

25th INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

5 – 13 July, 2014

INDONESIA



PRACTICAL TEST 2

실험 시험 2

PLANT ANATOMY AND PHYSIOLOGY

식물 해부학 및 생리학

Total points: **96 (총점 96 점)**

Duration: 90 minutes

(시험 시간 90 분)

COUNTRY: 국가명	
STUDENT: 학생번호	

Dear Participants 수험생 여러분

- This test consist of three tasks, 이 시험은 3 개의 과제로 구성되어 있습니다.

Task 1: Determination of plant pigment (36points)

Part A: Qualitative identification of pigments by TLC

Part B: Quantitative measurement of pigments by using spectrophotometer

과제 1: 식물 색소의 측정 (36 점)

A 파트: 박막 크로마토그래피(TLC)를 이용한 색소의 정성분석.

B 파트: 분광광도계를 이용한 색소의 정량 분석.

Task 2: Determination of starch in plant extract (21 points)

과제 2: 식물 추출액에서 녹말 측정. (21 점)

Task 3: Observation of structural adaptation in plants (39 points)

과제 3: 식물의 구조적인 적응 관찰(39 점)

- Please write your country name and student code in the box on title page.
여러분의 나라 이름과 학생 번호를 제목 페이지의 박스에 적으시오.
- You have to write down your results and answers in the Answer Sheet. Answers written in the Question Paper will not be evaluated.**
결과와 답을 답안지에 적으시오. 문제지에 표시된 답은 채점되지 않습니다.
- Write your answers legibly in ink.
답을 명료하게 잉크펜으로 적으시오.
- Please make sure that you have received all the materials and equipment listed for each task.**If any of these items are missing, please raise your hand immediately.**
각 과제의 목록에서 제시된 모든 재료와 기구를 모두 받았는지 확인하십시오. 만약 빠진 것이 있다면 즉시 손을 드시오.
- Safety: Always wear goggle, mask and gloves for TLC experiment (Part A).**
안전 주의 사항: TLC 실험 동안에는 항상 고글, 마스크 및 장갑을 끼시오.(파트 A)
- Stop answering and put down your pen **immediately** when the bell rings.
끝나는 종이 울리면 즉시 답안지 작성을 중지하고 펜을 내려 놓으시오.
- At the end of the test, place the **Answer Sheet** and **Question Paper** in the envelope provided. Our Assistants will collect the envelope from you.
실험이 끝나면 **답안지와 문제지**를 봉투에 넣으시오. 실험조교가 봉투를 회수할 것입니다.

Materials and Equipment (재료 및 기구)

Task 1 (과제 1)

Plant material(식물 재료)

- 2 x 500 μ L of leaf ethanol-extract labeled A and B (in 1.5 mL microtube)
A 와 B 로 표시된 500 μ L 의 잎 에탄올-추출액 튜브 2 개 (1.5mL 마이크로튜브에 담겨 있음)
- 2 x 1000 μ L of leaf ethanol-extract labeled C and D (in 1.5 mL microtube)
C 와 D 로 표시된 1000 μ L 의 잎 에탄올-추출액 튜브 2 개 (1.5mL 마이크로 튜브에 담겨 있음)

Solution and reagents: (용액과 시약)

- 200 mL of hexane:acetone mixture (200 mL 의 헥산:아세톤 혼합액)
- 25 mL of alcohol (EtOH) [25 mL 의 에탄올(EtOH)]

Technical material (장비 및 도구)

