

Student Code:

24th International Biology Olympiad

14th-21st July, 2013

Bern, Switzerland



BERN 2013 International Biology Olympiad

Practical Exam 2 (실험 시험 2)

Plant Physiology, Morphology and Ecology

식물생리학, 형태학 및 생태학

Total points: **88**

Duration: **90 minutes**

Dear participants, 학생 여러분,

This test consists of three tasks: (이 실험은 3 과제로 구성되어 있습니다)

Task 1: Determination of glucose content in plant extracts [44 points]

과제 1: 식물추출물에 있는 포도당 양의 측정[44 점]

Part 1.1: Calibration curve [13.5 points]

Part 1.1: 표준곡선 [13.5 점]

Part 1.2: Glucose content [15 points for measured raw values]

Part 1.2: 포도당 양 [측정한 원 값-15 점]

Part 1.3: Data analysis [15.5 points]

Part .3: 데이터 분석 [15.5 점]

1.3.1 NADH calibration curve NADH 적정 곡선.

1.3.2 Glucose concentration in plant extracts

식물추출물에서 포도당 농도.

1.3.3 Interpretation of your results 결과 해석

Task 2: Staining of transitory starch [9 points]

과제 2: 일시적인 녹말의 염색 [9 점]

Task 3: Floral morphology and pollination ecology [35.5 points]

과제 3: 꽃 형태학과 수분(pollination) 생태학 [35.5 점]

Part 3.1: Floral morphology 꽃 형태

3.1.1 Type of inflorescence 화서(꽃차례)의 유형

3.1.2 Number of floral parts 꽃의 각 부분의 수

3.1.3 Fusion of floral parts 꽃의 각 부분의 융합

3.1.4 Ovary position 씨방의 위치

3.1.5 Floral symmetry 꽃의 대칭성

Part 3.2: Pollination ecology 수분(pollination) 생태학

3.2.1 Floral shape 꽃의 형태

3.2.2 Pollinators 수분매개자

Please write your student code into the box on the title page.

앞 표지의 빈칸에 학생 번호를 적으시오.

You are strongly advised to start working with Task 1. During this task, you will have to incubate your probes for 20 minutes and then allow for some time for the lab assistants to perform the necessary measurements. During this waiting time you may work on Tasks 2 and 3.





과제 1 부터 실험을 시작하기를 강력히 권장합니다. 이 과제를 수행하는 동안 혼합액을 20 분 동안 반응시킨 다음, 실험 조교가 필요한 측정을 하는데 약간의 시간이 필요합니다. 기다리는 동안 과제 2 와 3 을 수행하여도 됩니다.

There is no separate answer sheet. Please fill in your answers into the specific answers boxes indicated with a gray background. **Only answers given inside these boxes will be evaluated.**

따로 답지가 없습니다. 회색으로 칠해진 박스 안에 답을 직접 기입하시기 바랍니다. **박스 안에 기입된 답만이 평가됩니다.**

The answers have to be given either with a tick (✓) or with Arabic numbers. The numbers "1" and "7" can look very similar in handwriting. To make sure that those two numbers can be well distinguished by the IBO staff, please write them as you normally would into the following box.

답은 체크마크(✓) 또는 아라비아 숫자로 적어야 합니다. 손으로 쓴 글씨에서 숫자 "1"과 "7"은 매우 유사하게 보입니다. 채점자가 이 숫자를 잘 구분하게 하기 위해서는 다음 박스에 여러분이 평소에 쓰는 1 과 7 을 적으시오.

	1 =		7 =		
---	-----	--	-----	--	---

Stop answering and **put down your pen IMMEDIATELY** when the bell rings at the end of the exam. Put the entire protocol with all the answers back into the exam envelope.

실험 마지막에 종이 올리면 답지 작성을 중단하고 **즉시 연필을 내려 놓으시오.** 모든 답이 적힌 시험지 전부를 시험 봉투에 넣으시오.

Material and equipment 재료 및 기구

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.

각 실험에 열거된 모든 재료와 기구를 받았는지 확인 하시오. 어떤 것이라도 빠진 것이 있으면 손을 드시오.

Task 1 과제 1

Plant material: 식물 재료

- 6 x 250 µl plant extracts [WT light, WT dark, sex1 light, sex1 dark, pgm1 light, pgm1 dark]
6 x 250 µl 식물 추출물 [WT light, WT dark, sex1 light, sex1 dark, pgm1 light, pgm1 dark]

Solutions and reagents: 용액과 시약

- 1.5 ml "Master mix" [MM]
1.5 ml "마스터 믹스" [MM]
- 1 ml NADH solution 500 µM [NADH]
1 ml NADH 용액 500 µM [NADH]
- 200 µl G6PDH [G6PDH]
200 µl G6PDH [G6PDH]
- 10 ml H₂O [H₂O]
10 ml H₂O [H₂O]

Technical material: (사용 기구)

- 1 micropipette 50 µl-200 µl (can be used down to 20 µl)
1 마이크로파이펫 50 µl-200 µl (20 µl 까지 사용 가능)
- 1 96-well Microplate (**don't touch the bottom of the plate!**)
1 96-well 마이크로플레이트 (**플레이트의 밑면을 손으로 만지지 마시오!**)
- 1 Timer
1 타이머
- Container for used materials
사용된 재료를 담는 통
- 2 blank paper sheets for notes
메모를 위한 종이 두 장
- Flag to call the lab assistant
실험 조교를 부르는데 사용하는 깃발.

Task 2 과제 2

Plant material: 식물 재료

- 8 tubes with de-pigmented plants [A, B, C, D, E, F, G, H]
색소를 제거한 식물을 담은 8 개의 튜브 [A, B, C, D, E, F, G, H]

Solutions and reagents: 용액과 시약

- 10 ml Lugol's solution [Lugol]
10 ml 루골 용액 [Lugol]

Technical material: 사용 기구

- 8 plastic dishes
8 페트리 접시
- Plastic Pasteur pipette
플라스틱 파스퇴르 파이펫
- Waterproof pen for writing on plastic dishes
페트리 접시에 사용할 수 있는 유성 마커펜.

