

Inactivation of Vegetative and Sporulated Bacteria by Dry Gaseous Ozone

乾燥ガスオゾンによる植生菌および孢子菌の不活化

Ahlem Mahfoudh , Michel Moisan , Jacynthe Séguin , Jean Barbeau , Yassine Kabouzi & Danielle Kéroack

Abstract

Inactivation by gaseous ozone of different types of microorganisms is successfully achieved provided, as is well known, the gaseous phase is strongly humidified. The inactivation mechanisms and species involved in this process are, however, not yet clearly identified. To gain insight, we considered exposure of bacterial spores to dry rather than humidified ozone, a less complex chemical environment. In contrast to most of the published literature, it is shown that, under strict dry ozone conditions, bacterial spores can be inactivated, but to a degree that is largely dependent on the spore type and substrate material. In this case, the O₃ molecule is determined to be responsible for the inactivation process through its diffusion into and oxidative action within the spore, as no outer erosion of the spore is detected. With humidified ozone, a higher inactivation efficiency is observed that is most probably related, in part, to the swelling of the spore, which facilitates the diffusion of oxidative species within it and up to the core; besides O₃, these oxidative agents stem from the interaction of O₃ with H₂O, which in the end leads to a heavily damaged spore structure, in contrast to dry-ozone exposure where the spore integrity is maintained.

ガス状オゾンによる不活化は、よく知られているように、ガス相が強く加湿されていれば、さまざまな種類の微生物の不活化に成功します。しかし、このプロセスに関与する不活化のメカニズムと種は、まだ明確に同定されていません。知見を得るために、我々はバクテリアの孢子を加湿されたオゾンではなく乾燥したオゾンに曝露することを検討した。発表されているほとんどの文献とは対照的に、厳密な乾燥オゾン条件の下では、細菌の孢子は不活化され得ることが示されているが、その程度は孢子のタイプと基質物質に大きく依存している。この場合、孢子の外側の浸食は検出されないため、O₃分子は、孢子内への拡散および孢子内での酸化作用を介して不活化プロセスに関与していると判断される。加湿されたオゾンでは、より高い不活化効率が観察される。これは、おそらく部分的には孢子の膨潤に関連しており、孢子内およびコアまでの酸化種の拡散を促進する。O₃以外にも、これらの酸化剤は、O₃とH₂Oとの相互作用に起因しており、これは、孢子の完全性が維持されている乾燥オゾン暴露とは対照的に、最終的に孢子の構造を大きく損傷させることとなります。

Keywords: Ozone, Dry and Humidified Gaseous Ozone, Microorganism Inactivation Mechanisms, Vegetative Bacteria, Sporulated Bacteria, Spore Structural Damage

キーワード：オゾン、乾燥および加湿ガス状オゾン、微生物不活化メカニズム、栄養細菌、孢子形成細菌、孢子構造損傷