- 1 TLC tank (TLC 탱크 1 개)
- 1 Micropipette 20-200 μ L and yellow tips (1 box)
20-200 μ L 마이크로파이펫 1 개와 옐로우 팁 1 박스
- 1 Micropipette 100-1000 μ L and blue tips (1 box)
100-1000 μ L 마이크로파이펫 1 개와 블루 팁 1 박스
- 2 Cuvettes (큐벳 2 개)
- 1 Cuvette rack (큐벳 꽃이 1 개)
- 2 Falcon tubes (15 mL) (15mL 팔콘 튜브 2 개)
- 1 Timer (타이머 1 개)
- 1 TLC plate (10 x 20 cm²) (TLC 판 1 개, 10 x 20 cm²)
- 1 Filter paper (20 x 20 cm²) (필터페이퍼 1 개, 20 x 20 cm²)
- 1 Forceps (핀셋 1 개)
- 1 Pencil and sharpener (연필과 연필깎이 각 1 개)
- 1 Ruler (자 1 개)
- 1 Calculator (계산기 1 대)
- 1 Pair of gloves (장갑 1 짝)
- 1 Goggle (보안경 1 개)
- 1 Mask (마스크 1 개)
- 2 Cuvette label (큐벳 라벨지 2 개)

Task 2 (과제 2)

Plant material: (식물 재료)

- 2 x 1000 μ L of root extracts labeled C7 and C8 (in 1.5 mL microtube)
C7 과 C8 으로 표시된 1000 μ L 의 뿌리 추출액 2 튜브 (1.5 mL 마이크로튜브에 들어있음) .

Solution and reagents: (용액과 시약)

- 1500 μ L of 250 ppm starch stock (250 ppm 녹말 용액 1500 μ L)
- A bottle of I_2KI reagent [요오드화 칼륨 (루골)용액 1 병]
- A bottle of H_2O (증류수 1 병)

Technical material: (장비 및 도구)

- 1 Micropipette 100-1000 μ L and blue tips (1 box)
100-1000 μ L 마이크로파이펫 1 개와 블루 팁 1 박스
- 4 Cuvettes (큐벳 4 개)
- 2 Microtubes (Eppendorf tubes) (1.5 mL) [1.5 mL 마이크로 (에펜도르프) 튜브 2 개]
- 1 Timer (타이머 1 개)
- 1 Pair of gloves (장갑 1 짝)
- 1 Calculator (계산기 1 대)
- 4 Cuvette labels (큐벳 라벨지 4 개)

Task 3 (과제 3)

Plant material: (식물 재료)

- 3 x plant specimens labeled X, Y and Z (in Falcon 15 mL)
15 mL 팔콘 튜브 속에 X, Y 및 Z 로 표시된 3 개의 식물 표본

Solution and reagents: (용액 및 시약)

- A bottle of H_2O (증류수 1 병)
- A bottle of Aniline Sulphate : stain lignin – yellow color
(황산 아닐린 1 병, 리그닌 염색 – 노란색)
- A bottle of Sudan III stain lipid, i.e. suberin – red color
(수단 III 용액 1 병, 슈베린과 같은 지질 염색 – 붉은 색)

Technical material (장비 및 도구)

- 1 microscope (현미경 1 대)
- 2 razor blades (면도날 2 개)

- 6 microscope slides (슬라이드글라스 6 개)
- 12 cover slips (커버글라스 12 개)
- 1 forceps (핀셋 1 개)
- 1 dissecting needle (해부침 1 개)
- Tissue paper (티슈 종이)

Note : Use given materials properly! No additional materials will be provided in this experiment.

주의: 주어진 재료를 적절하게 사용하십시오. 이 실험에서 추가 재료는 제공되지 않습니다.

Task 1: Determination of plant pigment

과제 1: 식물 색소의 측정

Several plants are resistant to flooding stress by various physiological and morphological defense mechanisms. Prolonged levels of water stress may cause several physiological symptoms resulting in death.

몇몇 식물은 다양한 생리적 및 형태적 방어 기작을 통해 침수 스트레스(flooding stress)에 저항성을 가진다. 장기간의 수분 스트레스는 여러 생리적 증상을 유발하여 결국 식물을 죽게 만든다.

In this task, plants were grown for 2 weeks with 12/12 h(light/dark) photoperiod and exposed either to flooding treatment or normal watering as control.

