

# 19<sup>th</sup> INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

13<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> July, 2008

Mumbai, INDIA



실험 평가 1

식물 형태 및 생리

총점: 47

시간: 60분

학생에게,

- 이 시험에서 학생은 다음 두 실험 평가 과제를 수행합니다 :
  - 과제1 : 기공의 운동에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 (33점)
  - 과제2 : 식물 형태와 서식지와의 상관 관계 연구 (14점)
- 실험 결과와 답은 반드시 답안지에 쓰시오.  
문제지에 기록한 답은 채점되지 않으니 조심하십시오.
- 각 실험 과제에 필요하다고 적힌 실험 재료와 기구를 모두 받았는지 반드시 확인하십시오.  
준비물에서 빠진 것이 있으면 노란색 카드를 쓰시오.
- 시험이 끝나면, 답안지와 문제지를 모두 봉투에 넣으시오.  
감독관이 이 봉투를 회수할 것입니다.

행운을 빕니다!

---

국가명: \_\_\_\_\_

국가 코드 번호: \_\_\_\_\_

이름: \_\_\_\_\_

성: \_\_\_\_\_

학생 번호: \_\_\_\_\_

## 과제1 (33점)

### 기공의 운동에 영향을 주는 요인에 관한 연구

이 과제는 30분 안에 수행하고 마쳐야 합니다.

#### 재료 및 기구

재료 및 기구	수
1. 1부터 8까지 빨간 뚜껑에 표지된 시료	8
2. 복합 쌍안 현미경	1
3. 슬라이드 글라스	8
4. 커버 글라스 1박스	1
5. 고글 (보호용 안경)	1
6. 핀셋	1
7. 솔	1
8. 증류수가 담겨 있는 세척병	1
9. 마크가 가능한 유성펜	1
10. 티슈 종이	1
11. 쓰레기통	1



## 서론

기공은 모든 유관속 식물에서 현미경으로 관찰 가능한 특수화된 세포이다. 현미경적 기공은 식물 세포와 외부 환경 사이에서 가스의 교환을 가능하게 한다. 기공은 또한 식물에서 수분이 증발되는 자리이기도 하다. 온도, 습도, 빛의 강도 같은 다양한 환경요인들이 기공의 개폐에 영향을 끼친다.

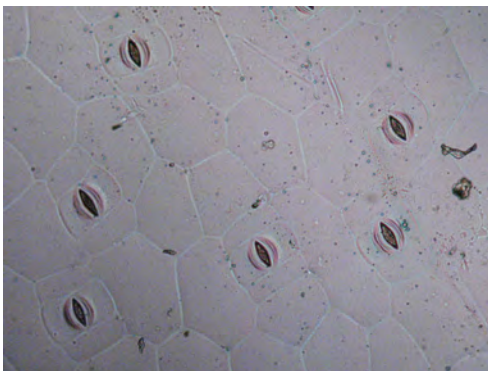
**문제 1.1. (3점)** 아래에 기공에 관한 몇 개의 서술이 있다. 서술이 옳은지 그른지를 판단하고 답안지에 있는 문제 1.1.에 대한 표에 맞는 자리에  $\checkmark$ 로 표시하라.

	진술	맞음	틀림
a.	공변세포는 표피세포로만 되어 있으며 엽록체를 가지고 있다.		
b.	어떤 식물체의 기공지수(stomatal Index)는 일정한 잎의 면적에서의 기공 수의 비율인데 정해진 면적에서 관찰되는 총 표피세포와 기공의 수를 합한 수 대비 기공의 수로 결정된다.		
c.	기공은 피자(속씨) 식물에서만 나타나는 특징이다.		
d.	열려진 기공의 면적이 커질수록 기공의 단위면적 당 증산량이 증가한다.		
e.	기공지수(stomatal Index)는 일정한 종에서는 항상 일정하다.		
f.	기공이 잎의 뒷면에만 있는 식물은 대부분이 물 속에 잠겨있는 침수식물이다.		

