

국가명: \_\_\_\_\_

학생번호: \_\_\_\_\_

## 23rd INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

8<sup>th</sup> – 15<sup>th</sup> July, 2012

SINGAPORE



### PRACTICAL TEST 3

#### 실험시험 3

### PLANT DIVERSITY, ANATOMY & PHYSIOLOGY

식물 다양성, 구조, 생리

Total points(총점): **100**

Duration(시험기간): **90 분**

## Dear Participants 수험생 여러분

- In this test, you have been given the following two tasks:  
이번 시험에서는 다음 두 과제가 주어집니다.  
Task I: Plant diversity and anatomy. (60 points) 식물 다양성과 구조(60점)  
Part A: Morphology of seedlings (14.25 points) 유묘의 형태(14.25점)  
Part B: Seed morphology and anatomy (27.25 points) 종자의 형태와 구조(27.25점)  
Part C: *Ficus* propagule dissection (5 points) 무화과나무속 식물 번식체의 단면(5점)  
Part D: Functional, ecological and phylogenetic aspects of seeds and seedlings (13.5 points) 종자와 유묘의 기능적, 생태적, 계통학적 특징(13.5점)  
Task II: Plant anatomy and physiology. (40 points) 식물의 구조와 생리(40점)  
Part A: Anatomy of a plant stem (13 points) 줄기의 구조(13점)  
Part B: Study of leaf epidermis and physiology (15 points) 잎의 표피와 생리적 특성의 연구(15점)  
Part C: Interpretation of photosynthetic data (12 points) 광합성 데이터의 해석(12점)
- Use the **Answer Sheet**, which is provided separately, to answer all the questions.  
모든 문제에 대한 답은 따로 제공된 **답안지**를 사용하십시오.
- The answers written in the Question Paper will **NOT** be evaluated.  
문제지에 답을 쓴 경우 채점하지 **않을** 것이다.
- Write your answers legibly in ink (you may use a pencil for diagrams)  
답은 잉크(펜)으로 읽기 쉽게 쓰시오. (그림을 그릴 때는 연필을 사용할 수 있다.)
- 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**.  
각각의 과제를 위한 목록에 있는 실험 재료와 기구가 모두 있는지 확인하십시오. 만일 어느 하나라도 없다면 **즉시** 손을 드시오.
- Stop answering and put down your pen IMMEDIATELY when the bell rings.  
종이 울리면 **즉시** 펜을 내려 놓으시오. 더 이상 답을 하지 마시오.
- At the end of the test, place the Answer Sheets and Question paper in the envelope provided.  
Our Assistants will collect the envelope from you.  
시험이 끝나면 답안지와 문제지를 봉투에 넣으시오. 조교가 봉투를 회수할 것이다.

Have fun and Good Luck! 😊

Materials and equipment: 재료와 기구

**For Task I: Plant diversity and anatomy ‘과제 I: 식물 다양성과 구조’을 위한 것**

Materials and equipment 재료와 기구	Quantity 개수	Unit 단위
Seedlings: A, B, C and D (in plastic cups) 유묘: A, B, C, D (플라스틱 컵에 있음)	1	Specimen 표본
Seeds/propagules: 1 to 7 (in labelled plastic bags) 종자/번식체: 1 부터 7 까지 (라벨로 표시된 비닐봉지에 있음)	1	Specimen 표본
Specimen E (in labelled plastic bag) 표본 E (비닐 봉지에 있음)	1	Specimen 표본
razor blade (use ONLY for Seed 3 and Seed 5) 면도날 (종자 3 과 5 만을 위하여 사용하시오)	1	Piece 개
Scissors (use for Seed 4 and Specimen E) 가위 (종자 4 와 표본 E 를 위하여 사용하시오)	1	Pair 개
hand lens 돋보기	1	Piece 개

**For Task II: Plant anatomy and physiology ‘과제 II: 식물 구조와 생리’를 위한 것**

Materials and equipment 재료와 기구	Quantity 개수	Unit 단위
Leaves, L (in petri dish L) 잎, L (페트리접시 L 에 있음)	2	Piece 조각
Stems, S (in petri dish S) 줄기, S (페트리접시 S 에 있음)	2	Piece 조각
concentrated HCl (in bottle labelled H, placed within a beaker) 진한 염산(HCl) (H 라고 표시된 점적병에 들어 있으며, 점적병은 플라스틱 통 속에 들어 있음)	1	Bottle 병

