



Champ stratégique de recherche (CSR)

Diversité microbienne



Étude, compréhension et exploitation des microbiomes en faveur de l'agriculture et du secteur agroalimentaire

Titre abrégé: Diversité microbienne

Responsable du CSR	Corinne Jud
Research Peer	Franco Widmer

Résumé succinct

La biodiversité microbienne est d'une importance fondamentale pour le fonctionnement des écosystèmes. D'importants paramètres dans l'agriculture et le secteur agroalimentaire peuvent être influencés positivement de manière significative par les communautés microbiennes (microbiomes). Il s'agit notamment de la santé des plantes, des animaux et de la santé humaine, de la lutte naturelle contre les parasites, de la décomposition des matières organiques, des cycles des éléments nutritifs ainsi que de la transformation des produits agricoles par la fermentation.

La caractérisation des microbiomes, l'identification des espèces clés et la compréhension de leurs fonctions et interactions constituent la base du développement de stratégies pour l'utilisation ciblée et le contrôle de la biodiversité microbienne. Il y a lieu d'exploiter les nombreux effets positifs de l'utilisation des microorganismes dans l'agriculture et le secteur agroalimentaire en influençant de façon ciblée les microbiomes (microbiome engineering). De cette manière, les rendements peuvent être augmentés et, dans le même temps, l'utilisation d'engrais et de pesticides peut être réduite, ce qui permet de protéger le sol et l'environnement et de renforcer la durabilité. Dans le cas des aliments, le contrôle du microbiome peut influencer les processus de fermentation ou de conservation des aliments et améliorer ainsi la qualité, la sécurité et la compétitivité des produits agricoles.

Situation initiale et contexte

Les communautés microbiennes se caractérisent par une très grande diversité et sont souvent composées de milliers d'espèces. La plupart d'entre elles n'ont pas encore été décrites et la fonction de seulement quelques-unes est connue. Les microorganismes jouent un rôle central dans la fourniture de prestations écosystémiques, par exemple dans les cycles des éléments nutritifs, la lutte biologique contre les parasites, la croissance des plantes, la fermentation, les maladies et les antagonismes. Toutefois, le potentiel d'utilisation dans l'agriculture et le secteur agroalimentaire est loin d'être épuisé. Les orientations les plus importantes sont:

- Caractérisation génétique des microbiomes: La diversité et les nombreuses fonctions spécifiques des microorganismes sont largement inconnues et doivent être caractérisées et étudiées plus précisément.
- Identification d'espèces indicatrices représentatives: Les espèces microbiennes typiques pour des fonctions et des états déterminés d'écosystèmes peuvent être utilisées pour la surveillance à long terme de l'état de l'écosystème.
- Des méthodes efficaces pour l'isolement et la caractérisation des microorganismes sont une condition préalable pour les projets dans lesquels les aspects fonctionnels et les applications sont au centre des recherches. Le développement de ces méthodes et tests est une tâche importante de la recherche.
- Utilisation des interactions fonctionnelles dans la production durable: Les processus microbiens permettent ou favorisent la réduction de l'utilisation des moyens de production chimiques. Cela s'applique aussi bien à la protection phytosanitaire qu'à la nutrition des plantes, à la production alimentaire (par exemple, les cultures de protection) et à l'élevage.
- Sécurité tout au long de la chaîne de valeur: La microbiologie a un grand potentiel - encore inexploité - pour améliorer la sécurité et la qualité (par exemple, alimentation, qualité gustative ou durabilité) des produits si des processus microbiens optimisés et bien caractérisés sont utilisés. Parallèlement, la sécurité des produits peut être accrue si, par exemple, les agents pathogènes sont détectés et éliminés à un stade précoce.

Priorités dans le champ de recherche

Le champ de recherche s'appuie dans une large mesure sur les bases scientifiques établies dans le cadre du programme de recherche sur la biodiversité microbienne d'Agroscope (PRA «Diversité microbienne») pour la période 2014-17. D'importantes compétences clés en métagénomique, en génomique, en transcriptomique, en protéomique, en métabolomique, en bioinformatique intégrée et en analyse de données sont en cours de développement et d'extension et sont appliquées dans le cadre des projets inclus dans le champ de recherche.