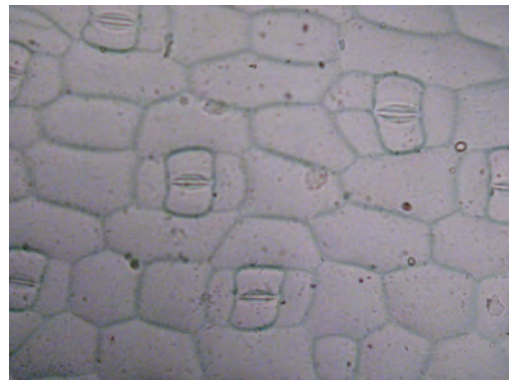
기공은 잎의 표피를 얇게 벗겨서 관찰할 수 있다. 다른 방법으로 잎 조직을 손상시키지 않고 잎을 얇은 필름으로 찍어서 기공을 관찰하는데 그 과정은 : 색이 없는 매니큐어 (nail polish)를 잎에 아주 얇게 바른다. 마르기를 기다려서 핀셋으로 벗겨낸 후 찍힌 자국을 슬라이드 글라스에 놓고 물을 한 방울 떨어뜨리고 커버 글라스를 덮은 후 현미경으로 관찰한다.

기공이 열렸는지 닫혔는지는 찍힌 자국에서 쉽게 구별할 수 있다. 찍힌 자국이 현미경을 통해 아래와 같이 보였다.

기공이 열린 상태 : (10X)



기공이 닫힌 상태 : (10X)



이번 과제에서 기공의 개폐에 관계하는 여러 가지 요인에 관해 공부하게 될 것이다. 이번 실험들은 특별한 조건에서 각각 다른 화학 물질이 녹아 있는 용액에 잎을 담궈서 수행하였다.

**문제 1.2. (0.5점)** 이 실험을 통해 나타난 결과로 가장 적합한 것은 :

- a. 중생식물
- b. 수생식물
- c. 건생식물
- d. 염생식물

올바른 칸에 (√)마크로 표시하라. (**문제 1.2의 답안지 안에 표기**)

a.	b.	c.	d.

**문제 1.3. (2점)** 이 실험에서 100mM의 칼륨이온( $K^+$ )과 0.1mM의 칼슘이온( $Ca^{++}$ )이 포함된 pH 4.0의 용액이 필요하다. 다음 보기에서 이 용액을 제조하는 정확한 방법을 선택하라. 그리고 첨가해야 하는 KCl의 양과 10mM  $CaCl_2$ 의 부피를 계산하라.

$K^+$ 의 원자량은 39.1이고 염소이온(Cl)은 35.5이다.

- a. pH 4.0의 40ml 시트르산 완충용액에 X g의 염화칼슘(KCl)을 녹인 후 Y ml의 10mM  $CaCl_2$ (염화칼슘)을 첨가하고 용량을 50ml로 맞춘다.
- b. 40ml의 증류수에 X g의 KCl을 녹인다. 5ml의 증류수에 10mM  $CaCl_2$  용액 Y ml를 첨가한다. 2개의 용액을 혼합하고 염산을 사용하여 pH를 4.0으로 조정하고 부피를 50ml로 맞춘다.
- c. 50ml의 증류수에 X g의 KCl을 녹인다. 여기에 10mM  $CaCl_2$  용액 Y ml를 첨가한 후 부피를 50ml로 맞춘 후에 pH를 4.0으로 조절한다.

맞는 칸에 (√) 표시하십시오. (**문제 1.3의 답안지 자리에 표기**)

a.	b.	c.

X = \_\_\_\_\_ g KCl

Y = \_\_\_\_\_ ml 10mM  $CaCl_2$

## 실험

기공에 관한 다양한 요인들의 효과를 알아보기 위해 식물의 잎을 8가지 다른 방법으로 처리하였다. 이 방법들에 의해 얻어진 잎 자국(imprints)들을 각각 1~8번까지 빨간 뚜껑에 표지하여 제공하였다. 편의를 위해서 8가지의 처리를 도표에 요약해서 제공하였음에 주의하라.

**처리1** : 잎을 100mM의 염화칼슘(KCl), 0.1mM의 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>)을 가진 pH가 7.0인 용액에 담그고 빛에 2시간 동안 두었다.

**처리2** : 잎을 10mM의 KCl 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>를 가진 pH가 7.0인 용액에 담근 후 어두운 곳에 2시간 두었다.

**처리3** : 잎을 만니톨이 0.5M이며 100mM의 KCl, 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>를 가진 pH가 7.0인 용액에 담근 후 빛에 2시간 동안 두었다.

**처리4** : 잎을 10mM의 KCl, 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>를 가진, pH가 4.0으로 조정된 용액에 담그고 어두운 곳에 2시간 동안 두었다.

