

Des cultures fromagères championnes du monde

Hans-Peter Bachmann, Elisabeth Eugster, Barbara Guggenbühl et Hans Schär

Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Berne

Renseignements: Hans-Peter Bachmann, e-mail: hans-peter.bachmann@alp.admin.ch, tél. +41 31 323 84 91



Aujourd'hui, les cultures sont produites chaque semaine sous forme liquide et livrées aux fromagers. (Photo: ALP)

Introduction

Depuis plus d'un siècle, la station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP développe et produit des cultures destinées à la fabrication de fromages traditionnels suisses à pâte dure et à pâte mi-dure (encadré 1). ALP contribue ainsi de façon déterminante à la qualité, à

la sécurité, au caractère naturel et à l'authenticité de ces fromages. Ces cultures étant uniquement proposées sur le marché suisse, la branche profite d'un avantage concurrentiel exceptionnel. Au cours des prochaines années, ALP lancera plusieurs nouvelles cultures destinées aux produits laitiers et carnés fermentés. Celles-ci permettront de garantir la sécurité alimentaire des fro-

mages, de prouver leur origine et d'influencer avec précision leur arôme. ALP favorise ainsi amplement la compétitivité internationale des produits laitiers et carnés fermentés d'origine suisse.

L'histoire d'un succès hors du commun

Les fromages suisses sont régulièrement récompensés lors de concours internationaux. Parmi les spécialistes, il est notoire que les cultures produites à Liebefeld contribuent grandement à ce succès. Aussi, il n'est nullement surprenant que ces dernières fassent l'objet d'une forte demande en provenance de l'étranger. Plusieurs pays ont tenté de reproduire les cultures d'ALP, sans que ces travaux n'aboutissent cependant à des résultats convaincants. Jusqu'ici, il a été possible de réserver cet avantage concurrentiel exclusivement à la production fromagère suisse. La particularité de ces cultures repose sur les facteurs de réussite suivants:

- Il y a plusieurs décennies déjà, des cultures provenant de fromageries de qualité de toute la Suisse ont été collectées et conservées à Liebefeld, où la collection présente aujourd'hui plus de 12 000 souches. Cette biodiversité authentique constitue une base unique au monde pour le développement de nouvelles cultures. >

Résumé

Les fromages suisses sont régulièrement récompensés lors de concours internationaux. Parmi les spécialistes, il est notoire que les cultures bactériennes de Liebefeld contribuent de façon déterminante à ce succès. L'utilisation de cultures composées de bactéries issues de la biodiversité initiale de la région d'origine permet de renforcer considérablement le lien entre les fromages traditionnels suisses et leur terroir. Cet article présente les facteurs d'une telle réussite, le résumé de leur développement historique, les projets de recherche actuels et le modèle économique propre à la production de ces cultures. Un calcul approximatif révèle que les fonds publics alloués au développement de celles-ci exercent un effet de levier important sur les revenus agricoles et jouent un rôle significatif dans le maintien d'une transformation laitière décentralisée et d'une agriculture multifonctionnelle déployée sur l'ensemble du territoire suisse.

Encadré 1 | Qu'est-ce qu'une culture?

Les cultures starters (également appelées «starters») sont des microorganismes spéciaux possédant la faculté de se multiplier, choisis pour leurs propriétés spécifiques et utilisés lors des processus de fermentation dans la fabrication des aliments. Il existe des cultures pures ou des cultures mixtes contrôlées. Elles sont ajoutées au produit afin d'en améliorer l'aspect, le goût ou la durée de conservation. On a majoritairement recours à des bactéries lactiques ou à des levures, mais parfois aussi à des mélanges des deux groupes, par exemple pour le levain ou le kéfir. Le terme de «culture starter» s'explique par le fait que ce sont ces microorganismes qui démarrent le processus de transformation de l'aliment.

