



MARCH 18, 2022

**НАЦИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ПО
БИОЛОГИИ НВО-3 2022**

Часть А 3-Этап Практика Русский

OLYMPIAD LEAGUE



Часть Б 3-Этап Практика

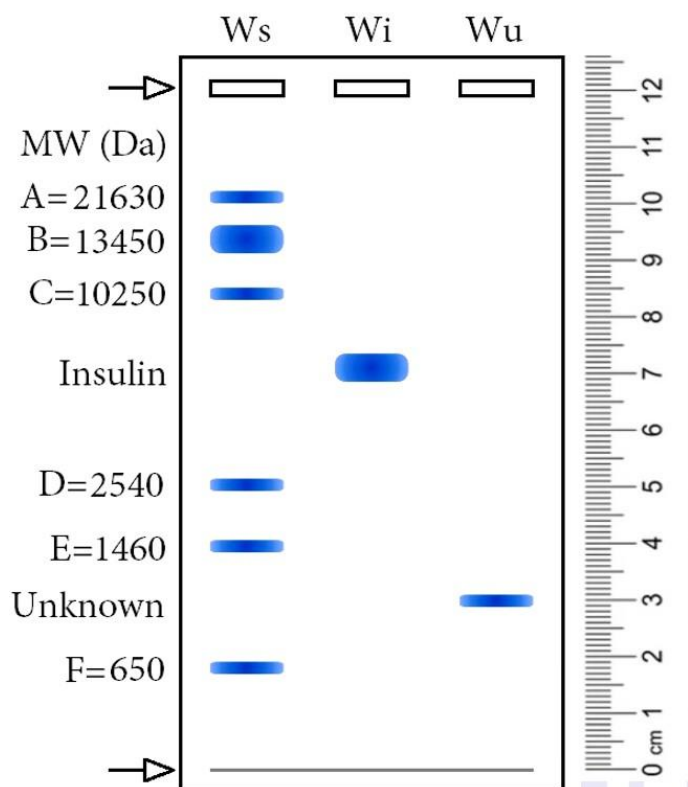
Биохимия

Концентрация инсулина в крови (14 баллов):

Для оценки молекулярного веса белков можно использовать метод разделения с помощью гель-электрофореза.

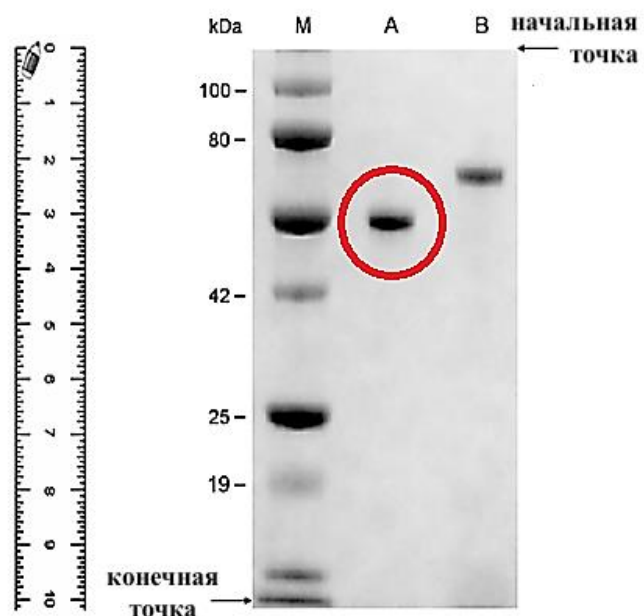
Ваш учитель по олимпиаде выделил все молекулы инсулина из 10 мл плазмы крови человека с помощью аффинной хроматографии. Он также обнаружил, что масса выделенных молекул инсулина из 10 мл составила 8,4 нанограмма (нг). Затем провели гель-электрофорез 6 белков (A-F) с известными молекулярными массами (W_s), инсулина (W_i) и неизвестного белка (W_u), выделенного из крови.

Электрофоретическое изображение, полученное преподавателем, приведено ниже.



Для расчета молекулярных масс инсулина и неизвестного белка выполните следующие действия:

Как находить RF белка (Пример)



Часть Б 3-Этап Практика

$$RF = \frac{\text{Длина полосы пройденная белком}}{\text{Длина от начальной точки к конечной}}$$

$$RF \text{ белка A} = \frac{\text{Длина пути пройденная белком A равен 3 сантиметрам}}{\text{Общая длина электрофорезной пути 10 сантиметр}} = 0,3$$

RF белка A равно 0,3

1-шаг

1) Найдите значения RF для белков A-F путем деления расстояния, пройденного белком, на расстояние от начальной до конечной точек на электрофоретическом геле, указанных стрелками:

A	B	C	D	E	F

2-шаг

Вам дана значения Log(логарифм) для белков A-F: Log (MW_{protein})
MW=молекулярная масса

Log MW _A	Log MW _B	Log MW _C	Log MW _D	Log MW _E	Log MW _F
4.34	4.13	4.01	3.41	3.16	2.81

3-шаг

2) Постройте график Log MW_{proteins} - значения RF и проведите оптимальную линию, пересекающую все точки белков, на предоставленной вам бумаге:

-----ИСПОЛЬЗУЙТЕ БУМАГУ ДЛЯ ГРАФИК-----

3) Найдите молекулярные массы инсулина и неизвестных белков, используя наилучшую линию, полученную из белковых стандартов. У вас есть готовые RF неизвестного белка и инсулина. Используйте калибровочную линию как функция, чтобы найти их массу.