Principaux partenaires de recherche

- Au plan national:
FGCZ (Functional Genomics Center Zurich), Université de Berne, HAFL Zollikofen, SIB (Swiss Institute of Bioinformatics), ETHZ y compris GDZ (Genetic Diversity Centre Zurich)
- Au plan international:
INRA (F), Université d'Innsbruck (AUT), USDA Beltsville (USA), Genome Québec (CAN)

Questions de recherche

Le champ de recherche se concentre sur cinq thèmes de recherche comptabilisant onze questions de recherche:

Biodiversité microbienne du sol

- 8.1. Quelle influence les différents systèmes de culture et techniques culturales ont-ils sur la composition des microbiomes dans l'écosystème agricole?
- 8.2. Existe-t-il des espèces ou des groupes d'espèces qui conviennent comme indicateurs fiables de la fertilité des sols?
- 8.3. La durabilité et l'autorégulation du sol peuvent-elles être favorisées en influençant de façon ciblée les microbiomes (associés au sol et aux plantes) et en améliorant leurs fonctions écosystémiques?

Stimulation ciblée des propriétés utiles des microbiomes

- 8.4. Quelles sont les conditions préalables à la promotion ou à l'utilisation de microorganismes utiles qui par exemple empêchent la propagation des agents pathogènes, des maladies ou des ravageurs (Conservation Biocontrol, lâchers ciblés, etc.) ou qui ont un effet positif sur la santé humaine, des plantes et des animaux?
- 8.5. Peut-on augmenter les rendements et réduire l'emploi des produits phytosanitaires?

Nouvelles relations et fonctions

- 8.6. Quelles interactions d'organismes jusqu'ici inutilisées dans les écosystèmes de l'agriculture et de l'agroalimentaire peuvent être utilisées spécifiquement pour accroître la durabilité, la sécurité et la compétitivité tout au long de la chaîne de création de valeur ajoutée (pathogènes, détritivores, antagonistes, cultures (de protection), etc.)?

Caractérisation et préservation de la biodiversité des collections de souches d'Agroscope

- 8.7. Comment les génomes des collections de souches microbiennes d'Agroscope sont-ils caractérisés? Quelle est leur biodiversité et dans quelle mesure sont-ils typiques de la Suisse?
- 8.8. Quels potentiels la connaissance de leurs propriétés offre-t-elle en vue de l'amélioration de la qualité des produits, de la sécurité alimentaire et de la santé?
- 8.9. Comment peut-on conserver de manière la plus efficace possible les collections de souches?

Caractérisation de l'écosystème d'aliments fermentés sélectionnés

- 8.10. Quelles espèces ou groupes d'espèces peuvent être utilisés de manière ciblée pour augmenter la qualité, la sécurité et la compétitivité des produits agricoles (p. ex. fromage au lait cru)?
- 8.11. Comment la qualité nutritionnelle (biodisponibilité, métabolisme) des denrées alimentaires peut-elle être accrue par la fermentation?

Projets du CSR 8

Étude, compréhension et exploitation des microbiomes en faveur de l'agriculture et du secteur agroalimentaire

MicroScope 22.08.13.07.01	Acquisition, maintenance, characterization, long-term conservation, and supply of Agroscope microbial resources for applied and fundamental research
MoIMikOek 22.08.13.10.01	Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen
MikrobielleGenomik 22.08.13.10.02	Bioinformatische Methoden zur Nutzung der funktionell relevantesten Stämme/Isolate aus Mikrobiomen in der Land- und Ernährungswirtschaft
Cheese microbes 22.08.18.03.05	Microbiomes de la morge, du fromage et des fromageries d'alpages – d'une approche systémique vers une compréhension fine des voies métaboliques

Projet	MicroScope / 22.08.13.07.01
Titre	Acquisition, maintenance, characterization, long-term conservation, and supply of Agroscope microbial resources for applied and fundamental research
Titre anglais	Acquisition, Maintenance, Characterisation, Long-Term Conservation and Supply of Agroscope Microbial Resources for Applied and Fundamental Research
Responsable	Noam Shani
Résumé	Agroscope's microbial collections comprise bacteria, yeasts, fungi, viruses, phytoplasmids and algae. Since their creation, Agroscope has acquired thousands of isolates from environments as diverse as fermented foods, milk and milk products, soil, plants, insects, animals, and humans. The conservation and curation of this unique heritage of the Swiss microbial biodiversity, with some strains isolated from vanished habitats, finds many daily applications in a large variety of fundamental and applied research projects paving the way to an agriculture in line with the values of agroecology. In this sense, these microbial resources represent the foundation of many current and future projects at Agroscope. It is therefore fundamental to thoroughly curate, characterize and preserve them on the long run, as well as to make them available to the research, together with reliable, accurate, and manageable information.