Les cultures starters permettent la production d'environ 35 % de notre alimentation. Les produits de boulangerie, la choucroute, les yaourts, mais aussi les produits à base de lait caillé, le fromage, la saucisse crue, la bière ou le vin sont quelques exemples d'aliments fabriqués selon ce principe. (Source: Wikipedia)

817	
1. Milch	187 Proben
2. Lab	8 "
3. Sauer	9 "
4. Labpulver	4 "
5. Labmagen	1 "
6. Käse	5 "
7. Bienenvaben	62 "
8. Sauerkraut	2 "
Zusammen: 274 Proben	

In dieser Zusammenstellung nicht inbegriffen ist die chemische Untersuchung der 1490 Milchproben, welche die vom Verband Schweiz. Fleischiegüchterschaften unternommene Erhebung über Milchleistung und -Gehalt betreffen.

C. Reinkulturen.

Die Abgabe von Reinkulturen zur rationellen Labbereitung hat seit vorigem Jahr noch bedeutend zugenommen. Es sind im Berichtsjahr 3987 Flaschen abgegeben worden, die sich auf die einzelnen Monate wie folgt verteilen:

Januar	151 Flaschen
Februar	179 "
März	168 "
April	205 "
Mai	353 "
Juni	432 "
Juli	587 "
August	493 "
September	484 "
Oktober	390 "
November	272 "
Dezember	278 "
Zusammen 3987 Flaschen.	

D. Auskunfterteilung, Vorträge, Publikationen.

Abgesehen von den über eingefandte Gegenstände abgegebenen Gutachten wurde von der Anstalt in verschiedenen Fällen auf schriftliche oder mündliche Anfrage hin Rat und Auskunft erteilt.

Es sind auf Wunsch der Interessenten zwei Stallinspektionen und eine Käseinspektion vorgenommen worden.

Einen Vortrag hielt Dr. J. Schön, Assistent der Anstalt, im „Zürcher Milchinteressentenverein“ über das Thema: Die mit den Bakterienreinkulturen in der Emmentalerkäseerei gemachten Erfahrungen nebst Bemerkungen über einige andere die Betriebssicherheit fördernde Maßnahmen.

Herner sprach Assistent Dr. J. Kistler im „Bern. Mittelländischen Bienenzüchterverein“ über Zweck und Bedeutung des Versuchsbienenstandes auf dem Liebefeld.

Figure 1 | Rapport d'activités de l'année 1908: envoi des cultures fromagères.

- Liebefeld fournit majoritairement des cultures dites «cultures mixtes brutes» composées de nombreuses souches variées. Elles sont produites chaque semaine et livrées sous forme liquide. Les fromagers les utilisent pour réaliser leurs propres cultures d'exploitation, ce qui contribue à la diversité fromagère suisse. Il est donc impossible de reproduire les cultures d'ALP en isolant certaines souches présentes dans les fromages suisses.
- Depuis des dizaines d'années, la station de recherche de Liebefeld, les fromagers, les plateformes régionales de conseil de l'industrie laitière et les associations interprofessionnelles ont acquis un large éventail de connaissances sur les cultures et une expérience inestimable.
- La majorité des fromages traditionnels à pâte dure et à pâte mi-dure sont fabriqués avec des cultures provenant de Liebefeld. Pour Le Gruyère AOC et les fromages d'alpages, l'utilisation de cultures cultivées sur du petit-lait gras par les fromageries elles-mêmes

est encore fort répandue. Or, la composition de ces cultures est dirigée de manière ciblée avec des cultures de Liebefeld pour garantir une qualité constante du fromage.

Les prémices...

Héritiers d'une longue tradition, les fromages suisses sont des produits naturels et sans pareil dont l'affinage résulte de divers processus de fermentation. Leur fabrication exige l'utilisation d'un lait cru frais de qualité supérieure, de solides connaissances et un savoir-faire avérés de la part des professionnels ainsi que la parfaite maîtrise des procédés de fermentation à partir de cultures. Dans ce domaine, la station de recherche de Liebefeld apporte son soutien aux industries agricole et laitière depuis plus d'un siècle. Ses activités de recherche avaient à peine démarré que la station de Liebefeld mettait déjà sa première culture bactérienne à disposition des fromagers. Le rapport d'activités de 1908 précise qu'en cette même année, 3987 flacons de «culture pure» (*Thermobacterium helveticus*) furent livrés, un chiffre déjà remarquable pour l'époque (fig. 1). Les fromageries utilisaient alors cette culture pure pour une préparation de la présure. Ce rapport souligne également que «les livraisons de cultures pures pour la préparation rationnelle de la présure ont fortement augmenté depuis l'année précédente», ce qui indique que la livraison de cultures avait déjà commencé en 1907.

