



Forum technologique NOVALAIT

29 mai
2012



Carrefour des
compétences,
savoirs et
savoir-faire
laitiers

NOVALAIT

Photos fournies par :

Agropur coopérative
Le Producteur de lait québécois
Les Producteurs laitiers du Canada

Conception graphique et réalisation :

Isabelle Jobin, graphiste

Remerciements :

Merci aux collaborateurs impliqués lors de la journée pour leur contribution au succès du Forum technologique Novalait 2012. Nous tenons également à remercier les chercheurs et les étudiants pour l'élaboration des fiches Trans-Info et des résumés d'affiches. Veuillez noter que le contenu de ces documents relève de la responsabilité des auteurs et n'engage aucunement celle de Novalait inc.





Mot du président

Bonjour à toutes et à tous,

C'est avec un grand plaisir que je vous accueille à cette XI^{ème} édition du Forum Technologique Novalait qui présente les plus récentes avancées des projets de recherche supportés par Novalait inc. en collaboration avec ses partenaires.

Plus que jamais les entreprises de production et de transformation laitières génèrent de la valeur en s'appropriant de nouvelles connaissances, en mettant en place des pratiques de régie ou des procédés ingénieux et en recrutant des compétences de pointe. Optimiser ce processus d'innovation est un défi. Le Forum Technologique Novalait inc. s'inscrit dans une culture d'ouverture et vise à développer un solide réseau de communication et à favoriser un positionnement efficace pour l'innovation. Pour que les entreprises de production et de transformation laitières puissent convertir en innovation les découvertes des chercheurs, il faut des connexions multiples, fréquentes et interactives entre les générateurs et les utilisateurs de la science laitière.

Le Forum Technologique Novalait inc. se positionne au *Carrefour des compétences, savoirs et savoir-faire laitiers*. Il offre une interface d'accès privilégié à de nouveaux savoirs et des découvertes pour innover. Le Forum connecte les scientifiques, les producteurs et les transformateurs laitiers. Son concept de carrefour de la relève technologique favorise les échanges avec une main-d'œuvre hautement qualifiée et innovante formée dans le cadre des projets de recherche supportés par Novalait inc. C'est une occasion exceptionnelle de faire le point et d'échanger sur les défis scientifiques du secteur laitier.

La qualité des résultats de recherche qui vous sont présentés aujourd'hui relève de l'implication de chercheurs et d'étudiants dédiés qui y ont consacré leur talent et de longues heures de travail. Nous tenons également à souligner que ce succès d'arrimage entre les besoins et la recherche est aussi l'aboutissement d'un processus essentiel d'orientation et d'implication assuré par une cinquantaine de membres dévoués au sein du conseil d'administration, du conseil de recherche ainsi que des comités d'évaluation, de montage et de pilotage de Novalait inc. En amont de la recherche, ils établissent les cibles stratégiques en réponse aux défis et opportunités des producteurs et transformateurs laitiers. Ils évaluent les projets selon des critères pertinents et des pratiques rigoureuses. Ils s'impliquent dans le suivi et la valorisation des résultats. Au sein de Novalait inc., les producteurs et les transformateurs laitiers relèvent avec succès le défi humain de la recherche précompétitive en appui à la compétitivité.

Le Forum Technologique Novalait présente vos résultats de recherche issus des projets sélectionnés et financés par les entreprises de production et de transformation laitières. C'est votre journée pour vous connecter avec les découvertes et les compétences scientifiques qui vous permettront de créer de la valeur dans vos entreprises et organisations.

À toutes et à tous, je souhaite un fructueux Forum !

Charles Langlois, président
Novalait inc.



PROGRAMME

8 h 30 ACCUEIL DES PARTICIPANTS

9 h 00 OUVERTURE DU FORUM

PRODUCTION LAITIÈRE - SALLE ROYALE 1

M^{me} Danielle Rivard, directrice générale de Novalait inc.

TRANSFORMATION LAITIÈRE - SALLE ROYALE 2

M. Charles Langlois, président de Novalait inc.

9 h 05 SESSIONS DE CONFÉRENCES - Résultats et retombées des projets supportés par Novalait inc.

Modératrice : M^{me} Geneviève Rainville, FPLQ administratrice de Novalait inc.

Modérateur : M. Gilles Ouellette, CILQ/Recherche inc. administrateur de Novalait inc.

9 h 10 Production de fourrages riches en sucres
M. Guy Allard, Université Laval

P-2012-01

Exploitation des activités antibactérienne et antifongique d'hydrolysats de protéines laitières
M^{me} Julie Jean, Université Laval

T-2012-06

9 h 40 Régie novatrice des troupeaux laitiers québécois : repenser le tarissement
M. Pierre Lacasse, AAC - CRDBLP

P-2012-02

Approches technologiques pour l'intégration d'ingrédients bioactifs aux fromages
M. Michel Britten, AAC - CRDA

T-2012-07

10 h 10 Un outil pour mieux valoriser les fourrages sur les fermes laitières québécoises
M^{me} Édith Charbonneau, Université Laval

P-2012-03

Contrôle des bactériophages de la ferme à l'usine
M. Sylvain Moineau, Université Laval

T-2012-08

10 h 40 PAUSE SANTÉ - SESSION D'AFFICHES AU CARREFOUR DE LA RELÈVE TECHNOLOGIQUE - SALLE ROYALE 3

11 h 10 SESSIONS DE CONFÉRENCES - Résultats et retombées des projets supportés par Novalait inc.

PRODUCTION LAITIÈRE - SALLE ROYALE 1

TRANSFORMATION LAITIÈRE - SALLE ROYALE 2

11 h 10 Le traitement antibiotique sélectif au tarissement : est-ce possible ?
M. Jean-Philippe Roy, Université de Montréal

P-2012-04

Viabilité des probiotiques dans les produits laitiers : nouvelles approches
M. Denis Roy, Université Laval

T-2012-09

11 h 40 Diagnostic à la ferme d'endométrite chez la vache laitière
M. Réjean Lefebvre, Université de Montréal

P-2012-05

Propriétés physico-chimiques et technologiques de différents laits
M. Daniel St-Gelais, AAC - CRDA

T-2012-10

12 h 10 DÎNER - SALLE ROYALE 3

13 h 30 SESSION D'AFFICHES AU CARREFOUR DE LA RELÈVE TECHNOLOGIQUE - SALLE ROYALE 3

14 h 00 SESSIONS DE CONFÉRENCES - SALLES ROYALES 1 ET 2 - M^{me} Danielle Rivard, directrice générale de Novalait inc.

RÉSULTATS ET RETOMBÉES DES INITIATIVES STRUCTURANTES EN PRODUCTION ET EN TRANSFORMATION LAITIÈRES

Modérateur : M. Simon Robert, Agropur coopérative, vice-président de Novalait inc.

14 h 05 Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère
M. Denis Roy, titulaire, Université Laval

T-2012-11

14 h 35 Chaire industrielle de recherche sur le contrôle nutritionnel des composants du lait
M. Yvan Chouinard, titulaire, Université Laval

P-2012-12

15 h 00 Réseau canadien de recherche sur la mammité bovine
M. Mario Jacques, directeur administratif intérimaire, Université de Montréal

P-2012-13

15 h 30 DÉFIS ET OPPORTUNITÉS DE CARRIÈRES DANS LE SECTEUR LAITIER

M. Daniel Lefebvre, directeur général, Valacta

M. Michel Pouliot, vice-président recherche et développement, Agropur coopérative

16 h 00 ANNONCES ET REMISE DES PRIX D'EXCELLENCE DE LA RELÈVE TECHNOLOGIQUE

16 h 15 ALLOCATION DE CLÔTURE

M. Charles Langlois, président de Novalait inc.

16 h 30 VIN ET FROMAGES AU CARREFOUR DE LA RELÈVE TECHNOLOGIQUE - SALLE ROYALE 3

● RÉSUMÉ DU PROJET

Une teneur élevée en énergie rapidement fermentescible dans les fourrages contribue à augmenter l'efficacité d'utilisation de l'azote par les ruminants et entraîne une réduction de l'azote excrété dans l'environnement. Ce projet de recherche a montré qu'il est possible d'augmenter la teneur en énergie rapidement fermentescible des fourrages par un accroissement des teneurs en glucides non structuraux, ce qui améliore la production laitière des vaches via une augmentation de la prise alimentaire et une plus grande efficacité d'utilisation de l'azote. Cette stratégie peut permettre de réduire de 10 à 15 % les pertes azotées dans l'environnement et résulter en des gains nets de plus de 15 M\$ par an pour les producteurs de lait québécois. Le projet a montré les avantages économiques et environnementaux de l'utilisation des fourrages riches en glucides non structuraux sur les fermes laitières québécoises. Les résultats ont : 1) permis l'élaboration de recommandations agronomiques pour la production de fourrages riches en glucides non structuraux sur les entreprises laitières du Québec; 2) montré une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote des fourrages plus riches en sucres avec une réduction concomitante des pertes d'azote dans l'environnement; et 3) montré qu'il est possible d'utiliser la spectroscopie dans le proche infrarouge afin de prédire les différents glucides non structuraux des foin produits au Québec.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal était d'augmenter la teneur en glucides non structuraux (GNS) des fourrages en vue d'améliorer la performance des vaches laitières via l'augmentation de la prise alimentaire et de l'efficacité d'utilisation de l'azote tout en réduisant les pertes azotées dans l'environnement. Quatre objectifs étaient visés : 1- Développer des pratiques culturales qui favorisent une plus grande accumulation des GNS dans les fourrages; les effets du cycle journalier, du stade de développement, de la fertilisation azotée, du préfanage, du mode de séchage, et de la fermentation en ensilage ont été étudiés. La fléole des prés et la luzerne qui représentent 40 et 25 % des ventes annuelles de semences fourragères au Québec étaient les espèces utilisées. 2- Mesurer l'impact de la teneur en GNS du fourrage sur sa digestibilité et la synthèse des protéines microbiennes dans un système d'analyse *in vitro*. Des échantillons de luzerne et de fléole des prés contrastés pour leurs teneurs en GNS ont été utilisés pour effectuer cette comparaison. 3- Évaluer la faisabilité d'utiliser la spectroscopie dans le proche infrarouge pour caractériser les GNS des

fourrages; des mélanges dans diverses proportions de luzerne et de fléole avec des teneurs en sucres similaires et contrastées ont été balayés par spectroscopie. Des échantillons ont été analysés chimiquement pour leurs teneurs en sucres solubles, amidon, fructosanes et glucides non fibreux afin de réaliser une calibration du spectromètre. 4- Mesurer l'impact d'un fourrage riche en GNS sur la prise alimentaire, l'efficacité d'utilisation de l'azote et les performances de la vache laitière; quatre traitements alimentaires ont été évalués en phase animale; un essai a été réalisé avec des vaches en début de lactation pour comparer des fourrages de luzerne dont les teneurs en sucres étaient contrastées (fauche AM vs. PM). Un second essai a été réalisé avec des vaches en mi-lactation avec des fourrages de fléole des prés contrastés en sucres. L'effet de la teneur en GNS du fourrage sur l'ingestion, la synthèse de protéine microbienne, le flux post-ruminal de certains nutriments (azote, acides aminés), le bilan azoté, la production et la composition du lait ont également été mesurés.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Les résultats ont : 1) permis l'élaboration de recommandations agronomiques pour la production de fourrages riches en GNS sur les entreprises laitières du Québec; 2) montré une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote des fourrages avec une réduction concomitante des pertes d'azote dans l'environnement; et 3) montré qu'il est possible d'utiliser la spectroscopie dans le proche infrarouge afin de prédire les GNS des foin produits au Québec. Ce projet a permis de démontrer les avantages à la fois économiques et environnementaux des fourrages riches en énergie pour les fermes laitières québécoises. Les connaissances acquises dans le

cadre du projet ont permis de cibler de nouvelles pratiques pour la production de fourrages riches en GNS : choix de l'espèce, heure de la fauche (Crop Science, 51: 1297-1306; Agron. J. 102:1388-1398), maintien des niveaux de GNS durant le préfanage (Agron. J. 104:649-660), et peu d'impact de la fertilisation azotée (Agron. J. 101:1372-1380). Nos résultats démontrent aussi que la spectroscopie dans le proche infrarouge est une méthode fiable d'analyse des glucides des fourrages (J. Dairy Sci. 92:1702-1711; Can. J. Anim. Sci. 89:279-283).