이 과제에서는 12/12 시간(명/암) 광주기 아래에서 2 주 동안 식물을 기른 다음, 실험군 식물은 침수처리하고, 대조군 식물에는 정상적으로 물을 주었다.

To analyze the physiological conditions, leaf samples of stressed and normal plants were extracted and analyzed for pigments. These include qualitative observation by Thin Layer Chromatography (TLC) and quantitative measurement by spectrophotometry analysis.

생리적 조건을 분석하기 위하여 침수된 식물과 정상 식물에서 잎 추출액을 분리하여 색소 분석을 수행한다. 이 분석은 박막 크로마토그래피(TLC)를 이용한 색소의 정성적 분석과 분광광도계를 이용한 색소의 정량적 분석을 포함한다. .

Part A Qualitative identification of pigments by TLC (20points)

파트 A: 박막 크로마토그래피(TLC)를 이용한 색소의 정성분석

You will be provided with one extract from treated-plants and the other from control leaves, arbitrarily labeled A and B to run on TLC plate together. Prepare the task by:

침수 처리된 식물의 추출액과 정상 대조군 식물의 추출액을 무작위로 A 와 B 로 표시하여 여러분에게 제공한다. 이 시료들을 받아서 함께 TLC 판에 건다. 다음과 같이 이 과제를 수행하시오.

- Attach the filter paper provided to one of the inside TLC tank walls.
제공된 필터페이퍼를 TLC 탱크의 안 쪽 벽에 부착하시오.
- Add 200 mL of hexane:acetone (7:3) solution to the TLC tank, and close the lid.
200 mL 의 헥산:아세톤(7:3) 용액을 TLC 탱크에 넣고 뚜껑을 닫으시오.
- Use a pencil to lightly mark the edge of TLC plate 2 cm from bottom, top, left and right edges. Draw lines one on the bottom and one on the top of the TLC plate. Indicate A and B on the bottom line.

TLC 판의 아래, 위, 왼쪽 및 오른쪽 가장자리로부터 각각 2cm 되는 지점에 연필로 살짝 표시하시오. 표시한 점을 연결하여 TLC 판의 위와 아래에 선을 그으시오. 아래 쪽 선에 A 와 B 로 원점을 표시하시오

- Micropipette 100 μ L of Extract A and discharge the extract on the bottom line of TLC plate and repeat with Extract B. Make sure you concentrate the extract on one spot.

마이크로파이펫으로 100 μ L 의 추출액 A 를 TLC 판의 아래 선 원점 A 위에 스폿팅하시오. 마찬가지로 원점 B 에 100 μ L 의 추출액 B 를 스폿팅하시오. 각 추출액을 스폿팅 할 때 하나의 작은 점을 형성하도록 주의하시오.

- Air-dry the plate for 5 minutes then place the plate into the TLC tank.

TLC 판을 5 분간 공기 중에서 말린 다음 TLC 탱크에 넣으시오.

- As the eluent reaches the top line, remove the TLC plate immediately from the tank. Mark the end of the solvent front.

전개용매가 위쪽 선에 도달하면 TLC 판을 탱크에서 바로 꺼내시오. 용매선단(solvent front)의 끝을 표시하시오.

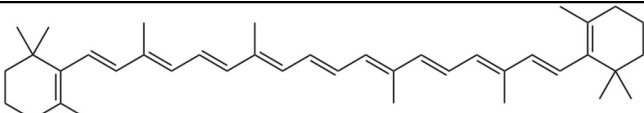
- Remove the TLC plate and place it on the sheet provided with your student code. Raise your hand. An assistant will take a photograph of your TLC plate for grading (**4 points**).

