

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受 験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について(For this subject) (7)枚のうち(1)枚目 Total pages Page number
-----------------------------------	---------------------------	---

以下の【問題1】【問題2】【問題3】のすべてに答えなさい。

ただし、解答は【問題】ごとに別々の解答用紙に記入すること。紙面が足りない場合は、解答用紙の裏を使ってもよい。

English questions start from page 4.

【問題1】光合成の電子伝達系とATP合成に関する実験について以下の問いに答えなさい。

問1. ホウレンソウの葉緑体から光合成電子伝達系を構成する3つのタンパク質（フェレドキシン、FNR、プラストシアニン）と3つの膜タンパク質複合体（シトクロム b_6f 、光化学系I、光化学系II）を精製した。これら6つのタンパク質を含む反応溶液に光を2分間照射し、その前後で340 nmの吸光度の変化を測定したところ、光照射によって340 nmの吸光度が0.031上昇した。なお、吸光度測定は1 cm光路長のキュベットにて行った。

- (1) この実験では、リニア光合成電子伝達の結果生じる還元物質の生成を、340 nmの吸光度の上昇によって検出している。この還元物質の名称（略称でもよい）を記しなさい。
- (2) この還元物質のモル吸光係数は、 6.2×10^3 (M/cm) である。この還元物質の生成速度（1分当たりの濃度変化）を求めなさい。なお、光照射に伴う340 nmの吸光度は直線的に増加したとする。
- (3) 光合成電子伝達系の最初の電子供与体を記し、それに続いて、3つのタンパク質と3つの膜タンパク質複合体を、リニア光合成電子伝達の順に並べて記載しなさい。

問2. ホウレンソウの葉緑体からチラコイド膜を調製し、pH4.0の薄い酸性緩衝液の溶液Aに懸濁し1時間（暗所）インキュベートしたのち、暗所にて等容の別の溶液B（ADP、リン酸、 $MgCl_2$ を含む緩衝液）と混合し、1分後のATP量を検出した（実験I）。なお、溶液Aと溶液Bを等容混合すると混合溶液のpHは8.0になることを確認している。なお、この反応の性質を知るために、溶液AのpHを8.0とした反応（実験II）、溶液Aに塩化アンモニウム NH_4Cl を2 mM添加した反応（実験III）も行った。下の表に、その結果をATP生成量の相対値で示した。

	実験I	実験II	実験III
溶液AのpH	4.0	8.0	4.0
溶液Aへの NH_4Cl (2 mM) 添加	-	-	+
反応後のATP生成量（相対値）	100	0	10

この実験では、(1) 実験Iにおいて暗所でもATP生成が見られ、(2) 実験IIにおいて溶液AがpH 8.0の時にATP生成が見られず、(3) 実験IIIにおいて、 NH_4Cl が添加された溶液Aを使うとATP生成量が大幅に低下した。葉緑体でのATP生産のメカニズムに基づきこれらの理由を説明しなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受 験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について(For this subject) (7)枚のうち(2)枚目 Total pages Page number
-----------------------------------	---------------------------	--

【問題2】以下の問いに答えなさい。

問1. 植物は重力を感知し、根を下向きに伸ばす。

- (1) この反応を何と呼ぶか答えなさい。
- (2) 根において重力を感知している細胞を何と呼ぶか答えなさい。
- (3) で答えた細胞の中で、平衡石としての役割を持つオルガネラは何か。そのオルガネラの名称と特徴を答えなさい。

問2. オーキシンは問1.(1)の反応に不可欠な植物ホルモンである。

- (1) シロイヌナズナの根端分裂組織付近の茎に存在するオーキシン排出トランスポーターXは、細胞の特定の側に位置し、それによってオーキシンの輸送方向が決定される。根の中心柱のトランスポーターXによるオーキシンの流れは求基的か求頂的か答えなさい。また、トランスポーターXが局在することによって、オーキシンの流れがどのように制御されるかを説明しなさい。
- (2) 根を水平方向に置いた場合、根の下側（重力方向側）と上側（重力と反対の方向側）ではどちらのオーキシン濃度が高いか答えなさい。また、なぜ根が下向き（重力方向）に伸びるのか説明しなさい
- (3) オーキシンは何のアミノ酸から作られるか答えなさい。
- (4) AUX/IAAタンパク質はARFと結合し、オーキシン非存在下でその活性化を抑制することが示唆されている。AUX/IAAがオーキシンの存在下でどのように制御され、最終的にオーキシン応答性遺伝子発現が達成されるかを答えなさい。デグロン、オーキシン受容体、プロテアソームの語を用いて説明しなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受 験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について(For this subject) (7)枚のうち(3)枚目 Total pages Page number
-----------------------------------	---------------------------	---