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Les équations de prédiction qui ont été développées pourraient être utilisées par l'industrie afin de permettre aux conseillers en alimentation de faire des recommandations plus précises et aux producteurs laitiers de faire une meilleure valorisation de leurs fourrages dans les rations. Nos essais *in vitro* ont montré que les four-

rages plus sucrés stimulent la synthèse de protéines microbiennes au niveau du rumen (J. Dairy Sci., 93:693-700). Les résultats des essais *in vivo* analysés jusqu'à maintenant suggèrent que l'augmentation de la teneur en GNS de la luzerne cause une augmentation du temps de rumination chez la vache en début de lactation.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Produire des fourrages riches en GNS est un moyen souvent énoncé pour valoriser les fourrages dans l'alimentation des ruminants et optimiser l'efficacité d'utilisation de l'azote tout en minimisant les pertes azotées dans l'environnement. Le projet a été conçu pour répondre aux attentes des producteurs laitiers du Québec et de leurs conseillers, et les recommandations de production des fourrages ont été rendues disponibles rapidement lors de différentes communications (Conférence présentée au 47^e Colloque de nutrition de l'est du Canada organisée par L'Association de nutrition animale du Canada, 11 et 12 mai 2011, Montréal, Québec. Compte-rendu, p. 219-243; Colloque sur les plantes

fourragères « Maximiser nos plantes fourragères », 29 novembre 2011, Drummondville, QC. Compte-rendu de conférence, p. 22-31). Des articles de vulgarisation ont été publiés (Info-Fourrage, 2010, 1:4-6; La Terre de chez nous, 8 juillet 2010, p. 31; Le producteur de lait québécois, 2011, 31(7): 39-42; Le Producteur Plus, hors-série, Zoom Fourrage – Édition 2011, p. 36-41; Info-Fourrage 2011, 3:9-11). Les connaissances seront transmises dans les cours universitaires par les professeurs en agronomie et plus spécifiquement en production laitière et en production fourragère. Une étudiante au doctorat et deux étudiantes à la maîtrise auront été formées dans le cadre du projet.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Guy Allard

Vice-rectorat-aux ressources humaines

Université Laval

Pavillon J-C-Bonenfant, local 5439

2345, Allée des bibliothèques

Québec (Québec) G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131, poste 7260

Télécopieur : 418-656-2455

Courriel : guy.allard@vrrh.ulaval.ca.

Gaëtan Tremblay

Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures (CRDSGC)

Agriculture et Agroalimentaire Canada

2560 boulevard Hochelaga

Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3

Téléphone : 418-210-5048

Télécopieur : 418-648-2402

Courriel : tremblaygf@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Gilles Bélanger, Annick Bertrand, Yves Castonguay,

Raynald Drapeau et Réal Michaud,

Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDSGC

Robert Berthiaume, Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDBLP

Doris Pellerin, Université Laval

Daniel Lefebvre, Valacta

Alain Fournier, MAPAQ Nicolet



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Le haut taux de réforme involontaire des vaches laitières est l'un des principaux freins à la rentabilité des fermes laitières québécoises. Le tarissement est une période déterminante pour la vache laitière. Des changements dramatiques se produisent dans la glande mammaire pendant cette période. En effet, la glande mammaire passe par une phase d'involution active et, après une phase stationnaire plus ou moins longue, par une phase de préparation à la prochaine lactation. La phase d'involution active est exceptionnellement longue (environ 30 jours) chez le bovin. Ceci est probablement lié au fait que la vache est déjà gestante au moment de l'arrêt de la traite et qu'elle produit encore une quantité considérable de lait. Après l'arrêt de la traite, la glande mammaire continue à synthétiser du lait ce qui provoque un engorgement et souvent des fuites de lait facilitant l'entrée de microorganismes. Il a été établi que le risque d'une infection intramammaire au vêlage augmente de 77 % pour chaque 5 kg de lait produit au-dessus de 12,5 kg au moment de l'arrêt de la traite. Comme de nos jours il n'est pas rare de tarir des vaches produisant plus de 30 kg, on comprend qu'il serait très utile de développer une approche non stressante pour l'animal réduisant la synthèse du lait avant le tarissement. Par ailleurs, la période de transition est une période critique pour la vache laitière où les problèmes de santé sont fréquents. Cette recherche veut s'attaquer à ce problème en facilitant l'adoption d'une période de tarissement courte, une approche pouvant diminuer l'incidence de problèmes de santé lors de la période de transition suivante. Cependant, cette approche nécessite de trouver des méthodes capables d'accélérer l'involution de la glande mammaire au cours du tarissement afin de permettre une préparation optimale de la glande pour la lactation suivante. Deux types d'approches sont explorés afin d'accélérer l'involution. Une première approche est de diminuer la production laitière au moment de l'arrêt de la traite par une diminution de la force du signal lactogénique. Une autre approche consiste à accélérer la mise en place des mécanismes permettant la régression de la glande mammaire. Selon les résultats obtenus, les stratégies les plus efficaces seront utilisées dans un contexte de tarissement court.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Ce projet de recherche s'inscrit dans un programme visant à mieux comprendre les processus biologiques impliqués dans le contrôle de la glande mammaire afin de développer des outils et des façons de faire permettant d'améliorer la santé et la longévité de nos vaches.

Objectifs spécifiques : 1) Évaluer l'impact de stratégies diminuant la force du signal lactogénique sur le déroulement de l'involution. 2) Mesurer l'effet de l'administration intramammaire d'agents chemo-attractants sur le déroulement de l'involution. 3) Mesurer l'impact d'une accélération de l'involution combinée à une période de tarissement courte sur la production laitière subséquente et les paramètres métaboliques pendant la période de transition.

Méthodologie : Dans une première expérience, nous avons testé le concept qu'une inhibition du signal lactogénique provoque une réduction de la production laitière et accélère l'involution. Pour ce faire, 16 vaches en fin de lactation ont reçu des injections quotidiennes d'eau (témoins) ou d'une substance pouvant inhiber le signal lactogénique (quinagolide) de 4 jours avant le tarissement à 3 jours après celui-ci. Des échantillons de lait ont été prélevés aux traites des 5 derniers jours précédant le tarissement. Après celui-ci, des échantillons de sécrétions mammaires ont été récoltés manuellement 1, 3, 5, 7, 10 et 14 jours après la dernière traite. Ces échantillons ont servi à l'évaluation des concentrations de certains indicateurs de l'involution.

Dans une deuxième expérience, nous avons comparé les effets de l'inhibition du signal lactogénique et de la restriction alimentaire sur la production de lait, l'involution de la glande mammaire, et sur le métabolisme et la résistance immunitaire de l'animal. Pour ce faire, 24 vaches en fin de lactation ont été réparties en 3 groupes : un pre-

mier groupe a reçu une alimentation de fin de lactation jusqu'au tarissement (groupe témoin), un deuxième groupe a reçu uniquement du foin sec durant les 5 jours précédant leur tarissement, et un dernier groupe a été alimenté comme le premier, mais a reçu des injections quotidiennes de quinagolide, de 5 jours avant à 13 jours après la dernière traite. Des échantillons de lait et de sécrétions mammaires ont été récoltés afin de mesurer l'involution. De plus, des échantillons de sangs ont été prélevés afin de mesurer les concentrations de certains métabolites sanguins et de réaliser des tests immunologiques.

Une troisième étude a évalué les effets de 3 traitements appliqués au tarissement sur l'évolution de certains marqueurs de l'involution de la glande mammaire. Des infusions de solutions iso-osmotiques d'hydrolysats de caséines, d'EGTA, de lactose ou de saline (témoin) ont été aléatoirement administrées aux 4 quartiers de 8 vaches Holstein le jour du tarissement. Des échantillons de lait ont été collectés les 2 derniers jours avant la dernière traite et 1, 3, 5, 7, 10 et 14 jours après.

Dans une quatrième expérience, le signal lactogénique sera inhibé par manipulation de la photopériode (durée du jour et de la nuit). Pour ce faire, 36 vaches recevront l'un des traitements suivants : 1) une photopériode de jours longs, 2) une photopériode de jours très courts (6L:3D:1L:14D) et 3) une photopériode de jours longs + de la mélatonine administrée par voie orale. Les traitements 2) et 3) débiteront 2 semaines avant le tarissement et se termineront 2 semaines après la dernière traite. Des échantillons de lait et de sang seront collectés les jours avant et après le tarissement. Selon les résultats des objectifs précédents, les stratégies les plus efficaces seront utilisées dans un contexte de tarissement court.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Notre première expérience a permis de valider le concept que l'inhibition du signal lactogénique permet de réduire la production de lait au tarissement et d'accélérer l'involution de la glande mammaire après celui-ci. La deuxième expérience a montré que l'inhibition du signal lactogénique et la restriction alimentaire ont des effets comparable sur la production laitière au tarissement et l'involution mammaire. Cependant, la restriction alimentaire a

causé un stress métabolique important et des analyses sont en cours afin de vérifier les effets de ces traitements sur les fonctions immunitaires et la capacité de ces vaches à combattre la mammites. La troisième expérience a montré que l'infusion intramammaire d'hydrolysats de caséines le jour du tarissement accélère l'involution de la glande mammaire. La quatrième expérience est actuellement en cours.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Le plan de transfert et de valorisation des résultats variera en fonction de ceux-ci. En effet, si une pratique de régie de troupeau telle que la photopériode s'avère intéressante, les résultats pourront être directement transférés aux producteurs via les canaux habituels que sont les

articles de vulgarisations et les présentations aux producteurs. Les résultats touchant les inhibiteurs du signal lactogénique nécessiteront l'implication d'entreprises spécialisées et un processus adéquat de gestion de la propriété intellectuelle par les institutions de recherche.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Xin Zhao

Département de sciences animales
Université McGill
21111 Lakeshore rd
Ste-Anne de Bellevue, QC, H9X 3V9
Téléphone : 514-398-7975
Télécopieur : 514-398-7964
Courriel : zhao@macdonald.mcgill.ca

Pierre Lacasse

Centre de recherche et de développement
sur le bovin laitier et le porc
Agriculture et Agroalimentaire Canada
200 route 108 Est, C.P. 90
Lennoxville, Québec J1M 1Z3
Téléphone : 819-565-9174, poste 236
Télécopieur : 819-564-5507
Courriel : lacassep@agr.gc.ca

COLLABORATEUR :

Vilceu Bordignon, Université McGill



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Plusieurs études ont démontré l'intérêt économique de valoriser les fourrages sur les fermes laitières. Toutefois, les méthodes permettant de produire et d'utiliser efficacement les fourrages tardent à être appliquées de façon optimale sur les entreprises québécoises. Plusieurs facteurs peuvent être en cause, dont le peu d'outils disponibles pour cibler adéquatement les points à améliorer dans la gestion des fourrages, et ainsi choisir les mesures correctives appropriées. Une grille d'évaluation permettant de poser un diagnostic sur la valorisation des fourrages des fermes laitières a donc été développée.

La grille a été conçue par un groupe de six experts, puis validée auprès de sept intervenants du milieu agricole. En 2010, 20 fermes laitières québécoises en ont fait l'essai. À l'aide de quatre indicateurs principaux et neuf indicateurs secondaires, quatre volets de la valorisation des fourrages sont évalués : la production des fourrages, le coût de production des fourrages, l'efficacité des chantiers de récolte et l'utilisation des fourrages par le troupeau. La grille s'est montrée fonctionnelle sous tous les modes de gestion fourragère, de stabulations et d'alimentation rencontrés sur les fermes ayant participé au test. Elle a répondu aux attentes des conseillers et des producteurs. Elle permet d'identifier les forces et les faiblesses des entreprises et d'y poser un diagnostic. En contribuant à l'amélioration des performances technico-économiques en matière de gestion des fourrages, la grille sera une aide précieuse pour améliorer la rentabilité des fermes laitières québécoises.

Dans ce projet, une recherche exploratoire portant sur les motivations et les freins à l'adoption de quatre pratiques de gestion des fourrages a également pu démontrer que la présence de la grille d'évaluation a favorisé l'utilisation des pratiques proposées aux participants. Cette étude a aussi mis en lumière le rôle des conseillers dans l'adoption des innovations en agriculture.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Le but de ce projet était de développer, à partir des connaissances déjà acquises, une grille d'évaluation du coût de production et de l'utilisation des fourrages pour aider les producteurs et les conseillers à cibler plus facilement les points à améliorer dans la régie des fourrages.