Dans les années 20, ALP fit figure de pionnier avec ses travaux de recherche sur la formation des trous dans l'Emmental, processus qui, à l'époque, semblait échouer de plus en plus fréquemment. Ses chercheurs mirent en évidence le rôle déterminant des bactéries propioniques dans la formation des trous et dans celle du goût typique de l'Emmental. Grâce à l'utilisation ciblée de cultures comprenant des bactéries propioniques appropriées, il a été possible de préserver le caractère typique de l'Emmental. L'isolation, la caractérisation et la culture d'un grand nombre de souches recueillies dans leur milieu naturel ont permis d'établir les bases de la collection ciblée de souches bactériennes. Le recours aux cultures de bactéries propioniques sauva l'Emmental traditionnel et la production de cultures effectuée à Liebefeld jouit ainsi d'une importance de plus en plus affirmée. À partir des années 60, la Suisse connut un essor marqué de sa production laitière et fromagère qui devint, par la même occasion, l'une des principales sources de revenu pour l'agriculture du pays. Fréquemment cependant, une «fermentation secondaire» survenue pendant l'affinage gâchait des productions mensuelles entières de fromage de qualité, donnant ainsi lieu à d'énormes pertes financières. Les recherches conduites à Liebefeld

permirent de développer des méthodes d'analyse visant à l'identification de fermentations indésirables. Le remplacement des bactéries lactiques, à l'époque habituellement cultivées dans la fromagerie même, par les cultures de Liebefeld, a permis de mettre rapidement un terme au problème (fig. 2). Quel succès pour les fromagers et agriculteurs victimes de cette infortune! L'équipe de développement des cultures de Liebefeld accéléra alors la cadence: en provenance de fromageries basées dans toute la Suisse, une multitude de cultures bactériennes furent collectées, caractérisées, conservées et contrôlées. Les meilleures d'entre elles furent sélectionnées, produites chaque semaine et envoyées aux fromageries (fig. 3). Dans les années 70, la vente des cultures connut une croissance très rapide. Il fut ainsi possible de conserver à un excellent niveau de qualité les caractéristiques d'origine des différents fromages suisses. Les cultures permirent en outre un grand nombre d'innovations aux fromageries. «Recherche, conseil et cultures» sont trois mots-clés sur lesquels s'alignent les activités de la station de recherche de Liebefeld, aujourd'hui comme hier, et demain comme aujourd'hui.

Développement de nouvelles cultures: les axes de recherche actuels

La pleine libéralisation du marché du fromage entre l'Union européenne et la Suisse a entraîné une accentuation considérable de la concurrence. Aussi, la branche fromagère porte un intérêt non négligeable aux nouvelles cultures afin que ses produits se différencient le plus possible de ceux de la concurrence. ALP développe des cultures spécifiques destinées à différentes variétés de fromages AOC, telles qu'elles sont aujourd'hui déjà proposées pour Le Gruyère AOC.



Figure 2 | Conserve lyophilisée avec bactéries lactiques.

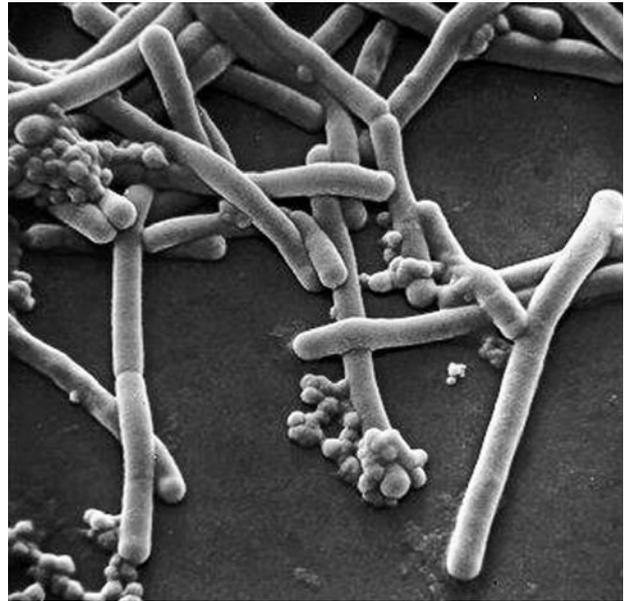


Figure 3 | Image réalisée au microscope de cultures mixtes brutes à base de lactobacilles (bâtonnets) et de streptocoques (chaînes).