Phloroglucin stain (in bottle labelled P) 플로로글루신 염색액(P 라고 표시된 점적병에 들어 있음)	1	Bottle 병
water (in wash bottle) 물 (물병 속에 들어 있음)	1	Bottle 병
filter paper 필터페이퍼	2	Sheet 장
Forceps 핀셋	1	Pair 개
razor blade 면도날	2	Piece 개
plastic dropper 일회용 스포이트	1	Piece 개
petri dish (with water, labelled W) 페트리접시(물이 들어 있으며, W 로 표시됨)	1	Piece 개
petri dish (labelled LL, LU and SS with the correct student code) 페트리접시(학생번호가 쓰였으며 LL, LU, SS 로 표시됨)	3	Piece 개
beaker (small) 비커(작은 것)	1	Piece 개
glass slides 슬라이드글라스	3	Piece 개
cover slips 커버글라스	3	Piece 개
compound microscope 쌍안 광학현미경	1	Set 대

## Task I (60 points) 과제 I (60 점)

### Plant diversity and anatomy 식물 다양성과 구조

Part A. Morphology of seedlings (14.25 points) 유묘의 형태(14.25 점)

**Q1.1 (0.5 점 × 20 = 10 점; 2 점 그림의 질을 위한 점수; 2.25 점 표본을 손상시키지 않은 것에 대한 점수)** Make a simple schematic diagram of each seedling (A – D) in the corresponding space provided **in the Answer Sheet** and label the following (if present) with a to e and indicate if any are absent:

답안지의 해당 빈 공간에 각 유묘(A-D)를 간략하게 그림으로 그리고, 다음에 제시하는 것이 그림에 있다면 해당하는 부위에 a-e 로 표시하십시오. 그리고 그림에 없다면 없는 것을 적는 곳에 a-e 로 표시하십시오.

- |               |      |
|---------------|------|
| a. Cotyledons | 떡잎   |
| b. Epicotyls  | 상배축  |
| c. Hypocotyls | 하배축  |
| d. leaves     | 잎    |
| e. seed coat  | 종자껍질 |

Part B. Seed morphology and anatomy (27.25 points) 종자의 형태와 구조 (27.25 점)

Each seedling (A to D) from Part A comes from seeds 1-4 respectively.

Part A 에서 각각의 유묘(A-D)는 각각의 종자 1-4 에서 만들어진 것이다.

**Q1.2 (0.25 점× 11 = 2.75 점)** Draw each whole seed (1 – 6) in the corresponding space provided **in the Answer Sheet** (Note: (1) you do not need to draw Seed 7; (2) seed coat of Seed 5 has been removed). Label the following (if present) with a and b and indicate if any part is absent:

답안지의 해당하는 곳에 각 종자(1-6)의 전체 모양을 그리시오(주의: (1) 종자 7 을 그릴 필요는 없다; (2) 종자 5 의 종자껍질은 제거되었다). 다음에 제시하는 것이 있다면 그림에, 없다면 없는 것을 적는 곳에 a 와 b 로 표시하십시오.

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| a. seed coat                       | 종자껍질                                     |
| b. site of attachment of funiculus | 배주와 씨방벽(또는 모체)을 연결하는 것(funiculus)이 붙는 자리 |

**Q1.3 (0.5 점 × 24 = 12 점; 그림의 질에 따른 1 점)** After drawing the exterior of each seed, dissect in longitudinal section and draw the sectioned seed in the corresponding space provided **in the Answer Sheet**. (Note: Some seeds have been pre-cut for your convenience. The seed coat of Seed 5 has been removed.). Label/indicate the following items on your diagram with a to d:

**답안지**의 해당 칸에 각 종자의 외부 모습을 그린 후, 각 종자를 세로로 자르시오. 종자의 종단면을 그림에 그리시오. (주의: 일부 종자는 미리 잘라놓았으며, 종자 5의 종자껍질은 제거되었다). 아래에 제시된 a-d에 해당하는 부위를 그림에 기호로 표시하십시오.

- a. Cotyledons      떡잎
- b. food storage      양분을 저장하는 곳
- c. hypocotyls      하배축
- d. seed coat      종자껍질

**Q1.4 (0.5 점 × 23 = 11.5 점)** Indicate the likely ploidy (1N, 2N or 3N) of each of the items labelled “a” to “d” in Q1.3 **in the Answer Sheet**.

