琉球大学学術リポジトリ

ローラーコンベアー型プラズマ装置を用いた植物病原菌の防除に関する研究

メタデータ	言語: English 出版者: 琉球大学 公開日: 2017-07-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 豊川, 洋一, Toyokawa, Youichi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/36926

（様式第３－１号）

論　文　要　旨

論 文 題 目 ローラーコンベアー型プラズマ装置を用いた
植物病原菌の防除に関する研究

氏　　名 豊川　洋一

要　　旨

海外からの輸入農産物は、害虫やカビの繁殖・腐敗を防ぐためにポストハーベスト農薬が用いられていることがある。しかし、ポストハーベスト農薬の使用は日本において禁止されており、有効に殺菌消毒を行う方法は限られている。近年の食品の安全性の確保に関する社会のニーズの高まりとともに、残留農薬の問題や薬品を使用しない食品の殺菌法の開発が求められている。プラズマとは固体、液体、気体に次ぐ、物質の「第 4 の状態」である。プラズマ技術は自動車や電子機器産業の生産現場において広く利用されており、最近になり医療分野への応用研究が盛んになっている。特に、プラズマには殺菌作用があることが多数報告されており、過酸化水素ガスプラズマ滅菌装置は医療の現場ですでに実用化されているが、プラズマによる微生物の不活化のメカニズムについての報告は少ない。本研究ではプラズマの殺菌作用に着目し、農産物の生産・輸送現場での利用を想定したローラーコンベアー型のプラズマ装置を設計・製作した。本装置は、高電圧電源を用いて電圧を印加することにより、大気圧中で農作物の表面とローラー間に誘電体バリア放電を発生させることができる。これにより、農作物表面に付着する細菌を殺菌消毒することができると期待された。そこで本研究では、本プラズマ装置が植物病原菌である *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (*Xcc*)に対する殺菌能を調べるとともに、プラズマによる細菌不活化のメカニズムについて明らかにすることを目的とした。その結果、初発菌数 9.8 x 10^5 CFU/ml において、*Xcc* の生菌数は 2 分処理以内で検出限界以下となった。生菌数が 1/10 になるのに要した時間(*D* 値)は、0.34 分以下と算出された。初発菌数が 5.0 x 10^7 CFU/ml でも *Xcc* の生菌数はプラズマ 0.5 分処理で有意に減少し、2 分処理で 7.0 x 10^6 CFU/ml まで減少した(*D* 値；0.9 分)。プラズマ処理が細菌に与える影響を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察を行った結果、0.5 分処理では変化は見られなかったが、2 分処理では表面の凹凸が滑らかになっている様子が観察された。

（次のページに続く）

これらの結果から、ローラーコンベアー型プラズマ装置によるプラズマ処理は、*Xcc*の殺菌に対して有効であることが明らかとなった。次に、本装置稼働中に生成するプラズマから発生する殺菌因子を明らかにするために、各種ケミカルインジケーター(CI)を用いて解析を行った。その結果、本装置稼働5分においてUV-A、過酸化水素様物質、亜硝酸イオン(NO^{2-})および硝酸イオン(NO^{3-})が発生していることが明らかとなり、大きな温度の上昇は認められなかった(稼働5分で27°C)。これらの殺菌因子がどの程度*Xcc*の不活化に寄与しているか解析するため、*Xcc*に対しそれぞれの因子で単独処理を行い、各因子の殺菌寄与率を算出した。その結果、本装置2分稼働時における各因子の殺菌寄与率は過酸化水素で13.2%、NO^{2-}で42.6%、UV-Aで0.04%、NO^{3-}と熱で0%であることが明らかとなった。さらに、*Xcc*のプラズマ処理による不活化のメカニズムを生化学的手法で解析した結果、プラズマ処理により*Xcc*のゲノムDNAの酸化・損傷およびリポポリサッカライド(LPS)の損傷が引き起こされていることが明らかとなった。これらのことから、ローラーコンベアー型プラズマ装置で*Xcc*をプラズマ処理することにより、活性種であるNO^{2-}や過酸化水素が発生し、これらの化学物質が*Xcc*のゲノムDNAの酸化・損傷あるいは菌体表面を構成するLPSの損傷を引き起こすことにより、*Xcc*が不活化されるものと考えられた。また、ローラーコンベアー型プラズマ装置が*Xcc*に感染した農作物に対して殺菌作用を示すか検討するために、*Xcc*に感染処理を施したキャベツ葉に対しプラズマ処理を行った。その結果、5分処理で*Xcc*の不活化が認められたことから、本装置は農作物の殺菌消毒処理に有効であることが示唆された。これらの結果から本装置は農作物の殺菌・消毒に有効であり、さらなる改良を進めることで農業・食品産業の現場で活用されることが期待される。

（様式第３－２号）

Abstract

Title A new roller conveyer system of non-thermal gas plasma as a potential control measure of plant pathogenic bacteria in primary food production

Name Yoichi Toyokawa

Abstract

We have developed a novel roller conveyer plasma device, which generates gas plasma *via* atmospheric pressure dielectric barrier discharge (APDBP) on rollers. High voltage and earth electrodes are incorporated into the rollers, which are covered with a silicon sheet. Bactericidal activity of the device was measured against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (*Xcc*), which was spotted onto aluminum plates and subjected to gas plasma treatment generated by APDBD. After treatment, viable cell number of *Xcc* decreased with a decimal reduction time (*D* value) of 0.90 min (initial population: 5.0 x 10^7 CFU/ml) and below 0.34 min (initial population: 9.8 x 10^5 CFU/ml). APDBD treatment induced slight morphological changes to *Xcc* along with significant degradation of lipopolysaccharides (LPS) and degradation/oxidation of genomic DNA to form 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG). Reactive chemical products (hydrogen peroxide, nitrite and nitrate), ultraviolet light (UV-A) and slight temperature elevations were observed during operation of the device. Our results suggest hydrogen peroxide and nitrite generated during operation of the device cause oxidation and degradation of the genomic DNA as well as the degradation of LPS, which are potential mechanisms for inactivation. In addition, the successful inactivation of *Xcc* on cabbage leaf by the device suggests the method could have practical applications.