

Всесибирская олимпиада по биологии 2021–2022.

Первый этап. 24 октября 2021.

11 класс

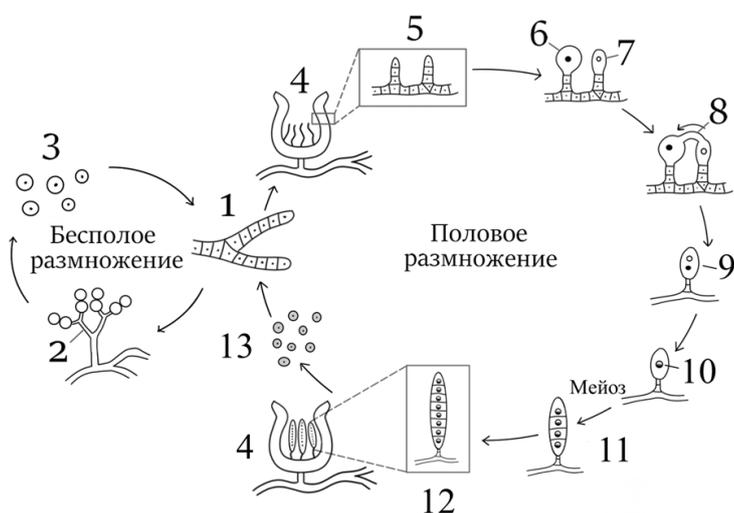
Время выполнения задания – 4 часа.

Наступила осень: лучшее время для сбора даров леса - грибов. Давайте и мы с вами рассмотрим подробнее эти интересные организмы.

1. Ведьмины круги (18 баллов)

Грибы нередко упоминаются в народных сказаниях и являются важной частью фольклора многих стран. Не так давно появилось отдельное направление микологии, которое изучает влияние разных видов грибов на историческое развитие отдельных государств. Например, в Средневековой Европе из-за частых смертей, связанных с отравлениями, грибы считались одним из атрибутов злых духов, появляясь в сказаниях о ведьмах, которые использовали их для колдовства.

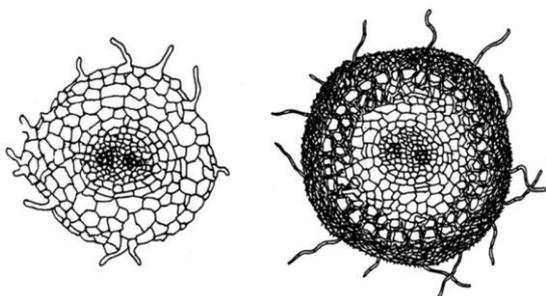
На рисунке показана схема жизненного цикла сумчатого гриба, найденная в дневниках ведьмы времен раннего Средневековья. Этот гриб вызывал массовые пищевые отравления среди населения. Ведьма, гонимая огнём Святого Антония, не успела сделать подписи к стадиям цикла. Однако названия и указания хромосомного набора необходимы для того, чтобы понять, как предотвратить очередную волну эпидемии.



Сопоставьте современные названия структур (А-М) с цифрами на рисунке (1-13). Для каждой цифры в свободной ячейке напишите плоидность (1n, 2n или 1n+1n), которой обладают указанные структуры.

- | | |
|--|--|
| А – Антеридий; | Ж – Зрелый аск (сумка) с аскоспорами; |
| Б – Аскогенные гифы | З – Конидиеносцы; |
| В – Аскогон (женский гаметангий); | И – Конидии; |
| Г – Аскоспоры; | К – Молодой аск (сумка); |
| Д – Вегетативный мицелий; | Л – Плодовое тело (аском); |
| Е – Стадия дикариона; | М – Трихогина. |

2. Грибы и деревья (20 баллов)



Вопрос 1. На рисунке вы видите поперечный срез корня. На каком из рисунков вы видите корень с микоризой? Объясните ваш выбор.