Task 3 과제 3

Plant material: 식물 재료

- 5 tubes with floral specimen in 70% ethanol [V, W, X, Y, Z]
70% 에탄올에 담겨진 꽃 표본 5 튜브 [V, W, X, Y, Z]
- Color print with photos of the flowers V-Z
꽃 (V-Z) 컬러 사진

Technical material: 사용 기구

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| • 1 dissecting microscope | 1 해부현미경 |
| • 1 razor blade | 1 면도날 |
| • 1 forceps | 1 핀셋 |
| • 2 toothpick | 2 이쑤시개 |
| • 1 plastic dish filled with water | 1 물이 담긴 페트리 접시 |

Task 1: Determination of glucose content in plant extracts [44 points]

과제 1: 식물추출물에 있는 포도당 양의 측정 [44 점]

Under sufficient light, plants synthesize carbohydrates from atmospheric CO_2 by photosynthesis. While a fraction of these photoassimilates is exported to the cytosol and then transformed to soluble glucose, another fraction is retained within the chloroplasts and stored transiently as starch. This starch is subsequently degraded and mobilized to provide a supply of carbon and energy during dark periods.

충분한 빛이 존재하면 식물은 광합성을 통해 대기 중 CO_2 로부터 탄수화물을 합성한다. 이 광합성 산물의 일부가 세포질로 수송된 후 수용성 포도당 형태로 전환되고, 다른 일부는 엽록체 내에 남아 일시적으로 녹말의 형태로 저장된다. 그 후 이 녹말은 암기 동안 탄소와 에너지를 공급하기 위해 분해되어 이동된다.

Several mutants of *Arabidopsis* have been identified that are unable to either synthesize or degrade starch. In this practical, you will work with plant extracts from two of them, along with extract from wild type [WT] plants:

녹말을 합성하지 못하거나 또는 분해하지 못하는 애기장대(아라비도시스)의 여러 돌연변이체가 발견되었다. 이 실험에서 여러분은 야생형 애기장대[WT]와 두 돌연변이체로부터 추출한 식물 추출물을 가지고 실험을 수행할 것이다.

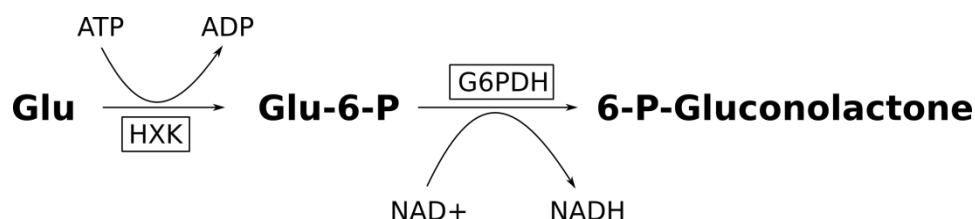
- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. WT : unmutated wildtype plants | WT : 야생형 식물 (비돌연변이체) |
| 2. sex1 : starch degradation mutants | sex1 : 녹말 분해를 하지 못하는 돌연변이체 |
| 3. pgm1 : starch synthesis mutants | pgm1 : 녹말 합성을 하지 못하는 돌연변이체 |

All plants were grown for 4 weeks with 8 hours light and 16 hours of darkness per day and then either exposed to complete darkness for 48 hours (dark incubated or "dark") or to 10 hours of light (light incubated or "light") immediately prior to harvesting.

모든 식물은 4 주 동안 하루 8 시간 빛과 16 시간 암기에서 재배한 후, 수확하기 직전에 48 시간 동안 완전한 암기("dark")에 두거나 또는 10 시간 동안 빛("light")에 두었다.

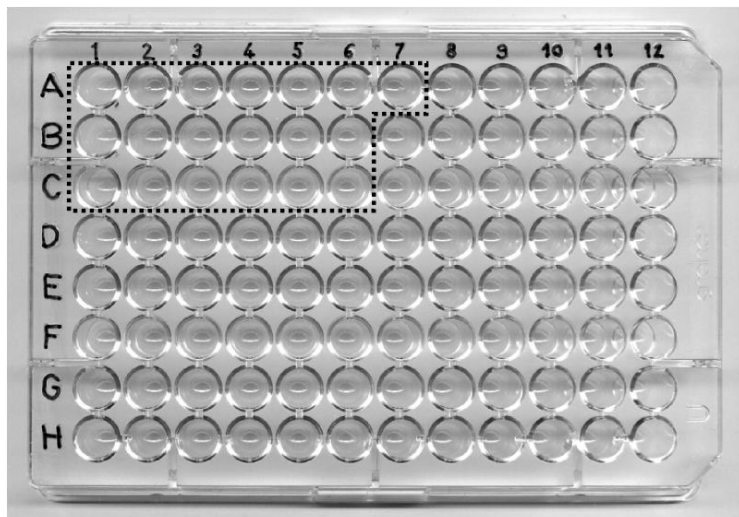
You are going to quantify the glucose content in those plant extracts by measuring the absorbance of NADH. As shown below, one molecule of NAD^+ is converted into one molecule of NADH per molecule of glucose in a two-step reaction that is catalyzed by the enzymes hexokinase (HXK) and glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH). Master mix[MM] contained NAD^+ , HXK and ATP.

여러분은 NADH 흡광도를 측정하여 이들 식물 추출물로부터 포도당 농도를 측정할 것이다. 아래에 나타난 바와 같이 포도당 한 분자 당 헥소카이네이스 (HXK)와 글루코오스-6-인산 탈수소효소(G6PDH)에 의해 촉매되는 2 단계 반응을 통해 NAD^+ 한 분자는 NADH 한 분자로 변환된다. '마스터믹스[MM]'는 NAD^+ , HXK 및 ATP를 포함하고 있다.



You will work with a 96-well microplate (see figure below). **Only touch its edges!** Positions on this plate are indicated by a number (1-12) and a letter (A-H) specifying columns and rows, respectively. **Use only the wells which are listed in the protocol** (contained within the area indicated by the dotted line).

여러분은 96 웰(well) 마이크로플레이트(아래 그림)를 사용하게 된다. **가장자리만 손으로 만지고 밑면은 만지지 마시오!** 마이크로플레이트 상에서 가로줄은 숫자(1-12)로, 세로줄은 문자(A-H)로 표시되어 있다. **점선 박스로 표시되어 있는 well 만 사용하시오.**



Part 1.1: Calibration curve [13.5 points]

Part1.1 적정 곡선 [13.5 점]

In order to quantify glucose by measuring the absorbance of NADH, you will first have to make a calibration curve with different concentrations of NADH. In the table below, indicate the required volumes of the 500 μM NADH stock solution and H_2O that are needed to achieve the desired concentrations of NADH in a total volume of 200 μl . Then pipette the required volumes into the corresponding well on the microplate(A1-A7) and mix by pipetting up and down three times. **[3 points for calculations + 10.5 points for measured raw values]**

NADH 흡광도를 측정하여 포도당의 양을 재기 위해, 먼저 여러 농도의 NADH 를 가지고 적정곡선을 그려야 한다. 전체 부피 200 μl 인 여러 농도의 NADH 용액을 만들고자 한다. 아래 표에 500 μM NADH 원액과 물(H_2O)을 얼마씩 넣어야 하는지 적으시오. 그런 다음 해당되는 마이크로플레이트의 well(A1-A7)에 필요한 양을 마이크로파이펫으로 넣고, 마이크로파이펫을 3 번 up and down 하여 혼합하시오. [계산 3 점 + 측정 한 원 값 10.5 점]



Q 1

Well	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
[NADH] (μM)	0	50	100	150	200	250	300
500 μM NADH solution (μl)							
H_2O (μl)							



Part 1.2: Glucose content [15 points for measured raw values]

Part 1.2: 포도당 양 [측정한 값 15 점]

To determine the concentration of glucose in the different plant extracts, you will now prepare two solutions for each plant extract. The Wells B1-B6 will serve as a blank to quantify the base absorption and differ from the Wells C1-C6 which will contain a solution of G6PDH. Begin by pipetting the following into Wells B1-B6 and C1-C6:

식물 추출물로부터 포도당의 농도를 측정하기 위해서 여러분은 이제 각 식물 추출물 당 2 가지의 용액을 준비해야 한다. B1-B6 의 well 은 기준 흡광도를 재기 위한 대조용으로 사용할 것이며, C1-C6 의 well 에는 G6PDH 용액을 넣게 된다. B1-B6 및 C1-C6 well 에 아래의 용액을 마이크로파이펫을 이용해서 넣는 것으로 실험을 시작하시오.

1. 100 μ l "Master mix" into the Wells B1-B6 and C1-C6
100 μ l 의 "마스터 믹스"를 B1-B6 및 C1-C6 well 에 넣으시오.

2. 20 μ l H₂O into the **Wells B1-B6**
20 μ l 의 물(H₂O)을 **B1-B6 well** 에 넣으시오.

20 μ l G6PDH solution into the **Wells C1-C6**
20 μ l 의 G6PDH 용액을 **C1- C6 well** 에 넣으시오

3. 80 μ l of the corresponding plant extract **as indicated in the table** below and mix by pipetting three times up and down

아래 표에 표시된 대로 해당하는 식물 추출물 80 μ l 를 넣고 마이크로파이펫을 3 번 up and down 하여 혼합하시오

Wells 웰	B1 and C1	B2 and C2	B3 and C3	B4 and C4	B5 and C5	B6 and C6
Plant extract 식물추출물	WT light	WT dark	sex1 light	sex1 dark	pgm1 light	pgm1 dark

Incubate for at least 20 and up to 60 minutes at room temperature. After incubation, call an assistant by placing your flag into the tube on your left partition wall. The assistant will measure the absorbance at 340 nm and bring you a printout of the absorbance values measured for each well. You will need these values for the analysis in Part 1.3.

최소 20 분에서 60 분 동안 실온에서 반응시키시오. 반응 후 왼쪽에 있는 깃발을 들어 실험조교를 부르시오. 실험 조교가 340 nm 에서 흡광도를 측정한 다음 각 well 의 측정치를 프린트하여 여러분에게 줄 것입니다. 이 측정값은 Part 1.3 에서 사용할 것입니다.

NOTE: Due to the limited number of microplate readers, you might have to **wait up to 15 minutes** to have your microplate measured after putting up your flag. During incubation time and waiting time you may work on Tasks 2 and 3.

주의: 마이크로플레이트 측정 기기가 많지 않기 때문에 깃발을 든 다음에 여러분의 마이크로플레이트를 측정할 때까지 **15 분 정도** 기다릴 수 있습니다. 반응 시간 및 기다리는 시간 동안 과제 2 와 3 을 시작해도 됩니다.

Part 1.3: Data analysis [15 points]**Part 1.3 : 데이터 분석 [15 점]**

Important: Label the printout with your name and your student code. At the end of the exam, put it into your exam envelope.

주의: 흡광도를 측정한 프린트물에 여러분의 이름과 학생번호를 적으시오. 실험이 끝나면 이 프린트물을 시험 봉투에 넣어야 합니다.

1.3.1 NADH calibration curve (1.3.1 NADH 적정 곡선)

Calculate the scaled extinction coefficient (ϵ_s) for all measured NADH concentrations according to

$$\epsilon_s = \epsilon \cdot l = \frac{A_c - A_0}{C_{NADH}}$$

where A_0 is the background absorbance value at 0 μM NADH (Well A1) and A_c the absorbance value at concentration C_{NADH} . ϵ_s is equivalent to the extinction coefficient ϵ multiplied with l , the path length of light through the solution. Write the calculated values in the answer fields (precision: five positions after the decimal point). **[3 points]**

측정된 모든 NADH 농도의 계량소멸계수(ϵ_s)를 아래의 공식을 이용하여 계산하시오. 여기에서 A_0 는 0 μM NADH (well 1)에서의 백그라운드 흡광도 값이다. 농도 C_{NADH} . ϵ_s 에서의 흡광도 값인 A_c 는 소멸계수(ϵ)에 용액을 통해 빛이 통과하는 거리 (l)를 곱한 값과 같다. 아래 답지에 계산 값을 적으시오.(소수점 5 자리까지 적으시오) **[3 점]**

$$\epsilon_s = \epsilon \cdot l = \frac{A_c - A_0}{C_{NADH}}$$

Q 2	Well	A2	A3	A4	A5	A6	A7
	[NADH] (μM)	50	100	150	200	250	300
	ϵ_s (μM^{-1})						

Calculate the mean value of all calculated scaled extinction coefficients $\bar{\epsilon}_s$ and write your result in the corresponding field below (precision: five positions after the decimal point). **[1 point]**

계산한 모든 계량소멸계수의 평균값($\bar{\epsilon}_s$)을 계산하고, 아래의 칸에 계산 결과를 적으시오. (소수점 5 자리까지 적으시오) **[1 점]**

Q 3	$\bar{\epsilon}_s$ (μM^{-1})	
-----	---	--

1.3.2 Glucose concentration in plant extracts

1.3.2 식물 추출물에서의 포도당 농도.