Les travaux portant sur la création de cultures capables d'influencer de façon précise l'arôme ou la sécurité du produit en sont eux aussi à un stade très avancé (Mallia 2008; Roth 2009). Il faudra en revanche attendre un peu plus longtemps avant la mise sur le marché de cultures influençant positivement les propriétés physiologico-nutritionnelles, par exemple grâce à des souches probiotiques (Ritter *et al.* 2009) ou par la formation de peptides bioactifs susceptibles par exemple d'agir en tant qu'hypotenseurs et de compenser ainsi un éventuel effet négatif du sel.

L'optimisation de l'impact de ces nouvelles cultures et le maintien d'une qualité invariable exigent le recours à des technologies scientifiques de pointe. Outre les nombreuses méthodes traditionnelles employées, des procédés relevant du génie génétique sont de plus en plus utilisés pour identifier et comprendre les voies métaboliques des bactéries (Bogicevic *et al.*; Irmiler *et al.* >

Encadré 2 | La production de cultures à Agroscope Liebefeld-Posieux ALP en chiffres (données datant de 2010):

- Distribution: env. 100 000 unités de 100 ml auxquelles s'ajoutent 2 000 ampoules Lyo pour les fromages d'alpages
- Chiffre d'affaires: env. 2 millions de CHF
- Assortiment: 40 cultures différentes



Figure 4 | Assiette de fromages traditionnels suisses fabriqués avec des cultures d'ALP.

2006–2009). Cela permettra par la suite une sélection ciblée parmi l'immense biodiversité naturelle. ALP ne poursuit cependant aucun projet visant à proposer des cultures génétiquement modifiées.

Les nouvelles cultures actuellement en phase de développement entraîneront un élargissement considérable de l'assortiment au cours des années à venir (encadré 2). Par conséquent, il ne sera plus possible de procéder chaque semaine à une nouvelle production, sous forme liquide, de la totalité de ces cultures. Pour y remédier, une forme alternative de mise à disposition des cultures est actuellement en voie d'élaboration (Koch 2006). À l'avenir, une sélection de cultures sera mise sur le marché sous forme lyophilisée. Cette technique permettra de proposer davantage de cultures destinées aux produits de niche (fromages d'alpages, spécialités locales, produits de la ferme) ainsi que de mettre à profit les compétences actuelles pour développer et produire des cultures destinées à d'autres produits laitiers et carnés fermentés. La première culture pour saucisses crues arrivera dès l'an prochain sur le marché.

Certification d'origine brevetée

L'accentuation de la concurrence a entraîné la multiplication des contrefaçons de fromages traditionnels suisses sur le marché. S'inscrivant dans la lutte contre ce phénomène, ALP élabore des cultures dites «de certifica-

tion d'origine». Celles-ci sont constituées de bactéries lactiques présentant naturellement une séquence génétique unique et identifiable dans le fromage prêt à la consommation (Casey *et al.* 2008). Ces souches sont exploitées grâce à un système perfectionné qui permet d'affirmer avec certitude si le fromage contrôlé est un original ou une falsification. Ce concept a été introduit au début de l'année 2011 pour une première variété fromagère, l'Emmentaler Switzerland. Si la présence de ces bactéries lactiques spécifiques est prouvée, le fromage est incontestablement un Emmentaler AOC. Cette méthode a été brevetée par ALP. Le brevet a été vendu à l'interprofession Emmentaler Switzerland. Il est cependant stipulé dans le contrat de vente du brevet que d'autres interprofessions peuvent y avoir part.

En ce qui concerne le développement de cultures exclusives ne pouvant être achetées par l'ensemble de la branche suisse, il revient aux mandants de participer au financement du projet. Un grand nombre de projets de développement de cultures étant prévu pour les prochaines années, les capacités manquent et le développement d'une culture exclusive n'est donc possible que si le mandant est prêt à financer lui-même la totalité des frais de développement, ce qui est de plus en plus fréquent. Des projets innovants bien précis peuvent éventuellement être financés en partie par la Commission pour la technologie et l'innovation CTI de la Confédération.

