

博士学位論文

学位論文内容の要旨および審査結果の要旨

氏 名 Sinh Dang-Xuan

学 位 の 種 類 博士（獣医学）

学位授与の条件 酪農学園大学学位規程第3条第4項に該当

学位論文の題目 Quantitative risk assessment of salmonellosis through pork  
consumption in Vietnam

審 査 委 員

主 査	准教授	蒔田 浩平（獣医疫学）
副 査	教 授	萩原 克郎（獣医ウイルス学）
副 査	教 授	内田 郁夫（獣医細菌学）
副 査	Dr.	Hung Nguyen （ILRI）
副 査	Dr.	Fred Unger （ILRI）

## ABSTRACT

### **Quantitative risk assessment of salmonellosis through pork consumption in Vietnam**

**Sinh Dang-Xuan**

Food safety is an important public health concern worldwide, especially in emerging economies, including Vietnam, where pork production plays an important role in both livelihood and diet. Throughout studies conducted in this PhD thesis, the overall goals of this research was to assess the extent of *Salmonella* contamination along the small holder pork value chain in Vietnam and determine the risk of salmonellosis in humans to aid in the production of the risk reduction strategies. We have used both participatory and field epidemiological approaches to explore food safety perceptions and practices among a variety of different occupational streams involved in the smallholder value chain and pork consumers, and to identify *Salmonella* prevalence and potential risk factors along the chain. A consumer survey and laboratory experiments were also conducted to determine pork handling practices and cross-contamination risks of *Salmonella* in pork in Vietnamese households. We have developed a quantitative microbial risk assessment (QMRA) model to quantify salmonellosis risks in the household through pork consumption.

The first study findings relating to food safety practices and perceptions held by pork value chain associated employees and consumers indicated that most slaughterhouse workers acquired knowledge and experience of food safety through ‘learning by doing’ rather than from training. The workers and sellers often use the same cloths to dry the meat and clean equipment without thinking of contamination risks. They were found to possess some accurate perceptions about swine and foodborne diseases but had misperceptions of zoonoses risks. Consumers perceived that pork freshness was a strong indicator of food safety and perceived that sellers may have health issues that they are trying to conceal by wearing protective equipment (e.g., gloves, masks). Veterinary and public health staff emphasized the gap between regulations and food safety practices.

The investigation results on *Salmonella* contamination and risk factors demonstrated *Salmonella* prevalence to be 36.1% (26/72), 38.9% (58/149), and 44.7% (97/217) on pig pen

floors, pig carcasses in slaughterhouses and cut pork in pork shops, respectively. The risk factors for *Salmonella* prevalence on pig pen floors included having a pig pen next to the household ( $p = 0.055$ ) and free access to the farm by visitors ( $p = 0.061$ ). Slaughter areas close to lairage without hygienic measures was a risk factor for carcass contamination at the slaughterhouse ( $p = 0.031$ ). For pork shops, presence of flies or insects on the pork at shop ( $p = 0.021$ ) and use of cloths at pork shop ( $p = 0.023$ ) were risk factors. The *Salmonella* prevalence on pig carcasses and cut pork was significantly lower in winter compared to other seasons.

A household survey revealed that most people (71%) used the same knife and cutting board for both raw and cooked pork. Simulation experiments indicated that hands, wash-water, knives and cutting boards exposed to raw contaminated pork were the main source of *Salmonella* spread to cooked pork. 78% of cooked pork samples were contaminated with *Salmonella* when the same hands, knife and cutting board were used for both raw and cooked pork. Using the same cutting board resulted in 67% of cooked pork samples becoming contaminated with *Salmonella*. The results on quantifying salmonellosis using a QMRA model found the annual incidence rate of salmonellosis in humans to be estimated as 17.7% (90% CI: 0.89 - 45.96). Parameters with the greatest influence risk were household pork handling practices followed by prevalence of *Salmonella* in pork sold in the central market.