Используйте данную таблицу Antilog или 10[^]LogMW для преобразования Log MW инсулина и неизвестного белка в исходные молекулярные веса в дальтонах (Da):

(Можно взять приблизительные значения)

Часть Б 3-Этап Практика

Log(логарифмическое значение)	10^{Log} молекулярная масса белка
3	1000
3.05	1122
3.1	1259
3.15	1413
3.2	1585
3.25	1778
3.3	1995
3.35	2239
3.4	2512
3.45	2818
3.5	3162
3.55	3548
3.6	3981
3.65	4467
3.7	5012
3.75	5623
3.8	6310
3.85	7079
3.9	7943
3.95	8913
4	10000

A) $MW_{\text{инсулина}}$	B) $MW_{\text{Неизвестного белка}}$

4)

4.1) Рассчитайте количество молекул инсулина/мл плазмы: (Подсказка моль = масса/молекулярная масса = количество молекул/NA)

Молекулярная масса инсулина 5810 Дальтон

Примите, что $NA = 6 \cdot 10^{23}$

(A) $0.10 \cdot 10^{12}$

(B) $0.44 \cdot 10^{11}$

(C) $0.72 \cdot 10^{12}$

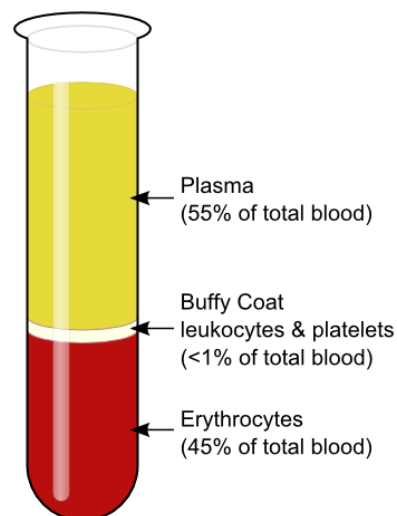
(D) $0.87 \cdot 10^{11}$

(E) $1.90 \cdot 10^{11}$

Часть Б 3-Этап Практика

4.2) Найдите фактор разбавления (DF) для инсулина при смешивании 45% плазмы с 55% клеток крови после предварительного определения гематокрита крови человека (рисунок справа):

- (A) 0.10
- (B) 0.45
- (C) 0.50
- (D) 0.55
- (E) 1.00



4.3) Рассчитайте концентрацию инсулина в крови человека в пикомолях (пикомолях/л):

- (A) 45.30
- (B) 58.45
- (C) 65.25
- (D) 115.50
- (E) 145.10

4.4) Инсулин состоит из двух цепей А и В. В его функциональной структуре (рис.) имеется 3 дисульфидные связи. Если средний молекулярный вес аминокислот составляет 127,0566 Да, найдите количество аминокислот, присутствующих в одной молекуле инсулина:

- (A) 49
- (B) 53
- (C) 57
- (D) 63
- (E) 72

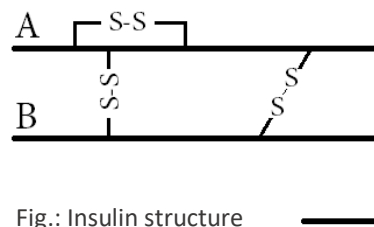


Fig.: Insulin structure

4.5) Какой тип клеток поджелудочной железы выделяет гормон инсулин?

- (A) α-клетки
- (B) β-клетки
- (C) γ-клетки
- (D) δ-клетки
- (E) ε-клетки

4.6) Какой белок крови, скорее всего, является неизвестным белком, полученным нашим преподавателем?

Гормоны	Молекулярная масса
(A) Глюкагон	3485
(B) Миоглобин	17085
(C) Вазопрессин (АДГ)	1084
(D) α-кетоглутарат дегидрогеназа	140680
(E) Химотрипсин	14000

Часть Б 3-Этап Практика

ЗАДАНИЕ 2:

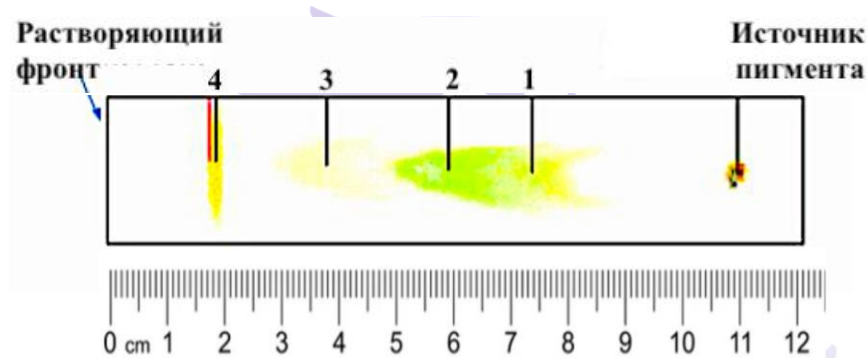
Качественное определение пигментов при помощи ТСХ (6 балл)

Некоторые растения устойчивы к затоплению за счет различных физиологических и морфологических защитных механизмов. Длительное воздействие водного стресса может вызвать различные физиологические изменения, приводящие к гибели растения.

