

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 長田 隆
 学位 博士 (農学)
 学位記番号 新大院博 (農) 第 152 号
 学位授与の日付 平成 27 年 9 月 24 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
 博士論文名 トマトジュースの商業的無菌性を確保する新たな加熱殺菌条件に関する研究

論文審査委員 主査 教授・大坪 研一
 副査 教授・門脇 基二
 副査 准教授・城 斗志夫
 副査 准教授・西海 理之
 副査 教授・児島 清秀

博士論文の要旨

本論文は、常温流通するトマトジュース (pH 4.6 未満) の商業的無菌性の確保を観点に従来の加熱殺菌指標菌の妥当性を過去の変敗事例、原料の耐熱性細菌芽胞の汚染から評価し、それをもとに製造工程の改善を目的に行ったものである。

第 1 章では、トマトジュースの定義、誕生および現在の市場動向を解説した。また、トマトジュースの変敗事例、加熱殺菌条件設定および変敗原因、国産トマト原料の耐熱性細菌芽胞による汚染状況、既往の研究などをレビューし、これまで採用されているトマトジュースの加熱殺菌条件の問題点として、常温流通における商業的無菌性が十分でないことを示した。そこで、その問題点の解決方法を考察した。

第 2 章では、トマトジュースにおける *Bacillus coagulans* の危害性を検討する意味から、酸性環境下で発育可能で、過去食品変敗に関わった *B. coagulans* 株 6 株を用い、トマトジュース中での発育性を調べ、pH 4.6 以下のトマトジュースでは発育しないことを確認した。またニンジンジュース (pH 4.6) では 6 株とも発育することを確認した。これより、トマトジュース中での発育する *B. coagulans* 株は限られることから、トマトジュースの加熱殺菌指標菌には、*B. coagulans* よりも管理すべき重要な細菌種を設定すべきであるとした。

第 3 章では、原料として用いられるトマトの耐熱性細菌芽胞汚染について、海外産の原料トマトの細菌芽胞汚染状況と、国産原料については試作したトマトジュース中における *B. coagulans* の汚染状況を確認した。国産原料では、*B. subtilis* group である *B. amyloliquefaciens* が汚染の主体であることを確認した。また、海外原料 (トマトペースト 10 g) では、好気性中温細菌は 0~10³CFU レベルで *B. subtilis* group や *Paenibacillus*, 高温細菌は 0~10CFU レベルで *Geobacillus*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, 嫌気性細菌は中温、高温ともに <0.2~10 個レベルで *Thermoanaerobacterium* が多く分離された。しかし、国産、海外産原料いずれからも *B. coagulans* は分離されなかったことを確認した。これより、第 2 章同様、トマトジュースの加熱殺菌指標菌には、原料汚染度の高い *Bacillus subtilis* group や変敗事例のある *Thermoanaerobacterium* を選定して管理すべきであるとした。

第 4 章では、トマトジュース中での変敗事例のある *Thermoanaerobacterium* 芽胞を加熱殺菌指標に管理すべきとし、実際、変敗トマト缶詰から分離した菌株で耐熱性の強い株

を用い、トマトジュース (pH 4.6) 中での耐熱性試験を行った。その耐熱性は $D_{121^{\circ}\text{C}}$ 値が 121°C 0.3 分, z 値が 8.2°C であることを確認した。

第 5 章では, *Thermoanaerobacterium* 芽胞が発育しない pH4.4 以下に管理することによって, 121°C , 1.5 分の加熱殺菌条件の緩和として, 新たな加熱殺菌指標菌による加熱殺菌条件を検討した。加熱殺菌指標にはトマト原料から分離し, トマトジュースで発育可能で耐熱性の強い *B. subtilis* group を選定し, トマトジュース (pH 4.4) 中での耐熱性試験を行った。その耐熱性は $D_{121^{\circ}\text{C}}$ 値が 0.12 分, z 値が 11.2°C であることを確認した。これらの値から殺菌値である $F_{121^{\circ}\text{C}}$ 値を算出し, 0.6 (D 値 \times 5 倍) 分であることを示した。これより, pH 4.4 以下にトマトジュースを管理し, *B. subtilis* group を加熱殺菌指標に 121°C , 0.6 分の加熱殺菌条件を提案した。また, この条件は, トマトジュースの加熱殺菌条件として現在行っている 121°C , 0.7 分とほぼ同程度であり, 4 章で得られた *Thermoanaerobacterium* 芽胞を指標に算出した加熱殺菌時間である 121°C , 1.5 分を緩和できる有効な手段であった。

第 6 章では以上の研究を総括した。

審査結果の要旨

本論文の内容について、主査および副査の 5 名の教員で慎重に審査した。本論文は 2 報の学系認定学術雑誌 (日本食品工業学会誌) に掲載された研究を基にしている。

本研究により、従来、トマトジュースの加熱殺菌指標菌として用いられてきた *B. coagulans* について、今回実用的な評価を行い、指標菌としては不適當であることが示され、ついで、新たな加熱殺菌指標菌を検索した結果、*Thermoanaerobacterium* および *B. subtilis* group を新たな指標菌として選定し、これらに対する適正な加熱殺菌条件を算出した。これによって、最終的に、トマトジュースの品質を維持しながら、安全性を確保する殺菌技術を開発することができた。また、トマトジュースの低酸度化など微生物安全性の低下の懸念があったが、pH 管理の指針も示すことができた。

本論文は以上のように、学術的、技術的価値の高い論文であると判定された。

よって、本論文は博士 (農学) の博士論文として十分であると認定した。