

Anti-Virulenz

Modulation von Virulenzmechanismen lebensmittelrelevanter Pathogene durch fermentierte Pflanzenextrakte

Programm / Ausschreibung	Dissertationen FH OÖ, Dissertationsprogramm FH OÖ, Dissertationsprogramm der FH OÖ 2026	Status	laufend
Projektstart	01.10.2026	Projektende	30.09.2029
Zeitraum	2026 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 120.000		
Keywords	Anti-virulence; Fermented plant extracts; Foodborne pathogens; Quorum sensing Biofilm inhibition; Swarming inhibition;		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation

Lebensmittelbedingte bakterielle Kontaminationen stellen eine zentrale Herausforderung für die Lebensmittelsicherheit und nachhaltige Produktionssysteme dar. Pathogene wie *Pseudomonas aeruginosa* oder *Salmonella Typhimurium* nutzen komplexe Virulenzmechanismen, insbesondere Quorum Sensing, Biofilmbildung und Motilität, um Persistenz, Anpassungsfähigkeit und Pathogenität zu erhöhen. Konventionelle antimikrobielle Strategien zielen primär auf Wachstumshemmung oder Abtötung ab, können jedoch zur Selektion adaptiver Gegenreaktionen und zur Entwicklung von Resistenzen beitragen.

Vor diesem Hintergrund gewinnen Anti-Virulenz-Strategien an Bedeutung, die gezielt krankheitsrelevante Eigenschaften beeinflussen, ohne das Wachstum stark zu hemmen. Pflanzenextrakte enthalten bioaktive Verbindungen mit Einfluss auf bakterielle Regulationsnetzwerke. Insbesondere fermentationsbasierte Prozesse können deren chemische Zusammensetzung verändern und neue bioaktive Metabolite generieren. Allerdings fehlt bislang ein systematisches Verständnis darüber, ob fermentierte Pflanzenextrakte unter subinhibitorischen Bedingungen bakterielle Virulenzprogramme modulieren und gleichzeitig ein verändertes Adaptationsverhalten beeinflussen können.

Ziele und Innovationsgehalt

Ziel des Projekts ist die Untersuchung fermentierter Pflanzenextrakte als Modulatoren bakterieller Virulenzprogramme unter subinhibitorischen Bedingungen. Im Fokus steht die Identifikation von Extrakten, die gezielt Quorum Sensing, Biofilmbildung und Motilität beeinflussen, ohne primär das Wachstum zu hemmen.

Der innovative Ansatz liegt in der Kombination mehrerer bislang getrennt betrachteter Aspekte:

1. Fermentationsbedingte Modifikation pflanzlicher Bioaktivstoffe,
2. Anti-Virulenz-Strategien als Alternative zu klassischen antimikrobiellen Ansätzen, und
3. Analyse von Adaptations- und Selektionsprozessen unter wiederholter sub-MIC-Exposition.

Methodisch wird ein integrativer Ansatz unter kontrollierten subinhibitorischen Bedingungen (sub-MIC) verfolgt, der

funktionelle Assays (Biofilm, Motilität), molekulare Analysen (Transkriptomik, qPCR) sowie Adaptationsstudien kombiniert. Ergänzend erfolgt eine Validierung im *Caenorhabditis elegans*-Infektionsmodell. Dadurch wird ein Paradigmenwechsel von wachstumshemmenden hin zu funktionell regulierenden Strategien adressiert.

Angestrebte Ergebnisse

Es wird erwartet, dass fermentierte Pflanzenextrakte spezifische Virulenzprogramme unter subinhibitorischen Bedingungen modulieren und dadurch virulenzassoziierte Phänotypen wie Biofilmbildung und Motilität signifikant reduzieren, ohne das bakterielle Wachstum wesentlich zu beeinflussen.

Auf molekularer Ebene sollen Veränderungen in der Expression virulenzassoziiierter Gene untersucht und, sofern vorhanden, nachgewiesen werden, was auf eine gezielte Regulation bakterieller Netzwerke hinweist. Darüber hinaus wird erwartet, dass die wiederholte Exposition gegenüber solchen Extrakten ein verändertes Adaptationsverhalten hervorruft, das sich von bekannten Adaptationsmustern unter wachstumshemmenden Bedingungen unterscheidet und potenziell mit einem veränderten Selektionsdruck im Vergleich zu unbehandelten Populationen verbunden ist. Die Validierung im In-vivo-Modell soll zeigen, dass die beobachteten Effekte auch biologisch relevant sind und zu einer verbesserten Überlebensrate des Wirts führen. Insgesamt liefert das Projekt grundlegende Erkenntnisse zur Regulation bakterieller Virulenz.

Abstract

Initial situation

Foodborne bacterial contamination remains a major challenge for food safety and sustainable production systems.

Pathogens such as *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella Typhimurium* rely on complex virulence mechanisms, including Quorum Sensing, biofilm formation, and motility, to enhance persistence, adaptability, and pathogenicity. Conventional antimicrobial strategies primarily target bacterial growth or viability but may contribute to adaptive responses and the emergence of resistance.

Anti-virulence approaches, which target pathogenic traits rather than growth, are gaining increasing attention. Plant-derived compounds are a promising source of bioactive molecules capable of modulating bacterial regulatory networks. In particular, microbial fermentation can alter plant extract composition and generate novel or more potent metabolites. However, a systematic understanding of whether fermented plant extracts can modulate bacterial virulence under subinhibitory conditions and influence adaptive responses is still lacking.

Goals and innovation content

The aim of this project is to systematically investigate fermented plant extracts as modulators of bacterial virulence programs under subinhibitory conditions. The focus is on identifying extracts that selectively affect Quorum Sensing, biofilm formation, and motility without primarily inhibiting growth.

The innovation lies in integrating three key aspects:

1. fermentation-driven modification of plant bioactives,
2. anti-virulence strategies as an alternative to classical antimicrobials, and
3. analysis of adaptation and selection processes during repeated sub-MIC exposure.

A multidisciplinary approach combining functional assays, molecular analyses (transcriptomics and targeted qPCR), and adaptation studies will be applied. Selected effects will be validated in a *Caenorhabditis elegans* infection model, enabling translation from in vitro to biological relevance.

Desired results

The project is expected to identify fermented plant extracts that specifically reduce virulence-associated phenotypes such as biofilm formation and motility under subinhibitory conditions, without significantly affecting bacterial growth.

At the molecular level, these effects are anticipated to be associated with the regulation of virulence-associated genes, demonstrating targeted modulation of bacterial regulatory networks rather than unspecific toxicity. Furthermore, repeated exposure is expected to result in distinct adaptation patterns compared to known responses under growth-inhibitory conditions, potentially indicating altered selection pressure relative to untreated populations. Validation in vivo is expected to confirm the biological relevance of the observed anti-virulence effects by improving host survival. Overall, the project will provide fundamental insights into bacterial virulence regulation and support the development of sustainable strategies for controlling foodborne pathogens.

Projektpartner

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH