

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 学 術 ）	氏名	Tayebeh Abedi
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目 Characterization of tobacco plants with the hyper-galactosylated cell wall components (高ガラクトシル化された細胞壁をもつタバコ植物の性状解析)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	田 中 伸 和	
審査委員	教 授	秋 庸 裕	
審査委員	教 授	河 本 正 次	
〔論文審査の要旨〕			
<p>植物の細胞壁は、細胞構造の維持のみならず、病原菌の侵入阻止、外界シグナル物質の受容など、植物の生存に重要な様々な役割を持つ。細胞壁を構成する多糖類にはセルロース、ヘミセルロース、ペクチンがあり、これらの構成比や糖組成は植物の器官や組織、生育環境、生育時期などで異なるため、植物の生育や生理状況と密接に関係すると考えられる。このことは、細胞壁多糖類の構成比や糖組成が植物の生育や生理状態を決める一因であることを示唆している。ガラクトース (Gal) は細胞壁多糖類の構成糖の一つとしてヘミセルロース及びペクチンの幾つかの多糖類に含まれ、植物の生育や生理において重要な役割を持つと考えられている。したがって、これらの多糖類の Gal 含有率を人為的に改変すれば、植物の生育・成長や生理状態に変化を及ぼさせることができると予想される。</p> <p>ヘミセルロースとペクチンは細胞内のゴルジ装置で合成され細胞外に分泌される。これらの材料となる単糖類はヌクレオシド 2 リン酸が結合して活性化された糖ヌクレオチド (NDP-sugar) の形で細胞質に存在し、ゴルジ膜に局在する特異的な輸送体によってゴルジ内腔に移送される。hUGT1 は UDP-Gal 特異的輸送体 (UGT) として最初に同定されたヒト由来の輸送体で、その活性および分子構造と機能の相関が詳細に解析された。現在、UGT は哺乳類、昆虫、酵母、植物など真核生物種に広く分布することが知られている。UGT 遺伝子を高発現させ、ゴルジ装置に UDP-Gal を過剰に供給することで、細胞壁多糖類の Gal 含有率を上昇できること (高ガラクトシル化) が期待できる。実際に、hUGT1 遺伝子導入 (形質転換) タバコ植物は生育促進や葉緑素の高蓄積などの興味深い形質を示すとともに、hUGT1 によるゴルジ装置への UDP-Gal の過剰移送が認められている。</p> <p>本論文では、hUGT1 形質転換タバコ植物で実際に細胞壁多糖類の高ガラクトシル化が起きていることが示され、さらに新たに見出された形質である植物体の硬化の原因を明らかにし、これらを基に UGT 遺伝子導入による新奇な植物改良法が提案されている。</p> <p>第一章では、本論文の概要について述べられ、第二章では、イントロダクションとして、本論文への理解を深めるために必要な植物細胞壁ならびに糖ヌクレオチド輸送体について</p>			

の基礎的な説明が述べられている。

第三章では、*hUGT1* 遺伝子の発現により細胞壁構成多糖類の高ガラクトシル化が生じることが示されている。具体的には、*hUGT1* 形質転換タバコ植物から細胞壁画分を抽出し、単糖化して蛍光物質を付加したのちに高速液体クロマトグラフィーで糖組成を解析することで、予想通り細胞壁が高ガラクトシル化されていることを確認している。続いてヘミセルロース画分とペクチン画分を抽出して構成糖を単糖レベルで解析し、それぞれの画分で高ガラクトシル化が起きていることを明らかにしている。さらに、MALDI-TOF-MS を用いた OLIMP 法で、ヘミセルロース画分中ではキシログルカンが高ガラクトシル化されていることを明らかにし、これを基に植物体の硬化を予想している。また、Gal は比較的低濃度で植物に毒性を持つが、外部から投与された Gal は *hUGT1* の発現でゴルジ装置により多く送り込まれ、細胞壁多糖類の成分となるため植物体の Gal 感受性が軽減されることが示されている。

第四章では、第三章で提示された植物体の硬化の可能性を基に、その実証と原因の解明を行っている。具体的には、*hUGT1* 形質転換タバコ植物の強度を測定し、実際に硬化が起きていることが示されている。透過型電子顕微鏡による細胞壁の厚さの測定では、*hUGT1* 形質転換植物の細胞壁の肥厚が観察され、この結果は細胞壁の抽出・定量において細胞壁量が増加していることから支持されている。さらに、*hUGT1* 形質転換植物では、細胞壁を硬化させるリグニンの含量が増加していることも分かり、定量 PCR 解析によるリグニン生合成遺伝子群の転写量の増加も認められている。以上の結果より、*hUGT1* 形質転換植物における植物体の硬化現象は、キシログルカンの高ガラクトシル化の可能性も否定できないが、主たる原因は細胞壁の肥厚とリグニン高蓄積にあることを明らかにしている。

第五章では、本研究の成果をまとめるとともに、植物細胞壁のガラクトシル化度を高めることで、植物体の生育促進のみならず、細胞壁肥厚によるバイオマス量の増加やリグニン蓄積量の増加など産業的にも有用な形質が認められたことから、新たな植物改良法として提案できることを記載している。

本論文の著者は、外来 *UGT* 遺伝子発現で植物細胞壁が高ガラクトシル化されること、それに伴い植物細胞壁の肥厚と高リグニン化が起こることを初めて明らかにし、バイオマス増加やリグニン生産向上など応用展開も示唆した。これらの知見は植物の細胞壁改変に止まらず新たな植物改良技術として極めて有用であり、高く評価されるものである。

以上より、本論文の著者は、博士（学術）の学位を受けるに十分な資格を有するものと判断する。

備考 審査の要旨は、1,500 字程度とする。

試験の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 学 術 ）	氏名	ABEDI TAYEBEH
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>Characterization of tobacco plants with the hyper-galactosylated cell wall components (高ガラクトシル化された細胞壁をもつタバコ植物の性状解析)</p>			
<p>試験担当者</p> <p>主 査 教 授 田 中 伸 和 印</p> <p>審査委員 教 授 秋 庸 裕 印</p> <p>審査委員 教 授 河 本 正 次 印</p>			
<p>[試験の結果の要旨]</p> <p style="text-align: center;">判定 合格</p> <p>学位請求論文の内容およびその関連事項について口頭試問を行った。具体的には、1) 植物の UGT ではなくヒトの UGT を研究に使用した理由、2) 植物が硬化する利点、3) リグニンの構成及びリグニン生合成遺伝子が活性化される分子メカニズム、4) 高ガラクトシル化とシグナル伝達との関係の解析、などを中心に試問した。結果、本申請者はいずれの試問に対しても十分な根拠を基に論理的かつ明快に説明することができ、学位を取得するに足る十分な知識を有していることが示された。</p> <p>従って、本申請者は、博士（学術）の学位を授与するに値する学識を有しているものであることを審査員全員の一致により認めた。</p>			

備考 要旨は、400 字程度とし、試験の方法も記載すること。