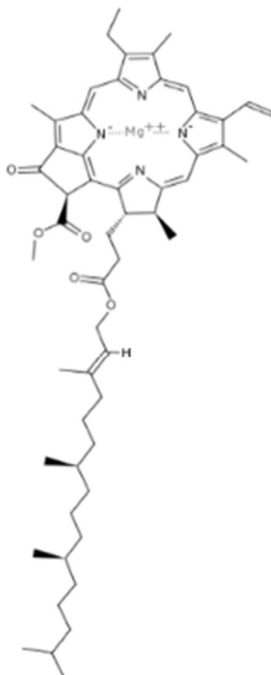
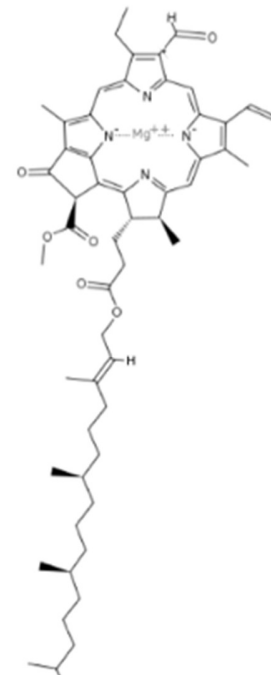
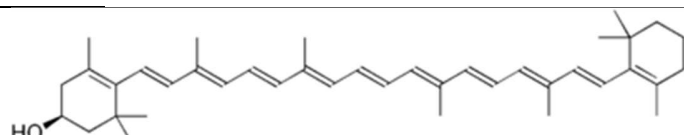
TLC 판을 꺼낸 다음 학생 번호가 적힌 종이에 올려 놓고 손을 드시오. 실험 조교가 여러분의 TLC 판을 사진 촬영할 것입니다. (4 점)

Question 1.1 Calculate the R_f values which are a ratio between distance of center of the spot to start line and distance of eluent from start to stop line and determine tentative name of pigments. Identify the pigments using the Table below (**12 points**).

문제 1.1. ‘아래선(원점)으로부터 정지선까지 전개 용매가 이동한 거리’에 대한 ‘원점으로부터 색소 스팟이 이동한 거리(스팟의 중심까지의 거리)’의 비(ratio)인 R_f 값을 계산하고, 어떤 색소인지를 추정하시오. 아래의 표 1 을 이용하여 어떤 색소인지를 확인하여 그 번호를 답안지에 쓰시오.(12 점)

Table 1. List of 4 major pigments to be identified (확인할 4 개의 주요 색소)

No.	Pigment 색소	Chemical structure 화학구조
1	β -carotene β 카로틴	

2	chlorophyll a 엽록소 a	chlorophyll a	chlorophyll b
3	chlorophyll b 엽록소 b		
4	Xanthophylls 크산토틸		

Question 1.2 Indicate with a tick (✓) if each of the following statements is True or False (**4 points**).

- A. R_f values of chlorophyll a and chlorophyll b are different due to their molecular weights.
- B. R_f values of xanthophylls and β-carotene are different due to their polarity.
- C. Flooding stress affects the concentration of chlorophyll b.
- D. Plant A was grown in flooded conditions.

문제 1.2 아래의 진술이 참인지 거짓인지를 체크 마크(✓)로 표시하시오.(4 점)

- A. 엽록소 a와 엽록소 b의 R_f 값은 그들의 분자량 때문에 서로 다르다.
- B. 엽록소들과 β-카로틴의 R_f 값은 그들의 극성 때문에 서로 다르다
- C. 침수 스트레스는 엽록소 b의 농도에 영향을 미친다.
- D. 식물 A는 침수 조건에서 자랐다.

Part B Quantitative measurement of pigments using spectrophotometer (16 points)

파트 B: 분광광도계를 이용한 색소의 정량 분석.(16 점)

Quantitative measurement using spectrophotometer is essential to determine content of pigment in control and flooded plants. In this task, you will be given leaf extracts C and D.

분광광도계를 이용한 색소의 정량분석은 정상 식물과 침수 스트레스를 받은 식물로부터 색소의 양을 결정하는데 필수적이다. 이 과제에서는 C 와 D 로 표지된 잎 추출액을 분석한다.