답안지의 Q1.3에서 “a”부터 “d”로 표시한 각 부분은 어떤 배수체의 유전자를 가지는지 해당하는 칸에 1N, 2N, 또는 3N으로 표시하십시오.

**Part C. *Ficus* propagule (dispersal unit) (5 점) 무화과나무속 식물의 번식체 (5 점)**

**Q1.5 (1 + 1 + 3 점)** Dissect Specimen E longitudinally and draw the longitudinal section of the propagule (dispersal unit). Draw and label an enlarged section to show in detail the features of a to c.

표본 E를 세로로 자르고 이 번식체의 종단면을 그림으로 그리시오. 아래에 제시된 a-c의 모습을 자세히 보여주기 위해 단면의 일부를 확대하여 그리고, 해당하는 기호로 표시하십시오.

- a. Fruit      열매
- b. Seed      종자
- c. Stigma      암술머리

Part D. Functional, ecological and phylogenetic aspects of seeds and seedlings (18 points)

종자와 유묘의 기능적, 생태적, 계통학적 특징(18 점)

**Q1.6 (0.5 점 × 9 = 4.5 점)** Based on the observations in Parts A, B and C, and the information given in the Table provided **in the Answer Sheet**, indicate the primary function of the cotyledon with P (for photosynthesis) or S (for storage of nutrients) and the probable germination pattern with O (orthodox: seed can undergo dormancy) or R (recalcitrant: seed does not undergo dormancy).

Parts A, B, C 에서의 관찰과 **답안지** 에 있는 표에 주어진 정보에 근거하여, 떡잎의 주 기능이 광합성이라면 P 로, 양분저장이란 S 로 표시하십시오. 그리고 종자가 휴면기로 들어갈 수 있는 경우는 O 로, 종자가 휴면기를 가지지 않는 경우는 R 로 표시하십시오.

**Q1.7 (1 점 × 5 = 5 점)** Based on the information in the Table and the diagrams that you have drawn, determine if each of the following statements is true (✓) or false (✗).

표에 주어진 정보와 학생이 그린 그림에 근거하여 다음 진술이 참이면 체크표시(✓)를 하고, 거짓이면 ✗로 표시하십시오.

- All tropical plants have recalcitrant seeds.  
모든 열대식물은 휴면기를 가지지 않는 종자를 가진다.
- Gymnosperms have at most two cotyledons.  
겉씨식물은 많아야 두 장의 떡잎을 가진다.
- Cotyledon function is phylogenetically constrained within plant families.  
떡잎의 기능은 계통학적으로 식물의 과(family)내에서 일정하다.
- Seed size varies considerably in plant families and is probably not phylogenetically constrained.  
종자의 크기는 식물의 과(family) 내에서 상당히 다양하며, 계통학적으로 일정하게 나타나지 않을 가능성이 있다.
- Large seed size may be advantageous for some tropical rainforest plants.  
종자의 크기가 큰 것은 일부 열대우림 식물에게 유리하게 작용할 것이다.

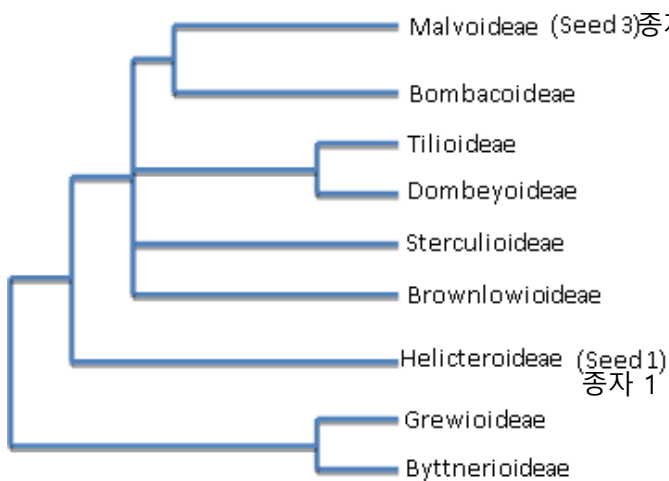
**Q1.8 (1 점 × 4 = 4 점)** The phylogenies of Malvaceae and Moraceae, and a simplified phylogeny of seed plants are provided on the next page. Using this information, as well as the specimens that you have observed today, determine if each of the following statements is true (✓) or false (✗), or if there is insufficient evidence to conclude (-) **in the Answer Sheet**.