Calculate the glucose concentration $c_{glucose}$ in each well (diluted plant extract) measured as

$$C_{glucose} = \frac{A_{G6PDH} - A_{H2O}}{\bar{\epsilon}_s}$$

where A_{G6PDH} is the absorbance measured for the sample incubated with G6PDH (Wells C1-C6), A_{H2O} is the absorbance measured for the sample incubated with H₂O only (Wells B1-B6), and $\bar{\epsilon}_s$ is the mean scaled extinction coefficient you have calculated above. Then, use these values to calculate the initial glucose content that was present in the fresh leaves, indicated as mmol/g. Each plant extract was made of 25 g leaf material per liter. Report your values in the table below (precision: one position after the decimal point). [7 points]

아래의 식을 이용하여 각 well (희석된 식물추출물)의 포도당 농도($c_{glucose}$)를 계산하십시오.

$$C_{glucose} = \frac{A_{G6PDH} - A_{H2O}}{\bar{\epsilon}_s}$$

이 식에서 A_{G6PDH} 는 G6PDH 와 함께 반응시킨 시료(well C1-C6)의 흡광도 값이며, A_{H2O} 는 오직 물로만 반응시킨 시료(well B1-B6)의 흡광도 값이고, $\bar{\epsilon}_s$ 는 여러분이 위에서 계산한 계량소멸계수의 평균값이다. 그런 다음 이 값을 신선한 잎에 존재하였던 처음의 포도당 양(mmol/g 으로 표시)을 계산하는데 사용하십시오. 각 식물 추출물 1 리터(L)는 25g 의 잎으로부터 만들었다(25g/L). 아래 표에 값을 적으시오. (소수점 첫째 자리까지 적으시오) [7 점]

$$C_{glucose} = \frac{A_{G6PDH} - A_{H2O}}{\bar{\epsilon}_s}$$



Q 4

Sample 시료	Concentration in well (μM) : well 의 용액 농도 (μM)	Content in leaves (mmol/g): 잎 1g 속의 포도당 양 (mmol/g)
WT light		
WT dark		
sex1 light		
sex1 dark		
pgm1 light		
pgm1 dark		



1.3.3 Interpretation of your results

1.3.3 결과 해석

Indicate with a tick (✓) for each of the following statements if it is true or false based on **your** measurements. [4 points]

여러분의 측정에 근거하여 아래 각 진술이 참인지 거짓인지를 체크마크(✓)로 표시하십시오. [4 점]



Q 5

	True 참	False 거짓
Plants light-incubated prior to extraction contain more glucose than those incubated in the dark. 추출 전 빛에 놓아둔 식물은 암소에 둔 식물보다 더 많은 포도당을 포함한다.		
Glucose levels in light-incubated wild-type plants are lower than in dark-incubated wild-type plants 빛에 둔 야생형 식물에서의 포도당 양은 암소에 둔 야생형 식물에 비해 적다.		
During the day, starch synthesis in wild type plants reduces glucose levels below the level present during the night. 낮 동안 야생형 식물에서 녹말의 합성은 포도당의 수준을 밤 동안에 존재하는 포도당 수준 이하로 감소시킨다.		
Both "pgm1 light" and "sex1 light" samples contain more glucose than "WT light" samples. "pgm1 light" 및 "sex1 light" 시료 모두는 "WT light" 시료보다 더 많은 포도당을 포함한다.		
The "sex1 light" sample contains more glucose than the "pgm1 light" sample. "sex1 light" 시료는 "pgm1 light" 시료보다 더 많은 포도당을 포함한다.		
The difference in glucose concentrations between dark- and light-incubated plants is bigger in wild type plants than in mutant plants. 빛과 암소에 둔 식물 간의 포도당 농도 차이는 돌연변이 식물에 비해 야생형 식물에서 더 크다.		
sex1 plants are likely to grow faster than pgm1 plants. sex1 식물은 pgm1 식물보다 더 빨리 자랄 것이다.		
Measuring samples without addition of G6PDH is needed to correct the effect of the background concentration of 6-P-Gluconolactone. G6PDH 를 첨가하지 않은 시료 측정은 6-P-Gluconolacton 의 백그라운드 농도의 효과를 보정해 줄 필요성이 있다.		



Task 2: Staining of transitory starch [9 points]

과제 2. 일시적인 녹말의 염색 [9 점]

Transitory starch can be easily visualized in leaves by staining it with "Lugol's solution" containing iodine in ethanol-destained leaves. On your lab bench you find two groups of plant samples.

일시적인 녹말은 요드를 포함하고 있는 루골 용액으로 염색하면 에탄올로 탈색된 잎에서 쉽게 관찰할 수 있다. 여러분의 실험대 위에는 두 그룹의 식물 샘플이 있다.

GROUP I	A	B	C	D
GROUP II	E	F	G	H

While all plants of one group have been harvested after incubating for 12 hours in light, all plants of the other group have been harvested after incubating for 12 h in complete darkness. Each group contains **at least** one wild type plant (WT), one starch degradation mutant (sex1) and one starch synthesis mutant (pgm1).

한 그룹의 모든 식물은 12 시간 동안 빛에 둔 다음에 수확한 것인 반면, 다른 그룹의 모든 식물은 12 시간 동안 완전한 암소에 둔 다음 수확한 것이다. 각 그룹은 **최소한** 하나의 야생형(WT) 식물, 하나의 녹말을 분해하지 못하는 돌연변이체(sex1)와 하나의 녹말을 합성하지 못하는 돌연변이체(pgm1)를 포함한다.

Repeat the following steps for each of the plants A-H to stain them:

아래의 방법에 따라 A - H 의 각 식물을 모두 염색하시오.

1. Transfer the plant specimen into a fresh plastic dish.
식물 시료를 새 페트리 접시로 옮긴다..
2. Remove residual liquid from the dish with the Pasteur pipette.
파스퇴르 파이펫으로 페트리 접시에 남아 있는 용액을 모두 제거한다.
3. Stain the plants by covering them with some drops of "Lugol's solution" using the Pasteur pipette.
파스퇴르 파이펫으로 루골 용액을 식물 시료를 덮을 정도로 몇 방울 떨어 뜨려 식물을 염색한다.
4. Incubate at room temperature for 1 minute before doing your observations.
1 분간 실온에 둔 후 관찰 한다.

Indicate the observed staining pattern of leaves of each plant specimen in Group I (Plants A-D) and Group II (Plants E-H) in the table below with a tick (✓). [4 points]

그룹 I (식물 A-D)과 그룹 II (식물 E-H)의 각 식물 앞에서 관찰된 염색 패턴을 체크마크(✓)로 표시하십시오.

