Место для баллов:	**Код:**

КАБИНЕТ № 1
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ
(*30 баллов*)

Продолжительность выполнения задания – 1 час 30 минут (90 минут).

ЗАДАНИЕ 1
Определение ростовых показателей клеточных культур
(*10 баллов*)

В научно-исследовательской лаборатории была получена клеточная культура тиса ягодного (*Taxus baccata*). С целью оптимизации условий ее культивирования был заложен эксперимент по влиянию концентрации источника углерода и температуры выращивания культуры. Во всех вариантах продолжительность культивирования составила 30 суток, по прошествии которых были учтены результаты в виде массы культуры.

1.1 Произведите расчет индекса роста (отношение прироста биомассы к изначальной массе) клеточной культуры во всех вариантах условий культивирования. Заполните таблицу 1, указав значения индексов роста, округленные до десятых, а также сделайте выводы, ответив на предложенные вопросы ниже.

Таблица 1 – Результаты эксперимента (*4 балла: по 0,5 балла)*

Условия культивирования		**Начальная масса, г**	**Масса в конце цикла, г**	**Индекс роста**
Состав среды	**T, ºC**			
МС* гормональная (1 % сахарозы),	25	4,6	16,4	*2,6*
	18	4,2	14,6	*2,5*
МС гормональная (2 % сахарозы)	25	3,5	17,2	*3,9*
	18	2,8	13,5	*3,8*
МС гормональная (3 % сахарозы)	25	2,6	15,2	*4,9*
	18	3,4	19,4	*4,7*
МС гормональная (4 % сахарозы)	25	3,4	18	*4,3*
	18	2,9	14,6	*4*

* МС – среда по прописи Мурашиге и Скуга

1.2 Какое ценное биологически активное вещество / препарат можно получить из клеток тиса ягодного?

Паклитаксел (таксол)	**(*0,5 балла*)**

1.3 Какая из протестированных концентраций сахарозы является оптимальной для роста данной клеточной культуры?

3 % сахарозы	**(*0,2 балла*)**

1.4 Какой температурный режим больше подходит для роста данной культуры?

25 °C	**(*0,2 балла*)**

1.5 Какие варианты условий культивирования необходимо оптимизировать, если считать, что индекс роста в норме должен быть не менее 4?

МС гормональная (1 % сахарозы), 25 °C	**(*0,6 балла*)**
МС гормональная (1 % сахарозы), 18 °C	
МС гормональная (2 % сахарозы), 25 °C	
МС гормональная (2 % сахарозы), 18 °C	

1.5 Помимо индекса роста рост клеточных культур можно охарактеризовать с помощью таких показателей как удельная скорость роста и время удвоения биомассы. Так использование удельной скорости роста облегчает сопоставление результатов, поскольку во всех вариантах будет учитываться одна и та же фаза роста. Определение удельной скорости роста производится по формуле:

$$\mu = \frac{\ln x_2 - \ln x_1}{t_2 - t_1}$$

где x_2 и x_1 – ростовой показатель (например, масса) в конце и начале фазы, при которой скорость роста почти постоянная, а зависимость ее логарифма от времени описывается прямой;

t_2 и t_1 – соответствующий данной фазе момент времени.

На рисунке 1 представлена S-образная ростовая кривая еще одной экспериментальной клеточной культуры, поделите кривую на фазы (I, II и т.д.) и подпишите их названия в соответствующих строках. А также на основе данных, представленных в таблице 2 рассчитайте индекс роста и удельную скорость роста для данной культуры.