В этом задании растения выращивались в течение 2 недель с фотопериодом 12/12 часов (свет/темнота), и подвергались водному стрессу или нормально поливались (контроль).

Для анализа физиологического состояния из листьев растений, подвергавшихся стрессу, и контрольных растений были получены экстракты и в них был проведён анализ пигментов. Этот анализ включает качественное определение при помощи тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Вам предоставлен один экстракт из листьев подвергнутых стрессу растений. Вам предоставлен рисунок проведённой хроматографии экстракта листа.



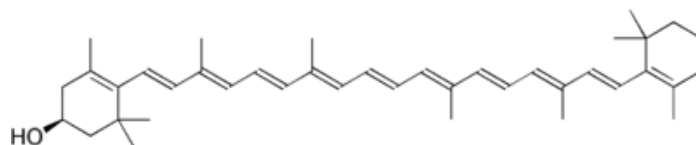
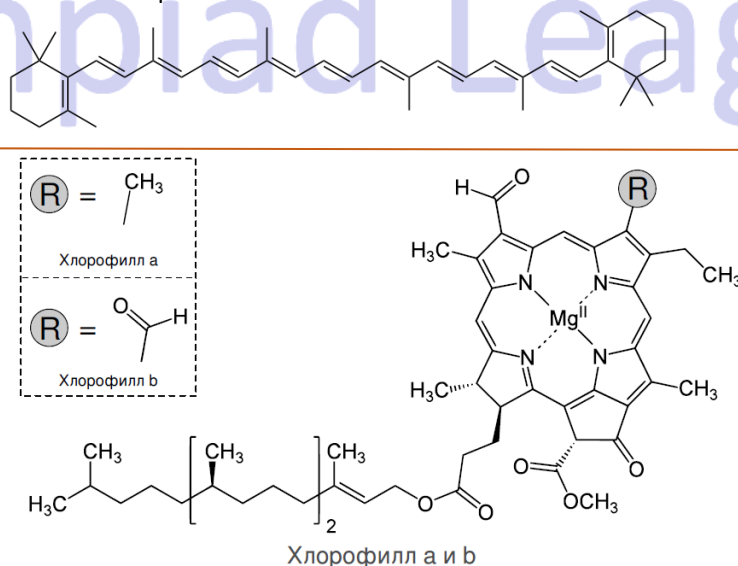
5)

Определите значения R_f (относительная подвижность, определяется как отношение от линии старта до середины пятна к расстоянию, пройденному растворителем (от линии старта до линии финиша)). Определите пигменты при помощи приведенной ниже Таблицы.

Таблица 1.

Перечень основных 4 пигментов, которые необходимо идентифицировать

№	Пигмент	Химическое строение
1	β -каротин	
2	хлорофилл а	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>$R = \text{CH}_3$</p> <p>Хлорофилл а</p> <p>$R = \text{CHO}$</p> <p>Хлорофилл b</p> </div> </div>
3	хлорофилл b	
4	ксантофиллы	



Часть Б 3-Этап Практика

	Пятно	Значения Rf четырех главных пигментов	Номер пигмента из Таблицы 1
5.1)	1		
5.2)	2		
5.3)	3		
5.4)	4		

6)

Обозначьте знаком (✓), являются ли утверждения верными (В) или неверными (Н).

6.1)	Значения Rf хлорофилла а и хлорофилла b различаются, так как они имеют разный молекулярный вес.	
6.2)	Значения Rf хлорофиллов и β-каротина различаются, так как у них разная полярность.	
6.3)	Стресс затопления влияет на концентрацию хлорофилла b.	

Ботаника и Физиология растений

ЗАДАНИЕ 1: Интерпретация данных фотосинтеза у растений, измеренного при различных концентрациях CO₂ (10 баллов)

Введение

У растений А и В, выращенных в одной и той же теплице при полном освещении, были изолированы одиночные листья. Ниже представлены результаты фотосинтетической ассимиляции CO₂ в зависимости от его содержания в окружающей среде при насыщающей интенсивности света в 1200 мкмоль квантов/м² сек., температуре 25 оС and содержании кислорода 21%.