**처리5** : 잎을 10mM의 KCl, 0.1mM CaCl<sub>2</sub>를 함유하고 있으며 pH가 7.0이고 알 수 없는 화학물질이 포함된 용액에 담그고 어두운 곳에 2시간 동안 두었다.

**처리6** : 잎을 100mM KCl, 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>가 포함되고 pH4.0인 용액에 담그고 밝은 곳에 2시간 동안 두었다.

**처리7** : 잎을 100mM의 KCl, 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>, 10mM의 앱시스산을 가진 pH가 7.0인 용액에 담근 후 밝은 곳에 2시간 동안 두었다.

**처리8** : 잎을 100mM의 KCl, 0.1mM의 CaCl<sub>2</sub>, 10mM의 앱시스산을 가지고 pH가 7.0인 용액에 담근 후 밝은 곳에 2시간 동안 두었다.

처리	KCl	CaCl <sub>2</sub>	pH	빛	앱시스산	만니톨	알 수 없는 화학물질
1	100mM	0.1mM	7.0	2 시간 빛	-	-	-
2	10mM	0.1mM	7.0	2 시간 어둠	-	-	-
3	100mM	0.1mM	7.0	2 시간 빛	-	0.5M	-
4	10mM	0.1mM	4.0	2 시간 어둠	-	-	-
5	10mM	0.1mM	7.0	2 시간 어둠	-	-	예
6	100mM	0.1mM	4.0	2 시간 빛	-	-	-
7	100mM	0.1mM	7.0	2 시간 빛	10 $\mu$ M	-	-
8	100mM	0.1mM	4.0	2 시간 빛	10 $\mu$ M	-	-

**문제 1.4. (8점) 찍힌 자국 관찰하기**

- (i) 찍힌 자국을 붓을 사용하여 조심스럽게 용기에서 꺼낸다. 찍힌 자국을 제대로 꺼내기 위해 병을 조심스럽게 흔들어 보기도 해라.
- (ii) 슬라이드 글라스에 물을 한 방울 떨어뜨리고 찍힌 자국을 얹어 놓는다.
- (iii) 커버 글라스를 덮고 주위의 물을 제거한 후 10배의 대물렌즈로 관찰하라.

때로는 염색이 되지 않은 재료를 관찰할 수도 있는데 그런 경우 현미경을 적당한 상태로 조정하고 관찰하라.

- (iv) **답안지의 표 1.4.**에 관찰한 결과를 기록하라. 당신은 한 재료에서 최소한 20개 이상의 기공을 관찰할 필요가 있다.

**표 1.4.**

처리	관찰된 총 기공 수	열려진 기공 수	닫혀진 기공 수
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			



## 해석

### 문제 1.5. (10점)

주어진 조합의 실험 결과와 관찰에 근거하여 문제 1.5.A부터 문제 1.5.D까지의 질문을 답안지의 해당란에 적으시오. 아래의 보기에서 빈칸에 맞는 번호를 골라서 있는 대로 적으시오.

- A. 명확하게 기공을 닫히게 하는 요인(들)은 : \_\_\_\_\_  
B. 명확하게 기공을 열리게 하는 요인(들)은 : \_\_\_\_\_  
C. 명확하게 기공의 닫힘과 열림과는 관계가 전혀 없는 요인(들)은 : \_\_\_\_\_  
D. 이 실험에서는 그 효과를 명확하게 알기 어려운 요인(들)은 : \_\_\_\_\_

보기 :

1. 빛 안
2. 어둠 안
3. 산성 pH
4. 만니톨
5. 알 수 없는 화학물질
6. 10mM의 염화칼륨만
7. 100mM의 염화칼륨만
8. 염화칼슘
9. 앱시스산만
10. 앱시스산과 산성 pH

문제 1.6. (2.5점) 처리7과 처리8의 관찰에 대한 정확한 설명은 :

- a. 공변세포의 산성화는 원형질막의 칼륨 경로( $K^+$  channel)을 열리게 한다. 이 결과로 공변세포에  $K^+$  이온과 물 분자가 유입된다.
- b. 앱시스산과 pKa가 5.0에 근접하면 pH 4.0에서는 대부분의 분자들이 결합하지 않은 채 남아 있다. 이것은 이 분자들이 공변세포로 유입되는 것을 촉진한다.
- c. 수분 스트레스가 없기 때문에 2개의 처리는 아무런 효과가 없는 것으로 관찰되었다.
- d. 앱시스산은 강산이기 때문에 아주 산성이 강한 조건에서 최적의 활성을 보인다.