Pour y arriver, les objectifs spécifiques suivants ont été établis :

- 1) Élaborer une grille d'évaluation de la valorisation des fourrages;
- 2) Tester la grille sur 20 fermes laitières québécoises;
- 3) Permettre un transfert efficace de l'information provenant de la recherche sur le sujet;
- 4) Explorer les motivations et les freins à l'adoption de nouvelles méthodes sur les entreprises laitières.

Un groupe de six experts a ciblé les volets ayant une influence majeure sur la valorisation des fourrages. Ils ont ensuite identifié et construit des indicateurs permettant d'évaluer ces volets, ce qui a permis de concevoir la grille d'évaluation. Leur travail a été validé auprès d'intervenants du milieu agricole et 20 fermes laitières québécoises ont fait l'essai de la grille pour en vérifier la fonctionnalité. Les motivations et les freins à l'adoption de quatre pratiques de gestion des fourrages ont été étudiés dans le cadre d'une étude exploratoire réalisée auprès des producteurs ayant testé la grille.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Le milieu laitier québécois bénéficie désormais d'une grille d'évaluation qui regroupe l'ensemble des connaissances sur le lait fourrager et la valorisation des fourrages. Cette grille permet aux producteurs et à leurs conseillers de poser un premier diagnostic sur la gestion fourragère d'une ferme laitière et de cibler les points forts et les points à améliorer à ce niveau. Il a été constaté que la

grille d'évaluation répondait à un besoin des intervenants qui demandent à être mieux outillés pour améliorer la valorisation des fourrages sur les fermes québécoises. Grâce à celle-ci, ils pourront maintenant mieux cerner les lacunes d'une entreprise, et ainsi choisir plus facilement les mesures correctives à prendre.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Les résultats obtenus dans le volet « adoption » du projet ont permis de constater que l'utilisation de la grille d'évaluation a eu un impact positif sur l'adoption par les participants des quatre pratiques examinées de gestion des fourrages. Les producteurs ayant fait l'essai de la grille ont également mentionné que la présence d'un conseiller lors de l'évaluation favorisera l'utilisation et la diffusion

de la grille sur le terrain. Les résultats de ce volet ont aussi mis en évidence que le processus d'adoption doit être étudié plus en profondeur afin de permettre des interventions professionnelles mieux ciblées qui amélioreront la diffusion et l'adoption des innovations à la ferme. Finalement, une étudiante à la maîtrise, Marie-Christine Coulombe, a été formée par ce projet.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

La grille développée dans le cadre de ce projet est en soi un outil de transfert. Elle a été présentée sous forme d'affiches et de conférences à sept reprises lors d'évènements régionaux, provinciaux et internationaux, dont le Symposium sur les bovins laitiers 2011. Le projet a fait l'objet d'un article de vulgarisation dans le numéro de février 2012 du Producteur de lait québécois, et d'un article sur le site d'information

www.fourrage.ca. Deux chroniques publiées dans le journal La terre de chez-nous ont également traité du sujet. Une publication scientifique est présentement en élaboration. L'outil est disponible en ligne gratuitement sur le site de Novalait inc. (www.novalait.ca) et d'Agri-Réseau du CRAAQ (www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers).

● PARTENAIRES FINANCIERS

Programme du Réseau de fermes pilotes :

- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse
- Conseil québécois des races laitières
- Les Producteurs laitiers du Canada
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

Conseil de recherches en sciences humaines du Canada
(Bourse de maîtrise pour l'étudiante)

BUDGET TOTAL : 72 018 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLE DU PROJET :

Édith Charbonneau

Département des sciences animales

Université Laval

2425 rue de l'Agriculture

Québec (Québec) G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131, poste 12762

Télécopieur : 418-656-3766

Courriel : edith.charbonneau@fsaa.ulaval.ca

COLLABORATEURS :

Doris Pellerin, Université Laval

Guy Allard, Université Laval

Philippe Savoie, Agriculture et Agroalimentaire Canada

René Roy, Valacta

Diane Parent, Université Laval

Daniel Lefebvre, Valacta

Caroline Collard, CGA Chaudière-Etchemin

Marielle Laferrière, Club de fertilisation de la Beauce



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

La majorité des antibiotiques utilisés dans les troupeaux laitiers sont utilisés pour le traitement et la prévention de la mammite bovine. En Amérique du Nord, les traitements antibiotiques au tarissement sont recommandés de façon universelle pour toutes les vaches d'un troupeau suite à la dernière traite. De nouveaux produits non-antibiotiques sont maintenant disponibles pour lutter contre la mammite tel qu'un scellant interne ou des milieux de culture bactériologiques sélectifs utilisables à la ferme (Petrifilm®). Certains troupeaux laitiers réussissent à maintenir un comptage de cellules somatiques (CCS) du troupeau sous 250 000 cellules/ml. Ces troupeaux bien contrôlés pourraient utiliser un traitement intramammaire sélectif au tarissement sans affecter négativement la santé globale du troupeau ou la production laitière. Les avantages d'un traitement sélectif au tarissement incluent une diminution des coûts, une diminution de la quantité d'antibiotique utilisée et par conséquent, une diminution du risque de présence de résidus antibiotiques et de développement de résistance bactérienne. Un total de 720 vaches provenant de 16 troupeaux ont répondu à nos critères d'inclusions; 358 dans le groupe culture et 362 dans le groupe contrôle. Un total de 47 % des vaches du groupe culture n'ont pas reçu d'antibiotique au tarissement. La proportion de vaches infectées au vêlage, l'incidence de mammite clinique en début de lactation et la production de lait n'étaient pas significativement différentes entre les groupes. Une comparaison des marges économiques entre le groupe contrôle et le groupe culture a permis de conclure que l'économie liée à l'utilisation d'un traitement sélectif au tarissement était de 8.70 \$ par vache. La fiabilité des tests Petrifilm était bonne. Un questionnaire administré aux producteurs laitiers participants a permis de constater que tous les producteurs ont jugé comme facile ou très facile l'interprétation des plaques Petrifilm.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Le but du projet était d'évaluer l'utilité des milieux de cultures Petrifilm® pour cibler les traitements intramammaires au tarissement chez les vaches laitières dans les troupeaux avec un bas CCS du réservoir. Les vaches provenant de 6 troupeaux laitiers du Québec et de 10 troupeaux de l'Île du Prince Édouard ont été recrutées pour participer à l'étude. Les vaches répondant aux critères de sélection (CCS < 200 000 c/ml aux 3 derniers contrôles, pas de mammite clinique et CMT < 2) étaient divisées en 2 groupes de façon aléatoire. Un premier groupe était le groupe contrôle positif recevant une infusion d'antibiotique au tarissement (Spectramast DC) combiné à une

infusion de scellant interne (Orbeseal) dans les 4 quartiers suite à la dernière traite (groupe contrôle). Le deuxième groupe était un groupe traitement basé sur les résultats du Petrifilm (groupe culture). Dans le groupe culture, les vaches ayant un résultat positif au Petrifilm (croissance bactérienne) recevaient une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers tandis que les vaches ayant un résultat négatif au Petrifilm recevaient une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers. Tous les cas de mammites cliniques durant les premiers 120 jours de lactation étaient notés.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Un total de 720 vaches ont répondu à nos critères d'inclusions; 358 dans le groupe culture et 362 dans le groupe contrôle. Un total de 47 % des vaches du groupe culture n'ont pas reçu d'antibiotique au tarissement basé sur les résultats du Petrifilm. La proportion de vaches infectées au vêlage, l'incidence de mammite clinique en début de lactation et la production de lait n'étaient pas significativement différentes entre les groupes. Une comparaison des marges économiques entre le groupe contrôle et le groupe culture a permis de conclure que l'économie lié à l'utilisation d'un traite-

ment sélectif au tarissement était de 8.70 \$ par vache. La fiabilité des tests Petrifilm était bonne avec une sensibilité de 84 % et une spécificité de 73 %. Un questionnaire administré aux producteurs laitiers participants a permis de constater que tous les producteurs ont jugé comme facile ou très facile l'interprétation des plaques Petrifilm. 86 % des producteurs pensent que la trousse Petrifilm est utile ou très utile. 73 % des producteurs aimeraient continuer le protocole après la fin du projet.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

L'économie monétaire et la diminution de l'utilisation des antibiotiques à la ferme sont les principaux facteurs motivants des producteurs. Ce projet a permis de développer et valider un outil de prise de décision pour le traitement au tarissement des vaches laitières. La culture à la ferme à l'aide des Petrifilm permettra d'appliquer à court terme un traitement ciblé au tarissement chez les vaches ayant un historique de CCS bas et n'ayant pas eu de mammite clinique durant la lactation. L'application de ce protocole

permettra de diminuer de manière significative l'usage des antibiotiques au tarissement entraînant ainsi une économie pour les producteurs, une réduction des risques de présence de résidus antibiotiques et des risques de résistance antimicrobienne. Ce projet permettra la promotion de l'utilisation plus judicieuse des antibiotiques au tarissement et pourrait potentiellement avoir un impact positif sur la perception du public de l'industrie laitière québécoise et canadienne.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Une diffusion des résultats a débuté autant au niveau des médecins vétérinaires ainsi que des producteurs laitiers et de leurs divers conseillers. Une publication de vulgarisation des résultats dans la revue Le producteur de lait québécoise ainsi que dans The milk producer et/ou Western dairy digest sera effectuée. Une publication scientifique dans une revue internationale comme Journal of Dairy Science sera égale-

ment effectuée. Une présentation ou des démarches afin d'effectuer une présentation au symposium des bovins laitiers (et/ou journée MAPAQ, Dairy Focus) ainsi que dans des congrès vétérinaires locaux et internationaux (ex : colloque santé des troupeaux laitiers, OMVQ, AABP, NMC) ont été faites.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Programme du Réseau des fermes pilotes :

- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse
- Conseil québécois des races laitières
- Les Producteurs laitiers du Canada
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

Pfizer Santé Animale

Compagnie 3M Canada.

BUDGET TOTAL : 80 003 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLE DU PROJET :

Jean-Philippe Roy

Faculté de médecine vétérinaire

Université de Montréal

3200 rue Sicotte, C.P. 5000

St-Hyacinthe, QC, J2S 7C6

Téléphone : 450-773-8521-8467

Télécopieur : 450-778-8120

Courriel : Jean-philippe.roy@umontreal.ca

COLLABORATEURS :

Marguerite Cameron, étudiante à la maîtrise et

Greg Keefe, Atlantic Veterinary College, IPE



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

La performance reproductive des vaches est un point important dans le suivi d'élevage laitier et la rentabilité des entreprises agricoles. Les éleveurs constatent depuis plusieurs années une détérioration de la fertilité de la vache laitière. Les infections utérines contribuent de façon importante à la baisse de fertilité du cheptel laitier parce qu'elles sont associées avec l'interruption de la fonction normale de l'utérus et des oaires. Même si le diagnostic d'endométrite est seulement basé sur la présence d'écoulements visibles à la vulve, un grand pourcentage de cas n'est pas détecté et demeure non traité. L'objectif principal de cette étude était de valider l'utilisation et l'interprétation du test d'estérase leucocytaire pour le diagnostic d'endométrite clinique et subclinique à la ferme chez la vache laitière. Pour cette étude, un test d'estérase rapide à la ferme a été utilisé sur toutes les vaches de 18 troupeaux sur une période de 1 an (environ 1200 vaches). Les tests rapides d'estérase ont été comparés au test de référence, la cytologie endométriale. Les résultats préliminaires démontrent que les vaches avec un test d'estérase positif ont un taux de succès à la première saillie significativement ($p=0.05$) inférieur à celles avec un test négatif. Ces résultats permettront un diagnostic et un traitement rapide de l'endométrite subclinique à la ferme et du fait même, augmenteront les chances de conception après le vêlage.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'étude observationnelle de type ponctuelle sera effectuée dans des troupeaux ($n=18$) de 50 vaches et plus, inscrits au programme DS@HR, et faisant déjà l'objet d'une visite de médecine préventive bimensuelle de la part d'un médecin vétérinaire. Les vaches de toutes parités en période postpartum devront être examinées une fois soit entre le 28^e et 35^e jour suivant le vêlage. Durant ce premier examen, toutes les vaches subiront un examen vaginal, transrectal, cytologique

(cytobrush endométriale) et biochimique (estérase) sur le contenu utérin. Le diagnostic de gestation sera fait par palpation transrectal ou échographie de l'utérus entre 35 et 40 jours de gestation et reconfirmé deux semaines plus tard selon le protocole habituel de médecine préventive de la ferme. Les données de la reproduction et l'information de réforme seront notées pour une période minimum de 8 mois après le moment d'inclusion de l'animal pour l'année en cours.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

A) Les résultats préliminaires montrent que 30 % des vaches à 34 jours en lait étaient atteintes d'endométrite cytologique ($n=413$ tests), que la spécificité du test d'estérase est de 88 %, la sensibilité de 58 % et que les valeurs prédictives négatives et positives sont de 84 et 67 %. De plus, les vaches ayant un test d'estérase positif ($n=116$ sur 505 vaches) ont un succès à la première insémination significativement inférieure (28 % contre 38 % pour les vaches avec un résultat négatif, $p=0.05$). Ce résultat est semblable à celui obtenu avec les vaches atteintes d'endométrite cytologique : 28 % contre 42 % pour les vaches sans endométrite cytologique ($n=413$).