Group I

Plant	Light orange 옅은 오렌지색	Dark brown 짙은 갈색	Intense black 짙은 검은 색
A			
B			
C			
D			

Group II

Plant	Light orange 옅은 오렌지색	Dark brown 짙은 갈색	Intense black 짙은 검은 색
E			
F			
G			
H			

Based on the observed plants and staining pattern, indicate the corresponding growth condition for Group I and Group II in the table below with a tick (✓). [1 points]

관찰된 식물과 염색 패턴에 근거하여 그룹 I 식물과 그룹 II 식물에 해당하는 생장 조건을 아래 표에 체크마크(✓)로 표시하십시오.

Q 7

	Growth condition 생장조건	
	12 h in light 12 시간 빛	12 h in darkness 12 시간 암소
Group I		
Group II		

Based on the observed plants and staining pattern, indicate the corresponding strain for each of the plant specimen (A-H) in the table below with a tick (✓). [4 points]

관찰된 식물과 염색 패턴에 근거하여 각 식물 시료(A-H)에 해당하는 식물 종류를 아래 표에 체크마크(✓)로 표시하십시오. [4 점]



Q 8

		Strain 식물 종류		
Group	Plant	WT	sex1	pgm1
I	A			
	B			
	C			
	D			
II	E			
	F			
	G			
	H			



Task 3: Floral morphology and pollination ecology [35.5 points]

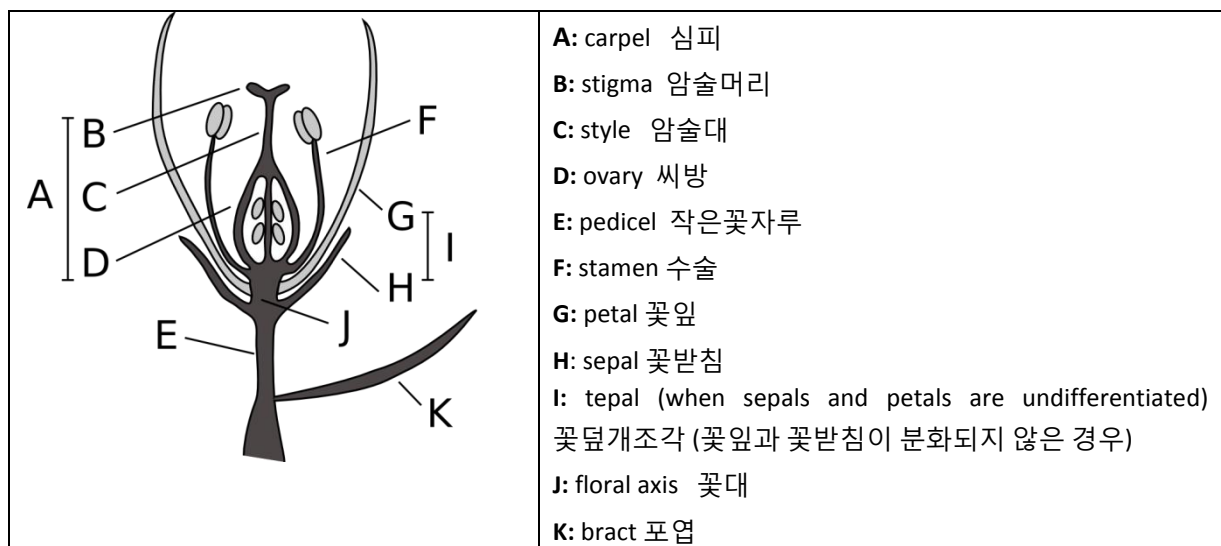
과제 3. 꽃 형태학과 수분 생태학 [35.5 점]

Angiosperm flowers show an enormous variety in structure, shape and ecological function. While the number, shape and disposition of different floral parts is often phylogenetically determined, functional characteristics such as the general shape of the flower depend more on ecological factors such as the mode of pollination. In this task, you will study the morphologic traits of five different floral samples (V-Z) and attribute them ecological traits linked with pollination.

속씨식물의 꽃은 구조, 모양 및 생태적 기능면에서 상당한 다양성을 보인다. 꽃의 각 부분의 수, 모양 및 배치는 보통 계통 발생적으로 결정되는 반면, 꽃의 일반적인 형태와 같은 기능적 특성은 수분 방법과 같은 생태적 요소에 보다 더 의존한다. 이 과제에서 다섯 종류의 꽃 시료(V-Z)의 형태적 특징을 관찰하고, 그것을 수분(pollination)과 연관된 생태적 특성과 연관시킬 것이다.

To help understand the terminology used below, the following figure gives you an overview of the different parts in a schematic flower.

사용되는 용어의 이해를 돕기 위해 아래 그림은 꽃 모식도에서의 꽃의 각 부분의 개요를 보여준다.



Part 3.1: Floral morphology

Part 3.1 꽃 형태학

Look at the five specimens V-Z preserved in ethanol, containing a flower or an entire inflorescence of plant species commonly found in Switzerland. The flowers are all hermaphrodite, with male and female parts present in the same flowers. The habit, shape and color of the corresponding plants are shown on the color printout.

스위스에서 일반적으로 발견되는 식물의 꽃 또는 완전한 꽃차례를 포함하는 에탄올에 보존된 다섯 종류의 시료(V-Z)를 관찰하라. 이들은 양성화로서 암꽃부분과 수꽃부분이 동일한 꽃에 존재한다. 해당하는 꽃의 서식지, 모양 및 색이 컬러 프린트물에 나타나 있다.

For each specimen V-Z, you will be asked to make a series of morphological observations. It is recommended to do first all observations for one specimen before going over to the next one.

여러분은 각 시료(V-Z)의 형태적 관찰을 해야한다. 한 시료에서 모든 관찰을 끝낸 다음 다른 시료를 관찰하는 것을 권장한다.

Take the specimen out of the tube and place it in a Petri dish filled with water for easier observation. Please close the tube again to avoid excessive ethanol vapor in the room.

관찰을 쉽게 하기 위해서 튜브에서 시료를 꺼내서 물이 담긴 페트리 접시에 놓는다. 실험실 내에 에탄올 냄새가 나지 않도록 튜브를 닫아둔다.

Handle the flower specimens carefully, as you have to get along with the given plant material to do all your observations. In the case a specimen consists of more than one flower, isolate individual flowers to observe specific parts. For such plants you may want to observe a specific part in several flowers as some floral parts (notably stamen and carpels) are easiest observed in flowers in a specific state of maturation.

주어진 시료를 가지고 모든 관찰을 하기 위해서 꽃 시료를 조심스럽게 다룬다. 시료가 둘 이상의 꽃으로 이루어진 경우 꽃의 특정 부분을 관찰하기 위해 꽃을 분리시킨다. 그러한 식물의 경우 일부 꽃 부분(주로 수술과 심피)이 특정한 성숙 상태에서 가장 잘 관찰되기 때문에, 하나의 특정 꽃 부분을 관찰하려면 여러 개의 꽃을 봐야 할 수도 있다.