Our results highlighted the need for prioritization of education and training among pork value chain associated employees on food safety risks and proper handling. Risk factors for *Salmonella* contamination at farms, slaughterhouses and markets need to be addressed by planning effective and affordable control options for human salmonellosis by improving pork hygiene along the informal pork value chain. Control measures may include improving the safety of retail pork and improving household hygiene. Moreover, findings also provided information relating to the level of understanding about cross-contamination in households. From these insights, future education programs may be based on communication with households about strategies for improved food safety. Our work constitutes original evidence in food safety with the aim of understanding pork safety and its health impact. From this research, intervention strategies to improve food safety with links to food safety risk assessments, management and communication may be put into place.

## ABSTRACT IN JAPANESE (和文要旨)

食品衛生は世界中の国々にとって重要課題であるが、特に豚肉生産が生計・栄養・食糧確保の面で重要な位置を占める新興国ベトナムにとっては公衆衛生上大変重要である。本博士論文はベトナムの小規模養豚場で生産された豚肉バリューチェーン上のサルモネラ汚染程度の理解と、人の感染リスクの最適な低減措置を探るためのリスク評価を総合目標とした。目的遂行のため、本研究ではまずベトナムの典型的豚肉バリューチェーンが存在するフン・イエン省とンゲ・アン省にて、小規模養豚場を基点とする農場から食卓までの各ポイントに携わる人々の食品衛生に対する意識と行動、サルモネラ汚染率とそのリスク因子を知るために、参加型および実地疫学的アプローチの両方を用いた。さらに家庭における豚肉の取り扱いと交差汚染の程度を理解するため、消費者調査と実験室での実験を実施した。そして最後に家庭での豚肉喫食によるサルモネラ症リスクの定量的微生物学的リスク評価(QMRA)を実施した。

豚肉バリューチェーンに携わる関係者と消費者の食品衛生に関する意識と行動については、と畜場で働くと夫は研修を受けずに実地経験から食品衛生の知識を得ていた。と夫と露天販売の精肉屋は肉の交差汚染の意識はなく、一般的に肉と道具を共通の布で拭いていた。これらの人々は豚病と食中毒について、ある程度正確な知識を有するものの、とりわけ人獣共通感染症については不正確に理解していた。消費者は食品衛生の指標として豚肉の鮮度を重要視しており、精肉販売者がグローブやマスクをしていると却って何か病気を持っているのではないかと疑っていた。獣医師と公衆衛生担当者は、食品衛生に関する法律と実際の履行には乖離があることを強調していた。

サルモネラ汚染程度の調査では、サルモネラ汚染率は、豚房の床、と畜場でのと体、精肉店の豚肉ブロックにおいてそれぞれ 36.1% (26/72)、38.9% (58/149)、

44.7% (97/217)であった。サルモネラ汚染のリスク因子は、豚房の床の汚染については母屋と豚房が隣接していること ( $p = 0.055$ ) と、訪問者の養豚場出入り制限がないこと ( $p = 0.061$ ) であった。と畜場においては、と畜エリアと豚の待機エリアが特段の衛生的配慮もなく近いことが枝肉汚染のリスク因子であった ( $p = 0.031$ )。豚肉販売店については、販売店におけるハエあるいは昆虫がいること ( $p = 0.021$ ) と、豚肉を布で拭いていること ( $p = 0.023$ ) がリスク因子であった。豚と体と豚肉ブロックにおけるサルモネラ汚染率は、気温が低い季節に低かった。

消費者調査では、71%の人々が生肉と茹でた豚肉の両方に同じ包丁とまな板を使っていた。再現実験の結果、生肉に触れた手、豚肉を洗った水、包丁とまな板が茹でた肉への交差汚染源であることが示唆された。生肉と茹でた肉の両方に同じ手、包丁、まな板を用いた場合の78%で茹で豚肉へのサルモネラ交差汚染が起きた。また生肉と茹で豚肉に同じまな板を用いた場合、67%でサルモネラ交差汚染が起きた。ベトナムで始めて実施された QMRA モデルを用いたサルモネラ症定量化の結果、ベトナム人における年間サルモネラ症発生率は、17.7% (90% CI: 0.89 - 45.96) であった。最も感度の高い因子は家庭での豚肉の取り扱いで、次いで中央市場で販売されている豚肉における汚染率であった。