아욱과와 뽕나무과의 계통, 그리고 종자식물의 단순화된 계통이 다음 페이지에 있다. 이 정보와 오늘 관찰한 표본을 사용하여 다음 진술이 참이라면 ✓로 거짓이라면 ✗로 표시하십시오. 만일 결론을 내리기에 증거가 불충분하다면 -로 표시하십시오.

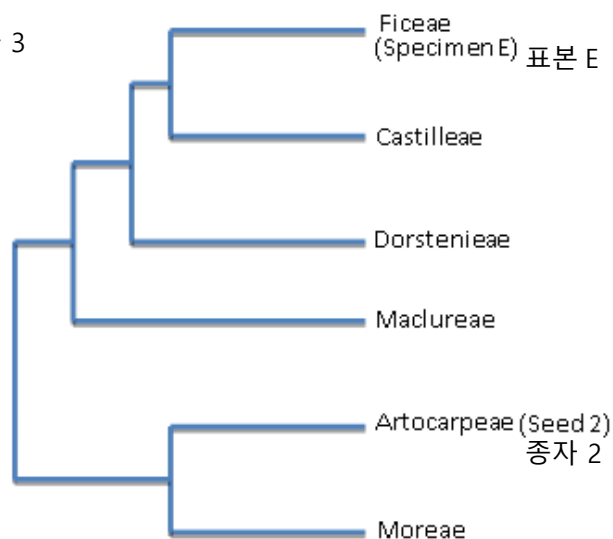
- a. Large seeds have evolved independently in multiple lineages.  
큰 종자는 여러 혈통에서 독자적으로 진화하였다.
- b. Large seeds have evolved on more than one occasion in some lineages.  
큰 종자는 일부 혈통에서는 한 번 이상 진화하였다.
- c. Recalcitrant seeds are more associated with tropical plants than with temperate plants.  
휴면기를 가지지 않는 종자는 온대지방의 식물보다 열대지방 식물과 더 많은 관련이 있다.
- d. Gymnosperms are unable to produce fleshy structures associated with animal dispersal because they lack ovaries.  
겉씨식물은 씨방이 없기 때문에 동물이 종자를 퍼뜨리는 것과 관련된 다육질의 구조를 만들 수 없다.