B) L'une des applications pratiques de cette étude est que le médecin vétérinaire pourra confirmer un diagnostic d'endométrite subclinique (ou endométrite cytologique) immédiatement à la ferme après avoir fait le prélèvement du matériel utérin. La confirmation rapide de l'endométrite subclinique permettra d'initier un traitement rapide de la condition et du fait même, d'augmenter le taux de succès du traitement. Le retour rapide à une santé utérine normale en période postpartum permettra d'augmenter les performances de la reproduction.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Un article de vulgarisation sera présenté dans la revue Le Producteur de lait québécois. Une affiche sera présentée à la journée scientifique de la faculté de médecine vétérinaire 2012 et durant le congrès de l'American Association of Bovine Practitioner 2012. Une diffusion internationale sera faite avec la publication d'un article scientifique.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Programme du Réseau de fermes pilotes :

- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse
- Conseil québécois des races laitières
- Les Producteurs laitiers du Canada
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

DSA@HR, BTNX inc., Pfizer Canada, Merck Canada et Jorgensen Laboratory

BUDGET TOTAL : 78 750 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLE DU PROJET :

Réjean C. Lefebvre

Faculté de médecine vétérinaire (FMV)

Université de Montréal

3200 rue Sicotte,

Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 4T7

Téléphone : 450-773-8521, poste 8514

Courriel : rejean.lefebvre@umontreal.ca

COLLABORATEURS :

Dr Émile Bouchard, Dr Jocelyn Dubuc

et Dr Luc DesCôteaux, Université de Montréal



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Le développement de nouveaux agents antimicrobiens naturels susceptibles de réduire l'incidence des pathogènes dans les aliments et de prolonger leur durée de vie, demeure une urgence dans le secteur alimentaire notamment le secteur laitier. Le but du présent projet est d'identifier, caractériser et exploiter de nouveaux produits antimicrobiens d'origine alimentaire pour la conservation à long terme des produits laitiers en remplacement aux additifs classiques. Différentes fractions peptidiques ont été obtenues soit par hydrolyse enzymatique de protéines de lactosérum ou par extraction aqueuse à partir de différentes matrices fromagères. L'analyse de l'activité biologique de ces différentes fractions a montré une activité inhibitrice importante de type bactéricide ou bactériostatique contre *Listeria* et *Escherichia coli*. Des réductions bactériennes jusqu'à 5-logs ont été obtenues, notamment avec les extraits de fromage de type mozzarella et gouda. Les fractions les plus actives ont été soumises à une caractérisation physico-chimique et moléculaire. De plus, un procédé pilote de fractionnement et de concentration par nanofiltration a été mis au point pour la préparation à grande échelle d'une fraction peptidique à forte activité inhibitrice. L'activité antimicrobienne du produit obtenu a été validée dans un caillé modèle contre *L. monocytogenes*. De nouveaux produits à haute valeur ajoutée ont été ainsi développés et pourront être utilisés comme agent de bioconservation dans le secteur laitier. Cette approche constitue non seulement une police d'assurance pour le consommateur, mais aussi une marque de qualité qui rehausserait la réputation des produits laitiers canadiens et par conséquent, leur rentabilité.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Dans le présent projet, les objectifs spécifiques suivant ont été établis.

1. Préparer et caractériser des fractions peptidiques issues de l'hydrolyse enzymatique des protéines de lactosérum. Deux approches ont été explorées. Dans la première approche, un mélange de protéines sériques a été hydrolysé par la trypsine ou la pepsine et les hydrolysats obtenus ont été séparés selon le point isoélectrique, ultrafiltrés ou fractionnés par HPLC en fonction de leur hydrophobicité. Dans la deuxième approche, une fraction aqueuse soluble a été extraite à partir de Cheddar fort, mi-fort et doux, mozzarella, Gouda ou suisse. Ces fractions ont été ultrafiltrées sur une membrane de 10 kDa avant que leur teneur en protéines, leur profil peptidique et le profil de masse moléculaire ne soient déterminés.
2. Identifier des fractions peptidiques pour leur activité antibactérienne et antifongique contre des microorganismes problématiques pour le secteur laitier. L'activité antimicrobienne des fractions peptidiques a été évaluée contre *Escherichia coli*, *Listeria ivanovii*, *Listeria monocytogenes*, *Mucor*, *Aspergillus* et *Penicillium*, en utilisant le test d'inhibition en microplaque et un dénombrement microbien.
3. Mettre au point un procédé pilote de fractionnement par nanofiltration (NF) de l'hydrolysate tryptique afin de préparer des extraits enrichis en peptides antimicrobiens. Un isolat de protéines de lactosérum (5%, p/p) a été hydrolysé à l'aide de la trypsine, puis fractionné par NF sur une membrane G-10 (2,5 kDa) à caractère anionique de 2,5 kDa. L'efficacité de l'hydrolysate tryptique, du perméat et du rétentat de NF à inhiber la croissance des bactéries a été évaluée à l'aide des méthodes de microfiltration et de dénombrement.
4. Valider les propriétés anti-*Listeria* de l'extrait peptidique dans des caillés modèles de fromage Cheddar. Des fromages reconstitués (37% d'humidité) contenant 0,10 ou 20 mg/g de rétentat de la NF et 1,75% ou 3,5% de sel/humidité ont été préparés à partir de poudre de fromage irradiée, puis inoculés avec 10^3 - 10^4 de *Listeria* et 10^7 de bactéries lactiques commerciales. Les fromages ont ensuite été entreposés pendant 7 jours à 30°C et 28 jours à 4°C.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

1. Identification des fractions peptidiques à activité antimicrobienne : Parmi les fractions issues de l'hydrolyse tryptique, seule la fraction acide s'est révélée très active contre les microorganismes testés. Cette activité était plus marquée chez les souches modèles indicatrices (4-logs de réduction) que chez les souches pathogènes (1-log). De plus, *Listeria* semble être plus sensible qu'*E. coli*. L'activité inhibitrice de cette fraction peut donc être considérée comme significative puisque cette fraction est constituée d'un mélange hétérogène de peptides.

l'identification de nouvelles séquences antimicrobiennes avec des concentrations minimales inhibitrices inférieures à 30 ng/ml.

Finalement, l'analyse de l'activité biologique des différents extraits fromagers a permis de démontrer que ceux obtenus à partir du mozzarella et du gouda ont montré les activités inhibitrices les plus marquées. Il s'agit souvent d'une activité de type bactériostatique avec des réductions microbiennes variant de 0 à 5-logs. Cette activité inhibitrice a été plus marquée contre les bactéries Gram positif. Des réductions de 4 et 3 logs de *L. monocytogenes* ont été obtenues avec la mozzarella et le gouda, respectivement.

Dans le cas de l'hydrolyse pepsique, quatre fractions se sont révélées très actives. L'analyse de l'une de ces fractions a permis

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Identification et caractérisation des peptides actifs : La caractérisation par LC-MS de la fraction acide issue de l'hydrolyse trypsique d'un concentré de protéines de lactosérum a révélé la présence de certains peptides issus de la β -lactoglobuline qui seraient responsables de l'activité antimicrobienne observée avec le mélange peptidique. Il s'agit de peptides chargés négativement avec des pl inférieurs à 4,5.

Mise au point d'un procédé de fractionnement : Les résultats ont démontré que le rétentat de la NF possédait l'activité inhibitrice la plus importante envers les souches bactériennes testées. La caractérisation par LC-MS de la composition en peptides des différents extraits a démontré que l'activité antimicrobienne du rétentat de la NF semble être associée à sa richesse en peptides anioniques composés de plus de huit acides aminés. Cette hypothèse a été ensuite validée en comparant l'activité antimicrobienne de deux peptides anioniques, β -Lg f84-91 et β -Lg f125-135, au peptide cationique β -Lg f36-42 utilisé comme contrôle. Les résultats ont démontré que les peptides anioniques étaient plus actifs contre les bactéries Gram positif (*L. monocytogenes*, *S. aureus*) que Gram négatif (*E. coli* O157:H7). L'activité antimicrobienne du peptide β -Lg f125-135 était plus élevée que celle du peptide β -Lg f84-94, suggérant que le nombre de charges négatives sur les peptides pourrait être un facteur important pour leur efficacité contre les bactéries Gram positif.

Validation dans des matrices fromagères : L'activité antimicrobienne du rétentat de la NF a été validée dans un caillé modèle contre *L. monocytogenes*. Cette activité était plus élevée à 30°C qu'à 4°C. De plus, les fromages préparés avec le rétentat de la NF et 1,75% sel/humidité, incubés durant 7 jours à 30°C, ont présenté une plus faible croissance de *Listeria*. Ces résultats suggèrent que les peptides antimicrobiens issus des protéines de lactosérum pourraient être utilisés comme agent de conservation naturel pour contrôler la croissance de *L. monocytogenes* dans les fromages Cheddar à teneur réduite en sel.

Applications : Plusieurs résultats originaux ont été générés dans le cadre de ce projet. De nouveaux peptides antimicrobiens ont été identifiés à partir de différentes matrices laitières. Leur spectre d'action antibactérien et antifongique a été déterminé et leur efficacité à inhiber des pathogènes alimentaires a été validée dans une matrice fromagère. Ces résultats confirment le grand potentiel d'applications de ces molécules biologiques à activité antimicrobienne non seulement dans le domaine alimentaire mais également dans d'autres domaines comme celui de la santé. Pour le secteur laitier, les retombées seront d'autant plus importantes dans le contexte actuel où le recours aux additifs traditionnels fait de moins en moins l'unanimité. De plus, la mise en évidence de propriétés antibactériennes et antifongiques des protéiques du lactosérum et leurs peptides permettra de développer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée après une simple hydrolyse de sous-produits du lactosérum.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Certains de nos résultats ont déjà été présentés lors du congrès de la FIL-Canada, des colloques STELA et des forums Novalait. D'autres véhicules d'information (congrès nationaux et internationaux, publications dans des revues scientifiques avec comité de lecture) seront

utilisés durant la prochaine année pour la diffusion des résultats générés lors de ce projet. Les outils de transfert de Novalait, du centre STELA et du CRDA seront également exploités.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 237 500 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Julie Jean

Université Laval

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)

Pavillon Comtois, local 1401

Québec (Québec) G1K 7P4

Téléphone : 418-656-2131, poste 13849

Télécopieur : 418-656-3353

Courriel : Julie.Jean@fsaa.ulaval.ca

Michel Britten

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest

Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : 450-768-3235

Télécopieur : 450-773-8461

Courriel : brittenm@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Ismaïl Fliss et Sylvie Gauthier, Université Laval

Akier Assanta Mafu et Gilles Robitaille,

Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Les produits laitiers, reconnus pour leur forte densité nutritionnelle, sont considérés comme des véhicules privilégiés pour le transport de molécules bioactives. Le développement de produits laitiers fonctionnels permettra à l'industrie laitière de produire des aliments adaptés aux exigences nutritionnelles des consommateurs. L'ajout de composés bioactifs au fromage pose toutefois un défi technologique important en raison des pertes anticipées dans le lactosérum (jusqu'à 95%) et de l'impact potentiel sur les qualités sensorielles. Ce projet de recherche vise donc le développement de technologies efficaces d'intégration de composantes physiologiquement actives à la matrice des fromages. Les résultats obtenus offriront aux transformateurs les outils pour accélérer le développement de nouveaux produits. Les travaux ont porté sur l'ajout au fromage de cultures probiotiques, de composés phénoliques et sur le développement d'émulsions simples et doubles pour l'encapsulation de composés liposolubles et hydrosolubles. Malgré une forte rétention dans le caillé, les cultures probiotiques ajoutées au lait sont sensibles au sel et affichent une perte importante de viabilité pendant les premiers jours d'entreposage. Les composés phénoliques montrent une forte affinité pour la fraction caséique du lait et la rétention dans le caillé fromager est excellente. Les composés phénoliques affectent la cinétique de formation et les caractéristiques des caillés, mais les indicateurs de rendement ne sont pas modifiés. La formation d'émulsions simples et doubles a été optimisée pour faciliter l'intégration et la rétention de composés actifs dans les fromages.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Objectif 1. Optimiser la rétention et la viabilité des bactéries probiotiques dans les matrices fromagères

Plusieurs souches de bifidobactéries ont été caractérisées et la plus sensible à l'oxygène a été sélectionnée et ajoutée à différentes étapes de la production fromagère. Des techniques d'encapsulation des cultures probiotiques ont également appliquées. En plus du bilan fromager, la viabilité de la culture pendant la production et l'entreposage du fromage a été mesurée.