Обозначьте корень с микоризой буквой А, корень без микоризы – буквой В.

На рисунке А обозначьте следующие элементы корня: 1 — центральный цилиндр; 2 — сосуды ксилемы; 3 — флоэма; 4 — корневой волосок; 5 — первичная кора для старших; 6 — эндодерма.

Вопрос 2. Укажите, как называется тип взаимодействия гриба и растения? Какую роль играет в этом взаимодействии каждый участник?

Вопрос 3. У таких быстрорастущих пород, как тополь и эвкалипт, микориза отсутствует или образуется долго и с трудом. Объясните это явление.

Вопрос 4. Применение метода изотопов позволило установить, что через грибные гифы, протягивающиеся от одних корней к другим и от одного дерева к другому в пределах одной экосистемы происходит обмен органическими веществами между отдельными растениями. Оцените, сколько деревьев сосны может обмениваться питательными веществами друг с другом, если известно, что в данном месте произрастает гриб масленок с общей длиной гиф 4,5 тысяч километров, при этом в квадратном метре почвы находится примерно 2500 метров гиф, а одна сосна занимает площадь примерно 60 кв.м.

Вопрос 5. Очень интересное растение — подъельник одноцветковый (*Monotropa uniflora*), растущий под пологом темного леса. Белый или бледно-розовый цвет его побегов объясняется отсутствием хлорофилла, в котором у растения нет нужды в связи с особым типом питания. При этом растение очень требовательно к наличию плотной подстилки. Предположите, как питается данное растение.

3. Зелья ведьм (27 баллов)

Из-за неспособности к фотосинтезу и передвижению, грибы вынуждены конкурировать с бактериями за пищу и избегать животных, которые могут питаться плодовыми телами. В связи с этим многие грибы синтезируют токсины, воздействующие на разные процессы метаболизма, которые могли использоваться опытными ведьмами для приготовления зелий.

Ниже приведен список ядов, выделенных из мифических грибов и процесс в организме, на который они влияют. Предположите, для приготовления какого зелья мог бы использоваться каждый гриб. Обратите внимание, что список токсинов приведен в избытке.

Свойства зелий:	Токсин из гриба и его влияние на организм:
1. На короткое время позволяет не уставать при физических нагрузках, повышает концентрацию и внимание, позволяет не чувствовать боль и страх.	A. Amanita barbituraria. Выделяет мусцимол - один из самых известных ядов мухомора. По своей структуре похож на ГАМК, который является основным тормозным нейромедиатором в нервной системе.
2. Увеличивает размеры человека и некоторых животных.	B. Gibberella acromegalia. Из гриба получают небольшой пептид – соматотропин, выполняющий такие же функции, как и соматотропин млекопитающих.
3. Ослабляет силы человека, вызывая беспокойство, бессонницу. Действие этого зелья связывали с гемикранией – устаревшее название мигрени. При этой болезни происходит резкое сужение и расширение кровеносных сосудов в головном мозге.	B. Claviceps tyros. Выделяет тирамин – вещество, которое стимулирует синтез и высвобождение катехоламинов у млекопитающих (к катехоламинам относят дофамин, адреналин и норадреналин).
4. Усыпляет вечным сном.	Г. Penicillium chrysogenum. Распространенный вид плесени. Содержит пенициллин – вещество, которое помогает убивать бактерий-конкурентов, останавливая синтез их клеточной стенки.
5. Способно вылечить некоторые нарушения двигательной системы, но иногда ведьмы варят отвар так, чтобы зелье дезориентировало человека, вызывая у него галлюцинации и погружая в сон наяву.	Д. Fusarium fames. Один из выделяемых метаболитов блокирует фермент, участвующий в синтезе рецепторов этилена. Этилен является гормоном растений, который обеспечивает устойчивость к стрессу. Одним из ответов на действие этилена является ускорение созревания плодов.
6. Замедляет созревание урожая на полях, вызывая голод.	E. Agaricus trollium. Симбиотический гриб, способен синтезировать активатор фермента, который участвует в синтезе этилена.
7. Ребенок, выпивший зелье, перестает расти и рискует остаться карликом, однако взрослые ведьмы используют зелье, чтобы сохранить свою красоту и не страдать от болезней суставов.	Ж. Psiciceae parkinsoni. Выделяет яд, активирующий синтез дофаминовых рецепторов. Дофамин является нейромедиатором, который передает информацию в центрах положительных эмоций и участвует в запуске произвольных движений. Вместе с тем было установлено, что нарушение в дофаминовой системе лежит в основе проявления шизофрении. Также дофамин является предшественником адреналина и часто его используют чтобы повысить артериальное давление и ЧСС.
8. Дарует человеку целительную силу	З. Gibberella tyrona. Выделяет гормон соматостатин, который в норме замедляет выработку соматотропина.
9. Помогает преодолевать любые деревянные препятствия, но вместе с тем способно уничтожить все знания, собранные в книгах.	И. Stropharia alacer. Один из выделяемых токсинов блокирует разрушение серотонина. Серотонин является нейромедиатором, участвующим в регуляции сна, блокирует центры отрицательных эмоций. Также является гормоном, который участвует в регуляции артериального давления.
	К. Futurica deprepsina. Содержит вещество, блокирующее рецепторы серотонина.
	Л. Chaetomium liberuina. Содержит целлюлазу, гидролизующую связи между молекулами глюкозы.