Концентрация окружающего CO₂ (мкл/л) Скорость ассимиляции CO₂ (мкмоль CO₂/м² сек)

Концентрация окружающего CO ₂ (мкл/л)	Скорость ассимиляции CO ₂ (мкмоль CO ₂ /м ² сек)	
	Растение А	Растение В
20	0,5	-4
40	11	-1
60	19	2,5
80	28	5,5
100	33	9
180	41	18
300	44	27
400	44	32
600	44	40
800	44	44
1000	44	45,5

7) Изобразите кривую, используя приведённые выше данные для растений А и В на Графике 1 в Листе Ответов. В качестве шкалы для оси X используйте от 0 до 1000 мкл/л.

8) Основываясь на Графике 1, дайте в Листе Ответов ответы на следующие вопросы:

Укажите, являются ли растения А и В С3 -или С4 -растениями.

Часть Б 3-Этап Практика

	C3	C4
A		
B		

9) Каковы чистые скорости фотосинтетической ассимиляции CO₂ у растения A и растения B, измеренные при концентрации CO₂, равной 200 мкл/л ?

	A	B
Уровень фотосинтетической ассимиляции CO ₂		

10) Постройте для растения B кривую зависимости уровня ассимиляции CO₂ от концентрации CO₂ при ее изменении от 20 до 100 мкл/л (т.е. при низких концентрациях CO₂) на Графике 2 в Листе Ответов. В качестве шкалы для оси X используйте от 0 до 100 мкл/л.

11) Основываясь на Графике 2, определите компенсационный пункт CO₂ для растения B. Запишите значение в Лист Ответов. Укажите правильный(е) ответ(ы) знаком (✓) в Листе Ответов.

возрастает	убывает	Остается неизменным

12) По сравнению с графиком 2, будет ли компенсационный пункт CO₂ возрастать, уменьшаться или оставаться неизменным, если проводить измерения при 35 оС и 21% O₂? Укажите правильный(е) ответ(ы) знаком (✓) в Листе Ответов.

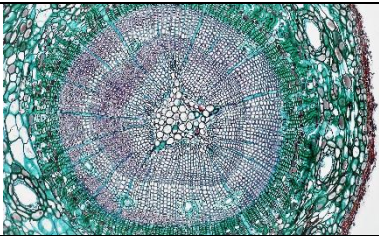


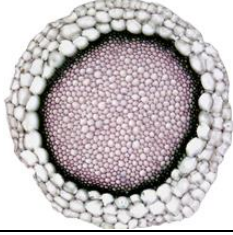
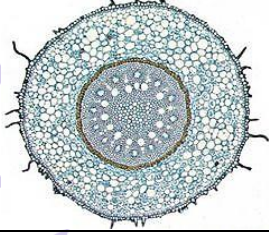
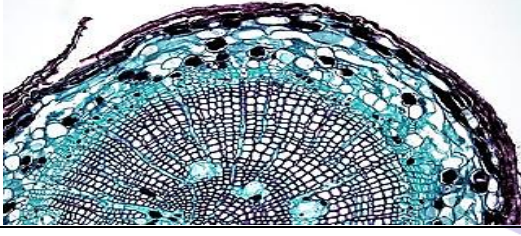
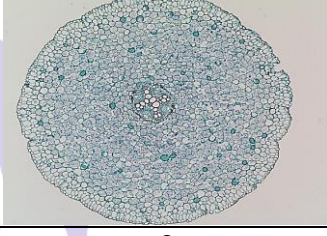
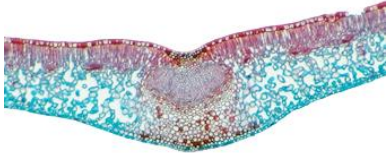
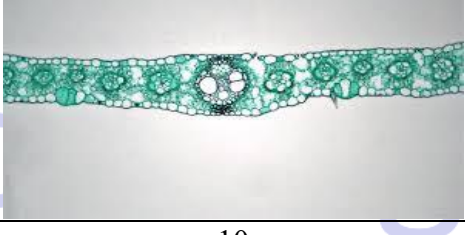
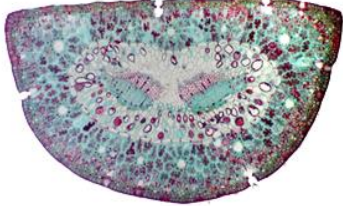
возрастает	убывает	Остается неизменным

ЗАДАНИЕ 2: АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ (5.5 баллов)

Наземные растения произошли от водорослей около 500 миллионов лет назад. После отделения от родственных им водорослей, у высших растений возникло много новых приспособлений, способствующих их выживанию и размножению в наземных условиях. У наземных растений стебель - один из наиболее важных органов, который поддерживает листья и репродуктивные органы, обеспечивая им механическую прочность и транспортировку воды, минеральных веществ и органических соединений. Эти функции выполняются проводящей системой, включающей ксилему и флоэму, которые присутствуют у определенных растений.

Внутреннее строение (анатомию) органов можно проанализировать на срезах растений под микроскопом. В этом задании вам представлены готовые поперечные срезы органов растений. Определите какие срезы относятся каким растениям и органам, пронаблюдая их анатомические особенности.

