

氏 名 阿部 大吾

授与した学位 博士

専攻分野の名称 農 学

学位授与番号 博乙第4369号

学位授与の日付 平成23年 9月30日

学位授与の要件 博士の学位論文提出者

(学位規則第5条第2項該当)

学位論文の題目 キウイフルーツ果実における抗糖尿病作用と抗酸化能に関する研究

論文審査委員 教授 久保康隆 教授 久保田尚浩 准教授 中野龍平 准教授 中村宜督

### 学位論文内容の要旨

糖尿病を含める生活習慣病は社会問題となっており、国内の糖尿病患者は増加の一途を辿っている。これら疾病は日常的な食生活により予防・改善が可能であることから、食品に含まれる機能性成分量及びその変動の解明、新たな機能性成分の探索は重要な研究課題である。近年、脂肪細胞が糖尿病に大きな影響を及ぼすアディポサイトカインを分泌することが明らかにされ、この分野の研究は急速に進展している。小型脂肪細胞はインスリン感受性が高く、アディポサイトカイン分泌パターンも正常なため糖尿病発症には抑制的に働いている。反対に肥大化した脂肪細胞は活性酸素種等の酸化ストレスの関与により糖尿病発症に悪影響を及ぼすことが報告されている。

キウイフルーツはマタタビ科マタタビ属の落葉つる性植物の果実である。主要品種として‘ヘイワード’が全国的に栽培されているが、近年、高品質系品種としてゼスプリ社の‘ホート 16A’や香川県農業試験場育種による食味のよい‘香緑’、サルナシの血を引く小玉で糖度の高い‘香粹’、200g 近い大玉で黄色果肉の‘さぬきゴールド’、民間で育種された果肉中心部にアントシアニンが蓄積し赤色を呈する‘レインボーレッド’などが市場に登場してきた。キウイフルーツは栽培が始まって約 100 年しか経っておらず、‘ヘイワード’以外の品種が流通し始めたのは近年であることから、キウイフルーツの品質・機能性に関する研究は他の果樹に比べると極端に少なく、味や色調など特徴的な品種についての健康機能性や成分的特徴など基礎的な知見も不足している。そこで本研究ではキウイフルーツの機能性を中心に、抗酸化能の品種間差異や追熟過程における変化等を明らかにするとともに、脂肪細胞機能を調節する新たな機能性を見出すこと、さらには活性成分を探索することを目的とした。

適熟キウイフルーツ果実の ORAC 値は‘さぬきゴールド’>‘レインボーレッド’>‘ヘイワード’>‘香粹’>‘香緑’の順に高く、ポリフェノール含有量も同様な傾向を示し、ポリフェノールを中心とした機能性を期待するには、‘さぬきゴールド’が最も優れていることが示唆された。追熟過程における抗酸化能とポリフェノール含有量においては、総じて大きな変動はなく安定しており、追熟後も抗酸化能は維持していることが明らかとなった。‘香緑’、‘香粹’、‘さぬきゴールド’適熟果の総カロテノイド量は‘香粹’>‘香緑’>‘さぬきゴールド’の順で高く、カロテノイドによる機能性には、‘香粹’が最も期待できることが示唆された。追熟過程においてカロテノイド総量、組成に大きな変動はなく、追熟後もカロテノイドに関する機能性は比較的高いレベルで維持されていることが明らかとなった。

‘香緑’幼果の抽出画分に脂肪細胞分化を促進する作用を見出した。‘香緑’幼果の抽出画分は PPAR $\gamma$ 遺伝子発現を強めるとともに、脂肪細胞特異的な遺伝子についても発現を増加させた。また、アディポサイトカインのうち、抗糖尿病作用を有するアディポネクチンの発現を増加させ、糖尿病を悪化させる炎症性サイトカインの発現を低下させた。さらに‘香緑’幼果の抽出画分により ROS 産生が低く抑えられており、‘香緑’幼果には抗糖尿病作用を示す成分が含有されていることが明らかとなった。

抗酸化能評価に用いたサンプルを UPLC-QTOF-MS を用いて質量データを網羅的に取得するとともに主成分解析を行ったところ‘レインボーレッド’では Cyanidin 3-O- $\beta$ -galactoside 及び Esculin、‘ヘイワード’では Eugenol acetate が品種に特徴的な化合物として推定された。‘香緑’幼果の抽出画分の含有推定化合物候補の中に Oleamide が存在しており、脂肪細胞への分化促進作用が報告されていることから、抗糖尿病作用活性成分のひとつは Oleamide と推定された。

## 論文審査結果の要旨

キウイフルーツの主要品種である‘ヘイワード’は追熟初期の有機酸含量が高く、「酸っぱい」果実として知られ、その消費拡大には一定の限界があった。近年、品種改良が進み、糖含量が高く、適度の有機酸を含み、カロテノイドやアントシアニンによって果肉が黄色や赤みを呈する、食味が優れたいくつかの優良品種が開発されてきた。本研究では、まず、‘ヘイワード’に加えて国産優良新品種である‘香緑’、‘香粹’、‘さぬきゴールド’、‘レインボーレッド’を用いて抗酸化活性、ポリフェノール含量およびカロテノイド組成を調査し、それぞれの機能性に基づいた品種特性の評価を行った。さらに、‘香緑’を用いて、抗糖尿病作用成分を含むことを培養した脂肪細胞によるアッセイ系を用いて明らかにした。すなわち、‘香緑’幼果の抽出画分はPPAR $\gamma$ 遺伝子および脂肪細胞特異的な遺伝子発現を活性化し、抗糖尿病作用を有するアディポネクチンを増加させ、糖尿病を悪化させる炎症性サイトカインIL-6、MCP-1を低下させたことを実証した。キウイフルーツが抗糖尿病作用活性成分を含むことは本研究で初めて明らかにされた事実であり、高く評価できる。

さらに、本研究は‘ヘイワード’およびキウイフルーツ優良新品種について、UPLC-QTOF-MSを用いて含有成分の質量データを網羅的に取得し、主成分解析によって‘レインボーレッド’ではCyanidin 3-O- $\beta$ -galactoside及びEsculin、‘ヘイワード’ではEugenol acetateが品種に特徴的な化合物として推定した。キウイフルーツ果実に含まれる抗糖尿病作用成分については、‘香緑’抽出活性画分をLC-FTICR-MSを用いて解析し、活性成分のひとつはOleamideであることを示唆した。

これらの研究成果は、キウイフルーツ果実の機能性として、抗糖尿病作用および抗酸化活性を明確に実証したものであり、今後の活性成分の更なる解析に道を開き、同果実の消費拡大にも寄与すると期待できる。

したがって、本論文は博士（農学）学位に十分に値すると評価した。