

Страна: \_\_\_\_\_

Код студента: \_\_\_\_\_

19-я МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ОЛИМПИАДА

13 – 20 июля, 2008

Мумбай, ИНДИЯ



ПРАКТИЧЕСКИЙ ТЕСТ 1

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Общее количество баллов: 47

Продолжительность: 60 минут

Дорогие участники,

- В этом тексте вам будут предложены следующие два задания:

Задание 1: Изучение факторов, влияющих на активность устьиц  
(33 балла)

Задание 2: Изучение анатомии растения и ее взаимосвязи со  
средой обитания (14 баллов)

- **Вы должны вписать ваши результаты и ответы в ЛИСТ ОТВЕТОВ. Ответы, записанные в листе заданий, оцениваться не будут.**
- Удостоверьтесь, что вы получили все материалы и оборудование, перечисленные в каждом задании. В случае отсутствия одного из наименований, поднимите, пожалуйста, желтую карточку.
- По окончании теста вложите лист с вопросами и лист с ответами в конверт. Конверты будут собраны наблюдателем.

**Удачи Вам!!**

---

Страна: \_\_\_\_\_

Код страны: \_\_\_\_\_

Имя: \_\_\_\_\_

Отчество: \_\_\_\_\_

Фамилия: \_\_\_\_\_

Код студента: \_\_\_\_\_

## **Задание 1 (33 балла)**

### **Изучение факторов, влияющих на активность устьиц**

Постарайтесь выполнить это задание за 30 минут.

<b>Материалы и оборудование</b>	<b>Количество</b>
1. Образцы, пронумерованные цифрами от 1 до 8 (в пробирках с красными крышечками)	8
2. Бинокулярный микроскоп	1
3. Предметные стекла	8
4. Коробочка с покровными стеклами	1
5. Часовое стекло	1
6. Пинцет	1
7. Кисточка	1
8. Емкость с дистиллированной водой для промывания	1
9. Маркерный карандаш	1
10. Рулон бумажных салфеток	1
11. Емкость для сбора отходов	1

### **Введение**

Устьица являются специализированными микроскопическими структурами, которые обнаружены у всех сосудистых растений. Через эти микроскопические поры происходит газообмен между средой и растительными клетками. Через устьица также осуществляется испарение воды из растения. Различные факторы внешней среды, такие

как температура, влажность и интенсивность света, могут оказывать влияние на открытие и закрытие устьиц.

**Q. 1.1. (3 балла)** Ниже приведены некоторые утверждения относительно устьиц. Укажите, являются ли утверждения верными или неверными, отмечая их галочкой (✓) **в соответствующих клетках Q.1.1 Листа**

**Ответов.**

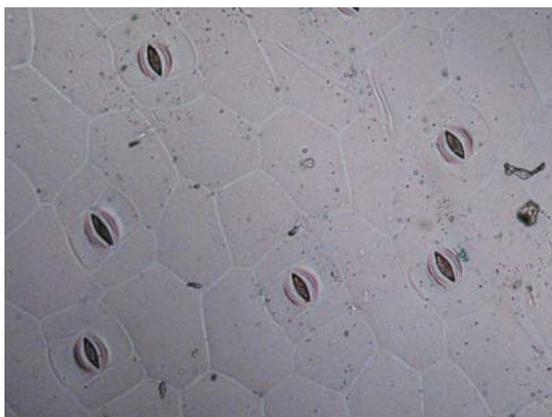
	Утверждение	Верно	Неверно
a.	Замыкающие клетки устьиц являются единственными содержащими хлоропласты клетками эпидермиса.		
b.	Устьичный индекс любого вида растения - это соотношение числа устьиц на данной площади листа к общему числу устьиц и других эпидермальных клеток на этой же площади.		
c.	Устьица имеются только у покрытосеменных.		
d.	Чем больше устьичная щель, тем больше уровень транспирации на единицу площади щели.		
e.	Устьичный индекс является всегда постоянным для данного вида.		
f.	Растение, у которого устьица находятся только на верхней поверхности листьев, наиболее вероятно является гидрофитом, погруженным в воду.		

