

【正解又は解答例】

令和8年度 愛媛大学大学院農学研究科入学者選抜学力検査

(食料生産学 専攻 植物工場システム学 コース)

専門科目	植物細胞システム計測学
------	-------------

第 1 頁 (3 頁の内)

問 1 .

【解答例】

Boyer and Knippling (1965)によって開発されたサイクロメーター法で、葉身や玄米などの植物組織の水ポテンシャルを±0.01 MPaの精度で計測できる高精度のサイクロメーター法である。植物組織をサンプルチャンバー内に収めた後、クロンメル-コンスタンタンの熱電対をループ状に加工した計測ジャンクション上に既知の濃度(水ポテンシヤル)のショ糖溶液を設置し、等温等圧条件下に置く。仮に、ショ糖溶液の水ポテンシヤルが植物試料の水ポテンシヤルより高いと、水ポテンシヤル勾配に従って水分子はセンサからサンプルに移動するため、水の蒸発により気化熱が奪われ、計測ジャンクションは冷やされる。このとき、ゼーベック効果により、計測ジャンクションと参照ジャンクションとの間に温度勾配が生じ、熱電子が流れる。等圧式サイクロメーターではこの熱電対の微小な起電力をナノボルトメーターにより測定する。計測ジャンクション上に複数のショ糖溶液を設置することで得られる検量線から組織の水ポテンシヤルが求まる。この方法では、計測の誤差となり得る組織の水の拡散抵抗と呼吸熱の影響を抑えることのできる点に特長がある。水ポテンシヤル測定後に試料を収めたチャンバーごと-80℃で凍結させた後、室温下で緩慢に解凍した後、同様の計測を行うことで組織の浸透ポテンシヤルを測定できる。測定した水ポテンシヤルと浸透ポテンシヤルの差から膨圧が算出できる。

【正解又は解答例】

令和8年度 愛媛大学大学院農学研究科入学者選抜学力検査

(食料生産学 専攻 植物工場システム学 コース)

専門科目	植物細胞システム計測学
------	-------------

第 2 頁 (3 頁の内)

問 2.

【解答例】

植物の細胞拡大の過程では、生長に伴った水ポテンシャル勾配が形成され、水源である導管から伸長細胞への水流入と、細胞壁の合成による細胞壁伸展とが同時に起こる。植物体が水ストレスに晒されると、導管の水ポテンシャルが低下に続き、生長に伴った水ポテンシャルが低下することから細胞の伸長速度が低下する。水ストレス下の伸長細胞内では、浸透圧調節機能が発現し、糖類、アミノ酸などの溶質が集積することで、細胞の浸透ポテンシャルが低下（浸透圧が上昇）し、細胞膨圧が保持されることから、細胞は体積を維持することができ、脱水を回避することができる。

フルーツトマトに代表される高糖度トマト生産では、果実肥大期に水切りを行うことで、植物体をマイルドな水ストレス状態に保持し続ける。適度な水ストレス条件下では、光合成順化が起き、果実への糖集積が促進される。生長中の果実では、浸透圧調節により、生長速度が部分的に阻害されるため、果実の体積は相対的に小さくなるものの、果実内の溶質濃度の上昇により、糖度が向上し、高付加価値な果実生産に繋がっている。

登熟中のイネがフェーンに晒されると乳白粒が多発することが知られている。フェーンに伴う高温乾燥風条件下では、稲体の水分状態が低下し、水ストレスとなる。水ストレス下の玄米胚乳では、浸透圧調節が働くことにより、胚乳細胞の生長が維持される。一方、後に白濁化する内側の胚乳細胞において糖集積が促進される反面デンプン合成が一時的に阻害される。デンプン合成が部分阻害された胚乳細胞では、集積不足となったアミロプラストの間に液胞様構造が残存し、含水率低下後、その部分が空隙化することから、光の乱反射が起き、白濁を呈す。

【正解又は解答例】

令和8年度 愛媛大学大学院農学研究科入学者選抜学力検査

(食料生産学 専攻 植物工場システム学 コース)

専門科目	植物細胞システム計測学
------	-------------

第 3 頁 (3 頁の内)

問 3.

【解答例】

MALDI : マトリックス支援レーザー脱離イオン化法の略であり、質量分析におけるソフトイオン化法の一つで、固体または液体中におけるマトリックス中に存在する試料にレーザー光を照射し、気相中にイオンを生成させるイオン化法である。マトリックス分子がレーザー光を吸収し、熱エネルギーに変換することで、試料分子が脱離、イオン化されることから、試料分子の分解が抑えられ、分子量の大きな高分子をイオン化できる特徴がある。

ESI : エレクトロスプレーイオン化の略で、液体試料中の代謝産物やタンパク質などの高分子をフラグメント化することなくイオン化するソフトイオン化法。液体試料を高電圧をかけたキャピラリーから噴霧し、帯電した微細な液滴を生成させる。液滴は溶媒が蒸発するにつれて小さくなり、電荷密度が高まり、帯電液滴として分裂し、最終的には試料分子が溶媒から脱離し、イオン化される。ESI は、MALDI とは対照的に多価イオンで検出される。

【正解又は解答例】

令和8年度 愛媛大学大学院農学研究科入学者選抜学力検査

(食料生産学 専攻 植物工場システム学 コース)

専門科目	植物細胞システム計測学
------	-------------

第 3 頁 (3 頁の内)

問 3.

【解答例】

picoPPESI-MS : picoPPESI はピコリットル・プレッシャープローブ・イオン化質量分析法の略で、ESI をベースに、植物の細胞溶液等の超微量溶液中の代謝分子をリアルタイム分析するために開発されたイオン化法である。細胞水分状態計測器であるセルプレッシャープローブとオービトラップ質量分析計とを融合した質量分析法で、プレッシャープローブのマイクロキャピラリーチップ内にチタン製の内部電極を埋設し、イオン液体を混入させたシリコンオイルを用いる。この手法では、1 植物細胞から細胞溶液の採取が可能で、細胞液中の代謝分子を大気圧下でイオン化し、質量分析が可能である。ESI と異なり、ピコリットルレベルの超微量試料を対象に分子計測できる点、前処理の必要なしに、オンサイトの状態で細胞液に含まれる糖、アミノ酸、脂質等の代謝物を混合物の状態で一斉分析できる点、プレッシャープローブとの組み合わせにより、分析時の標的細胞の生理状態を把握した上で、質量分析できる点が特長である。