4. Аспергиллез птиц (17 баллов)

Популяции нелетающих какапо (также известных как совиные попугаи), обитающих в Новой Зеландии, грозит вымирание из-за грибка *Aspergillus*, вызывающего заболевание, которое поражает лёгкие. По мнению местных специалистов, в 2019 году лето в Новой Зеландии было очень жарким, что привело к размножению спор смертоносного грибка. Однако, именно у нелетающих птиц грибок вызывает тяжёлые поражения легких.

Вопрос 1. Объясните причину поражения легких преимущественно у нелетающих птиц.

Вопрос 2. Как вы думаете, какие условия содержания животных и птиц в неволе будут способствовать развитию аспергиллеза?

Вопрос 3. Грибковым заболеваниям подвержены не только птицы, но и другие животные. Соотнесите название заболевания, возбудителя и признаки заболевания.

Заболевание	Возбудитель	Симптомы
А) Стригущий лишай	1. <i>Candida albicans</i>	I-проникает в кожу амфибии, формирует на ней язвы и разрушает ее
Б) Хитридиомикоз	2. <i>Achorion gallinae</i> Sab	II-образованием на коже птиц, кроликов толстых корок
В) Кандидоз	3. <i>Trichophyton Malmstem.</i>	III-для птиц – белый налет на органах пищеварительного тракта. Для крупного рогатого скота характерны маститы
Г) Парша	4. <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>	IV-заболевание кожи, ногтей и волос собак, лошадей, свиней

Вопрос 4. Можно ли лечить грибковое заболевание антибактериальными препаратами?

5. Грибная вечеринка (23 балла)

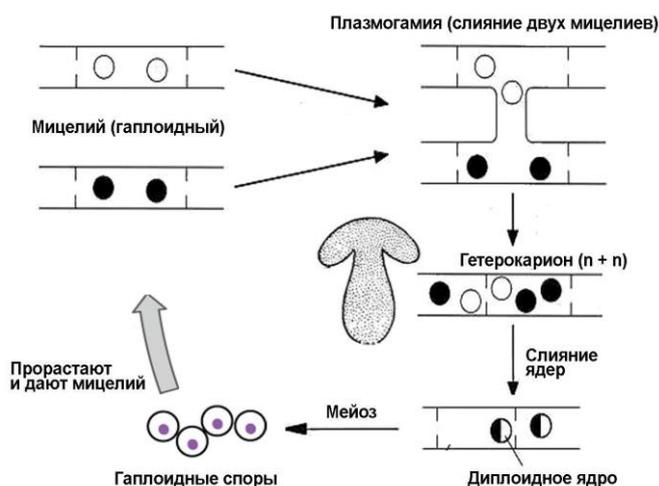
У грибов бывают сложные жизненные циклы, но все они в целом сводятся к общей схеме, изображённой на рисунке. Жизненный цикл включает в себя образование спор, рост мицелия и последующее слияние двух мицелиев с образованием плодового тела.