문제 1.6.의 답지에 (√)로 표기하여라.

a.	b.	c.	d.

**문제 1.7. (2.5점)** 기공개폐의 기작에 관한 만니톨의 효과에 대해 다음 중 정확하게 서술한 것은?

- a. 만니톨은 친수성이 높은 기질이며 물 분자의 공변세포 유입을 제한한다.
- b. 세포 외액에 만니톨의 농도가 높아지면,  $K^+$ ,  $Cl^-$ 와  $Ca^{++}$ 이온이 공변세포에 유입되는 것을 촉진한다. 이것은 또 물 분자가 세포로 유입되는 것을 유도한다.
- c. 만니톨이 공변세포에 유입되면 용질전위(solute potential)를 상승시켜 물의 흡수를 유도한다.
- d. 용질인 만니톨의 농도가 높아지면 결과적으로 공변세포로부터 물이 빠져나오게 된다.
- e. 공변세포에 만니톨이 들어가면  $K^+$ 와  $Ca^{++}$ 의 유출로 상호평형(counter balance)이 이루어져 공변세포로부터 물이 빠져나오게 된다.

**문제 1.7.의 답지에** 맞는 것에 (√)표 하라.

a.	b.	c.	d.	e.

**문제 1.8. (2.5점)** 당신은 이미 (처리5)에서 알 수 없는 화학물질이 기공에 미치는 효과를 관찰하였다. 이 결과들은 이 화학물질이 다음 중 어느 것에 유용하다는 것을 암시한다 :

(처리5 : 잎은 처리5번과 같이 10mM KCl과 0.1mM  $CaCl_2$ 가 포함되고 pH가 7.0으로 맞추어 졌으며 알 수 없는 화학물질이 포함된 용액에 담근 후 어두운 곳에 2시간 동안 두었다)

- a. 호흡률을 증가시키는 방법으로 잡초 제거
- b. 수분 손실을 방지하여 잘려진 식물이 오랫동안 신선하게 유지되도록 한다.
- c. 식물체의 독성으로 시들게 하는 작용으로 잡초 제거
- d. 광합성의 효율을 증가시켜 건조한 지역에서 작물의 생산율을 증가시킨다.
- e. 광호흡을 감소시켜 식물 성장을 증가시킨다.

**문제 1.8.의 답안지에** 맞는 것을 (√)표 하시오.

a.	b.	c.	d.	e.

**문제 1.9. (2점)** 이 과제에서 당신은 기공 세포의 개폐에 관련된 여러 가지 요인들의 효과를 공부하였다. 비슷한 실험들이 과학자들에 의해 수행되었고, 그들은 빛은 공변세포에 있는 지아산틴(zeaxanthin) 분자를 활성화시키고 차례대로 공변세포의 세포막에 있는 ATP소모 양성자 펌프를 활성화시킨다. 이러한 배경적 지식과 당신이 이 과제에서 관찰한 결과로 기공의 빛에 대한 반응에 대한 순서를 올바르게 나열하여라.

**문제 1.9.의 답지에서** 아래의 보기에서 정확한 순서를 적어 넣어라.

기작 :

단계 I :     1    

단계 II :     2    

단계 III :           

단계 IV :     6    

단계 VI :           

단계 VII :           

단계 VIII :           

보기 :

- 1) 빛에 의한 지아산틴(zeaxanthin)의 활성화
- 2) ATP 활성화에 의한 양성자 펌프의 활성화
- 3) 기공의 닫힘
- 4)  $K^+$  이온의 유입
- 5)  $K^+$  이온의 유출
- 6) 막성 포텐셜의 변화
- 7)  $Ca^{++}$ 의 유출
- 8) 양성자의 유출
- 9) 물 분자의 유입
- 10) 물 분자의 유출
- 11) 기공의 열림