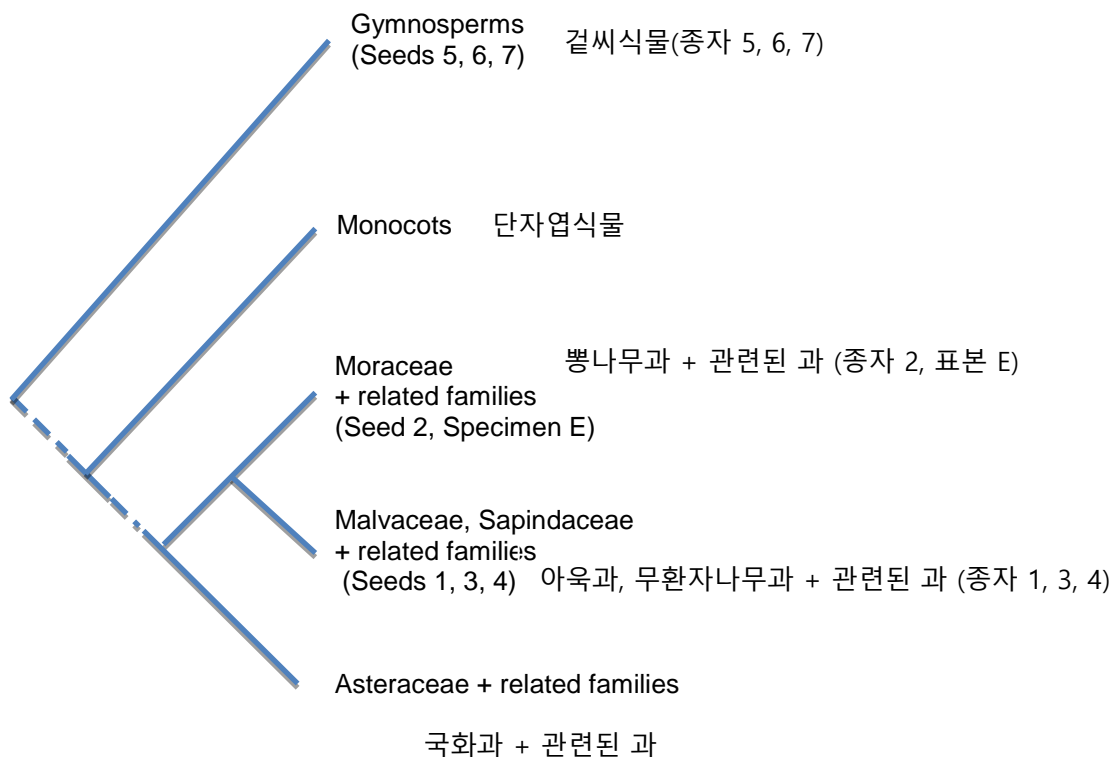
Phylogeny of Malvaceae 아욱과의 계통



Phylogeny of Moraceae 뽕나무과의 계통



Simplified phylogeny of seed plants 종자식물의 단순화된 계통



## Task II (40 points) 과제 II (40 점)

### Plant anatomy and physiology 식물의 구조와 생리

Part A. Anatomy of a plant stem (13 points) 식물 줄기의 구조(13 점)

Procedure: 과정

1. Using the razor blade, cut as thin as possible transverse sections of the stem, S.  
면도날을 사용하여 줄기 S의 횡단면을 가능한 한 얇게 만드시오.
2. Float the cross-sections in water in petri dish, W.  
페트리접시 W에 들어있는 물에 횡단면을 띄우시오.
3. Place a drop of water onto a glass slide and transfer the best cross-section to the centre of the slide.  
슬라이드 글라스 위에 물 한 방울을 떨어뜨리고 슬라이드의 중앙에 가장 잘 자른 횡단면을 놓으시오.
4. Place a small drop of phloroglucin stain (P) onto the cross-section, followed by a small drop of concentrated hydrochloric acid, HCl (H). Be very careful when handling H as it is corrosive.  
횡단면 위에 플로로글루신 염색액(P) 한 방울을 떨어뜨리고, 진한 염산(H) 한 방울을 떨어뜨리시오. 염산은 부식성이 매우 강하므로 다룰 때 조심하십시오.
5. Leave for 1 minute and then remove excess stain with the filter paper.  
1 분이 지난 후 필터페이퍼로 여분의 염색액을 제거하십시오.
6. Cover the cross-section with a coverslip and examine it using the compound microscope under low magnification (4× objective lens).  
커버글라스로 횡단면을 덮고 저배율(대물렌즈 4 배)의 광학현미경을 사용하여 관찰하십시오.

Answer the following questions in the Answer Sheet:

다음 질문에 대한 답을 답안지에 쓰시오.

- Q2.1 (1 점)** Is S a monocot stem or dicot stem? Indicate M for monocot and D for dicot.  
S가 외떡잎 식물의 줄기라면 M으로, 쌍떡잎 식물의 줄기라면 D로 적으시오.
- Q2.2 (1 점)** Is there any pith? Indicate presence of pith with a tick (✓) and absence with a cross (×).  
속(pith)이 있는가? 속이 있다면 ✓로, 없다면 ×로 적으시오.
- Q2.3 (1 점)** Where is the vascular bundle in the stem located? Indicate centre with C and periphery with P.  
줄기의 어디에 관다발이 존재하는가? 중심에 있다면 C로, 주변에 있다면 P로 적으시오.

**Q2.4 (0.5 점×3 = 1.5 점)** Based on your observations, is S the stem of a shrub, tree, or herb? Indicate correct answer(s) with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗) **in the Answer Sheet.**

관찰에 근거하면 S는 관목의 줄기인가? 교목의 줄기인가? 아니면 초본의 줄기인가?

답안지의 제시된 각각의 칸에 쓰여진 것이 맞으면 ✓로, 틀리면 ✗로 표시하십시오.

**Q2.5 (0.5 점)** Identify the tissue (a – e) that is stained red. Indicate the correct answer with a tick (✓) **in the Answer Sheet.**

다음 조직(a-e) 중의 어느 것이 붉은색으로 염색되었는지 확인하고, 답안지에서 해당하는 것에 ✓로 표시하십시오.