Часть Б 3-Этап Практика

	
1	2
	
3	4
	
5	6
	
7	8
	
9	10
	
11	

Часть Б 3-Этап Практика

Отдел или класс	Идентификатор
Мохообразные	A
Папоротникообразные	B
Голосеменные	C
Однодольные	D
Двудольные	E

Орган растения	Идентификатор
Стебель	A
Корень	B
Листья	C

13) Внесите буквенные значения из идентификатора

Номер среза	Отдел или класс растения	Орган
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

Зоология и Биосистематика

Задание 1: Анатомия пиявки *Hirudo orientalis* (15 балл)

Введение:

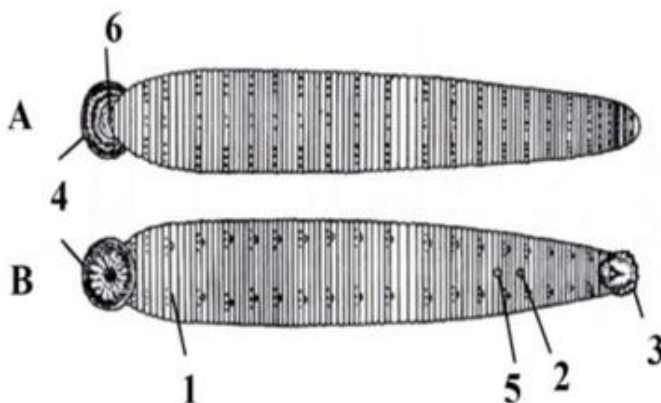
Персидская пиявка *Hirudo orientalis* Utevsky и Trontelj, 2005 относится к поясковым кольчатым червям (*Clitellata*) семейству *Hirudinidae*. Этот вид был описан в Каспийском регионе. Она применялась для гирудотерапии (лечения пиявками) со времен зороастрийцев в традиционной персидской медицине. Авиценна, великий персидский философ и врач, использовал этих пиявок для лечения различных болезней. Лечение основано на введении различных активных соединений, содержащихся в слюне пиявки, в кровоток пациента. Из-за широкого распространения гирудотерапии в последние годы естественная популяция находится на грани исчезновения. Гельминтологи на протяжении десятилетия проводится изучение жизненного цикла этого вида. Это делается для того, чтобы снизить отлов пиявок из их естественных водоемов с целью сохранения вида, а также для того, чтобы удовлетворить спрос на пиявок для гирудотерапии за счет их выращивания в искусственных условиях. Образец на рисунке выращен в искусственной аквакультуре и питался кровью лошадей или верблюдов, не содержащей патогенов.

Задание 1.1 Определение внешних структур *Hirudo orientalis*.

Задание 1.2 Вскрытие и определение внутренних структур *Hirudo orientalis*.

Задание 1.1 14)

Используя приведенный ниже рисунок, отметьте в листе ответов соответствие между номерами и описаниями.



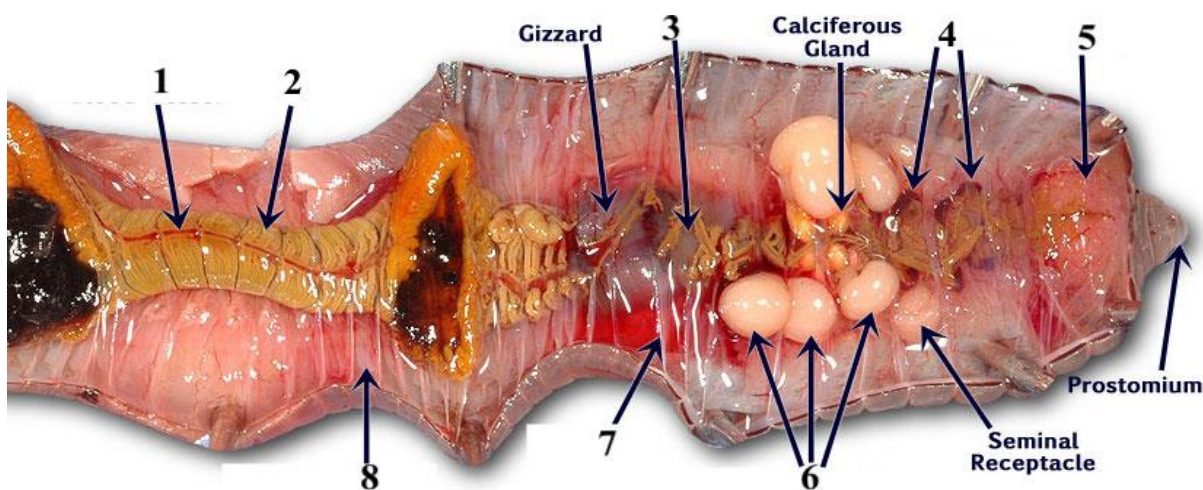
Структура	Ротовая присоска	Задняя присоска	Анальная пора	Мужская половая пора	Женская половая пора	Нефридиопор
Номер						

Часть Б 3-Этап Практика

Задание 1.2.1.

15)

Вскрытие и определение внутренних структур *Hirudo orientalis*.