Encadré 3 | Témoignages

Les cultures d'ALP sont la colonne vertébrale des fromages traditionnels suisses. La station de recherche a su très tôt en poser les bases et développer avec clairovoyance une collection de souches unique ainsi que la production de cultures. Les travaux de recherche actuels ainsi que le perfectionnement des technologies employées par ALP pour la production des cultures sont indispensables à l'industrie laitière suisse.

Jacques Gygax, Directeur de Fromarte – Les spécialistes du fromage suisse

Il est désormais impossible d'envisager la production des fromages suisses AOC sans les cultures d'ALP. Outre la supériorité hygiénique du processus de fabrication à partir de lait cru, les cultures sont le pilier central sur lequel repose la qualité exceptionnelle et constante des fromages suisses AOC.

Othmar Dubach, Chef du département Fromage chez Emmi

C'est avec la culture AOC-G3 de Liebefeld que j'ensemence le lait du soir, ce qui me permet de garantir une bonne maturation et qui, à mon avis, contribue en grande partie à la qualité de mon Gruyère AOC.

Cédric Vuille, fromager à La Brévine, gagnant du classement général du dernier World Championship Cheese Contest 2010 à Madison (USA)

En complément des cultures cultivées sur du petit-lait gras, les cultures mixtes brutes d'ALP m'offrent chaque jour une base de culture saine pour la fabrication du Gruyère. Elles me permettent de réguler facilement et d'influencer positivement mes paramètres de fabrication.

Urs Kolly, fromager à Saint-Antoine et sept fois médaille d'or des Jeux paralympiques

Pour CASEi et pour les fromagers, les cultures d'ALP signifient une qualité originale, naturelle et spécifique. Elles sont les garantes de la réputation des fromages suisses. La collection de souches d'ALP constitue la mémoire sensorielle de nos fromages.

Jean-Pierre Häni, Chef de la plateforme de conseil de l'industrie laitière CASEi

Les spécialités AOC reposent sur une très forte relation avec leur «terroir». Dans le cadre de la production fromagère AOC, il est absolument indispensable de pouvoir disposer de cultures de qualité irréprochable provenant de la région d'origine. C'est ce que permettent les cultures d'ALP qui contribuent ainsi au développement de ces labels caractérisant l'héritage culinaire suisse.

Alain Farine, Directeur de l'Association suisse des AOC-IGP

Modèle économique propre à la production des cultures

Bien que rentable, le travail de production de cultures d'ALP n'est pas à but lucratif. À l'heure actuelle, les cultures sont exclusivement proposées en Suisse. Il a été décidé qu'aucune différenciation de prix ne serait faite entre les différentes cultures: ainsi, les producteurs de variétés à petit volume de vente, telles la Tête de Moine AOC ou le Sbrinz AOC, achètent leurs cultures au même prix que les producteurs de fromages à plus grand écoulement, comme l'Emmentaler AOC ou Le Gruyère AOC (fig. 4).

Afin de renforcer l'image de produits naturels attachée aux fromages suisses, la grande majorité des cultures sont proposées en qualité bio (Bourgeon), garanties exemptes de toutes modifications génétiques et cultivées exclusivement à partir de lait bio sans le moindre additif. Il s'agit là aussi, par rapport à la

concurrence étrangère, d'un atout capital dont l'importance est susceptible d'augmenter encore dans les années à venir.

