

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Mostafa Abdelwahed Noureldein Abdelrahman
審査委員	<p>主査 執行 正義 (印)</p> <p>副査 山内 直樹 (印)</p> <p>副査 辻本 壽 (印)</p> <p>副査 小林 伸雄 (印)</p> <p>副査 伊藤 真一 (印)</p>
題目	<p>Biochemical Analyses of Functional Metabolites in <i>Allium</i>: Prospective Strategies for Improving Crop Stress Tolerance</p> <p>(ネギ属における機能性代謝物の生化学分析：作物ストレス耐性の改変に関する将来戦略)</p>
<p>審査結果の要旨（2,000字以内）</p> <p>ネギ属植物が有する栄養特性や機能性は食用および薬用植物種としての利用価値を高めている。ネギ属には多くの種が含まれ、その生息地域は北半球全域に広がっている。また、広範な遺伝的多様性をもつことが知られており、特に中央アジアから地中海までの一帯が多様性のホットスポットとなっている。ネギ属の栽培種と野生種の種間関係に関する研究は、タマネギ育種における病害抵抗性素材の重要性と相まって発展してきた。野生種 <i>Allium roylei</i> や熱帯地方の在来種シャロットは病害抵抗性や健康機能性を有しており、タマネギ品種改良に利用できる育種素材として注目されている。本研究では、有用性が見込める化学的遺伝マーカーとしてサポニン化合物に注目し、その生化学分析を行い、作物ストレス耐性の改変を見据えた以下の研究を実施した。</p> <p>まず、<i>Melanocrommyum</i> および <i>Nectaroscordium</i> 亜属の9種類の植物種から抽出したサポニン類をTLCにより化学的に分離し、その多寡を把握するとともに、フザリウムに対する抗菌活性を調査した。さらに、辛味や風味に関係する硫黄化合物の前駆体（システインスルホキシド、ACSOs）に関する定性・定量解析を実施したところ、<i>A. siclum</i> を除いた全ての植物種で低含量となっていた。何種類かの化合物について、病害抵抗性の選抜マーカーとしての有効性を検証したところ、サポニンが最も有望であることが示された。</p> <p>次に、HPLCと分光分析により、<i>A. nigrum</i> の各器官における代謝産物の比較解析を行ったところ、ACSOsは鱗茎部で、ポリフェノールは葉身部で、また、サポニンは根部で、それぞれ蓄積量が多くなっていた。<i>Allium nigrum</i> 根部の抽出物より各化合物の精製を試み、さらに、スペクトル分析による構造決定によりスピロスタン型グリコシドであるアジノシドの同定に成功した。また、最も高いアジノシド含量は根部でみられた。生体内外でのアジノシドの抗真菌活性を様々な植物病原体を用いて評価したところ、天然化合物由来農薬としてのサポニンの可能性を示唆する結果が得られた。</p>	

上記と同様の研究をシャロットについて行い、スピロスタノールサポニン化合物であるアリオスピロシド A とアリオスピロシド B の精製・同定に成功した。精製された全ての化合物の中で、アリオスピロシド A はフザリウム菌に対する強力な抗真菌活性を示し、植物体内の病害抵抗性の発現に強く関与することが示唆された。シャロットとタマネギの TLC プレート上で検出されたサポニン類の量的・質的多寡を交雑集団について観察したところ、抵抗性個体でのみ *Alliospiroside A* の明確な蓄積がみられた。さらに、両植物が生産するフルスタノールサポニンはスピロスタノールサポニンの生合成における前駆物質となっており、この物質変換に関係する β -グルコシダーゼは耐病性選抜用化学的遺伝マーカーとなる可能性が示された。

植物防御応答と *A. roylei* の代謝産物の関係を調査するために、ACSOs, フラボノイド, ポリフェノール, アスコルビン酸およびサポニンの化学分析を根・茎盤部, 鱗葉球と葉身部に分けて実施した。次に, 各器官から得られたエタノール抽出物の DPPH ラジカル捕捉活性 (IC_{50}) を測定し, 各化合物の多寡との関連解析を行い, 寄与率の高い物質としてのフラボノイドやサポニンの存在が示された。一方で, これらの部分精製物の抗菌活性を測定した結果, 全濃度区においてサポニンはフラボノイドより高い抗真菌活性を示し, 菌の成長抑制率は濃度依存的に上昇した。一連の HPLC 分析, 分光分析および組織化学的解析より, サポニンが植物防御物質として真菌病抵抗性に直接関与している可能性が示された。

非生物的・生物学的ストレスは栽培植物の生育や収量に多大な影響を与えることから, ストレス耐性品種の獲得が求められる。本研究では, 先ず, シャロット倍加半数体 (DHA) とタマネギ倍加半数体 (DHC) の種内交雑により F_1 個体を作成した。次に, これらを用いてメタボローム解析を実施し, 113 種類のターゲット代謝産物のうち, 49 種類で両系統の生産量に有意差がみられた。また, トランスクリプトームデータとの統合解析の結果, 非ストレス条件下の DHA と F_1 において誘導される非生物的ストレス関連遺伝子・代謝物の発現量は同条件下の DHC を常に上回っており, シャロットの非生物的ストレスに対する適応性はタマネギを上回ると予測された。

本研究で得られた成果は, ネギ属植物がもつ代謝物の機能を解明するとともに, 栽培品種の育種計画に新たな戦略を付与することにも役立つことが示された。審査委員会は, 本論文の内容を評価し, 学位論文として十分価値を有するものと判断した。