1. Transfer 1 mL of each extract into two separate 15 mL Falcon tubes.
2. Dilute each extract to 10 mL with alcohol and mix the solution well.
3. Pipette the diluted Extract C into the cuvette and label with C and repeat for Extract D.
4. **Raise your hand. Lab assistants will take your cuvettes to measure** absorbance (A)($\lambda = 649$ and 665 nm) and provide you with the readings.
5. Calculate the concentrations of chlorophyll a, b and total (mg/L) using the following equations (Wintermans & de Mots, 1965).

$$\text{Total chlorophyll (mg/L)} = 20.0 (A_{649}) + 6.1 (A_{665})$$

$$\text{Chlorophyll a (mg/L)} = -5.76 (A_{649}) + 13.7 (A_{665})$$

$$\text{Chlorophyll b (mg/L)} = 25.8 (A_{649}) - 7.7 (A_{665})$$

1. 추출액 1 mL 씩을 15mL 팔콘 튜브에 각각 넣는다.
2. 여기에 에탄올을 넣어 추출액 전체가 10 mL 이 되도록 희석하고, 용액을 잘 섞는다.
3. 희석된 추출액 C 를 파이펫으로 큐벳에 넣고 C 로 표시한다. 마찬가지로 희석된 추출액 D 를 파이펫으로 큐벳에 넣고 D 로 표시한다.
4. 3 과정이 끝나면 손을 드시오. 실험 조교가 여러분의 큐벳을 가지고 가서 흡광도 $A(\lambda = 649 \text{ and } 665 \text{ nm})$ 를 측정한 다음 측정치를 학생에게 알려줄 것입니다.
5. 아래의 식을 이용하여 엽록소 a, 엽록소 b 및 총 엽록소의 양(mg/L)을 계산하시오.

$$\text{Total chlorophyll (총 엽록소의 양) (mg/L)} = 20.0 (A_{649}) + 6.1 (A_{665})$$

$$\text{Chlorophyll a (엽록소 a) (mg/L)} = -5.76 (A_{649}) + 13.7 (A_{665})$$

$$\text{Chlorophyll b (엽록소 b) (mg/L)} = 25.8 (A_{649}) - 7.7 (A_{665})$$

Question 1.3 Write down the absorbance values into the **Answer Sheet**. Calculate the concentration of total chlorophyll and chlorophylls a and b. (precision: two places after the decimal point) (**10 points**).

문제 1.3 답안지에 흡광도 값을 적으시오. 엽록소 a, 엽록소 b 및 총 엽록소(total chlorophyll)의 농도를 계산하시오(소수점 2 자리까지 계산하시오). (10 점)

Question 1.4 Calculate the ratios of chlorophyll a to b for Extracts C and D (precision: two places after the decimal point)(**2 points**).

문제 1.4 추출액 C와 D에서 엽록소 b에 대한 엽록소 a의 비를 계산하십시오. (소수점 2 자리까지 계산하십시오). (2 점)

Question 1.5 Indicate with a tick (✓) whether each of the following statements is True or False (**4 points**).

- A. Plant C was grown in flooded conditions.
- B. Under the flooding stress, the degradation of chlorophyll b is higher than of chlorophyll a.
- C. Photosynthetic rate in Plant C is higher than in Plant D.
- D. Flood-stress plant has a lower nitrogen absorption than under normal conditions.

문제 1.5 아래의 진술이 참인지 거짓인지를 체크 마크(✓)로 표시하십시오. (4 점)

- A. 식물 C는 침수 조건에서 자랐다.
- B. 침수 스트레스 하에서는 엽록소 b가 엽록소 a 보다 더 잘 분해된다.
- C. 식물 C의 광합성율은 식물D의 광합성율보다 더 높다.
- D. 침수 스트레스를 받은 식물은 정상식물에 비해 더 낮은 질소 흡수를 보인다.