L'introduction de nouvelles cultures engendrera sous peu une forte croissance du chiffre d'affaires, impliquant d'importants investissements dans le développement d'une nouvelle forme de présentation des cultures (lyophilisation; salle blanche). Afin que ces investissements et la hausse des frais ne pèsent pas sur le budget de recherche d'ALP, on a réfléchi à la mise en place d'un nouveau modèle de financement pour la production de cultures à Liebefeld. Depuis le début de l'année 2010, la production de cultures fait l'objet d'une «sous-structure comptable» à part entière qui, sur la base d'un plan d'affaires, peut solliciter des fonds supplémentaires réservés aux investissements, au personnel et aux dépenses d'équipement. Cet apport reviendra par la suite dans les caisses de l'Etat grâce au versement de l'excédent des recettes. >

Ce système a pour conséquence la prise en charge de la totalité des coûts d'investissement par la branche professionnelle suisse. Il sera ainsi nécessaire d'examiner la possibilité de proposer sur le marché étranger, à moyen terme, certaines cultures ne présentant aucun avantage compétitif décisif en termes de qualité pour la branche suisse. Une telle solution serait par exemple envisageable pour les cultures destinées à la certification d'origine ou à la hausse de la sécurité des aliments. Les clients étrangers se verraient alors interdire de mentionner l'utilisation de cultures suisses, cet argument publicitaire devant rester l'exclusivité de la branche fromagère suisse (USP = *Unique Selling Proposition*).

Un succès qui poursuit sa route...

A la fin de l'année 2011, une salle blanche avec ligne de lyophilisation sera installée dans l'unité de production de cultures à Liebefeld. Elle permettra à ALP d'introduire sur le marché, l'année prochaine, la culture de certification d'origine pour la Tête de Moine AOC ainsi que la première culture pour saucisses crues. Comme mentionné plus haut, d'autres nouvelles cultures suivront rapidement. Si ce développement persiste, la question de l'extension des capacités se posera de nouveau d'ici à quelques années, entraînant avec elle des réflexions sur le modèle de financement et la forme de l'entreprise.

La collection de souches de Liebefeld est unique au monde. De nombreuses souches étant très anciennes, elles couvrent une biodiversité qui n'existe nulle part ailleurs sous cette forme. L'isolation d'une grande partie des souches a été réalisée à une époque où les antibiotiques n'étaient pas encore en usage. Après leur introduction, de nombreuses souches ont disparu ou acquis des résistances qui se transmettent entre bactéries et représentent ainsi un danger potentiel. Dépourvues de telles résistances, les cultures de Liebefeld offrent là aussi un atout décisif.

Il ne fait aucun doute que les souches d'ALP ne permettent pas «uniquement» la fabrication de produits laitiers et carnés d'excellente qualité. ALP ne disposant pas des ressources suffisantes pour exploiter idéalement cet énorme potentiel, une recherche d'investisseurs est actuellement en cours.

Pourquoi des fonds publics?

Même si la production de cultures menée à Liebefeld est rentable et que la part de fonds externes pour le développement des cultures ne cesse de croître, ces activités continuent de bénéficier de fonds publics, atteignant 2 millions de francs suisses par an, et ce en dehors de la sous-structure comptable. Est-ce aujourd'hui encore justifié?

Sans l'ombre d'un doute, les cultures d'ALP contribuent de manière décisive au succès des fromages suisses sur le marché (encadré 3). Mais la concurrence est loin de sommeiller et le maintien de cet avantage qualitatif doit être garanti par l'introduction de nouvelles cultures. Les fromages suisses traditionnels constituent le principal pilier sur lequel repose la transformation laitière décentralisée et entraînent une hausse du prix du lait dans les régions périphériques, favorisant ainsi l'exploitation sur tout le territoire et le maintien d'une agriculture multifonctionnelle. Précisément dans les régions périphériques, l'exploitation de la superficie agricole n'est souvent possible qu'avec des ruminants consommant du fourrage grossier.

Selon un calcul approximatif réalisé par ALP, le fromage suisse vendu sur le marché génère en moyenne une valeur ajoutée supérieure de 1,5 CHF par kilo à celle générée par la concurrence étrangère. Pour une production annuelle de 180 000 tonnes, cela représente un total de 260 millions de CHF. En supposant que seul 1 % de cette valeur ajoutée est dû aux cultures bactériennes, les fonds publics alloués à leur développement porteraient déjà leurs fruits. En fait, on peut prétendre que la contribution des cultures est encore beaucoup plus vaste. Par ailleurs, les cultures provenant d'ALP permettent de consolider des valeurs immatérielles telles l'authenticité, le maintien des traditions (AOC) ou le caractère naturel des fromages. On peut donc aisément affirmer que les cultures de Liebefeld sont à tous égards un véritable succès, dont l'histoire n'est pas prête d'arriver à son terme. ■

