

令和8年度入学
宮城大学大学院食産業学研究科（博士前期課程）
一般選抜・特別選抜＜外国人留学生＞試験問題（専門科目）

試験科目名 植物生産論

【解答例】

問1 分類・進化学の基礎知識（(1)と(3)）、生理学と応用の理解（(2)、(4)、(5)）を評価する問題である。

(1)

葉緑体（クロロプラスト）

一次共生（細胞内共生）

(2)

分子状酸素を発生する分類群：シアノバクテリア

酸素の由来：水の分解

(3)

適切な遺伝子・DNA領域名（例、*rbcL*など）を1つ記載。

rbcL 遺伝子は葉緑体ゲノムにコードされる遺伝子であり、多くの植物種で保存性が高く、かつ種間で一定の塩基配列差が存在するため、幅広い植物群において種同定（DNAバーコーディング）に適している。また、既存の配列データベースが充実しており、比較解析が容易である点も利点である。

※他の解答例：*matK*、ITSなど

(4)

名称：カルス（Callus）

理由：カルスは未分化で高い増殖能をもつ細胞集団であり、培養条件を制御することで大量増殖が可能である。また、植物ホルモンの組成を調整することにより再分化が可能であるため、遺伝子導入後の形質転換体作出や、有用物質の安定的生産など、植物バイオテクノロジーに幅広く利用されている。

(5)

グループ名：オーキシン

化合物名：インドール酢酸（IAA）

第2期

役割：オーキシンは細胞伸長や細胞分裂を促進し、組織培養では脱分化の誘導やカルス形成に役割を果たす。また、サイトカイニンとの濃度比を調整することで、根や芽などの器官分化を制御することができる。

※他の解答例：

サイトカイニン：ベンジルアデニン（BA）：細胞分裂促進，シュート形成誘導

ジベレリン：GA₃：伸長成長促進

アブシジン酸：ABA：胚形成や休眠維持

問2 (1) は分類学的基礎，(2) ～ (4) は生理・分子・応用の理解を横断的に評価する問題である。

(1)

紅藻に分類される生物：*Pyropia yezoensis*

被子植物・単子葉類に分類される生物：*Oryza sativa*

(2)

機械（風圧，接触，踏圧）

植物は、風による揺動，他個体や障害物との接触，踏圧などの機械刺激を受容する。これらの刺激が過剰または継続的に加わると，細胞壁や細胞骨格に物理的負荷が生じ，細胞伸長や組織形成が阻害されるため，環境ストレスとして作用する。機械刺激を受けた植物では，細胞内 Ca²⁺濃度の一過的上昇や活性酸素種の生成を介したシグナル伝達が誘導され，これにตอบสนองして機械刺激応答遺伝子の発現変化やホルモン応答が引き起こされる。その結果，伸長成長の抑制や茎の肥厚などの形態変化が生じ，機械刺激に耐える形質が形成される。

※温度ストレス，乾燥ストレス，塩ストレス，光ストレスなどでも可

温度（低温，高温）

植物は生育に適した温度範囲を逸脱した高温または低温条件に曝されると，タンパク質の変性や膜流動性の変化，酵素反応速度の低下などが生じ，正常な細胞機能を維持できなくなるため，温度は環境ストレスとして作用する。低温条件では膜の硬化に伴う物質輸送の阻害や代謝活性の低下が起こり，高温条件ではタンパク質の変性や活性酸素種の過剰生成が引き起こされる。植物はこれらの温度刺激を感知すると，ヒートショックタンパク質（HSP）や低温応答遺伝子の発現誘導などを介して細胞保護機構を活性化し，温度ストレスへの耐性を獲得する。

乾燥（水分欠乏）

乾燥条件では，植物体内の水分ポテンシャルが低下し，細胞の膨圧が維持できなくなる。こ

第2期

のような状態は、生理機能の低下や成長阻害を引き起こすため、植物にとって環境ストレスとなる。植物は乾燥刺激を感知すると、アブシジン酸（ABA）シグナル伝達系の活性化などを介して、気孔閉鎖やストレス応答遺伝子の発現誘導を行い、水分損失の抑制や耐性獲得を図る。

(3)

植物のストレス応答を遺伝子レベルで解析する方法としては、トランスクリプトーム解析（RNA-seq）や定量的 RT-PCR による遺伝子発現解析が挙げられる。

例えば、高温ストレス条件下に植物を曝露し、処理前後で発現量が変動する遺伝子を網羅的に解析することで、高温ストレス応答に関与する遺伝子群を同定することが可能である。さらに、候補遺伝子については遺伝子破壊株や過剰発現株を作出し、表現型解析を行うことで、ストレス耐性への寄与を検証できる。

(4)

育種法の例：遺伝子組換え技術（遺伝子導入育種）

遺伝子組換え育種では、特定の有用遺伝子を植物ゲノムに導入することで、目的形質を付与する。例えば、環境ストレス耐性に関与する転写因子遺伝子を導入することで、乾燥や塩ストレスに対する耐性を向上させることが可能である。この方法の利点は、目的遺伝子を直接導入できるため育種期間を大幅に短縮できる点や、既存品種の優良形質を保持したまま新規形質を付与できる点にある。

※ 系統育種法、マーカー選抜育種、ゲノム編集、集団育種なども可

育種法の例：系統育種法

系統育種法とは、遺伝的多様性を有する集団から個体選抜を繰り返し行い、優良形質を固定した系統を育成する育種法である。まず、交雑によって得られた分離集団において、目的とする形質を示す個体を選抜し、それらを自殖または固定化を進めながら世代を重ねることで、遺伝的に均一な系統を確立する。この方法は主に自殖性作物に適用されており、形質の遺伝様式を把握しながら安定した品種を育成できる点が特徴である。

系統育種法の利点として、複数の有用形質を段階的に選抜・固定できること、ならびに確立した系統が遺伝的に安定で再現性の高い形質を示すことが挙げられる。一方で、育種期間が長期化しやすいという課題もあるが、近年では DNA マーカー選抜などと組み合わせることで、育種効率の向上が図られている。