Термины	Номера
Глотка	
Сердце	
Нефридии	
Брюшная артерия	
Семенные пузырьки	
Кишечник	
Зоб	
Перегородка	

Часть Б 3-Этап Практика

Задание 1.2.2.

16)

Исходя из особенностей внешних и внутренних органов вскрытого образца для каждого из утверждений отметьте в листе ответов, верно оно или нет, используя значок “√”.

16.1) Газообмен происходит через кутикулу.

16.2) Каждая особь, в принципе, может спариваться с несколькими потенциальными "самками".

16.3) Оплодотворение внутреннее.

16.4) Особи способны к самооплодотворению.

16.5) Целом значительно увеличен, что позволяет хранить большое количество крови в кишечнике.

16.6) На головном отделе расположены придатки – щупальца, щупики и усики, а также глаза истатоцисты.

16.7) Целом заполнен целомической жидкостью, выполняющей роль гидроскелета.

16.8) Впервые в пищеварительном тракте появляются мышечные клетки.

Номер вопроса	Верно	Неверно
16.1)		
16.2)		
16.3)		
16.4)		
16.5)		
16.6)		
16.7)		
16.8)		

Бионформатика

Централизованные ресурсы для анализа последовательностей генома.

Полностью секвенировав геномы многих видов, ученые могут изучать целые наборы генов и их взаимодействия. Этот подход называется геномикой. Усилия по секвенированию, поддерживающие этот подход, привели и продолжают генерировать огромные объемы данных. Необходимость иметь дело с постоянно растущим потоком информации породила биоинформатику, применение вычислительных методов для хранения и анализа биологических данных.

Предоставление доступа к биоинформатическим ресурсам исследователям во всем мире и ускорение распространения информации способствовало ускорению прогресса в анализе последовательностей ДНК. Например, в 1988 году в рамках подготовки к Проекту «Геном человека» в США Национальная медицинская библиотека (NLM) и Национальные институты здравоохранения (NIH) объединили усилия для создания организации под названием Национальный центр биотехнологической информации (NCBI), который сегодня поддерживает веб-сайт (www.ncbi.nlm.nih.gov) с обширными ресурсами, полезными для биоинформатики. На этом сайте есть ссылки на базы данных, программное обеспечение и множество информации о геномике и связанных темах. Подобные веб-сайты также были созданы тремя центрами генома, с которыми сотрудничает NCBI: Европейской лабораторией молекулярной биологии, Банком данных ДНК Японии и BGI (ранее известным как Пекинский институт геномики) в Шэньчжэне, Китай. Эти большие всеобъемлющие веб-сайты дополняются другими, поддерживаемыми отдельными или небольшими группами лабораторий. Небольшие веб-сайты часто предоставляют базы данных и программное обеспечение, предназначенное для более узких целей, таких как изучение генетических и геномных изменений при одном конкретном типе рака.

База данных последовательностей NCBI называется GenBank. По состоянию на июнь 2016 года он включал последовательности из 194 миллионов фрагментов геномной ДНК, всего 213 миллиардов пар оснований! Любую последовательность в базе данных можно получить и проанализировать с помощью программного обеспечения с веб-сайта NCBI или где-либо еще.

17)

17.1) Биоинформатика включает _____.

- I. Использование компьютерных программ для выравнивания последовательностей ДНК
- II. создание рекомбинантной ДНК из отдельных видов
- III. разработка компьютерных инструментов для анализа генома
- IV. использование математических инструментов для понимания биологических систем

- А) I и II
- Б) II и III
- В) II и IV
- Г) I, III и IV

17.2) Если последовательность кДНК совпадает с последовательностями ДНК в геноме, то каким из следующих утверждений можно описать эту геномную ДНК?

- А) Последовательность кодирует белок.
- Б) Последовательность кодирует рРНК.
- С) Последовательность является частью интрона.
- Д) Последовательность является регуляторной последовательностью.

Часть Б 3-Этап Практика

17.3) Какой из следующих методов был бы наиболее подходящим для проверки гипотезы о том, что люди и шимпанзе различаются по экспрессии большого набора общих генов?

- А) ДНК-микрочиповый анализ
- Б) полимеразная цепная реакция (ПЦР)
- В) секвенирование ДНК
- Д) анализы белок-белковых взаимодействий

17.4) Что может открыть протеомика, чего не может открыть геномика?

- А) число генов, характерное для вида
- Б) закономерности альтернативного сплайсинга
- С) набор белков, присутствующих в клетках или тканях
- Г) перемещение подвижных элементов внутри генома

17.5) Для выполнения каких из следующих процессов можно использовать базу данных последовательностей, такую как GenBank?

- А) Определить характер экспрессии конкретных генов человека.
- Б) Постройте дерево, чтобы определить эволюционные отношения между различными видами птиц.
- В) Поиск генов, которые еще не идентифицированы в геномах эукариот.
- Д) Сравните образцы экспрессии генов в раковых и нераковых клетках.