## 과제2 (14점)

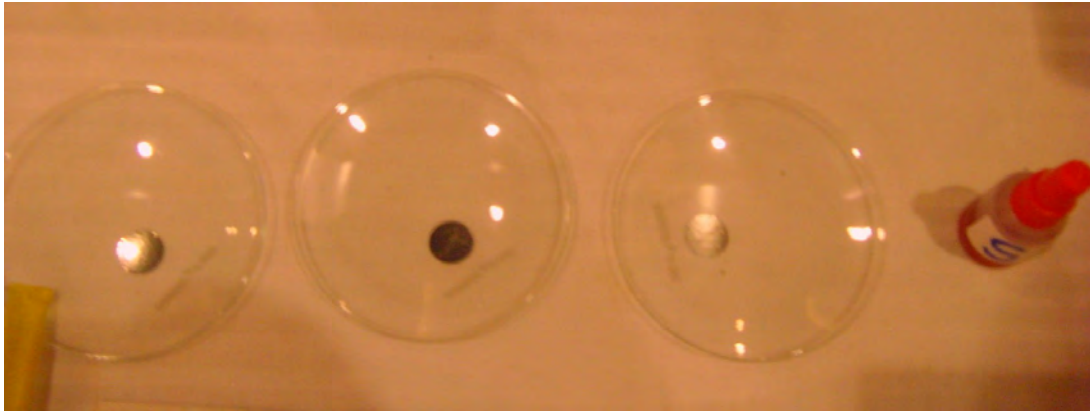
### 식물 형태와 서식지와의 상관관계 연구

30분 이내에 이 과제를 끝마쳐야 한다.

#### 재료와 기구

재료와 기구	수
1. 생체 식물 표본	
(i) 페트리 접시의 잎 (X)로 표지됨	1
(ii) 페트리 접시의 줄기 (Y)로 표지됨	1
2. 쌍안 현미경	1
3. 면도칼	2
4. 슬라이드 글라스	2
5. 커버 글라스	1
6. 시계 접시	3
7. 사프란인 염색액 (S로 표지됨)	1
8. 술	1





## 서론

서식지가 다른 곳에서 자라는 식물은 다양한 적응 기작을 가진다. 이러한 적응은 현미경 부분만 아니라 육안으로도 연구될 수 있으며, 그들의 서식지와 연관된다.

이 과제에서는 다음 방법을 사용하여 주어진 표본의 형태를 연구할 것이다. 표본 X와 Y는 동일한 식물에서 가져온 표본이다.

## 방법

1. 잎 표본 X의 얇은 단면을 만드시오.
2. 사프란인 염색액으로 약 30초에서 60초 정도 염색하시오.
3. 얇게 잘라낸 잎 단면 조각을 증류수로 씻고 깨끗한 슬라이드 글라스 위에 놓고 물을 한 방울 떨어뜨리시오.
4. 커버 글라스로 덮고 10배의 대물렌즈로 관찰하시오.
5. 줄기 표본 Y를 가지고 1-4 단계를 반복하시오.

잎 표본 X에 대한 관찰 :

잎 단면을 관찰하고 문제 2.1.과 문제 2.2에 답하시오.

**문제 2.1.(4점)** 문제부록 2.1.에 주어진 분류키에서 해당하는 문자기호를 선택하여 답안지의 문제 2.1. I.과 문제 2.1. II.에 쓰시오.

주의 : 참고자료로 **부록 2.2.**에 일부 식물구조를 그림으로 설명하였다.

I. 용모

II. 기공

**문제 2.2. (4점)** 잎 단면의 관찰을 근거로 하여 답안지의 문제2.2.에 있는 해당하는 박스에 (√)로 표시하시오.

	있다	없다
1. 큐티클	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 후벽조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 후각조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 통기조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 물 저장 조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 샘 :		
a. 기름 샘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. 소금 샘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. 소화샘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

줄기표본 Y에 대한 관찰 :

줄기 단면을 관찰하고 답안지의 문제 2.3에 있는 해당하는 박스에 (√)로 표시하시오.