Riassunto

Colture per la produzione casearia vincente a livello mondiale

I produttori di formaggi svizzeri sono regolarmente premiati nei concorsi internazionali. Esperti di chiara fama riconoscono ampiamente che le colture microbiche ottenute a Liebefeld contribuiscono in modo determinante a questo successo. Grazie all'impiego di colture batteriche che evidenziano la biodiversità originaria della regione di origine è possibile rafforzare anche il legame tra le varietà tradizionali di formaggio svizzero e il rispettivo territorio. Nel presente articolo sono illustrati i fattori di successo, riassunti gli sviluppi storici, presentati i progetti di ricerca in corso e il modello aziendale di produzione delle colture. Un calcolo approssimativo dimostra che i fondi pubblici stanziati per lo sviluppo delle colture hanno un notevole effetto leva sul reddito agricolo e contribuiscono in maniera considerevole al mantenimento di una trasformazione del latte a livello decentralizzato, nonché alla multifunzionalità dell'agricoltura svizzera su scala nazionale.

Bibliographie

- Bogicevic B., Irmeler S., Portmann R., Meile L. & Berthoud H. Characterization of the *cysK2-ctl1-cysE2* gene cluster involved in sulfur metabolism in *Lactobacillus casei*. *Int. J. of Food Microbiol.*, submitted.
- Casey M.G., Isolini D., Amrein R., Wechsler D. & Berthoud H., 2008. Naturally Occurring Genetic Markers in Bacteria. *Dairy Sciences and Technology* **88** (4–5), 457–466.
- Irmeler S., Heusler M.L., Raboud S. Schlichtherle-Cerny H., Casey M. G. & Eugster-Meier E., 2006. Rapid volatile metabolite profiling of *Lactobacillus casei* strains: selection of flavour producing cultures. *Australian Journal of Dairy Technology* **61** (2), 123–127.
- Irmeler S., Raboud S., Beisert B., Rauhut D. & Berthoud H., 2008. Cloning and characterization of two *Lactobacillus casei* genes encoding a cystathionine lyase. *Applied and environmental Microbiology* **74** (1), 99–106.
- Irmeler S., Schaefer H., Beisert B., Rauhut D. & Berthoud H., 2009. Identification and characterization of a strain-dependent cystathionine β /g-lyase in *Lactobacillus casei* potentially involved in cysteine biosynthesis. *FEMS Microbiol. Lett.* **295** (1), 67–76.
- Irmeler S., 2009. Innovative Technologien in der Käseforschung. In: *Recherche et alimentation en dialogue*. Weinheim Verlag Wiley-Blackwell, p. 259–262.
- Koch S., 2006. Effects of fermentation conditions on viability, physiological and technological characteristics of autolytic dried direct vat set lactic starter cultures. Dissertation ETH Zurich N° 16909.
- Mallia S., 2008. Oxidative stability and aroma of UFA/CLA (unsaturated fatty acid/conjugated linoleic acid) enriched Butter. Dissertation ETH Zurich N° 18020.
- Ritter P., Kohler C. & von Ah U., 2009. Evaluation of the passage of *Lactobacillus gasseri* K7 and bifidobacteria from the stomach to intestines using a single reactor model. *BMC Microbiology* **9**, 87.
- Roth E., 2009. Control of *Listeria* contamination on the surface of semi-hard cheeses by natural smear eco-systems and protective cultures. Dissertation ETH Zurich N° 18644.

Summary

World champion cheese cultures

Swiss cheeses regularly win prizes at international contests. Experts widely agree that the microbial cultures from Liebefeld have contributed greatly to this success story. Thanks to the use of cultures with bacteria originally stemming from biodiversity in the nearby area, the connection between traditional Swiss cheeses and their *terroir* can be strengthened considerably. This article will outline the success factors, summarise the historical development, present current research projects and introduce the business model of culture production. An approximate calculation reveals that the public funding going towards the development of microbial cultures has a lot of leverage over agricultural income and contributes significantly to the preservation of decentralised dairy processing and to extensive, multifunctional agriculture in Switzerland.

Key words: cheese, cultures, lactic acid bacteria, propionic acid bacteria.