Устьица можно наблюдать на тонком слое эпидермиса, снятом с листа. В качестве альтернативы, оттиск устьица может быть получен без повреждения ткани листа следующим образом:

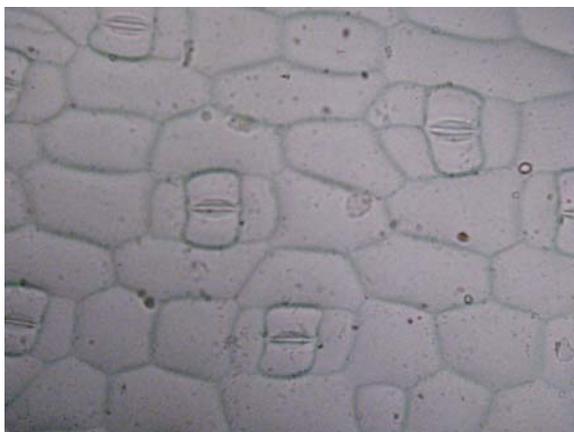
Тонкий слой прозрачного бесцветного лака для ногтей был нанесен на поверхность листа. После высыхания слой лака был снят при помощи пинцета. Этот оттиск был помещен на предметное стекло в каплю воды, накрыт покровным стеклом и рассмотрен под микроскопом.

На этом оттиске можно легко различить открытые и закрытые устьица. Образцы оттисков под микроскопом представлены ниже.

ОТКРЫТЫЕ устьица: (10X)



ЗАКРЫТЫЕ устьица: (10X)



В этом задании вы должны исследовать влияние различных факторов на открытие и закрытие устьиц. Эти эксперименты были проведены погружением листьев в растворы различных химических веществ при определенных условиях.

**Q. 1. 2. (0,5 балла)** Для такого эксперимента наиболее подходящим было бы растение:

- a. мезофит
- b. гидрофит
- c. ксерофит
- d. галофит

Отметьте галочкой (✓) в соответствующей клетке **в Q. 1.2 Листа**

**Ответов.**

a	b	c	d

**Q. 1.3. (2 балла)** В одном из таких экспериментов требуется раствор, содержащий 100 mM  $K^+$  и 0,1 mM  $Ca^{++}$ , имеющий pH 4,0. Выберите правильный способ приготовления этого раствора и подсчитайте количество  $KCl$  и объем 10 mM раствора  $CaCl_2$ , которые необходимо прибавить, исходя из следующего:

Атомная масса  $K$  - 39,1 и  $Cl$  - 35,5.

- a. Растворите X г **KCl** в 40 мл цитратного буфера с **pH** 4,0, добавьте Y мл 10mM **CaCl<sub>2</sub>** и доведите объем раствора до 50 мл.
- b. Растворите X г **KCl** в 40 мл дистиллированной воды. Добавить Y мл 10 mM **CaCl<sub>2</sub>** к 5 мл дистиллированной воды. Смешайте оба раствора и доведите **pH** до 4,0 с помощью **HCl**. Доведите объем раствора до 50 мл.
- c. Растворите X г **KCl** в 40 мл дистиллированной воды. К этому раствору прибавьте Y мл 10 mM **CaCl<sub>2</sub>**. Доведите объем раствора до 50 мл. Доведите **pH** до 4,0 с помощью **HCl**.

Отметьте галочкой (✓) в соответствующей клетке и укажите правильные значения для X и Y **в Q.1.3 Листа Ответов**.

a	b	c

X= \_\_\_\_\_ г **KCl**

Y= \_\_\_\_\_ мл 10 mM **CaCl<sub>2</sub>**

### Ход работы:

Для изучения влияния различных факторов на устьица листьев растения были обработаны восьмью различными способами. Оттиски, полученные после каждой обработки (1-8), предоставлены в пробирках с красными крышечками соответственно обозначенными цифрами от 1 до 8. Обратите внимание, что для вашего удобства описание условий всех восьми обработок приведены также в виде таблицы.

**Обработка 1:** Листья были погружены в раствор, содержащий 100 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 7,0, и выдержаны на свету в течение 2 часов.

**Обработка 2:** Листья были погружены в раствор, содержащий 10 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 7,0, и выдержаны в темноте в течение 2 часов.

**Обработка 3:** Листья были погружены в раствор, содержащий 0,5 M маннитола, 100 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 7,0, и выдержаны на свету в течение 2 часов.

**Обработка 4:** Листья были погружены в раствор, содержащий 10 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 4,0, и выдержаны в темноте в течение 2 часов.

**Обработка 5:** Листья были погружены в раствор, содержащий 10 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 7,0 и неизвестное вещество, и выдержаны в темноте в течение 2 часов.

