Напишите схему альтернативного пути метаболизма субстрата.

**Вариант 7**

**Задача 1.** У больного развился острый панкреатит, при этом стенки протока поджелудочной железы воспалились и отекли, просвет протока уменьшился, наблюдаются застойные явления. Таким больным необходима срочная медицинская помощь. Объясните, чем опасно затруднение оттока сока поджелудочной железы. Для этого:

1. Назовите ферменты, которые синтезируются в поджелудочной железе.

2. Укажите пути их активации, назовите активаторы проферментов.

3. Объясните, к каким последствиям приведет их активация в ткани поджелудочной железы.

**Задача 2.** Аминокислотный состав органов и тканей может существенно отличаться от соотношения аминокислот в белках пищевых продуктов.

1. Чем это обусловлено?

2. Напишите уравнение реакции, ведущей к образованию аспарагиновой кислоты в условиях избытка в пище аланина и недостатка аспартата.

3. Какой витамин необходим для ее протекания?

**Задача 3.** Объясните, почему у больного с тяжелой формой вирусного гепатита (поражение до 80% клеток паренхимы печени) концентрация мочевины в сыворотке крови составила 1,4 ммоль/л, в моче - 16 г/сут.

1. В составе какого соединения выводится из организма 90% азота?

2. Где синтезируется данное соединение?

3. Назовите вещества, концентрация которых может увеличиться в крови таких больных.

4. Нужно ли ограничивать потребление белков пищи при этом заболевании? Почему?

**Задача 4.** У новорожденного ребенка в роддоме обнаружили на мокрых пеленках темные пятна. При обследовании в моче обнаружено большое количество гомогентизиновой кислоты.

1. При каком заболевании наблюдается такой симптом?
2. Назовите соединения, накапливающиеся в моче больного.

3. Напишите схему метаболического пути, в котором это соединение является промежуточным метаболитом; укажите ферменты и кофакторы;

4. Назовите фермент, отсутствие которого является причиной заболевания.

**Вариант 9**

**Задача 1.** Пациенту с незаживающими язвами после проведённого лечения рекомендовали обработку ран препаратами трипсина. Раны стали очищаться, а на окружающие здоровые ткани фермент не подействовал.

1. Чем объясняется очищающее действие трипсина на раны?

2. Почему действие фермента на некротизированные и здоровые ткани различно?

**Задача 2.** Вычислите, сколько молекул аспарагиновой кислоты может образоваться из 6 молекул глюкозы. Для ответа:

1. Напишите схему распада глюкозы до пирувата.

2. Напишите реакцию образования кетоаналога аспартата из пирувата, укажите фермент, кофермент.

3. Напишите реакцию трансаминирования между глутаматом и этим кетоаналогом, укажите фермент и кофермент.

**Задача 3.** Объясните, каковы причины повторяющейся рвоты, судорожных припадков с потерей сознания у 4-месячного ребёнка, если в его крови обнаружена высокая концентрация цитруллина. Для этого:

1. Напишите схему нарушенного процесса, на схеме покажите место ферментного блока.

2. Напишите реакцию, которая блокирована при данной патологии.

3. Объясните механизмы развития перечисленных симптомов. Как изменится суточное выделение мочевины при этой патологии?

4. Какую диету необходимо соблюдать ребёнку и как долго?

**Задача 4.** Сразу после рождения у ребёнка была отмечена повышенная возбудимость, гиперреактивность, на коже – сыпь. Через три месяца возбудимость сменилась апатией, отсутствием реакции на окружающее. Срочно провели консультацию у педиатра, который назначил экстренные анализы. Определили в крови почти 4-х кратное превышение содержания фенилаланина, а в моче – повышенное количество фенилпирувата и фенилацетата.

1. Какие выводы сделал врач, и каковы его рекомендации?
2. Обнаруживается ли в норме фенилпируват и фенилацетат в моче? Что является причиной их повышенного содержания?

**Вариант 10**

**Задача 1.** Фермент пепсин способен расщеплять пептидные связи белков. Почему воздействие пепсина приводит к инактивации многих ферментов?

1. К какому классу ферментов относится пепсин?

2. Какие пептидные связи подвергаются его действию?