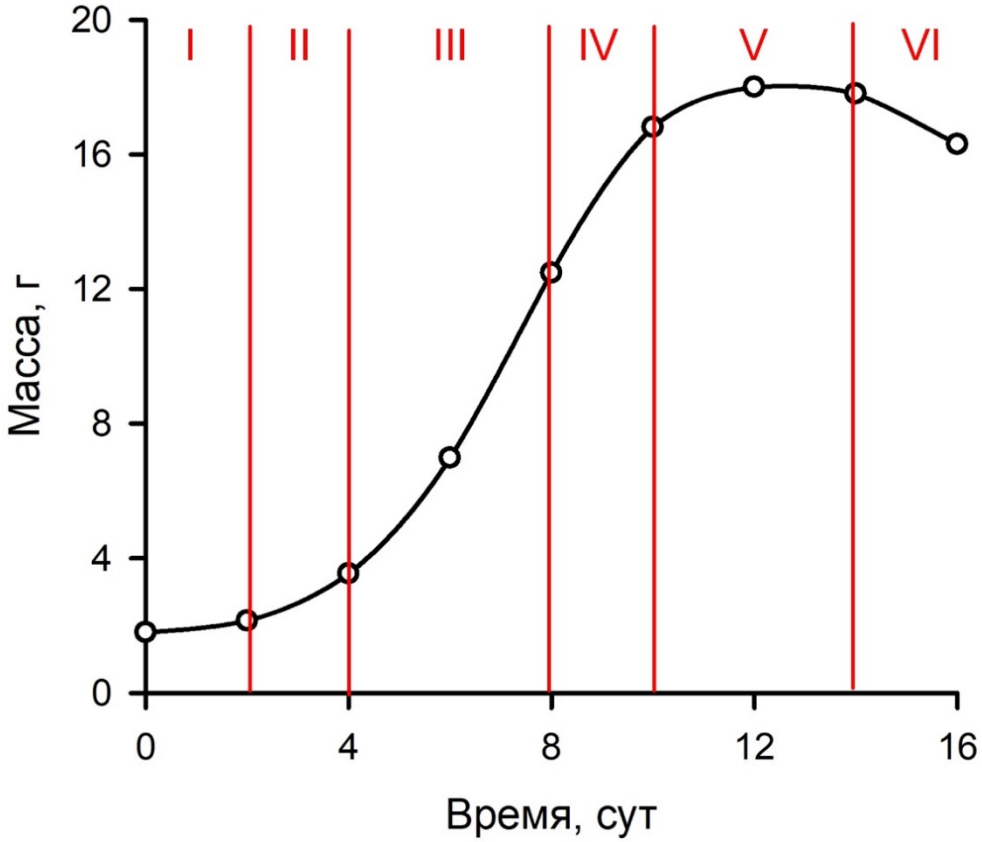


Рисунок 1 – Ростовая кривая клеточной культуры (*0,5 балла*)

Названия фаз ростовой кривой (*3 балла)*

I –	*Начальная лаг-фаза / латентная фаза*	***(0,5 балла)***
II –	*Логарифмическая фаза / экспоненциальная фаза*	***(0,5 балла)***
III –	*Фаза линейного роста*	***(0,5 балла)***
IV –	*Фаза снижения скорости роста / фаза замедленного роста*	***(0,5 балла)***
V –	*Стационарная фаза*	***(0,5 балла)***
VI –	*Фаза деградации*	***(0,5 балла)***

Таблица 2 – Ростовые показатели экспериментальной культуры

t, сутки	0	2	4	6	8	10	12	14	16
m, г	1,8	2,14	3,54	6,98	12,48	16,81	18	17,8	16,3
ln m, г	0,59	0,76	1,26	1,94	2,52	2,81	2,89	2,88	2,79

Определение ростовых показателей (*1 балл)*

Индекс роста = *(18 - 1,8) / 1,8 = 9*	***(0,5 балла)***

Удельная скорость роста = *(2,52 - 1,26) / (8 - 4) = 0,315*	***(0,5 балла)***

ЗАДАНИЕ 2

Фитогормональная регуляция

(*20 баллов*)

Важную роль в регуляции физиологических процессов растений играют фитогормоны. С их помощью в растении обеспечивается целостность организма, осуществляется регуляция роста и развития, контролируются морфогенетические программы развития, а также осуществляется контроль ответных реакций на внешние воздействия. В настоящее время классическими фитогормонами признаются ауксины, цитокинины, гиббереллиновые кислоты, абсцизовая кислота и этилен, каждый из которых обладает целым спектром действия.

2.1 Заполните таблицу 4, распределив номера физиологических эффектов, представленных в таблице 3 между классами фитогормонов. Обратите внимание, что эффект может относиться к нескольким гормонам.