**Обработка 6:** Листья были погружены в раствор, содержащий 100 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, pH 4,0, и выдержаны на свету в течение 2 часов.

**Обработка 7:** Листья были погружены в раствор, содержащий 100 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, 10 μM абсцизовой кислоты, pH 7,0, и выдержаны на свету в течение 2 часов.

**Обработка 8:** Листья были погружены в раствор, содержащий 100 mM *KCl*, 0,1 mM *CaCl<sub>2</sub>*, 10 μM абсцизовой кислоты, pH 4,0, и выдержаны на свету в течение 2 часов.

Обработка	Маннитол	KCl mM	CaCl <sub>2</sub> mM	абсцизовая кислота	pH	Выдержаны 2 часа	Неизвестное вещество
1		100	0,1		7,0	на свету	
2		10	0,1		7,0	в темноте	
3	0,5 M	100	0,1		7,0	на свету	
4		10	0,1		4,0	в темноте	
5		10	0,1		7,0	в темноте	содержится
6		100	0,1		4,0	на свету	
7		100	0,1	10 μM	7,0	на свету	
8		100	0,1	10 μM	4,0	на свету	

**Q. 1. 4. (8 баллов): Наблюдение оттисков**

(i) Выньте осторожно кисточкой оттиск из сосуда. Для определения местонахождения оттиска, возможно, понадобится перемешать содержимое легким круговым движением пробирки.

(ii) Поместите оттиск в каплю воды на предметное стекло.

(iii) Накройте препарат покрывным стеклом и рассмотрите его при 10X – увеличении объектива под микроскопом. **Заметьте, что вы рассматриваете неокрашенные препараты, поэтому сфокусируйте соответственно микроскоп.**

(iv) Впишите ваши наблюдения **в Таблицу 1.4 Листа Ответов**. Вам требуется сосчитать, по крайней мере, 20 устьиц в каждом оттиске.

**Таблица 1.4**

Обработка	Общее число подсчитанных устьиц	Число открытых устьиц	Число закрытых устьиц
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

## Объяснение

### Q. 1. 5. (10 баллов)

Основываясь на результатах, полученных из предложенных экспериментов, ответьте на вопросы от Q. 1.5.A до Q. 1.5.D Листа Ответов. Заполните предоставленное пространство соответствующим номером из перечня вариантов, предоставленных ниже. Используйте все варианты ответа, но каждый вариант только один раз.

- A. Фактор/ы, который/ые точно приводит/ят к закрыванию устьиц является/ются: \_\_\_\_\_
- B. Фактор/ы, который/ые точно приводит/ят к открыванию устьиц является/ются: \_\_\_\_\_
- C. Фактор/ы, который/ые точно не оказывают влияния на открывание/закрывание устьиц является/ются: \_\_\_\_\_
- D. Фактором/ами, влияние которого/рых не может быть точно установлено в ходе данного эксперимента, является/ются: \_\_\_\_\_

Варианты:

1. Свет как единственный фактор
2. Темнота как единственный фактор
3. Кислое значение **pH**
4. Маннитол
5. Неизвестное вещество
6. Только 10mM **KCl**
7. Только 100mM **KCl**
8. **CaCl<sub>2</sub>**
9. Только абсцизовая кислота
10. Абсцизовая кислота и кислое значение **pH**

**Q. 1. 6. (2,5 балла)** Правильным объяснением для наблюдений, сделанных при обработке способами, указанными в пунктах 7 и 8 является:

- a. Увеличение кислотности замыкающих клеток приводит к открыванию в плазматической мембране  $K^+$ -каналов. Это приводит к поступлению ионов  $K^+$  и молекул воды в замыкающие клетки.
- b. Поскольку  $pK_a$  абсцизовой кислоты близко к 5,0, большинство молекул остается при  $pH$  4,0 в недиссоциированном состоянии. Это ускоряет их поступление в замыкающие клетки.
- c. В обоих случаях не наблюдалось никакого эффекта, поскольку не было водного стресса.
- d. Абсцизовая кислота является сильной кислотой и действует лучше всего при очень низких (кислых) значениях  $pH$ .

Отметьте галочкой ( $\checkmark$ ) в соответствующей клетке **в Q.1.6 Листа Ответов**

a	b	c	d

**Q. 1. 7. (2,5 балла)** Что из нижеследующего правильно объясняет влияние маннитола на устьичную щель?

- a. Маннитол является высоко гидрофильным веществом и ограничивает поступление молекул воды в замыкающие клетки.