**Задача 2.** Больному с тяжёлым необратимым заболеванием печени была проведена трансплантация донорского органа. Мониторинг послеоперационного состояния наряду с другими включал в себя целый ряд ферментных тестов, среди которых было определения активности аминотрансфераз в крови.

1.Какие аминотрансферазы следует определять?

2. Напишите реакции, катализируемые этими ферментами.

3. В чём значение наблюдения за аминотрансферазной активностью крови?

**Задача 3.** Кошкам, голодавшим в течение суток, дали утром натощак аминокислотную смесь, содержащую весь набор аминокислот за исключением аргинина. Через 2 часа содержание аммиака в крови возросло до 140 мкг/л (при норме 18 мкг/л), появились клинические симптомы аммиачного отравления (судороги, кома). В контрольной группе животных, получивших полную смесь, таких симптомов не было.

1. Почему отсутствие аргинина привело к аммиачному отравлению?
2. Почему при аммиачном отравлении наблюдаются судороги, и развивается кома?

3. Станет ли животным лучше, если добавить в рацион орнитин?

**Задача 4.** В моче ребёнка и взрослого мужчины обнаружили креатин и креатинин соответственно.

1. Является ли это отклонением от нормы? Почему?
2. Что такое креатин? Из чего и в каких органах он образуется? Как используется?

3. Должен ли обнаруживаться креатин в моче здорового человека? Почему?

4. Укажите конечный продукт метаболизма креатина.

**Вариант 11**

**Задача 1**. Инкубационная среда содержала полипептидный фрагмент молекулы инсулина: Фен-вал-асн-глн-гис-лей-цис-гли-сер-гис-лей-вал-глу-ала-лей-тир-лей-вал-цис-гли-глу-арг-гли-фен-фен-тир-тре-про-лиз-ала. В эту среду добавляли трипсин и химотрипсин.

1. В какой класс входят эти ферменты?
2. Эти ферменты относятся к эндо- или экзопептидазам? Почему?

3. В чём проявляется специфичность действия пептидаз?

4. Какие связи в указанном полипептиде разорвёт фермент трипсин, какие – химотрипсин?

**Задача 2.** При обследовании больного обнаружено резкое увеличение отношения АСТ/АЛТ.

1. Напишите реакции, катализируемые этими ферментами.

2. Где локализуются эти ферменты в норме? Почему для диагностики определяют их активность в крови?

3. Какое заболевание у данного больного?

4. Активность каких ферментов следует определить дополнительно для уточнения диагноза?

**Задача 3.** При тяжелых вирусных гепатитах у больных может развиться печеночная кома, обусловленная, в частности, токсическим действием аммиака на клетки мозга.

1. Какова причина столь значительного накопления аммиака в крови?

2. Что происходит с аммиаком в печени здорового человека? Напишите схему этого процесса.

**Задача 4.** У больного с заболеванием печени содержание мочевины в крови 2 мкмоль/л, за сутки с мочой выведено 13г мочевины.

1. О нарушении какой функции печени идет речь?

2. Какие ферменты нужно исследовать для проверки данного предположения?

**Вариант 12**

**Задача 1.** Больного беспокоят боли в области желудка после приема пищи, отрыжка с неприятным запахом тухлых яиц.

1. Чем вызваны такие нарушения?

2. Какие процессы могут быть причиной появления такого запаха?

3. Какие обследования требуются провести больному?

4. Что следует рекомендовать больному для процесса нормализации пищеварения?

**Задача 2.** При голодании белки скелетных мышц начинают служить источником энергии для головного мозга и сердца. Какие превращения, и в каких тканях произойдут с этими белками, прежде чем миокард и мозг смогут использовать энергию их распада?

**Задача 3.** У больного с заболеванием печени содержание мочевины в крови 2 мкмоль/л, за сутки с мочой выведено 13г мочевины.

1. О нарушении какой функции печени идет речь?

2. Какие ферменты нужно исследовать для проверки данного предположения?

**Задача 4.** В больницу скорой помощи поступил мужчина с болями в груди. Он недавно вышел на пенсию, до этого работал в юридической конторе. Накануне, весь день работал в саду, перекапывая землю. На электрокардиограмме признаки инфаркта миокарда отсутствовали. Проведённые анализы показали: при поступлении общая активность креатинкиназы в сыворотке составила 300 МЕ/л (норма – 90 МЕ/л), активность изофермента креатинкиназы МВ - 5 МЕ/л. Через 48 час после интенсивной терапии общая активность креатинкиназы в сыворотке снизилась до 80 МЕ/л, через 72 часа до 40 МЕ/л, активность изофермента креатинкиназы МВ не обнаруживалась.