В некотором лесу очень много грибов, мицелий которых стелется по земле. Таким образом можно наблюдать как соотносятся признаки мицелия и признаки плодовых тел. Исследовали три пары мицелиев и их плодовых тел.

Пара 1. При объединении несветящегося красного мицелия и светящегося синего получается плодовое тело (№1), которое не светится, имеет оранжевую окраску и очень сильно разбрасывает споры.

Пара 2. При объединении двух светящихся синих мицелиев получается плодовое тело (№2), которое светится, имеет синюю окраску и не разбрасывает споры, хотя родительские плодовые тела этих мицелиев могли их разбрасывать.

Пара 3. При объединении светящегося красного и несветящегося красного получилось плодовое тело несветящееся, красного цвета и разбрасывающее споры.



Вопрос 1. Какие признаки изучали наблюдатели? Какие из них можно наблюдать на любой стадии, а какие – только у плодового тела? Введите обозначения аллелей генов.

Запишите генотипы мицелиев и генотипы плодовых тел для каждой из изученных пар. (Не забывайте для каждого генотипа указывать фенотип).

Вопрос 2. Напишите какие споры могут получиться от плодовых тел № 1 и № 2. Если из этих спор прорастут мицелии и сольются, какие получатся плодовые тела? (запишите генотипы и фенотипы). Можем ли мы точно узнать генотип плодового тела № 1?

6. Грибы-биотехнологи (35 баллов)

Одним из наиболее ярких и убедительных достижений современной биотехнологии, несомненно, стало создание и бурное развитие в последние десятилетия новой области мировой экономики – биофармацевтической промышленности, направленной на производство принципиально нового класса лекарств – рекомбинантных белков медицинского назначения. Выбор системы экспрессии зависит от свойств целевого белка и способности хозяйской клетки продуцировать белок нужного качества при соблюдении минимального набора требований. В последние годы всё чаще в биотехнологии применяются дрожжи.

Вопрос 1. Укажите положительные и отрицательные моменты при использовании разных продуцентов белков.

	Бактерии	Дрожжи	Линии клеток млекопитающих
Преимущества			
Недостатки			

Какие особенности строения белка сразу наведут вас на мысль использовать для масштабной продукции белка дрожжи?

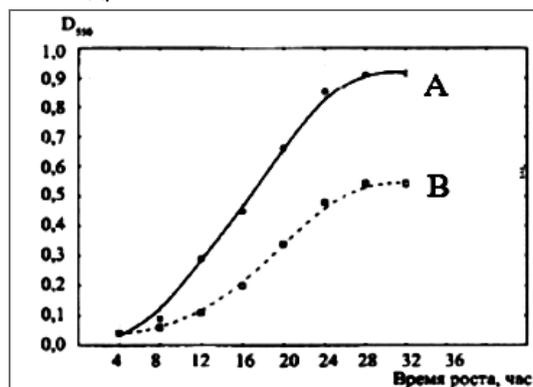


Рис.1. График зависимости оптической плотности культуры клеток дрожжей от времени инкубации.