- a. Cortex      피층
- b. Endodermis      내피
- c. epidermis      표피
- d. phloem      체관
- e. xylem     물관

7. When you have completed Part A, place your slide with the stem section into the petri dish SS for grading purposes.

Part A를 끝냈으면 관찰한 슬라이드를 페트리접시 SS에 넣으십시오. 이는 점수를 주는 데 사용할 것이다.

**Q2.6 (8 점)**

**Part B. Study of leaf epidermis and physiology (15 points)**

잎의 표피와 생리에 관한 연구(15 점)

(i) Lower epidermis 잎의 아랫면 표피

Procedure: 과정

1. Peel off the lower epidermis of the leaf, L, with a pair of forceps.  
잎 L의 아랫면 표피를 핀셋으로 벗기십시오.
2. Place it in a drop of water on a glass slide and cover the peeled layer with a cover slip.  
슬라이드글라스 위에 물을 한 방울 떨어뜨리고 벗긴 표피를 놓으십시오. 그리고 커버글라스로 덮으십시오.
3. Examine it using the compound microscope under 10× objective lens.  
광학현미경의 대물렌즈를 10x로 하여 관찰하십시오.

Answer the following questions **in the Answer Sheet:**

다음 질문에 대한 답을 **답안지**에 적으시오.

**Q2.7 (2 점)** Do you see any stomata? Indicate presence of stomata with a tick (✓) and absence with a cross (✕).

기공이 있는가? 기공이 있으면 ✓로 표시하고, 없으면 ✕로 표시하시오.

**Q2.8 (3 점)** Measure the lengths and widths of FIVE (5) epidermal cells that are representative of the majority of the cells. Smallest unit in the eyepiece micrometer as seen under 10× objective lens is 10 μm. Calculate the mean values and fill in your answer in the table provided.

대부분의 세포를 대표하는 표피세포 5 개를 선택하여 이들의 길이와 폭을 측정하시오.

10x의 대물렌즈를 사용할 때 접안렌즈에 들어있는 마이크로미터의 가장 작은

눈금은 10 μm 이다. 평균값을 구해 답안지의 표에 적으시오.

4. When you have completed Part B (i), place your slide with the epidermal peel into the petri dish LL for checking purposes. The slide will also be used to check for accuracy of your measurement of epidermal cell dimensions.

Part B(i)을 마치면 확인을 위하여 관찰한 슬라이드를 페트리접시 LL에 놓으시오. 또한 슬라이드는 학생이 측정한 표피세포의 크기를 얼마나 정확히 측정하였는지 확인하는 데 사용될 것이다.

(ii) Upper epidermis 앞의 뒷면 표피

Procedure: 과정

1. Peel off the upper epidermis of the leaf, L, with a pair of forceps. You may either use the same leaf as before or a fresh leaf from petri dish L.

잎 L의 뒷면 표피를 핀셋으로 벗기시오. 앞에서 사용한 잎을 사용하거나 페트리접시 L에 있는 신선한 잎을 사용하면 된다.

2. Place it in a drop of water on a glass slide and cover the peeled layer with a cover slip.

슬라이드글라스 위에 물을 한 방울 떨어뜨리고 벗긴 표피를 놓으시오. 그리고

커버글라스를 덮으시오.

3. Examine it using the compound microscope under 10× objective lens.

대물렌즈의 배율을 10 배로 하여 광학현미경으로 관찰하시오.

Answer the following questions **in the Answer Sheet**:

다음 질문에 대한 답을 **답안지**에 적으시오.

**Q2.9 (2 점)** Do you see any stomata? Indicate presence of stomata with a tick (✓) and absence with a cross (✗).

기공이 보이는가? 기공이 있다면 ✓로, 없다면 ✗로 표시하십시오.

**Q2.10 (3 점)** Measure the lengths and widths of FIVE (5) epidermal cells that are representative of the majority of the cells. Smallest unit in the eyepiece micrometer as seen under 10× objective lens is 10 μm. Calculate the mean values and fill in your answers in the table provided.

대부분의 세포인 표피세포 중 5 개를 골라 이들의 길이와 폭을 측정하십시오. 10x 의 대물렌즈를 사용할 때 접안렌즈에 들어있는 마이크로미터의 가장 작은 눈금은 10 μm 이다. 평균값을 구해 답안지의 표에 적으시오.