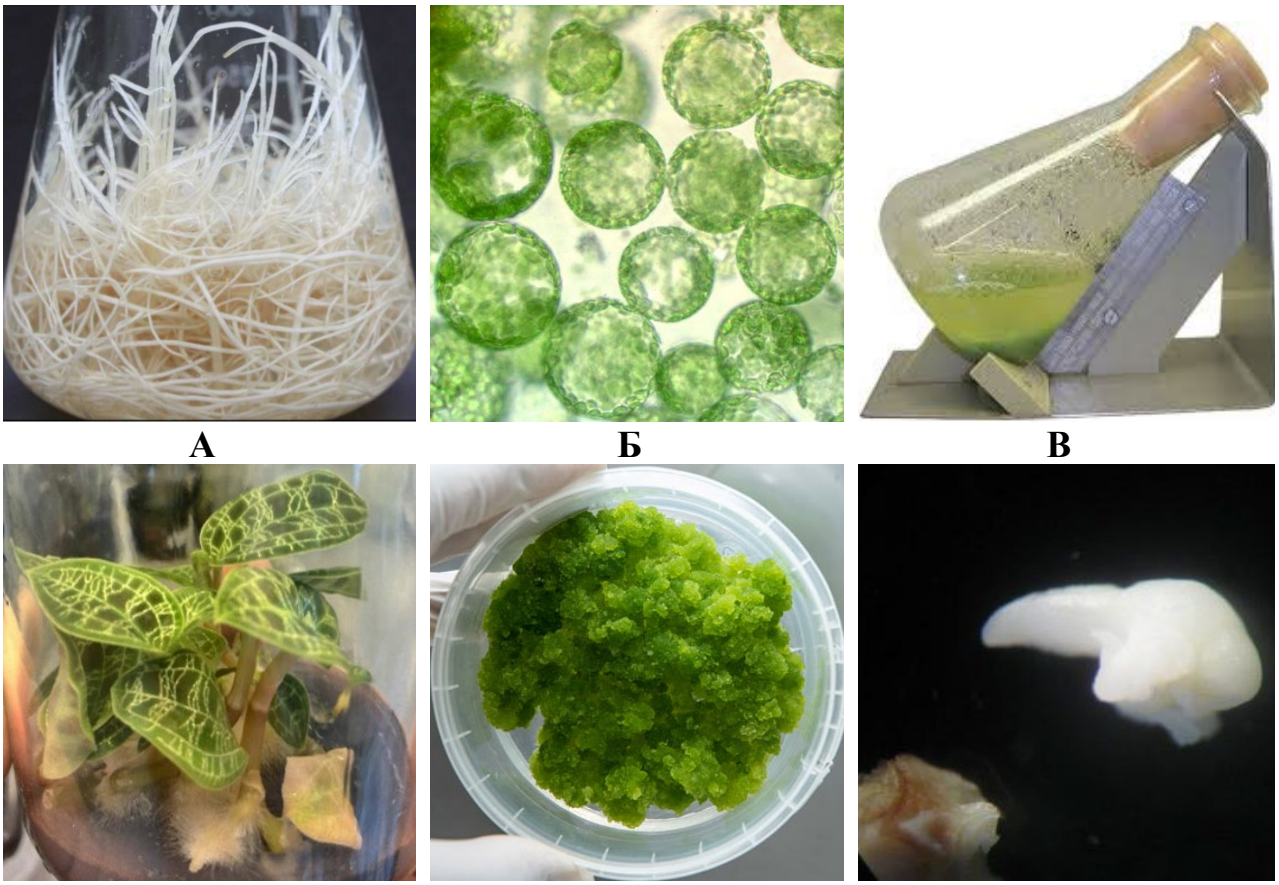
Таблица 3 – Физиологические эффекты, вызываемые различными классами фитогормонов

№	Физиологический эффект
1	Аттрагирующий эффект
2	Детерминация пола у цветков
3	Закрывание устьиц
4	Ингибирование прорастания семян и роста почек
5	Индукция клеточного деления
6	Индукция образования этилена (при действии высоких концентраций)
7	Индукция цветения
8	Обеспечение апикального доминирования
9	Повышение стрессоустойчивости
10	Подавление роста боковых корней
11	Прорастание семян
12	Рост клеток растяжением
13	Снятие апикального доминирования
14	Стимуляция ризогенеза
15	Стимуляция роста партенокарпических плодов
16	Стимуляция созревания плодов
17	Стимуляция стеблевого морфогенеза
18	Торможение ростовых процессов
19	«Тройной ответ»
20	Удлинения стебля (повышение активности интеркалярных меристем)
21	Ускорение старения и опадения листьев
22	Ускорение старения цветков
23	Формирование аэренхимы
24	Фототропизм
25	Эпинастия