Observe small details with the dissecting microscope. For a part of the observations you might have to dissect the flower, for which you can use the given material (razor blade, forceps and toothpicks). Make all dissections in the Petri dish.

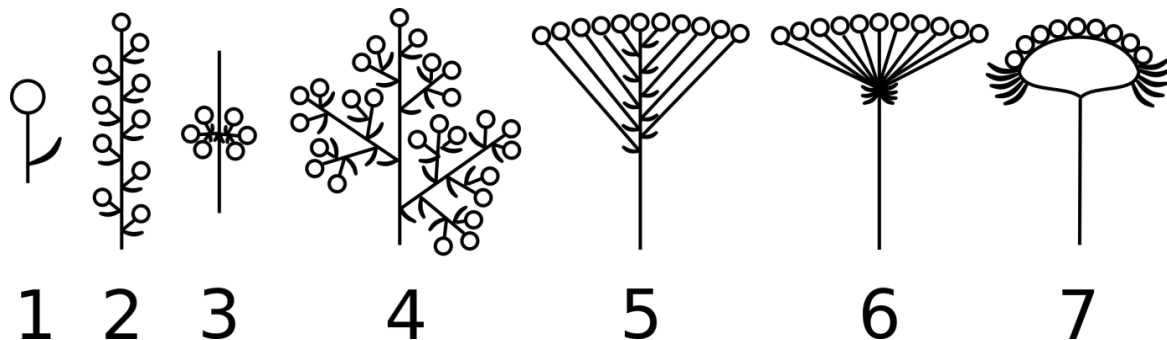
해부현미경으로 작은 상세한 구조를 관찰하시오. 꽃의 각 부분을 관찰하기 위해 꽃을 해부할 수도 있는데, 이 경우 주어진 도구(면도날, 핀셋, 이쑤시개)를 사용하시오. 모든 해부는 페트리 접시에서 수행하시오.

3.1.1 Type of inflorescence

3.1.1 꽃차례(화서) 유형

The figure shows schematic illustrations of different types of inflorescences. Each small circle represents a single flower and is often accompanied by a bract.

그림은 여러 꽃차례의 모식도를 보여준다. 각 작은 원은 한 꽃을 나타내며 종종 포엽과 함께 나타난다.



Indicate the most appropriate type of inflorescence for each Specimen V-Z with a tick (✓). [2.5 points]

각 시료 (V-Z)에 해당하는 가장 적절한 꽃차례를 체크마크(✓)로 표시하십시오. [2.5 점]



Q 9

	V	W	X	Y	Z
Inflorescence type 1 꽃차례 유형 1					
Inflorescence type 2 꽃차례 유형 2					
Inflorescence type 3 꽃차례 유형 3					
Inflorescence type 4 꽃차례 유형 4					
Inflorescence type 5 꽃차례 유형 5					
Inflorescence type 6 꽃차례 유형 6					
Inflorescence type 7 꽃차례 유형 7					



3.1.2 Number of floral parts

3.1.2 꽃 부분의 수

Determine the number of sepals, petals (or tepals), stamen and carpels per flower for of each of the Specimens V-Z and write your results in the table below. When more than 10 parts of a specific floral part are present within a single flower, indicate ">10". Omit counting floral parts indicated by a black cell in the table. [11.5 points]

각 시료(V-Z)에서 하나의 꽃 마다 꽃 받침, 꽃잎(또는 꽃덮개조각), 수술 및 심피의 수를 결정하고, 아래 표에 적으시오. 하나의 꽃에 특정 꽃부분이 10 개 이상 존재하는 경우에는 ">10"으로 표시하십시오. 아래 표에 검게 칠해진 부분은 생략하십시오. [11.5 점]



Q 10

	V	W	X	Y	Z
number of sepals 꽃받침의 수					
number of petals or tepals 꽃잎 또는 꽃덮개조각의 수,					
number of stamens 수술의 수					
number of styles (count branched styles only once) 암술대의 수 (가지가 있는 암술대는 하나로 간주한다)					
number of distinct ovaries 뚜렷이 구분되는 씨방의 수					

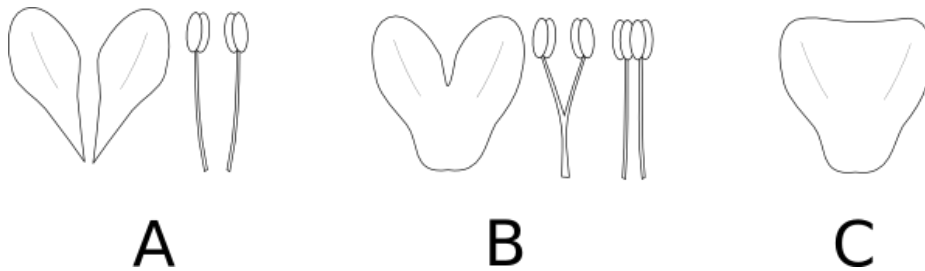


3.1.3 Fusion of floral parts

3.1.3 꽃부분의 융합

As illustrated in the figure with schematic petals and stamen, floral parts can either be free (A), partially fused (B) or completely fused (C). A: free (fused part <10%), B: partially fused (fused part 10-90%), C: completely fused (fused part >90%).

아래의 꽃잎과 수술의 모식도에서 보인 것처럼 꽃의 각 부분은 독립적으로 존재하거나(A), 부분적으로 융합되어 있거나(B) 또는 완전히 융합되어(C) 존재할 수 있다. A: 독립적(융합된 꽃부분 <10%), B: 부분적 융합(융합된 꽃부분 10-90%), C: 완전 융합(융합된 꽃부분 >90%).



Indicate the correct state of fusion of sepals, petals and stamen for flowers of plant Specimens V-Z with a tick (✓) in the table below. [6.5 points]

각 꽃 시료(V-Z)에서 꽃받침, 꽃잎 및 수술의 융합된 상태를 표시하십시오.



