

令和 6 年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
「国際的な基準に基づく HACCP システムの導入に資する研究」

分担研究報告書
予測微生物学に関する研究

研究分担者 小関成樹 北海道大学大学院農学研究院

研究要旨： HACCP プラン構築の支援ツールや教育資材等を開発することにより、国内食品等事業者による衛生管理レベルの向上を図ることを目標として、今年度は海外での支援ツールの可能性を検討した。その中で、オランダで開発された Food Safety by Design (<https://fsbd.wur.nl>) が対象食材と可能性のあるハザードとを簡易に検索可能とすることを確認し、その有用性が示された。

A. 研究目的

本研究では、食品取扱従事者が 50 名以上の大規模な食品製造・加工業者に対して義務付けられている国際的な基準（コーデックス規格）に適合した HACCP に基づく衛生管理について、食品等事業者自身が的確な危害要因分析と分析結果に基づく管理措置の決定及び HACCP 導入後の検証を適切に行い、国際的な基準に適合した HACCP システムを無理なく構築することを可能とするツールや教育資材等を開発することにより、国内食品等事業者による衛生管理レベルの向上を図ることを目標とする。

本年度においては、各種微生物の増殖／死滅挙動に関する既存の国際的なデータベースや予測ツールの情報を整理し、それらの CCP 設定への具体的な活用方法について検討することを目的とした。

B. 研究方法

国際的に展開している既存のデータベース

や予測ツールの現状について、最近の開発動向を調査した。欧州（オランダ）と中国での研究開発が活発であり、実践的なツールの公開が進展しており、我が国での活用の可能性を見出した。特に、本年度はオランダ（ワグeningen大学）で開発され公開され始めた（2024 年 11 月） Food Safety by Design (<https://fsbd.wur.nl>) という意思決定支援ツールは、HACCP プラン策定に特化した支援ツールであり、我が国の食品事業者にとっても極めて有用な情報をもたらすことから、その実用可能性を検討した。

C. 結果

Food Safety by Design は個別の病原菌の増殖や死滅挙動そのものに関する詳細な情報を提供するものではなく、食品製造過程における、それぞれの食品と関連性の高いハザードとの組み合わせを提示することを主眼としているユニークな HACCP プラン策定支援ツールである。利用者は対象とする食材をソフトウェ

ア内の選択肢から選ぶと、初期段階(原料時点)での生物学的なハザードと化学的なハザードの候補結果を得ることができる。続いて、加工プロセスを選択して条件を入力すると、どの程度のハザードレベルを低下させることができるのかを提示する。一例として、カット野菜の製造工程を想定した場合、初期のハザードとして、*Bacillus cereus*、*Campylobacter* spp.、*Clostridium botulinum* (non-proteolytic)、*Clostridium botulinum* (proteolytic)、*Clostridium perfringens*、*Escherichia coli*, pathogenic (STEC, EPEC, ETEC)、*Listeria monocytogenes*、*Salmonella* (non typhoidal)、*Shigella* spp. / EIEC、*Yersinia* spp.、*Cryptosporidium* spp.、*Cyclospora cayentanensis*、*Giardia duodenalis*、*Toxoplasma gondii*、*Hepatitis A virus*、*Norovirus* (+ astro, entero, rota)が可能性のあるものとして提示される(図1)。次に洗浄工程を選択すると、洗浄によって残存するハザード、除去されるハザード、新たに発生するハザードが提示されるが、洗浄では1 log CFU/g以上の減少を確実に担保できないことから、初期条件のハザードがそのまま残存することを示す。さらに、冷蔵保存した場合にも、ハザードの除去は見込めないことから、初期段階からのハザードがそのまま残存することが示される(図2)。

加熱殺菌の例として、牛乳のUHT殺菌(130℃、2秒間)を設定した場合に残存するハザードは、*Clostridium botulinum* (proteolytic)と*Clostridium perfringens*であることが示された(図3)。

D. 考察

HACCPプランの策定における出発点である対象食材とハザードとの組み合わせを特定することが、製造現場の担当者にとっては難しい

場合が多い。これまでは様々な文献情報等を頼りにしてハザードを特定していたが、本ツール Food Safety by Design を使うことで、対象食材とハザードとの組み合わせを容易に推定することができ、HACCPプラン策定支援ツールとしては非常に有用であると考えられる。対象食材が海外仕様なので、日本国内特有のものはないが、仕組みとしては非常に有用なものであると考えられる。

E. 結論

新たに開発された Food Safety by Design (<https://fsbd.wur.nl>)は HACCP プラン策定に特化した意思決定支援ツールとして有用であることが示された。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

Automated hazard identification for food product formulations.

DOWNLOAD USER GUIDE

CONTACT US!

DOWNLOAD RESULTS

Ingredients

Legend



Food Item



Side Stream

Initial

Leafy vegetables

+ ADD INGREDIENT

Processing Steps

Step 1:

Washing

Results

Initial

Microbiological Hazards

Hazard	Microorganism Type	Ingredients
Campylobacter spp.	Bacteria	Leafy vegetables
Clostridium botulinum (non-proteolytic)	Bacteria	Leafy vegetables
Clostridium botulinum (proteolytic)	Bacteria	Leafy vegetables

Chemical Hazards

Hazard	Chemical Type	Ingredients
trifloxystrobin	plant protection products	Leafy vegetables
vinclozolin	plant protection products	Leafy vegetables
pahs	polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs)	Leafy vegetables

図 1 カット野菜の初期ハザードの検索結果

Step 1: Washing

- Note for microbiological hazards: Can reduce the microorganisms by 1 Log CFU/g, but it can also introduce cross-contamination. This effect is not included in this Framework.
- Note for chemical hazards: Pesticide residues can be reduced by washing. The reduction in fruits and vegetables depends on factors like the type of pesticides, washing method, type of product. Reusing the wash water may result in the accumulation of chemical hazards.

REMAINING HAZARDS ELIMINATED HAZARDS NEW HAZARDS

Microbiological Hazards

Hazard	Microorganism Type	Ingredients
Bacillus cereus	Bacteria	Leafy vegetables
Campylobacter spp.	Bacteria	Leafy vegetables
Clostridium botulinum (non-proteolytic)	Bacteria	Leafy vegetables

Chemical Hazards

Hazard	Chemical Type	Ingredients
celery	allergens	Leafy vegetables
benzalkonium chloride (bac)	biocides	Leafy vegetables
chlorate	biocides	Leafy vegetables

図 2 洗浄ステップを経た後に残存するハザードの検索結果

Step 1: Heating

Parameters

<u>Parameter Name</u>	<u>Parameter Value</u>	<u>Parameter Description</u>
Matrix Type	Matrix type 1: High water activity.	Matrix with high water activity (aw≥0.92)
D-values	Mean Estimates	
Time (minutes/seconds)	2	
Temperature (°C)	130	
Sub process	Heating	

[REMAINING HAZARDS](#)

ELIMINATED HAZARDS

NEW HAZARDS

Microbiological Hazards

<u>Hazard</u>	<u>Microorganism Type</u>	<u>Ingredients</u>
Clostridium botulinum (proteolytic)	Bacteria	Milk (raw)
Clostridium perfringens	Bacteria	Milk (raw)

Chemical Hazards

<u>Hazard</u>	<u>Chemical Type</u>	<u>Ingredients</u>
milk	allergens	Milk (raw)
dioxins and dl-pcbs	dioxins & pcbs	Milk (raw)
aflatoxin m1	mycotoxins	Milk (raw)
albendazole	veterinary drug residues	Milk (raw)

図3 牛乳のUHT殺菌による残存ハザードの検索結果