**문제 2.3. (3.5점)**

	있다	없다
1. 큐티클	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 후벽조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 후각조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 통기조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 물 저장 조직	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 관다발	형성층이 존재 <input type="checkbox"/>	형성층이 없다 <input type="checkbox"/>
	병립 <input type="checkbox"/>	복병립 <input type="checkbox"/>

**문제 2.4. (2.5점)** 표본 X와 Y의 관찰에 근거하여 이 표본들이 어떤 유형의 식물에 속하는지 아래에서 고르시오.

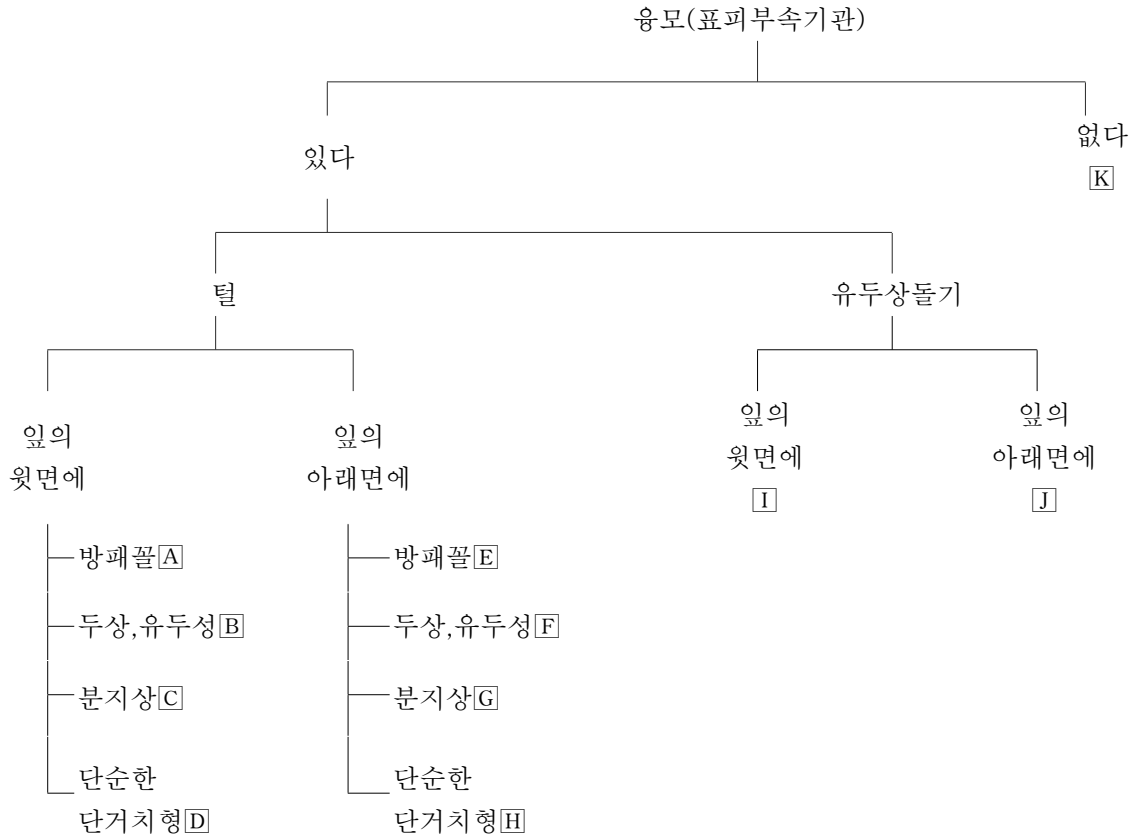
- |              |                |
|--------------|----------------|
| a. 중생식물      | b. 다육성 건생식물    |
| c. 침수식물      | d. 부수식물        |
| e. 벌레잡이 중생식물 | f. 기생성 중생식물    |
| g. 염생식물      | h. 담수(민물) 습지식물 |

답안지의 문제 2.4에 있는 해당하는 박스에 (√)로 표시하시오. (이 질문에서 관찰과 일치하는 해석인 경우 점수를 받을 것이다.)