本論文での研究を通して、豚肉バリューチェーンの関係者への食品衛生リスクと適切な豚肉の取り扱いに関する教育・研修機会を提供することが優先事項であると考えられた。農場、と畜場、市場レベルでのサルモネラ汚染リスク因子の把握は、非正規豚肉バリューチェーンの衛生向上の効果的かつ経済的に可能な対策立案に有用である。対策には、小売豚肉と家庭での衛生向上も含まれる。また家庭での交差汚染による健康影響が明らかになったことから、家庭での食品衛生管理の教育、普及啓蒙の重要性が認識された。本研究は、ベトナム発の食品衛生に関する新知見であり、今後同国におけるリスク評価、マネジメント、コミュニケーションに基づく戦略的食品衛生の継続的向上の礎になる。

# 論文審査の要旨および結果

## 1 論文審査の要旨および結果

審査は、1)体裁を整え、新規性があり、明確に十分な根拠があるか、2)科学および獣医学の発展に寄与する内容であるかの2点を重点に行われた。

### 論文の概要について

本論文は、総合緒言に続き、ベトナムの小規模養豚バリューチェーンに関する4つのデータチャプター、総合考察という計6章で構成されている。

### 研究の背景と目的

豚肉はベトナム人の食生活に欠かせない重要な栄養源であり、ベトナムではその大半が小規模養豚場で生産されている。本研究は、公衆衛生上重要な細菌である *Salmonella* に注目し、小規模養豚場由来の豚肉生産・流通・消費に関する安全性の把握と食品衛生の改善に具体的かつ効果的介入方法を検討する情報を提供することを目的として実施された。

### 研究の成果

第1章では、ベトナムにおける豚肉、食品衛生、定量的リスクアセスメントの重要性、国際家畜研究所（ILRI）の研究プロジェクトについて紹介した後主論文全体の構成について説明している。

第2章では、小規模養豚場から豚が出荷された後に加工流通消費に携わる職業人と消費者を対象として参加型手法を用いて食品衛生の知識、態度、実践について調査し、知識と文化的背景も関連して食品衛生が進まない実態が明らかとなった。

第3章では、養豚場、と畜場、露天豚肉小売店における豚および豚肉のサルモネラ汚染率と、リスク因子について明らかにした。

第4章では、家庭での茹で豚肉調理時のサルモネラ交差汚染状況は倫理上野外調査を実施することが困難であるため、サルモネラを用いて実験を行い、ベイズ統計により交差汚染の発生確率と発生時の茹で豚肉上のサルモネラ濃度を推計した。

第5章では、首都ハノイの都市部の露天で販売される豚肉の購入後家庭で調理喫食したことによるサルモネラ症発生確率を推計した。この結果はWHOが出していた発生率よりも高く、低く見積もっていることを指摘する材料になった。

第6章では、前段までの結果をもとに、ベトナムにおける食品衛生の向上に必要な事柄について総合的に考察した。

### 研究の評価

本論文では、これまで明らかにされてこなかったベトナムの小規模養豚バリューチェーンにおける食品衛生向上を達成するのに必要な多くの新規知見を、詳細な現地調査と実験により定量的に評価しており、公衆衛生の向上に大きく寄与する内容である。また、多く

の発展途上国の食品衛生にも寄与することが予想される。

審査員ならびに研究科委員からは、タイプミスや体裁などに関してマイナーコメントが寄せられているが、主論文は総合的には分かりやすく、4つのデータチャプターという膨大な新規知見を作出したことで評価が高かった。指摘部分については、学位候補者は最終校の提出に向け修正していくことで同意した。

以上のことから、Sinh Dang-Xuan 氏は、博士（獣医学）の学位を授与されるに十分な資格を有すると審査員一同は認めた。

## 2 最終試験の結果

審査委員5名が最終試験を行った結果、合格と認める。

2018年2月8日

### 審査委員

主査 准教授 蒔田 浩平

副査 教 授 萩原 克郎

副査 教 授 内田 郁夫

副査 Dr. Hung Nguyen

副査 Dr. Fred Unger