Q 11

		V	W	X	Y	Z
Sepals 꽃 받침	Free (fused part <10%), 독립적 (융합된 꽃부분 <10%)					
	Partially fused (fused part 10-90%) 부분적 융합(융합된 꽃부분 10-90%)					
	Completely fused (fused part >90%) 완전 융합(융합된 꽃부분 >90%).					
Petals / tepals 꽃잎/꽃 덮개 조각	Free (fused part <10%), 독립적 (융합된 꽃부분 <10%)					
	Partially fused (fused part 10-90%) 부분적 융합(융합된 꽃부분 10-90%)					
	Completely fused (fused part >90%) 완전 융합(융합된 꽃부분 >90%).					
Stamens 수술	Free 독립적					
	Partially fused to other stamens at the base or the top (fused part 10-90%) 기저부 또는 꼭대기에서 다른 수술과 부분적으로 융합. (융합된 부분 10-90%)					
	Partially fused with petals / tepals (fused part 10- 90%), 꽃잎/꽃덮개 조각과 부분적으로 융합(융합된 부분 10-90%)					
	Partially fused to other stamens AND with petals / tepals (fused part 10-90%) 다른 수술 및 꽃잎/꽃덮개 조각과 부분적으로 융합(융합된 부분 10-90%)					

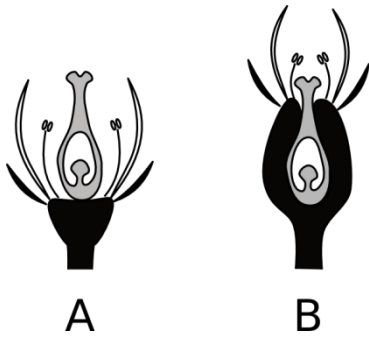


3.1.4 Ovary position

3.1.4 씨방 위치

The position of the ovary of a flower can be classified as superior (A) or inferior (B), as is shown in the figure below.

꽃에서 씨방의 위치는 아래 그림과 같이 상위씨방(A)과 하위씨방(B)으로 구분된다.



Indicate the ovary position of the flowers for each specimen V-Z with a tick (✓) in the table below. [2.5 points]

각 꽃 시료 (V-Z)에서 씨방의 위치를 아래 표에 체크마크(✓)로 표시하십시오. [2.5 점]



Q 12

	V	W	X	Y	Z
A (superior) 상위씨방					
B (inferior) 하위씨방					

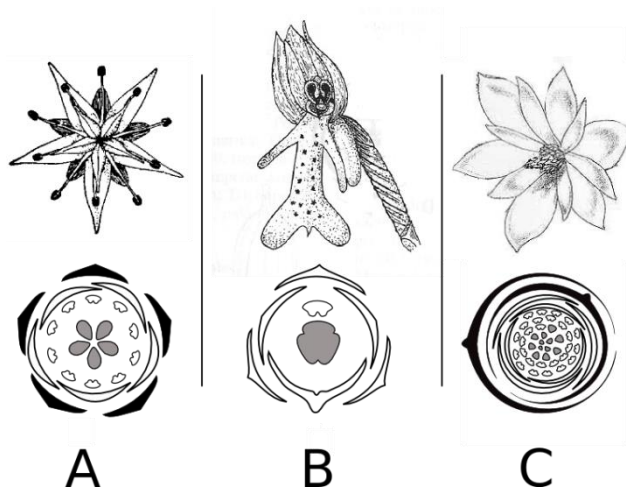


3.1.5 Floral symmetry

3.1.5 꽃의 대칭성

The symmetry of a flower can be classified into radial (A), bilateral (B) or asymmetrical (C). The following figure illustrates these symmetries both with example flowers as well as floral diagrams (second row). Floral diagrams show from outside to inside sepals (filled and curved), petals or tepals (open and curved), stamen (open and round) and carpels (grey and round).

꽃의 대칭성은 방사형(A), 좌우대칭(B) 또는 비대칭(C)으로 구분할 수 있다. 아래 그림은 몇 가지 꽃의 예와 화식도(아랫줄)의 대칭성을 나타낸 것이다. 화식도는 바깥쪽에서부터 안쪽으로 꽃받침(까맣게 칠해진 굽은 모양), 꽃잎 또는 꽃덮개조각(색칠하지 않은 굽은 모양), 수술(색칠하지 않은 둥근 모양)과 심피(회색의 둥근 모양)를 나타낸다.



Indicate the floral symmetry for flowers of each of the specimens V-Z with a tick (✓) in the table below. [2.5 points]

각 꽃 시료(V-Z)의 꽃 대칭성을 아래 표에 체크마크(✓)로 표시하시오.[2.5 점]



Q 13

	V	W	X	Y	Z
A (radial) 방사형					
B (bilateral) 좌우대칭					
C (asymmetrical) 비대칭					



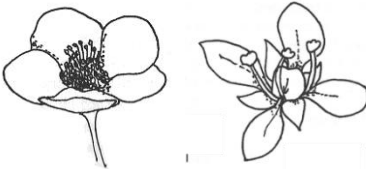

Part 3.2: Pollination ecology

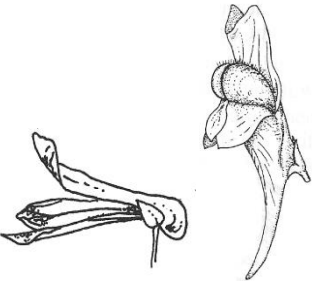
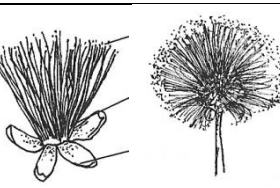
Part 3.2 수분 생태학

3.2.1 Floral shape 꽃의 형태

Floral shapes evolved as adaptations to the morphology and behavior of different pollinators. Despite the enormous diversity of flowers and inflorescences, most of them can be classified into one of several broad classes shown in the table below. Note that the relevant unit for attracting pollinators can be a single flower or an entire inflorescence.

꽃의 형태는 서로 다른 수분매개자의 형태와 행동에 적응하면서 진화되었다. 꽃과 꽃차례의 상당한 다양성에도 불구하고 이들을 아래 표에 나타난 것과 같이 몇 가지 부류로 폭넓게 분류할 수 있다. 수분매개자를 유인하는 적절한 단위는 하나의 꽃 또는 전체의 꽃차례일 수 있음을 주의하라.

n°	Floral shape 꽃의 형태	Illustration of example flowers or inflorescences 예로 든 꽃 또는 꽃차례의 모식도	General characteristics 일반적인 특징
1	Open disk flower 열린 중심화		<ul style="list-style-type: none"> Pollen and/or nectar freely presented 꽃가루 및/또는 화밀을 자유롭게 제공 Flat landing place. 편평한 착지 장소
2	Tubular flower with radial symmetry 방사대칭의 통상화(통모양의 꽃)		<ul style="list-style-type: none"> Radial symmetry 방사대칭 Pollen and/or nectar partially or completely hidden in a narrow tube 좁은 관 속에 부분적 또는 완전하게 숨겨진 꽃가루 및/또는 화밀 Tube may be built from free or fused floral parts 관은 독립적이거나 또는 융합된 꽃의 부분으로부터 형성될 수 있다.