Task 2: Determination of starch content in root extract (21 points)

Under flooded conditions, the respiration of roots and microorganisms quickly deplete the remnant oxygen in the soil. As a result, flooded tissues will rely more heavily on anaerobic metabolic pathways. In this task, you will quantify the effect of the lack of oxygen on the recruitment of carbohydrate from starch reserves using spectrophotometry on extracts from flooded and control plants, arbitrarily labeled C7 and C8.

과제 2: 뿌리 추출액에서의 녹말량 측정 (21 점)

침수 조건에서는 뿌리와 미생물의 호흡으로 인해 토양 내에 남아있는 산소가 급속히 고갈된다. 그 결과 침수된 조직은 무산소성 물질대사에 보다 더 많이 의존하게 된다. 이 과제에서 여러분은 산소 부족이 저장된 녹말로부터 탄수화물을 뽑아내는 데에 미치는 효과를 정량적으로 측정하기 위하여, 무작위로 C7, C8 로 표지된 침수된 식물과 정상적인 대조군 식물로부터의 추출액을 가지고 분광광도법을 이용하게 된다.

Part 2.1 Measurements

In order to quantify starch content using spectrophotometry, you will compare the absorbance of the Lugol-stained plant extracts with the absorbance measured for dilutions of 250 ppm and 100 ppm starch.

파트 2.1 측정

분광광도법을 이용하여 녹말의 양을 측정하기 위하여, 루골액(Lugol soln.)으로 염색된 식물 추출액의 흡광도를 250 ppm 과 100 ppm 녹말 희석액의 흡광도와 비교할 것이다.

Question 2.1 You are provided with a stock solution of 250 ppm starch. Prepare an additional 1000 μL stock solution of 100 ppm. Begin by indicating the required volumes of the 250 ppm starch stock solution and H_2O in the **Answer Sheet**. Pipette these volumes into a fresh microtube and mix well (**1 point**).

문제 2.1 여러분에게는 250ppm 녹말 용액이 제공된다. 1000 μL 의 100ppm 녹말 용액을 만드시오. 먼저, 이것을 만들기 위해 필요한 250ppm 녹말 용액과 증류수의 양을 답안지에 적으시오. 기입된 양을 새 마이크로튜브에 넣고 잘 혼합하시오 (1 점).

Prepare now each of the four samples; starch dilutions of 250 ppm (C4), 100 ppm (C6), plant extracts (C7 and C8) as follows in cuvettes:

1. Pick one of the provided labels and stick it to a cuvette.
2. Pipette of 900 μL of the sample into the cuvette.
3. Add 100 μL of Lugol (I_2KI) solution and mix well.
4. Incubate for 4 minutes at room temperature.

다음과 같은 4 가지 시료를 준비하시오. 즉, 250ppm 녹말 희석액(C4), 100 ppm 녹말 희석액(C6), 식물 추출액 (C7 및 C8)을 각각 넣은 4 개의 시료 큐벳을 다음과 같이 준비하시오.

1. 라벨을 큐벳에 붙이시오.
2. 각 시료 900 μL 를 파이펫으로 큐벳에 넣으시오.
3. 100 μL 의 루골용액(요오드화 칼륨)을 각 튜브에 넣고 잘 혼합하시오.
4. 실온에 4 분간 두시오.

Raise your hand when your samples are ready. The assistant will then collect your samples for measurement and return a print out of the obtained absorbance.

시료가 준비되면 손을 드시오. 실험 조교가 여러분의 시료를 가져가서 측정한 다음 측정된 흡광도값을 프린트하여 여러분께 돌려 줄 것입니다.

Question 2.2 Fill the table of absorbance values in your **Answer Sheet** (**8 points**).