【問題3】植物における物質輸送に関する以下の文章を読み、以下の問に答えなさい。

植物は根を通じて土壤中の水分や養分を吸収しており、この過程を効率的に行うための特殊な構造を根に有している。例えば、根毛は根の表面積を大幅に増加させ、カスパリー線は選択的な物質輸送を可能にすることで、栄養吸収において重要な役割を果たしている。根から吸収された養水分は、地上部へと輸送され、植物の成長や代謝に利用される。この養水分の吸収、輸送、分配のプロセスは、植物ホルモンによって緻密に調節され、環境条件や植物の生育段階に応じて養水分の利用効率を最適化し、植物の適応性を高めている。

問1. 植物の根から葉への水分輸送において、蒸散引力は最も重要な駆動力である。蒸散引力とは何か、また、それがどのように植物体内の水分輸送に貢献するか、簡潔に説明せよ。

問2. カスパリー線は植物の栄養吸収においてどのように選択的な物質輸送に関与しているかについて、カスパリー線の存在する組織やカスパリー線の特徴を含め、簡潔に説明せよ。

問3. 植物の根における窒素の吸収と輸送について、記述した以下の文章について、それぞれの正誤を答えなさい。また文章が間違っている場合、その誤りを修正しなさい。

- A) 土壤中の窒素は主に NH_4^+ と NO_3^- の形で吸収される。
- B) 吸収された NH_4^+ は根で同化されずに、そのまま地上部へ輸送される。
- C) NO_3^- の還元は主に根で行われる。
- D) 窒素同化の最終産物であるグルタミン酸は、主に師管を通じて輸送される。
- E) 根で吸収された NO_3^- は、主に木部を通じて地上部へ輸送される。

問4. 土壌が乾燥し、水が欠乏した条件において働く代表的な植物ホルモン名を答えなさい。また、その植物ホルモンは、養水分の吸収や選択性にどのように関与するか、具体的な例を2つ挙げなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受 験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について (For this subject) (7) 枚のうち (4) 枚目 Total pages Page number
-----------------------------------	---------------------------	---

Answer all of [Question 1], [Question 2] and [Question 3] below.

The answers must be written on separate answer sheets for each Question. You may use the back of the answer sheet if there is insufficient space

[Question 1]

Answer the following questions about experiments of photosynthetic electron transport and ATP synthesis.

Q1-1. Three proteins (ferredoxin, FNR and plastocyanin) and three membrane protein complexes (cytochrome *b₆f*, photosystem I and photosystem II) were purified from spinach chloroplasts. These samples were mixed, and light was irradiated to the mixture for 2 min. Change in absorbance at 340 nm of the mixture was monitored. As the result, the absorbance at 340 nm increased by 0.031 after the light irradiation. The experiment was performed in a cuvette with a 1-cm bandpass.

1. In this experiment, the reduced compound produced by the linear photosynthetic electron transfer was detected by the increase in 340-nm absorbance. Answer name of the reduced compound (Abbreviation is also acceptable).
2. The molar extinction coefficient of this compound is 6,200 (M/cm). Estimate the rate of production of this compound (change of concentration of this compound per min), assuming linear increase of 340 nm absorbance.
3. Write the name of the first electron donor compound for the linear photosynthetic electron transport system in chloroplast. Then, write the three proteins and three protein complexes used in this experiment in the order of the linear photosynthetic electron transfer.

Q1-2. Thylakoid membrane was prepared from spinach chloroplasts. The thylakoid membrane sample was incubated in Solution A (diluted acid buffer, pH 4.0) for one hour in the dark. Then, the same volume of Solution B (buffer containing ADP, phosphate and MgCl_2) was added to the thylakoid membrane sample in Solution A, followed by the detection of ATP after 1 min in the dark (Experiment I). It was previously confirmed that when the same volumes of Solutions A and B are mixed, the pH of mixed solution becomes 8.0. To characterize this reaction of ATP production, additional Experiments II and III were also carried out. In Experiment II, pH of Solution A was adjusted to 8.0 before mixing with Solution B. In Experiment III, ammonium chloride NH_4Cl (2 mM) was contained in Solution A.