3	Tubular flower with bilateral symmetry 좌우대칭의 통상화(통모양의 꽃)		<ul style="list-style-type: none"> • Bilateral symmetry 좌우 대칭 • Pollen partially or completely hidden in a narrow tube 좁은 관속에 부분적 또는 완전하게 숨겨진 꽃가루 . • Tube may be built from free or fused floral parts 관은 독립적이거나 또는 융합된 꽃의 부분으로부터 형성될 수 있다
4	Brush flower 길고 많은 수술을 가진 꽃		<ul style="list-style-type: none"> • Absent or inconspicuous perianth / petals 없거나 두드러지지 않은 꽃덮개(화피)/꽃잎 • Numerous and predominant stamens 두드러진 많은 수술

Based on the morphological characteristics you determined above, indicate the most appropriate floral shape class for each specimen V-Z with a tick (v) in the table below. [5 points]

위에서 여러분이 결정한 형태적 특성에 근거하여 각 꽃 시료(V-Z)에 해당하는 적절한 꽃의 형태를 아래 표에서 찾아 체크마크(v)로 표시하십시오. [5 점]



Q 14

	V	W	X	Y	Z
Floral shape 1 꽃 형태 1					
Floral shape 2 꽃 형태 2					
Floral shape 3 꽃 형태 3					
Floral shape 4 꽃 형태 4					

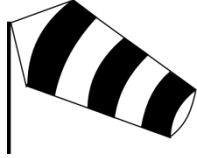






3.2.2 Pollinators

3.2.2 수분매개자

As is shown for a subset of common pollinators in the following table, the floral shape and other characteristics of the flowers or inflorescences are often strongly associated with their pollinators.

아래 표에 나타난 일련의 일반적인 수분매개자와 같이 꽃의 형태와 꽃이나 꽃차례의 다른 특성은 보통 그들의 수분매개자와 매우 밀접한 관련이 있다.

n°	Pollinator 수분매개자	Characteristics of pollinator 수분매개자의 특징	Common shapes of flowers / inflorescences 꽃/꽃차례의 공통적인 형태
1	Wind 바람 	<ul style="list-style-type: none"> • Unspecific 비특이적 • Non-directional 방향성이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconspicuous 두드러지지 않음 • Lack of optically attractive floral parts 시각적으로 유인하는 꽃의 각 부분이 없음 • Nectar and scent absent 화밀 및 향기가 없음 • Huge amount of pollen 엄청난 수의 꽃가루 • Anthers and stigma well exposed to the wind 꽃밥과 암술머리가 바람에 잘 노출된다.
2	Bees/ bumblebees 벌과 땃벌 	<ul style="list-style-type: none"> • Day-active 낮에 활동 • Biting mouthparts 물 수 있는 입 구조 • Long tongue 긴 혀 • Attracted by pollen and nectar 꽃가루와 화밀에 의해 유인됨 • Pollen gathering 꽃가루를 수집함. • Able to hang upside down' 거꾸로 매달릴 수 있음 	<p>Either</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bilateral 좌우대칭 • Brightly colored (often yellow, violet or blue) 밝은 색 (종종 노란색, 보라색 또는 파란색) • Nectar hidden in a tube 관속에 감추어진 화밀 • Offering a landing place 착지 장소 제공 <p>Or (또는)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flat 편평함 Brightly colored (often yellow, violet or blue) 밝은 색 (종종 노란색, 보라색 또는 파란색) • Offering a lot of pollen 많은 꽃가루를 제공함

3	Moths 나방 	<ul style="list-style-type: none"> • Night-active 밤에 활동 • Long proboscis 긴 주둥이 • Do not need a landing platform 착지할 필요없음 • Seeking for nectar 화밀을 찾음 	<ul style="list-style-type: none"> • White or nearly white 희거나 거의 흰색 • Fragrant scent 방향성 향기 • Open during the night 밤에 열림(개화)
4	Butterfly 나비 	<ul style="list-style-type: none"> • Day-active 낮에 활동 • Long proboscis 긴 주둥이 • Do not need a landing platform 착지할 필요성이 없음 • Seeking for nectar 화밀을 찾음 	<ul style="list-style-type: none"> • Upright position 똑바로 선 위치 • Tight tube 좁은 관 • Deeply hidden nectar 깊게 숨겨진 화밀
5	Flies 파리 	<ul style="list-style-type: none"> • Licking mouthparts 빠는 입 • Like bright flat surfaces to sit in the sun 양지에서, 앉을 수 있는 밝고 편평한 장소를 선호. 	Either <ul style="list-style-type: none"> • Small and flat 작고 편평함 • Without scent 향기가 없음 • Nectar reward freely presented 꽃가루 및/또는 화밀을 자유롭게 제공. Or (또는) <ul style="list-style-type: none"> • Brown/purple advertisement 갈색/보라색으로 유인 • Carrion- or excrement-scented 썩은 냄새 또는 대변 냄새

The following table lists additional floral traits of the plant specimen that cannot be observed from the prepared samples (+: present, ++: strongly present, -: (nearly) absent).

아래의 표는 준비된 시료에서는 관찰 할 수 없는 식물 시료의 추가적인 꽃 특징을 나타낸 것이다.

(+: 존재함, ++: 강하게 존재함, -: (거의) 없음).

	V	W	X	Y	Z
presence of nectar 화밀의 존재	++	+	+	-	++
Scent 향기	++	+	+	-	+

Based on the characteristics of the flowers or inflorescences you observed and given in the table above, indicate with a tick (✓) for each of the different plant specimens V-Z its most likely group of pollinators in the table below. Use the numbers indicated for each group in the table above. If several groups are equally likely, pick any one of them. [5 points]

여러분이 관찰한 것과 위의 표에서 주어진 꽃 또는 꽃차례의 특징에 근거하여, 각 식물 시료 (V-Z)에 해당하는 적절한 수분매개자를 찾아 아래 표에 체크마크(✓)로 표시하십시오. 위의 표에서 각 그룹을 나타내는 번호를 이용하십시오. 여러 그룹이 동일하게 가능하다고 생각되면 모두 표시하십시오. [5 점]



Q 15

	V	W	X	Y	Z
Pollinator 1 수분매개자 1					
Pollinator 2 수분매개자 2					
Pollinator 3 수분매개자 3					
Pollinator 4 수분매개자 4					
Pollinator 5 수분매개자 5					



End of the Practical Exam

-실험 시험 끝-