Одна очень широко используемая программа под названием BLAST, доступная на веб-сайте NCBI, позволяет пользователю сравнивать последовательность ДНК с каждой последовательностью в GenBank, основываясь на сходстве. Исследователь может искать похожие области в других генах того же вида или среди генов других видов. Другая программа позволяет сравнивать белковые последовательности. Тем не менее, третий может искать в любой последовательности белка консервативные (общие) участки аминокислот (доменов), функция которых известна или подозревается, и может отображать трехмерную модель домена вместе с другой соответствующей информацией.

Студент, изучавший материалы в Интернете по геномам различных организмов, наткнулся на нуклеотидную последовательность ДНК, состоящую из 120 нуклеотидов. Он заинтересовался, какую информацию хранит для себя эта последовательность и, обладая знаниями в области биоинформатики, зашел на сайт NCBI, чтобы использовать программу BLAST, как на картинке 1. Он выбрал ту часть, где необходимо определить белок по последовательностям нуклеотидов (рисунок 1А). Затем он скопировал введенную нуклеотидную последовательность в поле поиска (рисунок 2Б) и нажал кнопку BLAST (рисунок 2В), чтобы начать поиск. Результаты поиска студента показаны ниже.

Изучаемая нуклеотидная последовательность ДНК

ctcgaggggc ctagacattg ccctccagag agagcaccca acaccctcca ggcttgaccg gccagggtgt cccttccta ccttggagag agcagcccca
gggcatcctg cagggggtgc

Часть Б 3-Этап Практика

РИСУНОК 1.