- b. Высокая концентрация маннитола во внеклеточной жидкости усиливает поступление  $K^+$ ,  $Cl^-$  и  $Ca^{++}$  в замыкающие клетки. Это также приводит к поступлению молекул воды в клетки.
- c. Поступление маннитола в замыкающие клетки повышает осмотическое давление, что приводит к поглощению воды.
- d. Высокая концентрация растворенного маннитола приводит к выходу воды из замыкающих клеток.
- e. Поступление маннитола в замыкающие клетки сбалансировано выходом  $K^+$  и  $Ca^{++}$ , что приводит к выходу воды из замыкающих клеток.

Отметьте галочкой ( $\checkmark$ ) в соответствующей клетке в **Q.1.7 Листа Ответов**

a	b	c	d	e

**Q. 1. 8. (2,5 балла)** Вы уже наблюдали влияние неизвестного вещества на устьица (Обработка 5: Листья были помещены в раствор, содержащий 10 mM  $KCl$ , 0,1 mM  $CaCl_2$ , pH 7,0 и неизвестное вещество, и выдержаны в темноте в течение 2 часов). Эти результаты предполагают, что это вещество может быть использовано для:

- уничтожения сорняков за счет возрастания уровня дыхания.
- сохранения срезанных растений длительное время свежими за счет предотвращения потери воды.
- уничтожения сорняков, поскольку это вещество является токсином, вызывающим увядание.
- повышения урожайности в засушливых регионах за счет повышения уровня фотосинтеза.

е. усиления роста растений за счет снижения фотодыхания.

Отметьте галочкой (✓) правильный ответ в соответствующей клетке **в**

**Q.1.8 Листа Ответов.**

a	b	c	d	e

**Q. 1. 9. (2 балла)** В этом задании вы изучали влияние различных факторов на открытие и закрытие устьичной щели. Подобные эксперименты были проведены учеными, которые установили, что свет активирует молекулы зеаксантина, находящегося в замыкающих клетках, который в свою очередь, активирует АТФ-зависимый протонный насос мембраны замыкающих клеток. Исходя из этой информации и наблюдений, сделанных в этом задании, вам необходимо расположить последовательно события, участвующий в реакции устьиц на свет. Поставьте цифру, соответствующую правильному варианту, напротив каждой стадии **в Q.1.9 Листа Ответов**

Механизм:

Стадия I: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Стадия II: \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_

Стадия III: \_\_\_\_\_

Стадия IV: \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Стадия V: \_\_\_\_\_

Стадия VI: \_\_\_\_\_

Стадия VII: \_\_\_\_\_

Варианты:

- 1) Активация зеаксантина светом
- 2) Активация АТФ-зависимого протонного насоса
- 3) Закрытие устьиц
- 4) Вход в клетки  $K^+$
- 5) Выход из клеток  $K^+$
- 6) Изменение мембранного потенциала
- 7) Выход из клеток  $Ca^{++}$
- 8) Выход из клеток протонов
- 9) Приток молекул воды
- 10) Выход молекул воды
- 11) Открытие устьиц

---

## **Задание 2 (14 баллов)**

### **Изучение анатомии растения и ее взаимосвязи со средой обитания**

Постарайтесь выполнить это задание за 30 минут

<b>Материалы и оборудование</b>	<b>Количество</b>
1. Свежеприготовленные образцы растения	
(i) Лист в чашке Петри (обозначенный X)	1
(ii) Стебель в чашке Петри (обозначенный Y)	1
2. Бинокулярный микроскоп	1
3. Безопасные лезвия	2
4. Предметные стекла	2
5. Коробочка с покровными стеклами	1
6. Часовое стекло	3
7. Раствор красителя сафранина (обозначенный S)	1
8. Кисточка	1

### **Введение**

Растения, произрастающие в различных условиях, имеют различные приспособления. Эти приспособления растений могут быть исследованы как макроскопически, так и микроскопически и соотнесены с их условиями обитания.

В этом задании вы будете исследовать анатомию предоставленных образцов, используя следующий метод. Лист X и стебель Y принадлежат одному и тому же растению.