Objectif 2. Étudier l'interaction des composés phénoliques avec les protéines de lait et déterminer leur comportement en production fromagère

Divers composés phénoliques purifiés et des extraits bruts ont été caractérisés. L'affinité pour les fractions protéiques du lait a été étudiée par chromatographie d'exclusion. Ces mêmes composés ont été ajoutés au lait et utilisés pour la préparation et la caractérisation de fromages en laboratoire et en usine pilote. Leurs effets sur la coagulation du lait (présure) et les caractéristiques physiques et sensorielles des fromages ont été évalués.

Objectif 3. Développer des émulsions simples ou doubles adaptées à la protection et l'incorporation de composés lipo- et hydrosolubles

Des crèmes fonctionnelles ont été élaborées à partir d'huile de beurre, d'huile de lin, de lait écrémé et de caséinate et utilisées pour la standardisation des laits fromagers. L'effet des conditions d'homogénéisation et de la concentration des tensioactifs sur la taille des gouttelettes, le taux d'encapsulation et la stabilité physique des émulsions a été étudié. Des essais de production fromagère ont été réalisés à l'échelle laboratoire.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Objectif 1. Rétention et viabilité des bactéries probiotiques

Les premiers essais fromagers ont révélé que 80 % des bactéries inoculées se retrouvaient dans le fromage frais, mais que des pertes importantes de viabilité survenaient lors de l'entreposage du fromage (entre 2 et 4 log₁₀ UFC/g après 14 jours). Les plus hauts comptes viables furent obtenus avec un ensemencement dans le lait plutôt que dans le caillé égoutté (avant cheddarisation) ou lors de la mise en moule. Le salage augmente significativement les

pertes de viabilité lors de l'entreposage. La microencapsulation a préservé la viabilité de la culture probiotique dans le fromage après 21 jours d'entreposage à 4°C avec des pertes allant de 2 log₁₀ à 3 log₁₀ UFC/g, comparativement aux cellules non encapsulées (témoin) avec des réductions de 4 log₁₀ UFC/g. Malgré les effets positifs observés, des essais supplémentaires sont requis pour permettre l'usage de souches probiotiques hautement sensibles.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Objectif 2. Ajout de polyphénols au lait fromager

Les polyphénols ont montré une affinité spécifique pour la caséine du lait et l'intensité de l'interaction a été corrélée avec l'hydrophobicité des composés phénoliques. Les taux de rétention dans la matrice fromagère étaient élevés, variant de 62 à 87% selon le type de polyphénol. Ajoutés au lait, plusieurs polyphénols ont augmenté la vitesse de formation du gel présure, la fermeté du caillé et l'aptitude à la synérèse. L'enrichissement du lait avec un extrait de thé s'est traduit par une diminution de l'humidité et une augmentation de la fermeté des fromages. L'activité anti-radicalaire des fromages enrichis augmentait de plus de 70%. L'évaluation sensorielle révèle cependant une perte de saveur typique de cheddar dans ces fromages.

Objectif 3. Émulsions simples et doubles pour la standardisation du lait fromager

La préparation d'émulsions simples à partir d'huile de lin a permis l'encapsulation de composés bioactifs lipophiles (vitamine E, A et du CoQ¹⁰). L'utilisation de lécithine dans la formulation a contribué à atteindre des rendements d'encapsulation et des taux de rétention dans les fromages supérieurs à 90%. Les composés à l'étude ont significativement augmenté l'activité antiradicalaire des fromages, qui atteignait après trois mois d'entreposage des valeurs

de 78, 30 et 40 eq Trolox/g de fromage pour la vitamine E, la vitamine A, et le CoQ¹⁰ respectivement. L'encapsulation des vitamines A, E et CoQ¹⁰ dans la même matrice fromagère a révélé une bonne compatibilité qui a permis de prévenir la peroxydation de l'huile de lin.

La vitamine hydrosoluble B12 a été encapsulée dans la phase aqueuse interne d'une émulsion double élaborée à partir d'huile de beurre et de lait écrémé. L'optimisation de la formulation et des conditions d'homogénéisation a permis d'atteindre des taux d'encapsulation supérieurs à 96%. Ces émulsions sont stables dans l'environnement gastrique avec moins de 5% de libération de la phase aqueuse interne après deux heures. Elles pourraient ainsi offrir une protection efficace aux composés sensibles au transit gastrique. La rétention du gras et de la vitamine B12 dans la matrice fromagère est fortement influencée par la distribution de taille des gouttelettes. Des taux de rétention supérieurs à 90% ont été obtenus lorsque la taille moyenne des gouttelettes était de 6 microns. Les fromages enrichis sont plus humides et moins gras en raison du caractère bi-phasique des gouttelettes de l'émulsion.

Ce projet de recherche a permis l'élaboration de nouvelles stratégies pour faciliter l'enrichissement nutritionnel des fromages.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Publications scientifiques, présentation à des réunions et congrès (Novalait, ICSTA, IFT etc.)

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 246 400 \$



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Monique Lacroix,
INRS-Institut Armand-Frappier
Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation
531, boulevard des Prairies, Éd. 22 - J111, C.P. 100
Laval-des-Rapides (Québec) H7N 4Z3
Téléphone : 450-687-5010, poste 4489
Télécopieur : 450-687-5792
Courriel : Monique.Lacroix@laf.inrs.ca

Michel Britten

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
3600, boul. Casavant Ouest
St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3235,
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Stéphane Salmieri, Jaejoon Han, INRS-Institut Armand-Frappier
Claude P. Champagne, Patrick Fustier Daniel St-Gelais,
Hélène Giroux, Yves Raymond, Annie Caron, Gaétan Bélanger,
Stéphane Constantineau, Agriculture et Agroalimentaire Canada.
Marie-Hélène Fortin, Thanh Dinh, Iulia Stratulat,
Khalie Mohamad Amine, Université Laval

● RÉSUMÉ DU PROJET

L'accroissement de la productivité fromagère et l'utilisation répétée des mêmes ferments lactiques augmentent le risque d'échecs fermentaires dus à la présence des phages dans le lait. Plusieurs stratégies sont maintenant disponibles pour réduire les problèmes associés aux phages. Néanmoins, les phages demeurent encore aujourd'hui la cause principale des retards dans les fermentations laitières et de la fluctuation de la qualité de certains fromages. Au fil des années, la problématique des phages a souvent été refilée aux fournisseurs de ferments lactiques. Effectivement, il est nécessaire qu'un manufacturier distribue des ferments insensibles à la plupart des phages et qu'il assure un suivi des populations de phages. Toutefois, il est également important qu'une usine utilise en parallèle une bonne stratégie de contrôle, ce qui inclut une procédure efficace de nettoyage. Il nous apparaît également souhaitable que les sources de contamination soient connues afin de maximiser leur contrôle. Ce projet visait à identifier des sources de phages à l'usine comme à la ferme, d'étudier le comportement des phages dans l'air ainsi que l'efficacité de méthodes physico-chimiques pour contrôler les phages.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Objectif 1 : Est-ce que l'air d'une usine est un réservoir important de phages ?

- **Méthodologie :** Nous avons mis au point en laboratoire (chambre de nébulisation) des outils pour échantillonner et détecter des virus dans l'air. Les phages ont été détectés et quantifiés à l'aide de la PCR en temps réel ainsi que par culture sur boîtes de Pétri. Ensuite, nous avons testé cinq échantillonneurs d'air (filtre PC, filtre PTFE, Coriolis, BioSampler, NIOSH) pour récupérer des phages lactiques. Nous avons également échantillonné l'air de diverses salles de travail dans quelques fromageries ainsi que dans un laboratoire de recherche universitaire.
- **Résultats :** L'air des usines de transformation du lait est un réservoir de phages. Toutefois, la contamination aérienne est variable d'une usine à l'autre et selon l'endroit échantillonné.
- **Résultats :** Les concentrations les plus élevées de phages dans l'air ont été obtenues avec un échantillonneur de type BioSampler mais l'échantillonneur du NIOSH est le plus efficace.
- **Résultats :** Nous avons également écouvillonné de nombreuses surfaces dans des usines et plusieurs sont contaminées par des phages (téléphone, porte, mur, plancher, etc).

Objectif 2 : Est-ce que l'eau de la ferme est une source de phages dans le lait ?

- **Méthodologie :** Les microorganismes dans des puits d'eau représentent un risque de contamination pour l'équipement de traite et pour les animaux de ferme. Nous avons échantillonné l'eau de plusieurs fermes afin de détecter des phages par une méthode moléculaire. Nous avons aussi analysé de la poussière des systèmes de ventilation de fermes. De plus, nous avons évalué l'efficacité des UV et de l'ozone pour inactiver des phages lactiques.
- **Résultats :** Nous n'avons pas trouvé de phages lactiques dans les échantillons d'eau et de poussières.
- **Résultats :** Les UV et l'ozone sont très efficaces pour inactiver les phages lactiques dans l'eau.

Objectif 3 : Est-ce que les assainisseurs sont efficaces pour inactiver les phages ?

- **Méthodologie :** Avec une méthode standardisée (AFNOR), 23 assainisseurs commerciaux de fournisseurs accrédités (ACIA) ont été

testés contre des phages lactiques. Les assainisseurs incluaient : agents oxydants (peroxyde d'hydrogène, acide peracétique), halogénés (hypochlorite de sodium, dioxyde de chlore), alcools, ammonium quaternaires (dérivés du chlorure de benzalkonium), acides anioniques (acide phosphorique & d'acides organiques), acides à base d'iode et amphotères. Ils ont été testés à deux concentrations et avec des temps de contact, de 2 ou 15 minutes. La première concentration est la plus faible recommandée pour un assainissement sans rinçage. La seconde concentration correspondait à la plus haute concentration recommandée. Les assainisseurs ont été testés en présence de 1% de lactosérum ou 1% de lait.

- **Résultats :** La présence de lait ou de lactosérum réduit l'efficacité des assainisseurs.
- **Résultats :** Les alcools, les composés iodés, l'amphotère et les composés chlorés sont peu efficaces.
- **Résultats :** Acides anioniques, ammonium quaternaire, composé inter-halogéné (Br-Cl), et des mélanges de peroxyde d'hydrogène, d'acide peracétique et d'acide acétique sont très efficaces.
- **Résultats :** Trois produits se sont démarqués pour leur efficacité dans toutes les conditions : i) 0,13% et 0,25% de l'agent oxydant D (3-7% acide peracétique, 15-40% acide acétique, 5-10% H₂O₂, 3-7%; 1-octanesulfonic acid, 1-5% octanoic acid), ii) 100/200 ppm de BCDMH (60-100% de bromochlorodiméthylhydantoin), iii) 200/500 ppm de QAC (10-20% benzalkonium chloride).
- **Résultats :** De plus, nous avons testé l'effet de la soude industrielle (NaOH) et de l'acide nitrique utilisés dans les systèmes CIP. Ainsi, du NaOH à 2.0% à 65°C ainsi que l'acide nitrique 0,4% à 50°C peuvent réduire la concentration de phages de plus de 4 logs.

Objectif 4 : Est-ce que des facteurs climatiques influencent les contaminations par les phages ?