Таблица 4 – Ответы на задание 2.1 (*9 баллов: по 0,25 балла за правильно отмеченный эффект; за лишние эффекты -0,25 балла*)

Фитогормоны	Физиологические эффекты
Абсцизовая кислота	*3; 4; 9; 18; 21; 22*
Ауксины	*1; 5; 6; 8; 12; 15; 24*
Гиббереллиновые кислоты	*2; 7; 11; 15; 20*
Цитокинины	*1; 5; 10; 11; 13; 15; 17*
Этилен	*2; 7; 9; 11; 16; 18; 19; 21; 22; 23; 25*

2.2 Экзогенная фитогормональная обработка активно используется при *in vitro* культивировании растительных клеток и тканей. Внимательно рассмотрите представленные на рисунке 2 различные типы культур и укажите их названия в соответствующих сроках ниже.



А **Б** **В**

Г **Д** **Е**

Рисунок 2 – Внешний вид *in vitro* культур

Названия *in vitro* культур, отображенных на рисунке 2 (*3 балла*):

А –	*Культура бородатых корней / культура трансформированных корней*	***(0,5 балла)***
Б –	*Культура протопластов*	***(0,5 балла)***
В –	*Суспензионная культура*	***(0,5 балла)***
Г –	*Культура микроклонов (культура побегов)*	***(0,5 балла)***
Д –	*Каллусная культура*	***(0,5 балла)***
Е –	*Эмбриокультура / культура зародышей*	***(0,5 балла)***

Ответьте на ряд вопросов:

2.2.1 Какие классы фитогормонов используются для формирования культуры, отображенной на панели Д рисунка 2?

Ауксины и цитокинины ***(0,5 балла)***

2.2.2 Для какого класса гормонов характерен полярный транспорт при помощи специализированных белков?

Ауксины ***(0,5 балла)***

2.2.3 Какие гормоны могут передавать сигнал между органами и даже соседними растениями по воздуху?

Этилен ***(0,5 балла)***

2.2.4 Какую культуру используют для преодоления постгамной несовместимости?

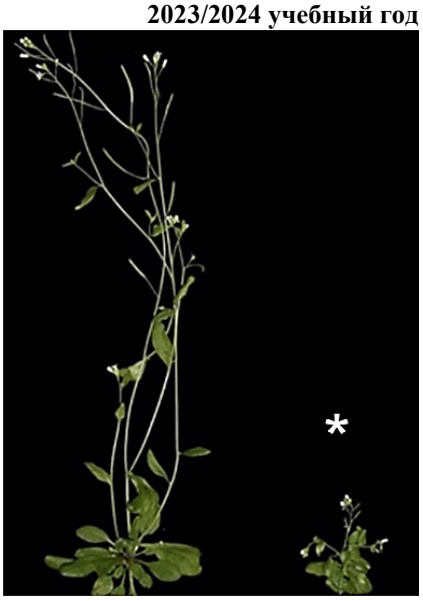
Эмбриокультура / культура зародышей / культура на панели Е рисунка 2 ***(0,5 балла)***

2.3 На рисунке 3 представлен внешний вид ряда заболеваний растений, вызванных нарушением гормонального баланса – дефицитом или наоборот переизбытком различных фитогомонов. На панелях Б и В отображено заболевшее растение, отмеченное звездочкой, в сравнении со здоровым растением.

Внимательно рассмотрите рисунок и заполните таблицу 5, указав названия изображенных заболеваний и классы фитогормонов, дисбаланс которых их вызывает. Обратите внимание, что классы фитогормонов могут повторяться.

А

Б



В

Г

Д

Е

Рисунок 3 – Проявление растительных заболеваний, вызванных дисбалансом фитогормонов

Таблица 5 – Ответы на задание 2.3 (*6 баллов: по 0,5 балла за каждый правильный ответ)*

	Фитогормоны	**Название заболевания**
А –	*Ауксины и цитокинины*	*Корончатый галл*
Б –	*Гиббереллины*	*«Баканоэ» / «бешеный рис»*
В –	*Брассиностероиды / ауксины*	*Карликовость*
Г –	*Абсцизовая кислота*	*Вивипария*
Д –	*Ауксины*	*Синдром бородатого корня*
Е –	*Цитокинины*	*«Ведьмина метла»*