### **Метод**

1. Приготовьте тонкий поперечный срез образца листа (X).
2. Окрасьте его раствором красителя сафранина в течение 30 - 60 секунд.
3. Промойте срез дистиллированной водой и поместите его в каплю воды на чистое предметное стекло.
4. Накройте препарат покровным стеклом и рассмотрите его под микроскопом при увеличении объектива 10X.
5. Повторите шаги 1- 4 для образца стебля (Y).

### **Наблюдение образца листа:**

Рассмотрите срез листа и ответьте на **Вопросы Q. 2.1 и Q. 2.2.**

**Q. 2. 1. (4 балла)** Выберите соответствующую букву из дихотомических ключей 1 и 2, предоставленных в **Приложении 2.1** и внесите ответ **в Q. 2.1.I. и Q. 2.1.II. Листа Ответов.**

**Примечание:** Схематическое изображение некоторых структур растения дается вам для справок в **Приложении 2.2.**

I. Трихомы

II. Устьица

**Q. 2.2. (4 балла)** Основываясь на ваших наблюдениях среза листа, отметьте галочкой (✓) соответствующую клетку **в Q. 2.2 Листа Ответов**

	Наличие	Отсутствие
1. Кутикула	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Склеренхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Колленхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Аэренхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Запасающая воду ткань	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Железы (группы клеток):		
a. Клетки масляно-эфирных путей	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Солевая железка (солевыводящие клетки)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Пищеварительные клетки	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Наблюдение образца стебля:**

Рассмотрите срез стебля и отметьте галочкой (✓) соответствующую клетку **в Q. 2.3. Листа Ответов.**

**Q. 2.3. (3,5 балла)**

	Наличие	Отсутствие
1. Кутикула	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Склеренхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Колленхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Аэренхима	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Запасающая воду ткань	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Проводящий пучок:	Открытый	Закрытый
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Коллатеральный	Биколлатеральный
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Q. 2.4. (2,5 балла)** Основываясь на ваших наблюдениях образцов X и Y, определите тип растения, к которому принадлежат образцы.

- a. Мезофит
- b. Суккулентный ксерофит
- c. Погруженный в воду гидрофит
- d. Плавающий на поверхности гидрофит
- e. Насекомоядный мезофит
- f. Паразитический мезофит
- g. Галофит
- h. Пресноводный гидрофит

Отметьте галочкой (✓) соответствующую клетку **в Q. 2.4. Листа Ответов.**

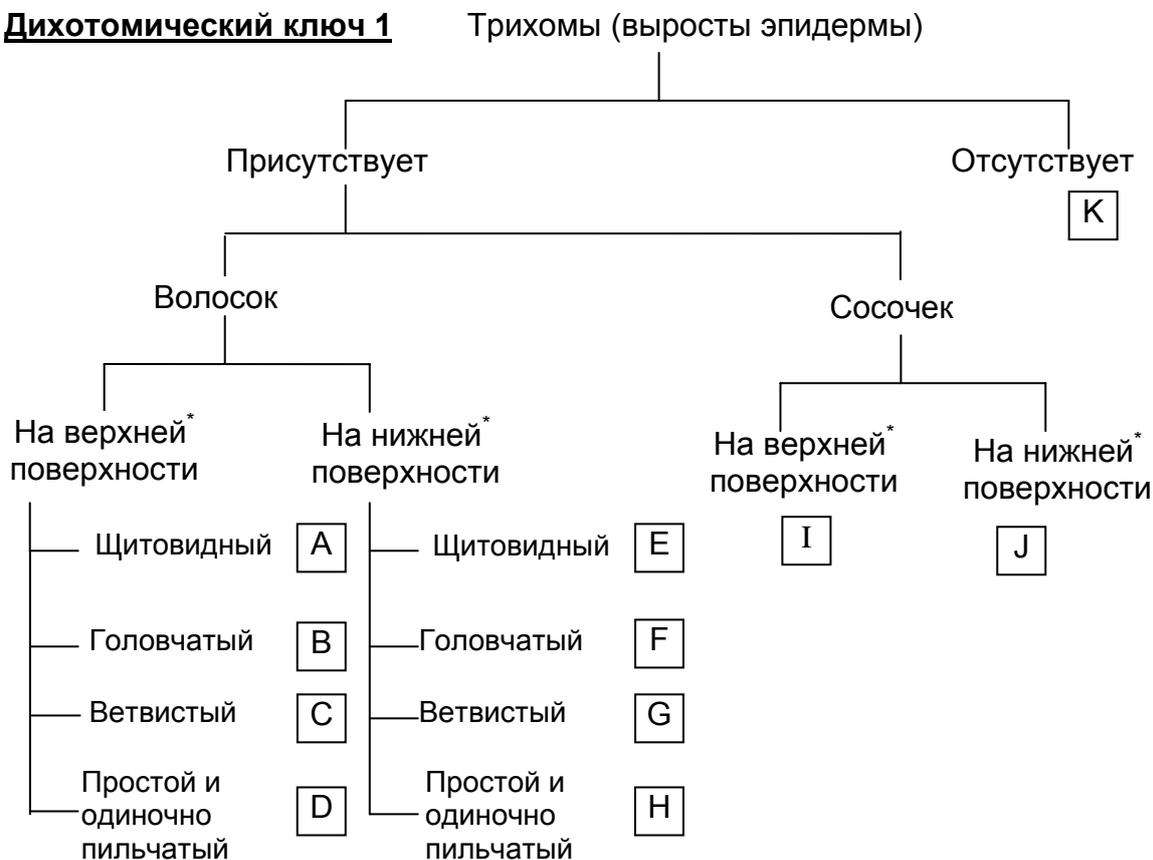
**(В этом вопросе за правильное объяснение будут зачтены баллы лишь в том случае, если оно согласуется с вашими наблюдениями.)**