문제 2.2 답안지에 있는 흡광도 표에 측정값을 채우시오. (8 점)

Part 2.2 Data analysis

파트 2.2 데이터 분석

Under the assumption that absorbance is changing linearly with the starch concentration and is 0 for a starch concentration of 0 ppm, the relationship between starch concentration (x) and absorbance (y) is given by

$$y = ax$$

흡광도가 녹말의 농도에 정비례하여 변하며, 녹말의 농도가 0ppm 일 때는 0 이라는 가정 아래, 녹말 농도(x)와 흡광도(y) 사이의 관계는 다음과 같다.

$$y = ax$$

Question 2.3 Use a linear regression approach to estimate the **slope (a)** of the above equation as

$$a = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

and report the obtained result with a precision of two places after the decimal point in the **Answer Sheet (4 points)**.

문제 2.3 선형회귀 접근법을 이용하여 위 식의 기울기 (a)를 $a = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$ 식에 대입하여 계산하고, 그 결과를 **답안지**에 소수점 둘째 자리까지 적으시오. (4점)

Question 2.4 Use your estimate of the **slope (a)** to calculate starch concentrations (ppm) in Samples C7 and C8 (integer, **4 points**).

문제 2.4 여러분이 계산한 기울기(a)를 이용하여 시료 C7 과 C8 의 녹말 농도(ppm)를 계산하시오 (정수로 적으시오, 4 점)

Question 2.5 Indicate with a tick (✓) if each of the following statements is True or False based on your observation (**4 points**).

- A. C7 was grown in flooded conditions.
- B. After flooding, the concentration of sucrose and other soluble sugars increase in the roots.
- C. Impaired carbon translocation facilitates starch accumulation in roots of flooded plants.
- D. Alcoholic fermentation in the root might increases as a result of flooding.

문제 2.5 아래의 진술이 참인지 거짓인지를 체크 마크(✓)로 표시하시오. (4 점)

- A. C7은 침수 조건에서 자랐다.
- B. 침수 후 뿌리에서 수크로오스 및 다른 수용성 당의 농도는증가한다.
- C. 탄소 이동(운반)의 손상은 침수된 식물의 뿌리에서 녹말의 축적을 촉진한다.
- D. 침수 결과 뿌리에서의 알코올 발효가 증가할 수 있다.

Task 3. Observation of structural adaptation in plants (39 points)

과제 3. 식물의 구조적인 적응 관찰(39 점)

Anatomical and morphological changes in root and shoots usually occur as structural adaption to waterlogged soils. The stress brought on by low O₂ concentrations in flooded soils leads to the formation of aerenchyma in some tolerant plant species, a process that can occur in roots, nodules, rhizomes, stems and submerged leaves.

뿌리와 지상부(shoot)에서의 해부학적 및 형태학적 변화는 보통 침수된 토양에 대한 구조적 적응으로 나타난다. 침수된 토양에서 낮은 산소(O₂) 농도에 의한 스트레스는 몇몇 침수 저항성 식물 종에서 뿌리, 뿌리혹, 뿌리줄기, 줄기 및 침수된 잎에서 일어나는 과정인 통기조직(aerenchyma)의 형성을 유발하였다..

Find three specimens in Falcon Tubes **X**, **Y**, and **Z**. These specimens were obtained from plants developed in two different soil conditions.

- Make a cross section of each specimen and stain with staining solutions provided.
- Observe the structure of stained specimens under the light microscope.

X, Y 및 Z 로 표시된 팔콘 튜브에 들어 있는 3 가지 시료를 찾으시오. 이들 시료는 두 가지의 서로 다른 조건의 토양에서 발생한 식물로부터 얻어진 것이다.

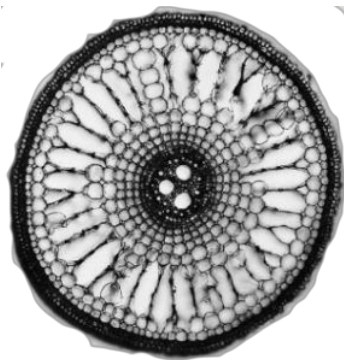
- 각 시료를 횡으로 절단하고 제공된 염색용액으로 염색하십시오.
- 염색된 시료의 구조를 광학 현미경으로 관찰하십시오.

