

## 学 位 論 文 要 旨

ナス浅漬加工時の下漬液から得られるナスニンの  
食品機能性に関する研究  
Studies on food functionalities of nasunin obtained from  
spent eggplant pre-pickling solution

伊藤 和子  
Kazuko Itoh

ナスの浅漬加工では、ナス果皮由来の美しい紫色の下漬液が多量発生する。国内有数のナス浅漬製造企業では、年間4千tから5千tのナスを使用して浅漬を生産し、その際に年間2千tを超える下漬液が発生するが、全部が有償廃棄されているのが現状である。特有の紫色を呈するナスの果皮には約4種類のアントシアニンが含まれており、その90%がモノアシルアントシアニンであるナスニンであり、抗酸化性や総コレステロール減少効果などの機能性も報告されている。しかし、ナスニンはアシル化アントシアニンの中でも不安定な色素であることと、ナスから抽出する場合、油脂分を豊富に含むナス皮からの抽出が困難であることから、これまで機能性素材や色素としての利用はほとんどされていないのが現状である。ナス下漬液中に溶出するナスニンは、添加されているミョウバン分子を構成するアルミニウムイオンと結合して安定なメタロアントシアニンを生成していること、水溶液の状態での利用可能であることなどの利点がある。

以上のような研究背景から、まず第2章ではナス下漬液からナスニン含有粉末を調製する方法の検討を行った。下漬液のナスニン吸着には、合成吸着剤HP-20が最も効果的であった。ナスニンを吸着させた後、水で洗浄することで塩分・アルミニウムミョウバンおよび特有の漬物臭は除去されることから、食品・化粧品への利用に適していると考えられた。HP-20に吸着したナスニンの回収方法として5M酢酸を用いることで、濃縮された状態で溶出でき、さらに下漬液に含まれるクロロゲン酸も同時に溶出された。クロロゲン酸もナスニン同様に高い機能性を持つ物質であることから、両者が混在する色素素材として

回収・利用することが好ましいと考えられた。また，調製したナスニン含有色素粉末の抗酸化性を ORAC 法で評価した。

第 3 章では，ナスニン含有色素粉末の水溶解性改善および酢酸臭低減を目指し，シクロデキストリン(CD)による包接処理を検討した。その結果， $\gamma$ -CD による処理が有効と考えられ，調製した包接体を $\gamma$ -CD 包接体として，この後の機能性および安定性の検討に用いた。機能性としては，包接後も高い抗酸化性を保持していることが認められ，さらに，ヒアルロニダーゼ阻害率として評価した結果，抗アレルギー製剤として使用されている柴朴湯とほぼ同等の阻害率を示すことも明らかとなった。安定性としては，なるべく低温での保存が望ましいことが判明した。また， $\gamma$ -CD 包接体水溶液は，他の植物色素水溶液と比較して高い抗酸化性を持っていた。

第 4 章では，第 2，3 章で評価してきた機能性がどの物質に由来するのかを明らかにするべく，ナス下漬液からナスニンを精製してその機能性を評価し，ナスニン含有粉末における寄与度を検討した。その結果，抗酸化性に対するナスニンの寄与度は約 26%であることが判明した。また，ヒアルロニダーゼ阻害活性にはクロロゲン酸が大きく寄与していることも明らかとなった。ナスニン精製物を LC-MS/MS にて解析したところ，ナスニン標準品のスペクトルとよく一致することが確認された。

続いて第 5 章では，ナスニンの細胞内での抗酸化作用を解明するべく研究を行った。ナスニンは濃度依存的に炎症性サイトカイン量を抑制し，活性化シグナルを調節していることが示唆された。さらに，免疫反応において中心的役割を果たす転写因子のひとつである NF- $\kappa$ B の核移行を抑制し，その後に起きる免疫反応や炎症反応に関与する因子の転写も抑制すると考えられた。これらのことから，ナスニンの高い抗酸化性に関するメカニズムの一端を解明することができ，ナスニンは炎症性疾患に対する効果も期待できることが明らかとなった。

以上，本研究では，ナスの浅漬加工時に発生する下漬液からのナスニン含有色素粉末の効果的な回収とその $\gamma$ -CD 包接体の調製による水溶性の改善，酢酸臭の低減および色調の安定化の方法を確立した。また，主要ポリフェノールであるナスニンおよびクロロゲン酸の，ナスニン含有色素粉末が持つ抗酸化性あるいはヒアルロニダーゼ阻害活性に対する寄与度を明らかにした。さらに，ナスニンを精製することにより，ナスニン単体での機能性，特に，細胞内における炎症反応への影響を初めて明らかにした。これらの成果は，ナス浅漬加工に伴って発生する廃棄物の有効利用に寄与できるものと期待される。