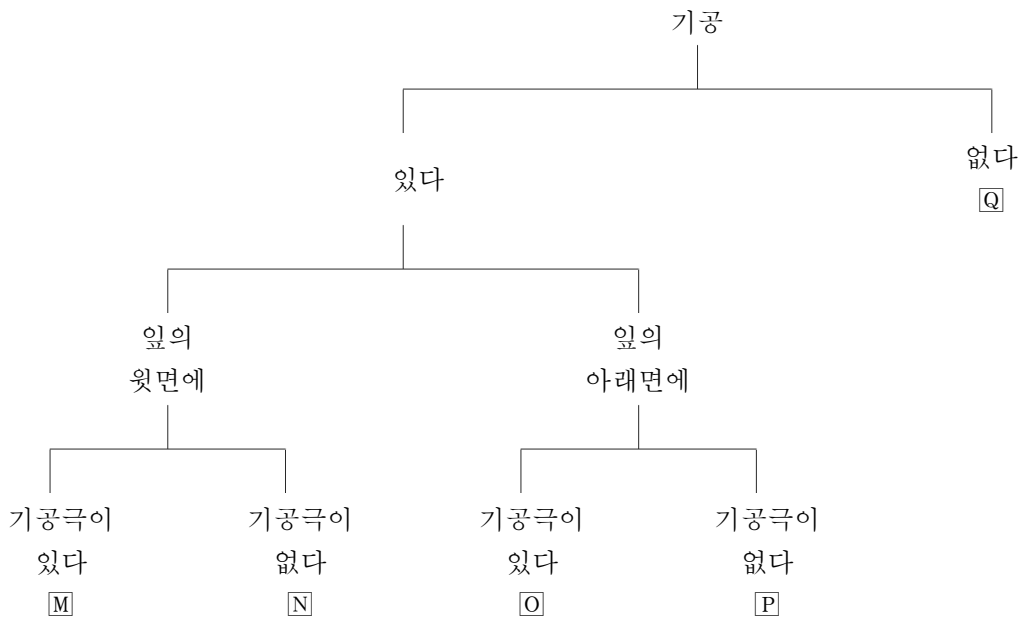
a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.

## 부록2.1

이원분류표 1



이원분류표 2





## 부록2.2

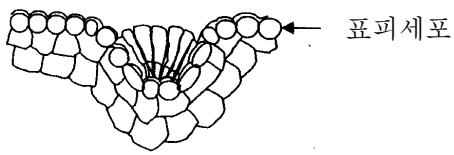


그림 1 : 소금샘

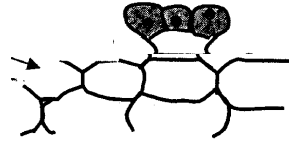


그림 2 : 소화샘

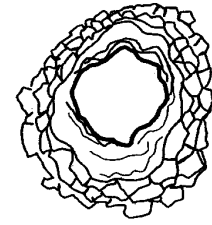


그림 3 : 기름샘

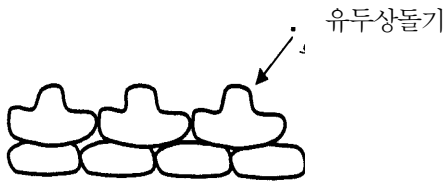


그림 4 : 유두상표피

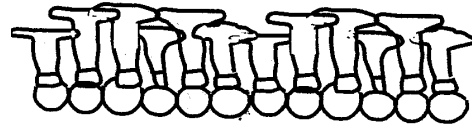


그림 5 : 방패꼴 털

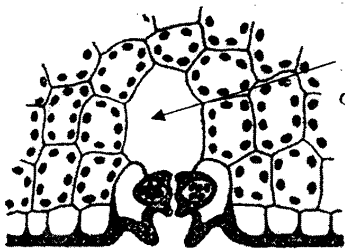


그림 6 : 함몰기공

아-기공방

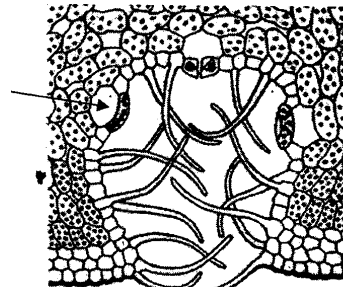


그림 7 : 기공주

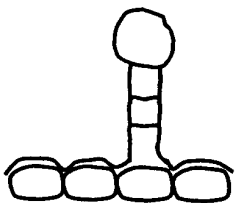


그림 8 : 두상의 털

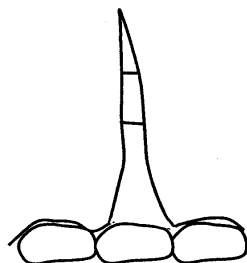


그림 9 : 단거치형 융모

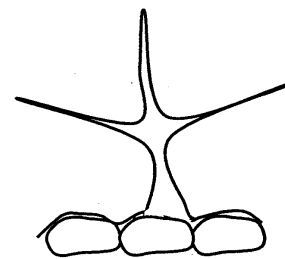


그림 10 : 분지상 융모

\*\*\*\*\* 실험평가 1의 끝입니다 \*\*\*\*\*