- **Résultats :** Au cours des trois années du projet, la contamination des phages a lieu tout au long de l'année à l'usine mais l'automne semble plus propice suivis à égalité du printemps et de l'été. L'hiver semble être la saison la moins propice aux contaminations par les phages.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Nous avons généré un ensemble d'informations inédites que nous espérons utiles. Une utilisation appropriée de ces nouvelles connaissances mènera sûrement à une meilleure stratégie pour la prévention et la gestion du risque lié aux phages. Les résultats de nos travaux devraient permettre de réduire les pertes de production et de qualité des produits associés aux fermentations perturbées

par les phages et ce, pour les petits et les grands transformateurs laitiers. En conséquence, un contrôle adapté des phages assurera une meilleure rentabilité et améliorera la compétitivité des entreprises de transformation laitière. L'impact technico-économique sera variable d'une usine à l'autre.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Publications :

1. Verreault et al. 2011. Detection of airborne lactococcal bacteriophages in cheese manufacturing plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 77:491-497.
2. Verreault et al. 2010. Comparison of polycarbonate and polytetrafluoroethylene filters for sampling of airborne bacteriophages. *Aerosol Sci. Technol.* 44:197-201.
3. Verreault et al. 2008. Methods for sampling airborne viruses. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 72:413-444.

Congrès :

1. Moisan et al. 2010. Effects of commercial sanitizers on dairy bacteriophages. *Viruses of Microbes.* June 21-25. Institut Pasteur, Paris, France. P91

2. Pariseau et al. 2009. Évaluation et adaptation de technologies pour l'élimination des phages lactiques présents dans l'eau. 77^e Congrès ACFAS. 11 au 15 mai. Ottawa, Canada. SMD-402.
3. Verreault et al. 2008. Sampling of airborne phages with polycarbonate and PTFE filters. 108th Annual Meeting American Society for Microbiology. 1 au 5 juin. Boston, Massachusetts. Q145.
4. Verreault et al. 2008. Détection de phages de *Lactococcus* dans des échantillons d'air. Forum Technologique de Novalait.
5. Campagna et al. 2008. Inactivation du phage P008 de *L. lactis* par divers types d'assainisseurs : modèle pour les virus non enveloppés. 2^{ème} journée de la recherche du GREB/FMD. 9 mai. P1.
6. Verreault et al. 2007. Use of a non-pathogenic viral model for quantitative PCR analysis of airborne viruses. American Association for Aerosol Research. 24 au 28 septembre. Reno, Nevada. 2H.8.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 239 801 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Sylvain Moineau

Département de biochimie, de microbiologie et de bioinformatique
Faculté des sciences et de génie
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-3712
Courriel : Sylvain.Moineau@bcm.ulaval.ca.

Daniel Massé

Centre de recherche et de développement
sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)
Agriculture et Agroalimentaire Canada,
2000, rue Collège, C.P. 90, Succ. Lennoxville
Sherbrooke (Québec) G1M 1Z3
Téléphone : 819-565-9174, poste 128
Courriel : massed@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

**Caroline Duchaine, Céline Campagna, Maxim Moisan
et Geneviève Rousseau**, Université Laval
Daniel Verreault, Université Laval/AAC
Éric Pariseau, Université de Sherbrooke/AAC



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

L'élaboration de produits permettant de conserver la viabilité et l'activité des bactéries probiotiques représente un réel défi technologique pour les industriels qui désirent se lancer dans la mise en marché des aliments fonctionnels. Le fromage offre des avantages comme un pH plus élevé, une matrice plus dense et une teneur en matière grasse plus élevée pouvant augmenter la probabilité de survie des bactéries probiotiques au cours de la production, de l'affinage ainsi que lors du passage dans l'estomac humain. Le but principal de ce projet est de déterminer les conditions de viabilité et du maintien des propriétés fonctionnelles des probiotiques dans le fromage. Un caillé modèle reproduisant un environnement similaire à celui retrouvé dans le fromage cheddar a été utilisé pour évaluer les effets combinés du pH, du pourcentage sel/humidité et de la température d'affinage sur la survie et la croissance de différents probiotiques commerciaux lors de la maturation du cheddar. La viabilité des souches *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Bb-12 et *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 seule ainsi qu'en co-culture a été déterminée pendant une fabrication fromagère de type cheddar et durant l'affinage du fromage pendant 12 semaines à 4°C et à 8°C. La viabilité des bactéries probiotiques dans le fromage a aussi été évaluée selon deux méthodes de quantification : la méthode classique de compte sur boîte et la méthode moléculaire appelée qPCR/PMA. Les résultats ont permis de mieux comprendre les facteurs qui affectent la viabilité et l'activité des bactéries probiotiques dans les fromages de même que le développement d'outils moléculaires utiles aux transformateurs laitiers pour déterminer la viabilité des ferments et des souches probiotiques et pour effectuer le typage de souches.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs spécifiques de ce projet sont : 1) Déterminer l'effet de paramètres comme le pH, la teneur en sel sur l'humidité (S/H) et la température d'affinage sur la survie des probiotiques ajoutées jusqu'à la fin de la durée de conservation du fromage; 2) Estimer la viabilité des différentes populations microbiennes présentes dans le fromage par une méthode moléculaire quantitative et 3) Identifier et typer les cultures probiotiques par des méthodes moléculaires.

1. Validation des conditions de viabilité de différents probiotiques commerciaux dans le fromage de type cheddar. Six souches de probiotiques communément utilisées dans l'industrie ont été sélectionnées pour cette étude. Ces six souches sont : *Lactobacillus rhamnosus* RO011, *Lactobacillus rhamnosus* GR1, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Bifidobacterium lactis* BB12, *Lactobacillus helveticus* RO052 et *Lactobacillus acidophilus* LA5. La biocompatibilité entre cinq souches de *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (LL074, LL225, LL390, W62 et CH-FRS-102) et les six souches probiotiques sélectionnées ont par la suite été évaluées par spectrophotométrie automatisée pendant 24h. L'évaluation des conditions de viabilités des six souches probiotiques (RO011, GR1, GG, BB12, RO052 et LA5) ainsi que de combinaisons de souches probiotiques (GR1 avec BB12 a été faite dans des caillés modèles de type cheddar ou durant l'affinage de fromage cheddar.

2. Déterminer la viabilité des souches probiotiques dans le fromage. La PCR quantitative (qPCR) couplée à l'utilisation du propidium monoazide (PMA) permet de quantifier les bactéries viables par l'ADN car la qPCR-PMA permet de distinguer les bactéries vivantes des mortes en culture pure et dans une matrice alimentaire. Des amorces spécifiques et une sonde basées sur le gène *tuf* ont été conçues pour la quantification de *L. helveticus* RO052, *B. animalis* ssp. *lactis* BB-12 et *L. rhamnosus* RO011. Six fabrications fromagères ont été réalisées dans quatre bassins en parallèle en ajoutant au ferment (contrôle) une de ces souches de bactéries probiotiques par bassin ou en mélange contrôle (sans probiotique) bassin 2: *L. helveticus* RO052 et *L. rhamnosus* RO011; bassin 3: *L. helveticus* RO052 et *B. lactis* BB-12; bassin 4: *L. helveticus* RO052, *L. rhamnosus* RO011 et *B. lactis* BB-12 à un taux d'inoculation permettant l'obtention de 1×10^9 cellules par portion de 30 gr de fromage. Les fromages ont été suivis sur une période de quatre à six mois.

3. Caractères génétiques des cultures probiotiques. La MLVA (*multilocus variable number of tandem repeats analysis*) est une méthode qui exploite la présence de courtes séquences d'ADN répétées (tandem repeats, TR) dans le génome bactérien. Le nombre de ces répétitions est grandement variable d'une souche à l'autre (*variable number of tandem repeats, VNTR*). Il est possible de déterminer ce nombre de répétitions en amplifiant tout d'abord la région ciblée par PCR puis en déterminant la taille des amplicons grâce à une électrophorèse capillaire.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

1. Nouvelles connaissances : Estimation de la biocompatibilité entre des souches commerciales de lactocoques et des souches commerciales de probiotiques. Chaque probiotique a une biocompatibilité différente selon le lactocoque utilisé pour l'acidification du lait. Dans ce projet, la viabilité des probiotiques dans le fromage était accrue par la sélection de la souche de *L. lactis* ssp. *cremoris* W62. Détermination de l'impact des paramètres d'affinage du fromage cheddar (S/H, pH, température, ferment lactique, probiotique en co-culture) sur la survie de souches commerciales de probiotiques au cours de l'entreposage afin d'adapter les paramètres d'affinage selon la souche probiotique utilisée dans le fromage. Les résultats indiquent que toutes les souches probiotiques sont affectées différemment par l'effet combiné du pH, du S/H, de la température et de la présence de la souche W62. Les souches de *L. rhamnosus* GR1 GG et RO011 ont une bonne survie dans les caillés modèle tandis que la souche de *L. acidophilus* LA5 est la moins favorisée par l'environnement des caillés modèles. À 30°C, la survie de la souche *B. animalis* ssp. *lactis* BB12 est meilleure en présence de la souche GR1. La survie des souches BB12 et GR1 seules et en co-cultures a aussi été évaluée lors de la production de fromages à l'usine pilote et durant l'affinage des fromages. L'agi-

tation a un impact sur la viabilité de la souche BB12 pendant l'étape de la cuisson bien que l'utilisation combinée des deux souches probiotiques favorise leur viabilité pendant la fabrication et l'affinage du fromage cheddar. Le projet a permis pour la première fois de faire l'évaluation et la quantification des bactéries viables dans le fromage par qPCR/PMA. Nos résultats indiquent que cette méthode est rapide et fiable pour suivre l'évolution de la viabilité des ferments et des probiotiques au cours de la fabrication et de la maturation du fromage cheddar.

2. Applications : Développement de nouvelles méthodes de typage des bactéries probiotiques comme la Multilocus Variable Number of Tandem Repeats Analysis (MLVA) : Cinq loci VNTR ont été identifiés dans le génome de *B. longum* ssp. *longum* qui ont été amplifiés simultanément au cours d'une PCR multiplex. La MLVA s'est révélée être une méthode de typage performante, rapide et fiable pour le typage de plus de 45 souches de *B. longum* ssp. *longum*. Le projet a permis de développer un savoir-faire unique pour un meilleur suivi de la viabilité des bactéries probiotiques de même que le développement des connaissances sur l'activité des probiotiques et de leurs interactions pendant la maturation du fromage cheddar.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Le projet a permis la formation de trois étudiantes à la maîtrise (Gabrielle Gagné, impact des paramètres de fabrication et d'affinage, Véronique Dussault-Lepage, méthodes moléculaires, Mérielie Gagnon, sélection de souches aérotolérantes) de trois stagiaires (Audrey Mailloux, Jonathan Boivin-Piché, Clémentine Leboucher) et d'un stagiaire post-doctoral (Sébastien Matamoros). Les résultats ont été déjà présentés lors de

plusieurs réunions scientifiques et congrès nationaux et internationaux (Colloque STELA 2011, IDF Cheese 2012, Forum Novalait 2010 et 2012, 6^e Symposium sur les probiotiques, 2010) et ont fait l'objet d'une publication scientifique et d'autres en préparation. Ces activités permettent un transfert efficace des connaissances auprès de la communauté scientifique et des intervenants de l'industrie laitière.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 248 724 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Denis Roy

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA),
Institut des nutraceutiques et aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
Sainte-Foy (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131, poste 3098
Télécopieur : 418-656-3353
Courriel : Denis.roy@inaf.ulaval.ca.

Daniel St-Gelais

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
Agriculture et agroalimentaire Canada
3600 boul. Casavant Ouest
Saint Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3321
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : Daniel.St-Gelais@agr.gc.ca.

COLLABORATRICE :

Gisèle Lapointe, Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

L'engouement pour les fromages fins est marqué au Québec puisque c'est ici que les dépenses hebdomadaires moyennes pour ces fromages sont les plus élevées au Canada. Le projet visait à comprendre la typicité microbiologique et technologique de différents laits et fromages fins du terroir québécois et d'utiliser ces résultats afin de régulariser la qualité des fabrications et de valoriser les produits québécois. La gestion particulière d'un troupeau laitier modifie non seulement sa composition microbienne, mais aussi sa composition chimique et a un impact direct sur les propriétés technologiques du lait. Ainsi, les laits utilisés pour la fabrication de fromages fins artisanaux pourraient renfermer une biodiversité de levures et moisissures (L&M) laitières typiques du Québec, dont le potentiel d'exploitation n'est pas déterminé. Les résultats indiquent clairement que certains laits de terroir ont des caractéristiques qui les rendent uniques, tant par la composition du lait que par la composition de la microflore secondaire de L&M qui s'est révélée très importante.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Le projet visait à accroître les connaissances technologiques et microbiologiques des laits du terroir afin d'améliorer et régulariser la qualité des fromages fins artisanaux et biologiques québécois.

