

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 和泉 徹

野菜をはじめとする生鮮農産物は収穫後も生命活動を続けており、流通過程における鮮度保持が必要である。このため、予冷にはじまる低温温度管理や、これに環境ガス組成の制御を組み合わせたCA貯蔵などが実施されている。近年、これら従来の鮮度保持技術に加えて、無極性ガスであるキセノンを用いて生体内水を構造化することで農産物の鮮度を保持する方法が検討されている。この方法のメカニズムは、キセノンを細胞内の水に溶解させて構造化すると細胞内水の粘度が増加して基質の拡散速度が減少し、酵素反応速度が低減して農産物の代謝抑制につながるためであると考えられている。しかし、このメカニズムは仮説の域を出ておらず、水の構造化を利用した農産物の鮮度保持法を推進していくためには、構造化による農産物の代謝抑制メカニズムを明らかにする必要がある。そこで、キセノンの溶解による構造化によって水の粘度が増加することおよび溶媒の粘度増加によって酵素反応が抑制されることを実証し、さらに、水の構造化から期待される物質移動および酵素反応速度の低減が構造化による農産物の代謝抑制に匹敵するレベルにあることを示し、構造化による農産物の代謝抑制メカニズムを明らかにすることを目的として研究を行った。

この研究では第2章において、キセノンを溶解させて水を構造化することにより粘度が増加することを円柱落体粘度測定法に基づく方法により確認した。キセノンが溶解した水では、粘度の読みが測定開始直後に極大値を示したあと、その温度における水の粘度の値へとしだいに減少する挙動を示すことを観察し、チキソトロピーとの類似性を指摘した。また、粘度測定過程における粘度の読みの最大値は粘度測定中のピストンの運動によって水の構造が破壊される前の水の状態を表していると考え、この最大値がガスの溶解とともに増加し、溶解平衡後にはキセノン分圧の高い方が大きい粘度となることを観察した。この結果から、キセノン分圧が高く、したがってキセノンの溶解度が高い方が粘度の増加効果が大きくなることを示した。また、粘度の測定を止めて静置することで、測定中に低下した粘度が回復されることを確認した。このように、取り扱いが難しい構造化した水の粘度増加が実験的に明らかにされた。

また、第3章において乳酸デヒドロゲナーゼによるピルビン酸の乳酸への還元反応を対象とし、NaClを0.2M含む0.08M-Tris-塩酸緩衝液(pH7.4)にシヨ糖0~24%(w/w)を増粘剤として添加することで反応系の粘度を1.0~2.3 mPa·sに調整して、ピルビン酸1.6mM、NADH0.2mMのときの反応初速度を温度20°Cにおいて測定した。実験を行った全粘度範囲において、反応初速度は粘度の増加にしたがって単調減少し、酵素反応が粘度増加によって抑制されることを確認した。また、この全粘度範囲において反応初速度と粘度の逆数とのあいだに直線関係を見出し、両者を関係づける実験式を求めた。

ここで、水の構造が機械的に破壊されていない状態を想定し、水-キセノン系の粘度と

して第 2 章において観測された溶解平衡後の粘度の読みの最大値を用いて、水の構造化による粘度増加から期待される反応基質の拡散係数および乳酸デヒドロゲナーゼによるピルビン酸の乳酸への還元反応の初速度の低減を、ストークス-アインシュタイン方程式およびこの研究で求めた実験式によりそれぞれ推算し、これらが報告されている構造化による農産物の代謝抑制に匹敵するレベルにあることを示した。

以上、本研究はキセノンを細胞内の水に溶解させて構造化すると細胞内水の粘度が増加して基質の拡散速度が減少するのにもない、酵素反応速度が低減して農産物の代謝が抑制されるメカニズムを確認したものであり、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。