The results of the experiments are shown as Table 1.

Continued to the next page

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について (For this subject) (7)枚のうち (5)枚目 Total pages Page number
----------------------------------	-------------------------------	--

Table 1. Results of Experiments I to III.

	Exp. I	Exp. II	Exp. III
pH in Solution A	4.0	8.0	4.0
Addition of NH ₄ Cl (2 mM) in Solution A	–	–	+
Relative ATP production	100	0	10

As shown in Table 1, ATP production was observed in the dark (1), but no ATP production was detected in Experiment II (2) and ATP production was drastically decreased in Experiment III (3). Explain the reasons of the results of Experiments I, II and III, based on the ATP production mechanism in chloroplasts.

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について (For this subject) (7) 枚のうち (6) 枚目 Total pages Page number
----------------------------------	---------------------------	--

[Question 2]

Answer the following questions.

Q2-1. Plants can sense gravity and roots grow downward.

1. What do we call the response?
2. What cells sense gravity in the roots?
3. In the cells answered in Q2-1.2, what organelle has a role as statoliths? Answer the name of the organelle and describe its characteristics.

Q2-2. Auxin is a plant hormone essential for the response described in Q2-1.

1. Auxin efflux transporter X in the stele near the root apical meristem of *Arabidopsis thaliana* is located at the specific side of the cell, thereby determining the direction of auxin transport. Answer whether auxin flow by transporter X in the stele of the root is basipetal or acropetal. Also, explain how the localization of transporter X regulates auxin flow.
2. Answer which auxin concentration is the higher, at the lower side (gravity direction) or the upper side (opposite to gravity) of the root, when the plants are laid horizontally. Also, explain why roots grow downwards in the direction of gravity.
3. Which amino acid is auxin produced from?
4. AUX/IAA proteins have been suggested to bind with ARFs and inhibit their activation in the absence of auxin. Answer how AUX/IAA is regulated in response to high auxin levels and ultimately activates auxin-responsive gene expression, using the words degron, auxin receptor, and proteasome.

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

Entrance Examination for Master's Course, Graduate School of Bioagricultural Sciences

受 験 専門科目名 Subject chosen	植物生理学 Plant Physiology	この科目について(For this subject) (7)枚のうち(7)枚目 Total pages Page number
-----------------------------------	---------------------------	--

[Question 3]

Read the following sentences about substance transport in plants and answer the questions below.

Plants absorb water and nutrients from the soil through their roots and have specialized structures to carry out this process efficiently. For example, root hairs significantly increase the surface area of the root, while the Casparian strip plays an essential role in nutrient absorption by enabling the selective substance transport. The water and nutrients absorbed by the roots are transported to the above-ground parts and used for plant growth and metabolism. This absorption, transport, and distribution processes of water and nutrients are finely regulated by plant hormones. These processes optimize water and nutrient use efficiency according to environmental conditions and plant growth stages, thereby enhancing plant adaptability.

Q3-1. In transporting water from plant roots to leaves, "transpiration pull" is the most important driving force. Briefly explain what transpiration pull is and how it contributes to water transport within the plant.

Q3-2. How does the Casparian strip contribute to the selective substance transport in plant nutrient absorption? Briefly explain, including its location and characteristics.

Q3-3. Whether each statement regarding nitrogen absorption and transport in plant roots is true or false? If a statement is false, correct the error.

- A) Nitrogen in the soil is mainly absorbed as NH_4^+ and NO_3^- .
- B) Absorbed NH_4^+ is not assimilated in the roots but transported directly to the above-ground parts.
- C) NO_3^- reduction occurs mainly in roots.
- D) Glutamic acid, the final product of nitrogen assimilation, is mainly transported through the phloem.
- E) NO_3^- absorbed by the roots is mainly transported to the above-ground parts through the xylem.

Q3-4. Answer a representative plant hormone that functions under drought conditions when water is scarce. Also, provide two examples of how this plant hormone is involved in the absorption of water and selectivity of nutrients.