Objectif 1 : Échantillonner sur neuf mois des fromageries qui transforment le lait d'un seul troupeau. Les laits de 13 fermes produisant du lait de vache dédié à la fabrication fromagère artisanale et de deux laits industriels de grand mélange ont été utilisés dans ce projet. Les fermes ont été recrutées à l'aide de la Société des fromages du Québec et du Syndicat des producteurs du lait Bio du Québec. Au total, 111 échantillons de lait ont été obtenus pendant 9 mois, de même que 29 échantillons de fromages fins. Les échantillons ont été documentés en fonction de la race de vache (Holstein, Canadienne, Jersey, Suisses brunes), la localisation des fermes et la technique d'élevage (biologique ou non-biologique).

Objectif 2 : Évaluer la diversité des levures et moisissures (L&M) présentes naturellement dans les laits. Un total de 610 L&M ont été

isolées des échantillons de lait et de fromages. La microflore fongique des laits est dominée par la présence de levures (67 %), alors que les moisissures sont moins abondantes (33 %). Les levures ont pu être divisées en 37 espèces provenant de 11 genres différents, alors que 33 espèces de moisissures provenant de 25 genres ont été isolées.

Objectif 3 : Déterminer le potentiel antimicrobien de L&M naturelles. Quatre-vingt-quinze isolats ont été criblés pour leur capacité à inhiber *Listeria* sp.

Objectif 4 : Déterminer la composition ainsi que les propriétés technologiques des laits.

Objectif 5 : Déterminer l'effet des L&M sur la flore bactérienne d'affinage et probiotiques. La biocompatibilité entre quatre L&M et des cultures probiotiques ou d'affinage a été évaluée.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Résultat 1 : Le projet a permis de dresser le premier portrait fongique du lait cru et d'identifier plusieurs espèces qui n'avaient jamais été rapportées. Lors de l'analyse de la microflore fongique des fromages au lait cru, 30 espèces de L&M ont aussi été identifiées, confirmant que certaines flores naturelles du lait peuvent se retrouver dans le fromage. De plus, le lait de certains producteurs a montré une dominance d'espèces de levures ayant un potentiel positif pour la fabrication fromagère, alors que d'autres ont montré une microflore initialement défavorable à la production de fromages au lait cru. Ceci suggère que certains laits seraient plus disposés que d'autres à la fabrication de fromages fins au lait cru en apportant des espèces désirables.

Résultat 2 : Vingt-deux souches de L&M ont montré une activité inhibitrice intéressante contre *Listeria*. De ces souches, quatre (*C. tropicalis*, *P. anomala*, *D. hansenii*, *P. fermentans*) ont montré des activités antimicrobiennes très intéressantes. Des extraits à l'acétone, des traitements à la chaleur et une digestion aux protéases ont permis de démontrer que les substances inhibitrices des quatre souches sont de natures protéiques, hydrophobes et thermorésistantes. Des essais en caillés modèles ont montré que la souche de *D. hansenii* était en mesure de réduire le compte de *Listeria* de 1 log ufc/g alors que la substance purifiée réduisait *Listeria* de 3 log ufc/g durant les cinq premiers jours. Les mécanismes d'action observés chez ces antimicrobiens impliqueraient la formation de pores et la dégradation de parois bactériennes qui sont des mécanismes classiques des peptides antimicrobiens.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Résultat 3 : Les différentes composantes et propriétés du lait étaient influencées par les saisons et les races. Par contre, l'effet des saisons était le même quel que soit la race ou l'origine du lait. De grandes différences ont été observées entre les races. Les teneurs en caséines, protéines sériques, calcium et gras étaient plus élevées chez les laits de la Jersey, suivi par la Suisse brune et Canadienne. Les laits les moins riches provenaient de la race Holstein et des laits industriels. Le profil des caséines α_1 , α_2 , β et κ était différent selon la race. Le pouvoir tampon était plus élevé chez les laits riches en minéraux et en caséines. La taille des micelles de caséines était plus petite chez les laits de Jersey et plus grande chez les autres races. La coagulation du lait était plus rapide avec les laits les plus riches en caséines et en calcium (Jersey et Suisse brune), sauf pour le lait de la race Canadienne pourtant riche en caséines et en Ca, mais dont la coagulation était similaire au lait industriel plus faible en caséines. Il a été démontré que les croûtes générées par *G. candidum* sur les fromages obtenus de chacun des cinq laits étaient différentes. Enfin, un effet terroir a été observé. L'un des laits de la race Holstein avait une composition et des propriétés technologiques comparables aux laits des races Suisse brune et Canadienne et l'un des laits de la race Canadienne ressemblait plus au lait de la race Jersey.

Résultat 4 : *G. candidum* permettait une meilleure croissance des probiotiques que *P. camemberti*. La croissance des mycètes et des bactéries était généralement meilleure dans les produits issus du lait de la Suisse Brune. Des tests en caillés modèles dans des fromages camemberts ont montré que, pour les bactéries probiotiques, la présence de L&M était positive pour leur survie. Inversement, les souches bactériennes probiotiques employées n'ont pas inhibé le développement de la flore de surface du fromage. Le bienfait des L&M sur la croissance des probiotiques lors de la maturation du camembert est grandement lié à la désacidification de la surface du fromage. En somme, la source du lait et la flore de surface du camembert influencent la croissance des bactéries probiotiques et d'affinage. Ces travaux suggèrent que les fromages à croûte fleurie sont de bons candidats pour l'innovation dans les aliments fonctionnels. Les souches fongiques du terroir furent aussi efficaces que celles d'origine commerciale pour stimuler la viabilité des probiotiques et produire d'excellents fromages. Celles-ci sont disponibles pour commercialisation.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Tous les participants au projet ont reçu un rapport personnalisé présentant un bilan complet des analyses effectuées sur leur lait. Nous avons aussi développé l'expertise dans la caractérisation des microflores fongiques du lait et généré la plus importante banque de souches de

L&M laitière au Canada. Cette expertise est disponible sur demande afin d'identifier des L&M (contaminantes ou utiles). Quatre étudiant(e)s ont été formés. Une publication scientifique a été réalisée et trois autres sont prévues.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

- Agriculture et agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Steve Labrie

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
2425 rue de l'Agriculture
Québec, (Québec), G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131 poste 3243
Télécopieur : 418-656-335
Courriel : steve.labrie@inaf.ulaval.ca

Daniel St-Gelais

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
Agriculture et Agroalimentaire Canada
3600 boul. Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3321
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : Daniel.St-Gelais@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Claude P. Champagne, Kathya Dupont et Pierre-Luc Champigny,
Agriculture et Agroalimentaire Canada, STELA/INAF;
Ismail Fliss, Karine Lavoie, Rima Hatoum, U. Laval, STELA/INAF



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

À l'échelle industrielle, la production de fromages comme le cheddar, le camembert, la mozzarella et le suisse de qualité constante est la principale préoccupation des fromagers. La compréhension des facteurs causant la variabilité des qualités technologiques et organoleptiques permettrait un meilleur contrôle du produit et limiterait les pertes économiques. Les activités biochimiques et métaboliques des ferments laitiers et des flores secondaires ont un impact sur les qualités organoleptiques des fromages. Afin de répondre au défi d'améliorer la qualité des fromages, la Chaire de recherche industrielle a misé sur le développement d'une approche novatrice pour l'étude de la fabrication et de l'affinage du fromage. D'une part, par l'avancement des connaissances technologiques sur les fromages et, d'autre part, en approfondissant les connaissances sur l'expression du métabolisme microbien associé au fromage par la mise en œuvre d'un champ de recherche basé sur les méthodes « omiques ». La Chaire a ainsi permis de consolider un pôle de compétences et de connaissances sur le fromage et les cultures bactériennes et fongiques en plus de former de futurs professionnels hautement qualifiés qui assureront la relève dans l'industrie et en recherche. Les principaux résultats ont été l'obtention du profil typologique de quatre types de fromages lors de l'affinage afin de mieux comprendre les relations directes entre la composition du fromage et ses propriétés finales, de même qu'une analyse poussée de l'évolution des diverses espèces microbiennes présentes dans les fromages lors de la maturation pour bien appréhender leurs contribution au cours de la maturation des fromages cheddar et camembert. Ces informations seront utiles pour guider les industriels laitiers dans le contrôle des effets des diverses communautés microbiennes sur les caractéristiques organoleptiques du produit fini.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Le premier objectif de la Chaire était de déterminer la relation entre la composition minérale des fromages et leur profil typologique durant la maturation. Deux projets ont permis d'atteindre cet objectif, l'un ciblant des fromages commercialisés de qualité élevée (mozzarella, le cheddar, l'emmental et le camembert) ayant une composition minérale standard et l'autre ciblant la réduction de sel de la mozzarella.

1. Étude de la relation entre la composition minérale, les propriétés rhéologiques et la nature des interactions chimiques dans différents types de fromage produits au Canada (cheddar, emmental, mozzarella et camembert analysés à différents temps d'affinage). La composition globale et minérale du fromage et de sa phase aqueuse extraite à l'aide d'une presse a été faite, de même qu'une mesure de la capacité tampon des fromages.
2. Production d'un fromage mozzarella hyposodique. Pour quantifier l'impact de la réduction du NaCl et sa substitution par du KCl et du MgCl₂, du fromage mozzarella été produit et soumis à douze conditions salines. La composition, l'évolution du pH et des populations bactériennes, l'étalement à la fonte et la fermeté du fromage frais et fondu ont été déterminées au centre et en bordure du fromage après 7 et 14 jours d'entreposage. Des analyses sensorielles ont aussi été faites sur les fromages seuls et sur des pizzas.

Le deuxième objectif de la Chaire était de déterminer l'influence des ferments et des flores indigènes (diversité et dynamique) et de l'expression de leurs gènes sur les caractéristiques technologiques et sensorielles des fromages. Cet objectif était divisé en trois volets : diversité, dynamique et expression des gènes du microbiote.

1. Développement d'une approche polyphasique pour la détermination du profil des communautés fongiques du camembert. L'Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis (ARISA) et la Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) ont été adaptées et comparées.

2. Analyse de l'activité de la microflore de surface du fromage camembert en cours d'affinage. Une méthode de quantification par PCR en temps réel (qPCR) a été mise au point afin de suivre une population mixte contenant les microorganismes fongiques les plus communément utilisés en fabrication de fromage camembert : *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum*, *Debaryomyces hansenii* et *Kluyveromyces lactis*.
3. Utilisation de biomarqueurs spécifiques pour quantifier deux souches de lactocoques sur cultures mixtes vs cultures pures par RT-qPCR, de même que pour comparer les réponses métaboliques pour chaque souche en cultures mixtes.
4. Analyse de la diversité des souches de *L. lactis* ssp. *cremoris* et de leur activité métabolique en fabrication du fromage cheddar. L'analyse des profils génomiques et transcriptomiques de cinq souches de référence de *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* au cours d'une simulation des conditions de fabrication du fromage cheddar à l'aide d'une puce à ADN unique a été effectuée. Ceci a permis d'identifier des biomarqueurs moléculaires qui ont été ensuite quantifiés par RT-qPCR.
5. Étude de la contribution des populations bactériennes actives du fromage cheddar en cours de maturation. La quantification de l'abondance (ADN) et de l'activité (ARN) des lactobacilles par rapport à celles des lactocoques pendant la maturation en fonction du traitement thermique du lait (pasteurisation ou thermisation) et de la température d'affinage (4, 7 ou 12 °C) a été réalisée par qPCR. Un nouveau concept d'étude des cultures mixtes basé sur l'analyse à haut débit par RT-qPCR a aussi été développé pour quantifier l'expression de gènes reliés à la flaveur, communs ou spécifiques à *L. lactis* et *Lactobacillus casei*, au cours de conditions simulant la fabrication et la maturation du fromage cheddar. L'étude de la diversité des souches pourra aussi être utilisée pour les relier à leur potentiel technologique en industrie tout en permettant le contrôle de la maturation et la fabrication de fromages optimaux et standardisés.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

1. Nouvelles connaissances : Meilleure connaissance de la variabilité saisonnière et géographique de la composition du lait qui permettra une meilleure gestion des fabrications fromagères; Meilleure compréhension des performances technologiques des fromages et des paramètres de contrôle possibles; Identification des espèces utiles ou indésirables dans les fromages camembert; Identification des paramètres optimaux d'affinage en comparant l'activité des mycètes face aux changements; Développement des connaissances sur l'évolution de l'activité de la flore microbienne du fromage cheddar pendant la maturation; Amélioration de la sélection d'une combinaison de souches par une prédiction de leur performance sur la qualité du fromage.