Question 3.1 Observe the sections carefully and complete the table on the **Answer Sheet** using symbols: “+” for presence, “-” for absence. **(6points @0.5)**

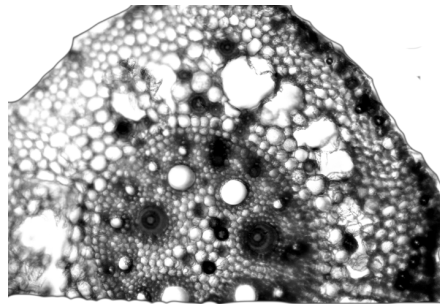
문제 3.1 횡으로 절단된 시료를 조심스럽게 관찰하고, 존재하면 “+”, 존재하지 않으면 “-” 기호를 사용하여 답안지에 있는 표를 완성하십시오. (6 점, 각 0.5 점)

Question 3.2 Indicate the diagram number corresponding to the specimen **(9points)**.

문제 3.2. 아래의 모식도에서 시료에 해당하는 것을 찾아 그 번호를 적으시오. (9점)



1



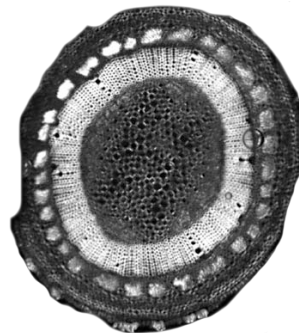
2



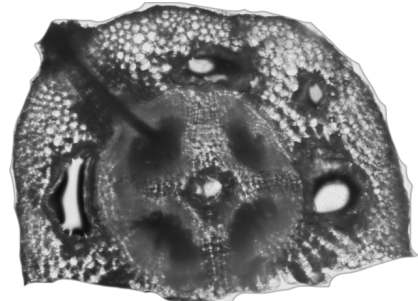
3



4



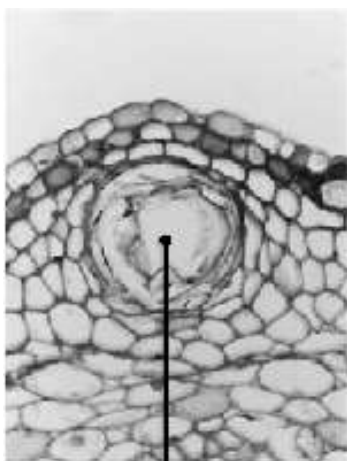
5



6

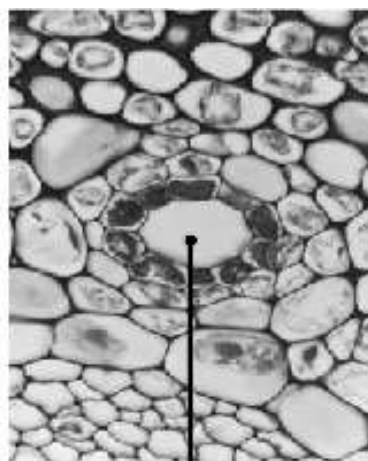
Question 3.3 Indicate with a tick (✓) the type of aerenchyma of each specimen (**9 points**)

문제 3.3 각 시료의 통기조직 유형을 체크마크(✓)로 표시하시오. (9점)



Lysigenous

(Lysigenous: 파생적)



Schyzogenous

(Schyzogenous: 이생적)

Question **3.4** Indicate with a tick (✓) link the corresponding specimens with particular plant organ(s) based on your observations (**9 points**).

문제 3.4 관찰에 근거하여 각 시료가 어떤 특정 식물 기관에 해당하는지 체크마크(✓)로 표시하십시오. (9점)

Question **3.5** Indicate with a tick (✓) for each of the corresponding specimen with their growth condition (**6 points**)

문제 3.5 각 시료가 어떤 생장 조건에 해당하는지 체크마크(✓)로 표시하십시오. (6점)

End of the Practical Exam (실험 시험 끝)