Projet	MoIMikOek / 22.08.13.10.01
Titre	Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen
Titre anglais	Molecular Microbial Ecology in Agricultural Systems
Responsable	Jürg Enkerli
Résumé	Mikroorganismen spielen eine fundamentale funktionelle Rolle in vielen Ökosystemen und Habitaten. Sie sind wichtig als Pathogene, Pflanzensymbionten, Primärzersetzer und Nährstofflieferanten. Neue molekulargenetische Analysen erlauben es ihre Diversität und Funktion zu studieren. Dieser Ansatz wird angewendet, um ihre Rolle in land- und ernährungswirtschaftlichen Systemen zu untersuchen und positive Eigenschaften (z.B. Biocontrol, Pflanzenernährung, Bodenstruktur, Nahrungs- und Genussmittelqualität) zu fördern sowie negative Eigenschaften (z.B. Krankheitserreger, Klimagasproduktion, Antibiotikaresistenzträger) zu unterdrücken. Identifizierte und charakterisierte Mikroorganismen können auch als Indikatoren der Habitat-Qualität entwickelt und genutzt werden, wodurch ein Mehrwert für Produzenten und Konsumenten entsteht.

Projet	Mikrobielle Genomik / 22.08.13.10.02
Titre	Bioinformatische Methoden zur Nutzung der funktionell relevantesten Stämme/Isolate aus Mikrobiomen in der Land- und Ernährungswirtschaft
Titre anglais	Development and Application of Bioinformatic Analysis Methods for the Use of Relevant Microbiome Isolates in Agriculture and Nutrition
Responsable	Christian Ahrens
Résumé	<p>Die mikrobielle Biodiversität hat eine fundamentale Bedeutung für die Funktion von Ökosystemen. Mikrobiome, also die Gesamtheit der Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Archaeen, Viren), können z.B. Pflanzen- und Tiergesundheit unterstützen, natürliche Schädlingskontrolle verbessern, Nährstoffkreisläufe beschleunigen, oder die Veredelung landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch Fermentation ermöglichen.</p> <p>Zur umfassenden Beschreibung, zur Aufklärung von Wirkmechanismen und zur gezielten Nutzung von Mikrobiomen oder einzelner Mikroorganismen im Sinne einer integrierten Produktion sind Kompetenzen der bioinformatischen Datenanalyse und -integration essentiell. Dies umfasst die Prozessierung, Analyse und Integration von Metagenom-, Genom-, Expressions- und weiteren Functional Genomicsdaten, die in diesem Projekt erarbeitet werden.</p>

Projet	Cheese microbes / 22.08.18.03.05
Titre	Mikrobiomes de la morge, du fromage et des fromageries d'alpages – d'une approche systémique vers une compréhension fine des voies métaboliques
Titre anglais	Microbiota in cheese, cheese smear, and alpine dairies
Responsable	Hélène Berthoud & Remo Schmidt
Résumé	<p>En collaboration étroite avec la branche fromagère, de nouvelles données seront générées par la caractérisation d'écosystèmes d'intérêt, allant de la morge, ce biofilm de microorganismes qui couvre une grande partie des fromages suisse, jusqu'à l'étude de la biodiversité dans les fromageries d'alpages. Un focus sera mis sur une sélection de bactéries influençant la qualité du fromage par la production de vitamines, d'arômes, de pigments, ou encore celles responsables de défauts. Il s'agira de quantifier leur présence dans le fromage, de reproduire leurs caractéristiques par une inoculation ciblée de fromages d'essais, et d'investiguer les voies métaboliques utilisées par ces bactéries grâce à des outils de biologie moléculaires et biochimiques de dernière génération.</p>