1. Чем можно объяснить боли в груди и повышение активности общей креатинкиназы в сыворотке?

2. Какие изоферменты креатинкиназы можно определить в сыворотке, и какой из них наиболее показателен для подтверждения диагноза инфаркта миокарда?

3. Активность каких ферментов можно дополнительно определить для уточнения диагноза?

**Вариант 13**

**Задача 1.** Крысам скармливали белковую смесь, содержащую полипептидные фрагменты следующего состава: -Цис-Мет-Арг-Гли-Ала-Фен-Вал-Сер-

1. Под действием каких ферментов кишечника при переваривании данного фрагмента белка появятся пептиды, С-концевыми аминокислотами которых будут Арг и Фен?

2. В чём заключается биологический смысл секреции этих ферментов в виде проферментов? Каким способом эти ферменты превращаются в активную форму?

**Задача 2.** Аминокислотный состав органов и тканей может существенно отличаться от соотношения аминокислот в белках пищевых продуктов.

1. Чем это обусловлено?

2. Напишите уравнение реакции, ведущей к образованию аспарагиновой кислоты в условиях избытка в пище аланина и недостатка аспартата.

3. Какой витамин необходим для ее протекания?

**Задача 3.** Больной в возрасте 22 лет с аргининосукцинатурией вводили кетоаналоги лейцина и изолейцина на фоне малобелковой диеты в течение 2 недель, что вызвало снижение концентрации аммиака в плазме с 90 до 40 мкг/дл, а выведение аргининосукцината снизилось с 2 до 0,8 г в сутки. Объясните механизм лечебного действия кетоаналогов, написав соответствующие реакции и схемы.

**Задача 4.** У ребенка 1,5 месяца содержание фенилаланина в крови составляет 34 мг/дл (норма 1,4-1,9 мг/дл), содержание фенилпирувата в моче - 150 мг/сут (норма 8-10 мг/сут).

1. Какой диагноз можно предположить по данным результатам?

2. Что является причиной данного заболевания?

3. Напишите реакцию, которая блокирована при данном заболевании.

4. Напишите схему альтернативного пути метаболизма субстрата.

**Вариант 14**

**Задача 1.** Крысам скармливали белковую смесь, содержащую полипептидные фрагменты следующего состава: -Цис-Мет-Арг-Гли-Ала-Фен-Вал-Сер-

1. Под действием каких ферментов кишечника при переваривании данного фрагмента белка появятся пептиды, С-концевыми аминокислотами которых будут Арг и Фен?

2. В чём заключается биологический смысл секреции этих ферментов в виде проферментов? Каким способом эти ферменты превращаются в активную форму?

**Задача 2.** Больному с тяжёлым необратимым заболеванием печени была проведена трансплантация донорского органа. Мониторинг послеоперационного состояния наряду с другими включал в себя целый ряд ферментных тестов, среди которых было определения активности аминотрансфераз в крови.

1.Какие аминотрансферазы следует определять?

2. Напишите реакции, катализируемые этими ферментами.

3. В чём значение наблюдения за аминотрансферазной активностью крови?

**Задача 3.** У ребенка с характерными признаками отравления центральной нервной системой (повторяющаяся рвота, потеря сознания) в крови обнаружена высокая концентрация цитруллина.

1. Каковы причины данных симптомов? Объясните механизмы развития перечисленных симптомов.

2. Какой процесс нарушается в данном случае? Нарисуйте схему и укажите место ферментного блока.

3. Почему состояние больного улучшается при назначении малобелковой диеты?

**Задача 4.** В моче ребёнка и взрослого мужчины обнаружили креатин и креатинин соответственно.

1. Является ли это отклонением от нормы? Почему?
2. Что такое креатин? Из чего и в каких органах он образуется? Как используется?

3. Должен ли обнаруживаться креатин в моче здорового человека? Почему?

4. Укажите конечный продукт метаболизма креатина.