4. When you have completed Part B (ii), place your slide with the epidermal peel into the petri dish LU for checking purposes. The slide will also be used to check for accuracy of your measurement of epidermal cell dimensions.

Part B (ii)를 마쳤으면 확인을 위하여 관찰한 슬라이드를 페트리접시 LU에 넣으시오. 또한 슬라이드는 표피세포 크기를 얼마나 정확히 측정하였는가를 확인하는 데 사용될 것이다.

**Q2.11 (0.5 점× 3 = 1.5 점)** Based on your observations in Part B (i) and (ii), indicate the correct answer(s) with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗).

Part B (i)과 (ii)의 관찰에 근거하여 다음 진술이 옳으면 ✓로, 틀리면 ✗로 표시하십시오.

- There are more stomata in the lower epidermis than in the upper epidermis.  
윗면 표피보다 아랫면 표피에 기공이 더 많이 존재한다.
- Epidermal cells of the upper epidermis are smaller than those of the lower epidermis.  
윗면 표피의 표피세포가 아랫면 표피의 표피세포보다 크기가 더 작다.
- Stomata are separated from each other by at least one cell.  
기공은 적어도 한 세포 이상 서로 떨어져 존재한다.

**Q2.12 (1 점)** Based on your observations, determine what type of plant this is. Indicate the correct answer with a tick (✓) **in the Answer Sheet**.

관찰에 근거하여 이 식물이 어떤 유형인지 결정하시오. 답안지의 옳은 답에 ✓로 표시하시오.

- a. Hydrophyte 수생식물
- b. Mesophyte 중생식물
- c. Xerophytes 건생식물

**Q2.13 (0.5 점× 5 = 2.5 점)** Some statements about stomatal structure, function and development are given below. Indicate true statement(s) with a tick (✓) and false statement(s) with a cross (✗).

다음은 기공의 구조, 기능 그리고 발달에 관한 진술이다. 옳으면 ✓로, 틀리면 ✗로 표시하시오.

- a. Stomata consist of a pair of highly specialized guard cells that are usually surrounded by a pair of larger subsidiary cells.  
기공은 보통 더 큰 한 쌍의 부세포로 둘러싸인 고도로 분화된 한 쌍의 공변세포로 구성된다.
- b. Guard cells differ significantly from other epidermal cells in that they have chloroplasts.  
공변세포는 그들이 엽록체를 가진다는 점에서 다른 표피세포와 확실히 다르다.
- c. Chloroplasts of guard cells differ from mesophyll chloroplasts in that they lack grana.  
공변세포의 엽록체는 그라나가 없다는 점에서 엽육세포의 엽록체와 다르다.
- d. The number of stomata on any leaf surface is under genetic control and is not modified by any environmental factors.  
어떤 잎이건 잎의 표피에 있는 기공의 수는 유전적으로 조절되는 것이지만 환경요소에 의해 변화되는 것은 아니다.
- e. Stomatal development involves asymmetric cell divisions.  
기공의 발달에는 비대칭적인 세포분열이 관여한다.

**Part C.** Interpretation of photosynthetic data from plants measured at different CO<sub>2</sub> concentrations

(12 점) 다른 CO<sub>2</sub> 농도에서 측정된 식물의 광합성 데이터의 해석

**Introduction 서론**

Single leaves from plants A and B that had been grown under full sunlight in the same greenhouse were studied. The responses of their net photosynthetic CO<sub>2</sub> assimilation rates to varying levels of ambient CO<sub>2</sub> under saturating light intensity of 1,200 μmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> at 25 °C and 21% O<sub>2</sub> measured on leaves in the laboratory are given on the next page:

동일한 온실에서 완전한 햇빛아래서 자란 식물 A 와 B 의 잎 한 장씩을 연구하였다. 실험실로 잎을 가져와 25 °C, 21% O<sub>2</sub>, 그리고 1,200 μmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>의 포화 광량 아래서 CO<sub>2</sub>의 농도를 달리하며 각 잎의 순 광합성 CO<sub>2</sub> 동화율의 변화를 측정한 값은 다음과 같다.