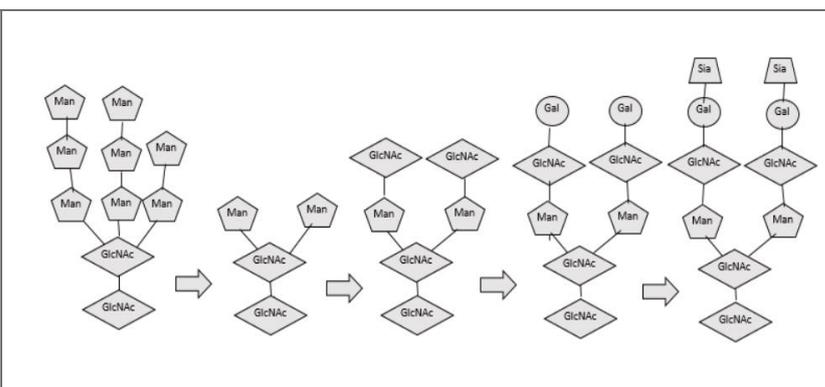


Рис.2. Схема гликозилирования белков в клетках человека. Пятиугольники – манноза, ромб – N-ацетилглюкозамин, круг – галактоза, трапеция – сиаловая кислота

Вопрос 2. На графике (рис.1) приведена скорость роста культуры дрожжей без (A) и с трансформацией чужеродного белка (B). Объясните полученные результаты. По оси X – время роста, по оси Y – оптическая плотность культуры клеток, которая отражает количество клеток в миллилитре культуры.

Вопрос 3. Для улучшения экспрессии гетерологичных белков в дрожжах используют модификации природных штаммов. Для приведенных белков, укажите какой эффект надо произвести (снижение или увеличение продукции) и объясните причину. Белок должен секретироваться в культуральную жидкость.

Шапероны	Белки вакуолярного сортирования (сортировка белка в вакуоль)	Синтаксины (слияние везикул с плазматической мембраной)	Протеазы
----------	--	---	----------

Вопрос 4. Белки после первичной посттрансляционной модификации содержат коровий гликан $\text{Man}_8\text{-GlcNAc}_2$. У человека он превращается в $\text{Sia}_2\text{-Gal}_2\text{-GlcNAc}_2\text{-Man}_3\text{-GlcNAc}_2$, как приведено на схеме (рис.2). В дрожжах $\text{Man}_8\text{-GlcNAc}_2$ не обрезается, но далее маннозилируется, что приводит к образованию гликанов более чем с 30 маннозными остатками. Первый этап «гуманизации» (т.е. преобразования дрожжевого пути гликозилирования в человеческий) заключается в делеции гена *och1*, кодирующего α -1,6-маннозилтрансферазу, ответственную за перенос новых остатков маннозы на интермедиат $\text{Man}_8\text{-GlcNAc}_2$, что создает субстрат для других маннозилтрансфераз. Напишите цепочку превращения $\text{Man}_8\text{-GlcNAc}_2$ в $\text{Sia}_2\text{-Gal}_2\text{-GlcNAc}_2\text{-Man}_3\text{-GlcNAc}_2$. Сколько еще генов гликозилтрансфераз надо добавить в геном дрожжей, чтобы получать полностью «гуманизированный» пептид? Как вы думаете в какой клеточной органелле необходима экспрессия данных ферментов.

Вопрос 5. Необходимое условие эффективной экспрессии – адекватный подбор промоторов и терминаторов – регуляторных элементов генома дрожжей, обеспечивающих транскрипцию целевого гена. Промоторы генов метаболизма галактозы часто используются для получения рекомбинантных белков в клетках дрожжей. Исследователь изучал скорость накопления белка и вывел формулу:

$V = (3 \cdot Na) / (2 \cdot Nb)$, где V – скорость образования белка в клетке; Na – количество молекул галактозы; Nb – количество молекул глюкозы. Как данные соединения влияют на скорость синтеза белка? Увеличивает или уменьшает ее? Объясните, почему.

Вопрос 6. Известно, что вещество F подавляет поступление глюкозы в клетку, а соединение С, наоборот, ускоряет этот процесс. На основании этих данных предположите формулу скорости синтеза белка от наличия всех четырех факторов. Свой ответ аргументируйте.

Желаем успехов в выполнении заданий!