a	b	c	d	e	f	g	h

\*\*\*\*\* КОНЕЦ ПРАКТИЧЕСКОГО ТЕСТА 1 \*\*\*\*\*

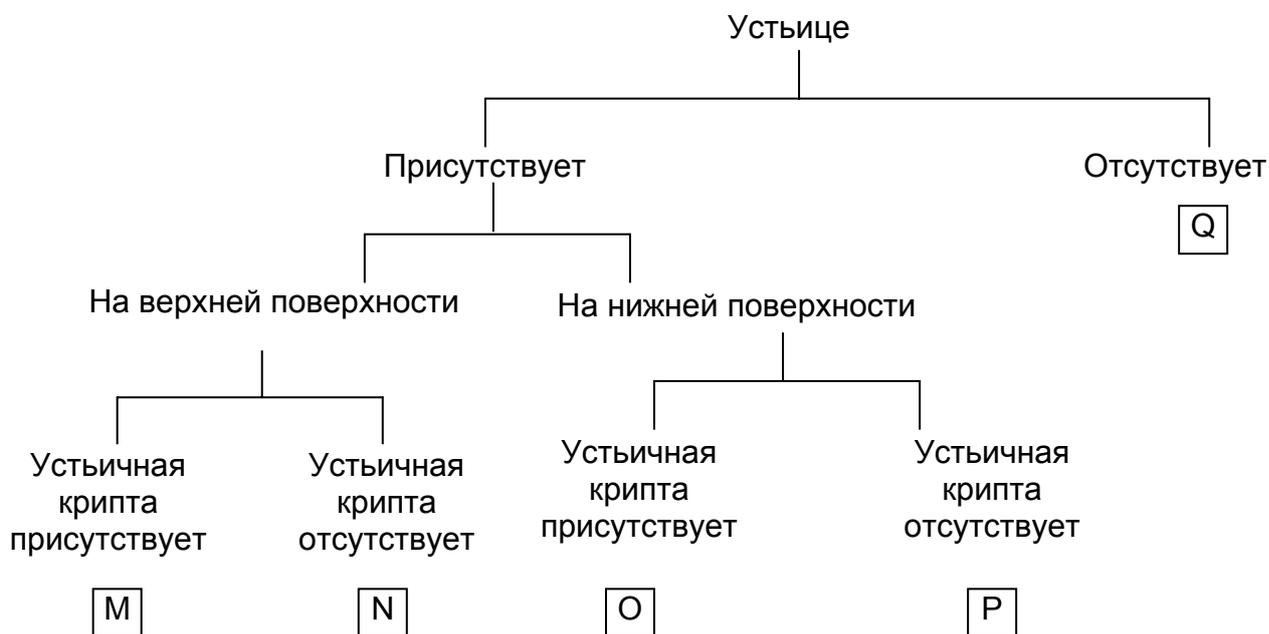
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2.1

### Дихотомический ключ 1

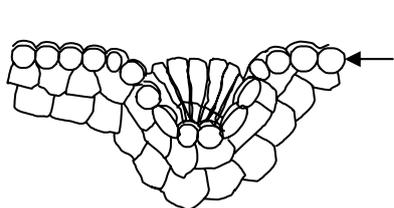


\*Примечание: Верхняя поверхность обращена к стеблю, нижняя – от стебля.