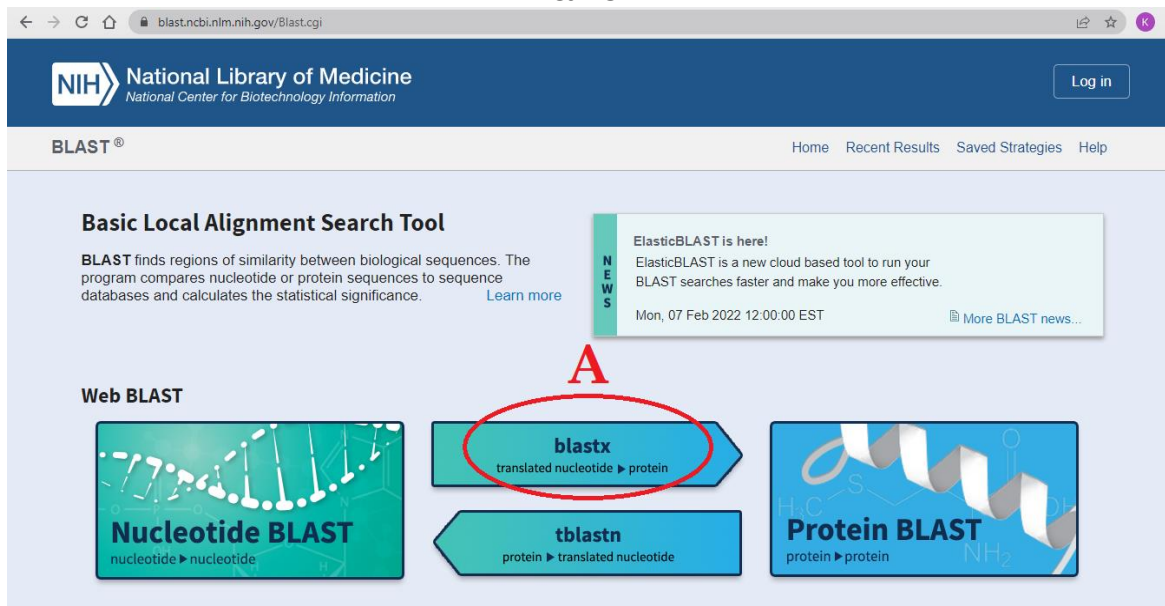


РИСУНОК 2

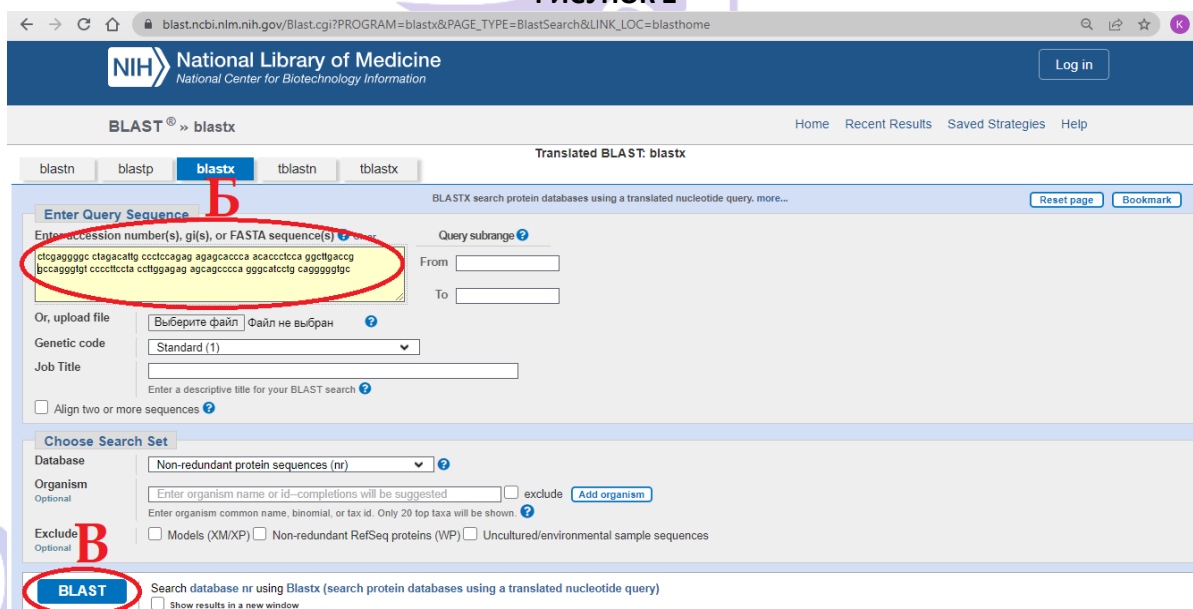
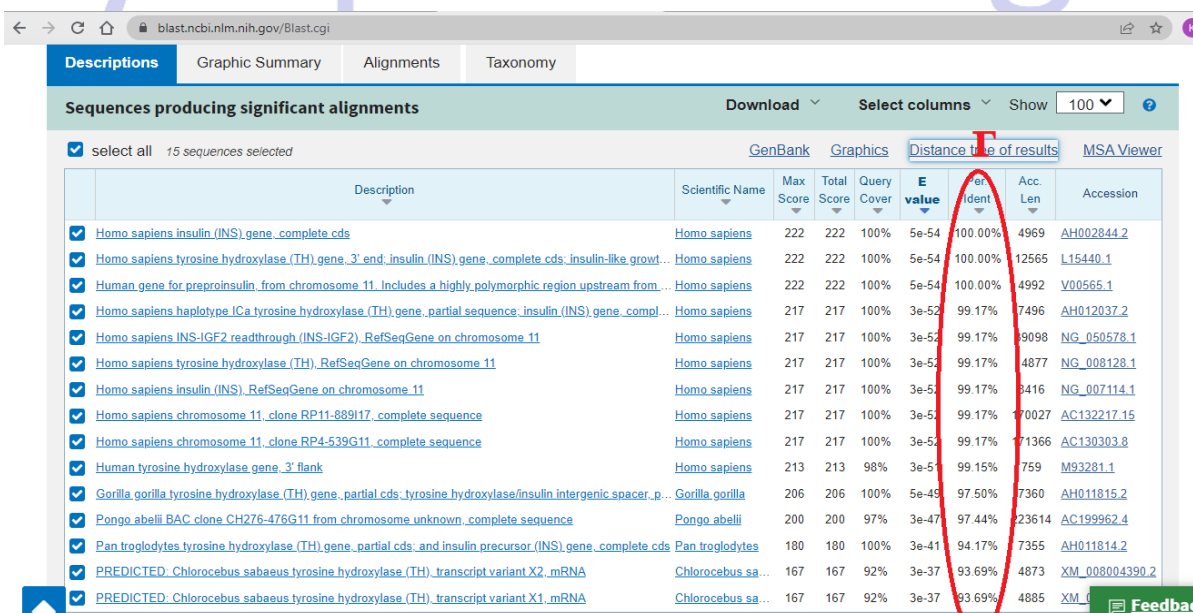


РИСУНОК 3



Часть Б 3-Этап Практика

18) Изучив картинки, ответьте на следующие вопросы:

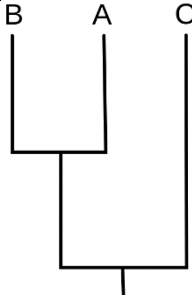
18.1) Шимпанзе (*Pan troglodytes*) ближе по геному к человеку (*Homo sapiens*), чем горилла (*Gorilla gorilla*) к человеку. Так почему же результат студента показывает обратное?

- А) Общеизвестная информация неверна, что люди ближе к шимпанзе
- Б) Нуклеотидная последовательность генома в руках студента — только часть общей
- В) Результаты студента также показывают правильность того факта, что сто горилл являются другим предком человека, чем шимпанзе
- Г) Программа делает ошибок при чтении последовательностей

18.2) Нуклеотидная последовательность студента была частью нуклеотидной последовательности гена инсулина человека. Человеческий инсулин содержит 4044 нуклеотида. Тогда какова основная причина того, что белок состоит всего из 51 аминокислоты?

- А) Опероны
- Б) Промоутеры
- В) Интроны
- Г) Кодоны

19) Анализируя результаты студента (рисунок 3Г), нарисуйте родословную (кладограмму) для четырех организмов: *Homo sapiens* (A), *Pan troglodytes* (B), *Gorilla gorilla* (C), *Pongo abelii* (D). Напишите названия каждого клада в виде соответствующей буквы. Пример кладограммы показан ниже.

Пример:		Ответ:
		Нарисуйте на листе ответов

Olympiad League