

課題番号 : F-21-NU-0032
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 大気圧プラズマのバイオ応用に関する研究
Program Title (English) : Bio-applications of atmospheric pressure plasma
利用者名(日本語) : 伊藤昌文
Username (English) : M. Ito
所属名(日本語) : 名城大学理工学部電気電子工学科
Affiliation (English) : Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Science and Technology, Meijo University
キーワード/Keyword : 超高密度大気圧プラズマ装置、ラジカル密度計測、形状・形態観察、分析

1. 概要(Summary)

我々は大気圧プラズマを用いた農業分野等でのバイオ応用研究を進めており、大気圧プラズマから放出される種々の活性種の密度計測と合わせて定量的に微生物の殺菌や酵母菌の増殖促進といった効果を明らかとしてきた。また我々は最近、フェニルアラニン等の芳香族環を有するアミノ酸溶液にプラズマ処理を行うと、効率よい大腸菌の殺菌効果を有するだけでなく、カイワレダイコン等の植物成長の促進効果を有することを見出した。水耕栽培においてカビ等の発生を抑制し短期間での収穫を達成するために非常に有効である。昨年度はアミノ酸活性化機構を解明するため、アミノ酸の一種であるトリプトファン溶液に対してプラズマ処理すると溶液中に OH ラジカルが生成することを ESR により明らかにした。

本年度はプラズマ中の酸素ラジカルにより活性化されたトリプトファン溶液による殺菌メカニズムを解明するために細胞膜の流動性への影響を調査した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高密度大気圧プラズマ装置、真空紫外吸収分光計(原子状ラジカルモニター)、In-situ 電子スピン共鳴(ESR)装置

【実験方法】

リン脂質二重膜をガラス基板上に展開したディッシュに L-トリプトファンを 50 mM 溶解したリン酸緩衝液をサンプルとした。超高密度大気圧プラズマ装置に導入するアルゴンガス流量を 4.97 slm、酸素ガス流量を 0.03 slm とし、ラジカル出射口からサンプル液面までの距離を 10 mm とすることで酸素ラジカルを照射した。照射時間は 3, 5, 7, 10 分と変化させた。照射後迅速にトリプトファン溶液

をリン酸緩衝液に置換した後、蛍光標識された脂質二重膜の一部をレーザーで退色させ、その褪色が回復する速度から、脂質二重膜の側方拡散係数を計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

L-トリプトファン溶液にプラズマ処理を行った結果、酸素ラジカルの照射時間とともに脂質二重膜の拡散係数が大きくなり、二重膜の流動性が増加していることが明らかとなった。また、各種芳香族化合物の構造による効果の違いを調査した結果、ピロール構造を持つ有機物のみ拡散係数が増加し、殺菌効果と同様なふるまいをすることが確認された。これらの結果から酸素ラジカル照射によって生成されたピロール由来の物質が細胞膜に何らかの影響を与えることにより殺菌されていることが示唆された。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学低温プラズマ科学研究センター・近藤博 准教授

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 岩田 直幸、石川 健治、橋爪 博司、田中 宏昌、伊藤 昌文、堀 勝、「酸素ラジカル照射した L-トリプトファン溶液の殺菌効果」、2021 年第 82 回応用物理学会秋季学術講演会、12p-N204-6.
- (2) 浪崎 高志、岩田 直幸、手老 龍吾、堀 勝、伊藤 昌文、「酸素ラジカル照射された L-トリプトファン溶液中の支持脂質二重膜の側方拡散係数変化」、2021 年第 82 回応用物理学会秋季学術講演会、12p-N204-7.

6. 関連特許(Patent)

特許出願済み。