Ambient CO <sub>2</sub> concentration (μl l <sup>-1</sup> ) CO <sub>2</sub> 농도	Net photosynthetic CO <sub>2</sub> assimilation rate 순 광합성 CO <sub>2</sub> 동화율 (μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	
	Plant A (식물 A)	Plant B (식물 B)
20	0.5	-4
40	11	-1
60	19	2.5
80	28	5.5
100	33	9
180	41	18
300	44	27
400	44	32
600	44	40
800	44	44
1000	44	45.5

**Q2.14 (4 점).** Plot a graph by using the data above for Plant A and B in Graph 1 provided **in the Answer Sheet**. Use an X-axis scale from 0 to 1000  $\mu\text{l l}^{-1}$ .

**답안지**에 제시된 Graph 1에 식물 A와 B에 대한 앞 페이지의 데이터를 사용하여 그래프를 그리시오. X-축의 단위는 0에서 1000  $\mu\text{l l}^{-1}$ 까지 사용하시오.

Based on Graph 1, answer the following questions **in the Answer Sheet**:

그래프 1을 근거로 다음 질문에 대한 답을 **답안지**에 표시하시오.

**Q2.15 (1 점)** Indicate whether plants A and B are  $C_3$  or  $C_4$  plants. Indicate the correct answers with a tick ( $\checkmark$ ) **in the Answer Sheet**.

식물 A와 B가  $C_3$ 식물인지  $C_4$ 식물인지 결정하시오. 답안지의 옳은 칸에  $\checkmark$ 로 표시하시오.

**Q2.16 (2 점)** What is the net photosynthetic  $\text{CO}_2$  assimilation rate for Plant A and Plant B measured at 200  $\mu\text{l l}^{-1}$  of  $\text{CO}_2$  concentration?

200  $\mu\text{l l}^{-1}$ 의  $\text{CO}_2$  농도에서 측정된 식물 A와 식물 B의 순광합성  $\text{CO}_2$  동화율은 얼마인가?

**Q2.17 (2 점)** Plot another graph by using  $\text{CO}_2$  assimilation rate from 20 to 100  $\mu\text{l l}^{-1}$  of  $\text{CO}_2$  concentration only (i.e., at low  $\text{CO}_2$  concentrations) for Plant B in Graph 2 provided **in the Answer Sheet**. Use an X-axis scale from 0 to 100  $\mu\text{l l}^{-1}$ .

식물 B에서 측정된 결과 중에서 20에서 100  $\mu\text{l l}^{-1}$ 의  $\text{CO}_2$  농도(즉, 낮은  $\text{CO}_2$  농도)에서 측정된  $\text{CO}_2$  동화율만을 사용하여 **답안지**에 제공된 Graph 2에 그래프를 하나 더 그리시오. X-축의 단위는 0에서 100  $\mu\text{l l}^{-1}$ 까지 사용하시오.

**Q2.18 (1 점)** Based on Graph 2, what is the  $\text{CO}_2$  compensation point for plant B? Write the value **in the Answer Sheet**.

Graph 2에 근거하여 식물 B의  $\text{CO}_2$  보상점을 결정하고 그 값을 **답안지**에 적으시오.

**Q2.19 (1 점)** Compared to the data in Graph 2, would the  $\text{CO}_2$  compensation point increase, decrease or remain unchanged if the measurements were carried out at 35  $^\circ\text{C}$  and 21%  $\text{O}_2$ ? Indicate the correct answer(s) with a tick ( $\checkmark$ ) **in the Answer Sheet**.

Graph 2와 비교할 때, 만약 35  $^\circ\text{C}$ , 21%  $\text{O}_2$ 에서 측정한다면  $\text{CO}_2$  보상점은 증가할 것인가? 감소할 것인가? 아니면 동일하게 측정될 것인가? 답안지의 옳은 답에  $\checkmark$ 로 표시하시오.

**Q2.20 (1 점).** Compared to the data in Graph 2, would the  $\text{CO}_2$  compensation point increase, decrease or remain unchanged if the measurements were carried out at 25  $^\circ\text{C}$  and 2%  $\text{O}_2$ ? Indicate the correct answer(s) with a tick ( $\checkmark$ ) **in the Answer Sheet**.

Graph 2와 비교할 때, 만약 25  $^\circ\text{C}$ , 2%  $\text{O}_2$ 에서 측정한다면  $\text{CO}_2$  보상점은 증가할 것인가? 감소할 것인가? 아니면 동일하게 측정될 것인가? 답안지의 옳은 답에  $\checkmark$ 로 표시하시오.

**END OF PAPER**