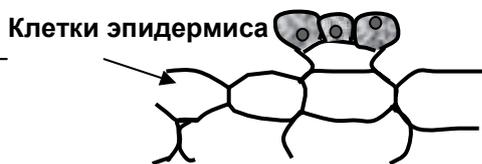
### Дихотомический ключ 2



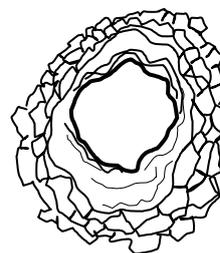
**ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2**



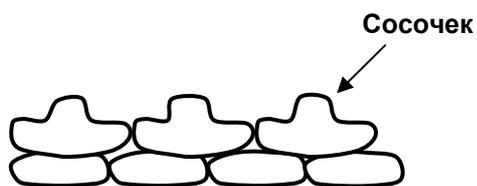
**Рисунок 1: Солевая железа**



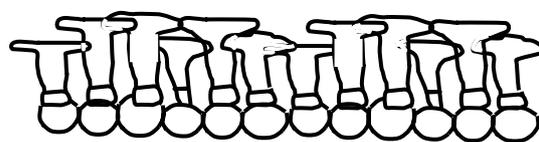
**Рисунок 2: Пищеварительные клетки**



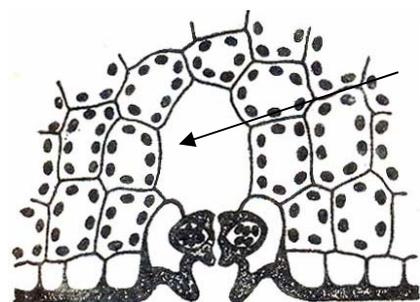
**Рисунок 3: Клетки масляно-эфирных путей**



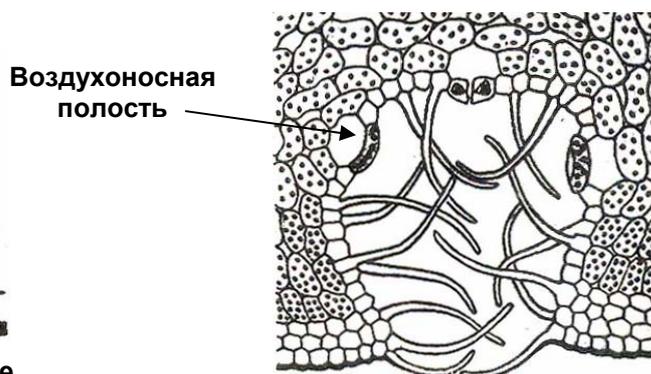
**Рисунок 4: Сосочки эпидермиса**



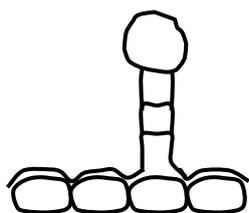
**Рисунок 5: Щитовидные волоски**



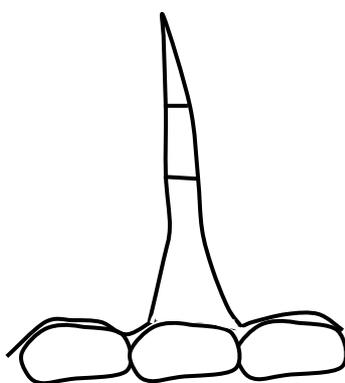
**Рисунок 6: Погруженное устьице**



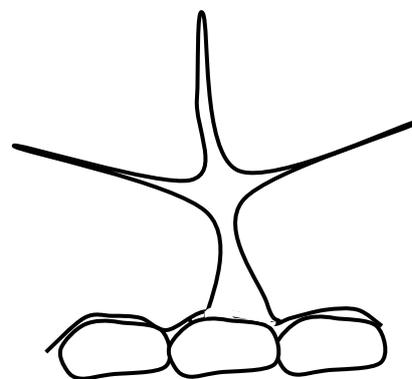
**Рисунок 7: Устьичная крипта**



**Рисунок 8: Головчатый волосок**



**Рисунок 9: Одиночно пальчатый Трихом (волосок)**



**Рисунок 10: Ветвистый Трихом (волосок)**

\*\*\*\*\*