2. Applications : Mise en place d'un profil de typicité pour 4 différents types de fromage produits au Québec et et leur évolution durant l'affinage; Production de fromage mozzarella hyposodique ayant les mêmes caractéristiques qu'un fromage mozzarella régulier; Savoir-faire permettant une quantification des mycètes et un suivi de leurs activités métaboliques; Détection des différences entre les communautés fongiques d'un fromage selon le lot, le procédé de fabrication et le temps de maturation; Preuve de concept de l'application des puces à ADN et de la PCR quantitative pour l'étude des différences de performance entre les souches de ferments; Preuve de concept que les méthodes « omiques » permettent de suivre la dynamique de cultures mixtes de ferments ou de flore secondaire.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Des affiches et des communications orales ont été présentées lors des Colloques STELA (2009, 2011), le Forum Novalait (2006, 2008, 2010, 2012), les congrès FIL Cheese 2008 et 2012 et au Colloque du Club des bactéries lactiques (2009). Cinq étudiantes de 2^{ème} cycle, quatre

étudiantes au 3^{ème} cycle, un stagiaire postdoctoral, 21 stagiaires ou étudiants du 1^{er} cycle et trois professionnels de recherche ont contribué au projet et ont été formés pour assurer la relève en industrie fromagère.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Agropur coopérative
Conseil de recherches en sciences naturelles et génie Canada
Damafro inc.
Fromagerie Clément inc.
Groupe Saputo inc.
Les producteurs laitiers du Canada
Parmalat Canada
Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 2 125 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLE DU PROJET :

Denis Roy

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131, poste 3098
Télécopieur : 418-656-3353
Courriel : Denis.roy@inaf.ulaval.ca

COLLABORATEURS :

Steve Labrie, Gisèle Lapointe, Sylvie Turgeon, Université Laval
Daniel St-Gelais, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

L'un des volets de la programmation de la chaire porte sur l'étude des facteurs alimentaires qui influencent le profil aromatique du lait. Outre ses propriétés nutritionnelles, la saveur (saveur et arôme) du lait est aussi grandement responsable de son attrait et de sa popularité auprès des consommateurs. Au contraire des boissons compétitrices qui peuvent être standardisées et aromatisées à volonté, le lait est un produit biologique naturel dont la composition et la saveur sont influencées par un grand nombre de facteurs difficiles à contrôler. La littérature montre, entre autres, qu'une série de composés aromatiques présents dans le lait sont formés dans le rumen de l'animal suite à l'ajout d'ingrédients spécifiques à la ration. Il apparaît donc que l'alimentation des animaux a un effet direct sur la saveur du lait. Cependant, très peu d'études montrent l'influence de l'alimentation des animaux sur la saveur du lait et comment il est possible de moduler cette dernière. Au cours des travaux complétés, nous avons étudié certains facteurs alimentaires tels les suppléments lipidiques et le type de fourrages affectant le profil des composés volatils et donc les arômes et la saveur du lait. Les lactones, par exemple, sont présentes dans le lait bovin et sont responsables de saveurs caractéristiques très désirables dans plusieurs aliments. Les travaux ont montré que le profil de ces lactones pouvait être modifié par l'ajout d'aliments concentrés et d'acides gras polyinsaturés dans la ration de la vache. Un autre essai a porté sur les effets du type de fourrages (foin, ensilage, pâturage) utilisé dans la ration. Les analyses ont montré, entre autres, que le lait produit par les vaches au pâturage contenait plus de pentanal et de diméthylsulfone comparativement au lait de vaches recevant la fléole sous forme de foin. Pour chacun de ces essais, une analyse sensorielle a montré que des dégustateurs pouvaient distinguer, dans un test triangulaire, les laits obtenus de vaches recevant ou non des acides gras insaturés, ou les laits produits par les vaches alimentées au pâturage, comparativement au foin. Les travaux doivent se poursuivre avant de pouvoir offrir aux producteurs laitiers des recommandations ou des outils pratiques en vue de moduler le profil aromatique du lait.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de la Chaire sont : 1) améliorer les techniques de gestion et d'alimentation de troupeaux laitiers afin de mieux contrôler la production des constituants du lait; 2) modifier les proportions des différents éléments nutritifs du lait en réponse aux besoins du marché; 3) évaluer l'effet de l'alimentation de la vache sur les qualités organoleptiques du lait. Les résultats présentés portent sur ce troisième objectif, plus spécifiquement sur l'effet de différents aliments sur la saveur du lait et identification des molécules présentes dans les sécrétions lactées responsables des différents arômes détectés.

Les travaux ont été réalisés en deux phases expérimentales. Dans un premier temps, nous avons étudié les effets de suppléments d'acides gras polyinsaturés identifiés comme précurseurs des lactones (composés aromatiques du lait) en combinaison avec une source d'amidon reconnu pour son effet stimulateur sur la production ruminale des lactones. Vingt-quatre vaches de race Holstein ont été réparties en six

blocs selon leur date de vêlage. À l'intérieur de chaque bloc, les vaches ont reçu des rations riches ou faibles en aliments concentrés (source d'amidon) supplémentées ou non en huile de lin (source d'acides gras insaturés) selon un arrangement factoriel 2×2 . Dans une deuxième expérience, l'influence du type de fourrage sur les propriétés aromatiques du lait a été évaluée. La fléole des prés a été utilisée pour cet essai. Vingt et une vaches de race Holstein ont été réparties en blocs selon leur date de vêlage. À l'intérieur de chaque bloc, l'un des trois types de fléole (pâturage, ensilage, foin) a été assigné au hasard à chaque animal. Pour chacune de ces deux expériences, des échantillons de lait ont été prélevés après quatre semaines de traitement afin de déterminer leur composition et leur profil aromatique. Le lait des vaches de chaque traitement a ensuite été mélangé, puis pasteurisé et standardisé à 3,25 % de matières grasses. Pour chaque traitement, le lait obtenu a fait l'objet d'une analyse sensorielle.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Lors du premier essai, l'ajout de l'huile de lin dans la ration a permis d'augmenter la teneur en γ -dodécalactone dans le lait comparativement à la ration sans huile. De plus, cette augmentation a été plus marquée chez les vaches recevant la ration riche en concentrés comparativement à la ration faible en concentrés. Lors d'un test triangulaire, les panélistes ont pu distinguer le lait produit par les vaches recevant l'huile de lin dans la ration riche en concentrés de celui produit par les vaches recevant la ration témoin faible en concentrés sans huile. Lors du deuxième essai, les vaches au pâturage ont produit un lait contenant plus de pentanal, de pentanol et de diméthylsulfone, et moins de γ -dodécalactone comparativement aux vaches recevant le foin de fléole. Lors du test triangulaire, les dégustateurs ont pu distinguer les laits produits pas les vaches recevant ces deux traitements. Il importe d'identifier les

facteurs alimentaires qui confèrent au lait ses arômes caractéristiques recherchés par les consommateurs. Bien que nous sachions depuis longtemps que l'alimentation de la vache influence la saveur du lait, nous ignorons encore plusieurs des mécanismes physiologiques et les composés biochimiques impliqués. Nous en sommes donc ainsi à l'étape de l'acquisition de connaissances dans ce domaine. Il importe aussi de souligner que la conduite de ces travaux a permis de développer une expertise dans l'analyse des composés volatils présents dans la matrice laitière en lien avec son profil aromatique. Grâce à ce savoir-faire, nous serons en mesure d'ajouter dans certains travaux à venir en production et en transformation laitières des objectifs de caractérisation du profil aromatique. De nouvelles collaborations ont d'ailleurs déjà été établies avec des chercheurs impliqués en production fromagère.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Peu de facteurs alimentaires ont fait l'objet d'une caractérisation rigoureuse quant à leur impact sur le profil aromatique du lait. Les travaux doivent se poursuivre avant d'en arriver à des recommandations quant aux aliments à privilégier ou à éviter en lien avec les qualités organoleptiques du lait. En attendant, certains résultats des

travaux réalisés ont déjà été présentés dans des rencontres locales (Colloque STELA) et internationales (American Dairy Science Association) et d'autres seront diffusés sous forme de publications scientifiques et techniques.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Centre de recherche en sciences animales de Deschambault
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
Fédération des producteurs de lait du Québec
Les Producteurs laitiers du Canada
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
Novalait inc.
Université Laval
Valacta

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLE DU PROJET :

Yvan Chouinard

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et
Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
2425, rue de l'Agriculture
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131 poste 8053
Télécopieur : 418-656-3766
Yvan.Chouinard@fsaa.ulaval.ca

COLLABORATEURS :

**Doris Pellerin, Édith Charbonneau, Jean-Christophe Vuillemand
et Rachel Gervais**, Université Laval
Veerle Fievez, Université de Gand (Belgique)
Chaouki Benchaar et Gaëtan Tremblay,
Agriculture et Agroalimentaire Canada



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Avec pour mission de faire reculer une des plus coûteuses maladies des troupeaux laitiers, cette organisation pancanadienne a franchi les frontières provinciales pour étendre ses activités dans 8 universités et 2 centres de recherche. En à peine cinq ans, le RCRMB a su s'adjoindre près de 65 chercheurs et collaborateurs à travers le pays. Il a réalisé plus de 27 projets de recherche portant sur un large éventail de sujets incluant : la vaccination, les facteurs de virulence, la résistance aux antibiotiques, les pratiques à la ferme, les méthodes diagnostiques, le comportement, le bien-être, la génétique... Ces projets, dont certains ont générés des applications pratiques et des découvertes en instance de brevet, ont fait l'objet de plus de 50 publications scientifiques jusqu'à ce jour. Ces projets ont été réalisés avec l'aide de plus de 100 étudiants, dont 45 étudiants aux cycles supérieurs (17 candidats à la maîtrise, 15 candidats au doctorat et 13 stagiaires postdoctoraux). Ils sont considérés les experts de demain en santé du pis au Canada.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Le programme de recherche s'appuie sur une solide plate-forme centrale de recherche formée de 4 composantes majeures dont la pérennité représente un atout important et dont la valorisation assure des retombées à court, moyen et long termes pour le secteur laitier du Canada. La plate-forme inclut :

- la Cohorte nationale des fermes laitières (CNFL) composée de 91 fermes, distribuées dans 6 provinces canadiennes, a permis de recueillir des échantillons de lait et des données complémentaires;
- le Réseau de laboratoires sur la mammite formé de 4 laboratoires de diagnostic situés dans 4 provinces qui ont procédé à l'analyse plus de 130 000 échantillons de lait par des procédures harmonisées selon les standards internationaux;
- la Souchothèque - une banque centrale de 16 500 isolats bactériens constituant une vaste collection de pathogènes de la mammite. Chaque isolat est jumelé aux données et, dans certains cas, à l'ADN de la vache hôte;

- le MOLD (Mastitis Pathogen Open Linked Database) est un système informatique qui permet d'intégrer, partager et réquisitionner une grande variété de données démographiques, épidémiologiques et bactériologiques provenant du Réseau.

Le programme de recherche se divise en deux thèmes, soit les thèmes Surveillance et Contrôle. L'objectif principal du thème Surveillance est de développer de nouvelles technologies et de nouvelles connaissances pour aider à la surveillance et au diagnostic des infections du pis. Le second thème a comme objectif principal de réduire la fréquence des mammites en améliorant les pratiques de gestion par l'exploitation de nouvelles avenues de prévention et de traitement.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Les résultats de quelques projets parmi les 27 projets réalisés :

- Des études initiées à l'Université de Sherbrooke ont permis l'identification de plusieurs gènes de résistance de *Staphylococcus aureus* ainsi que la découverte d'une nouvelle classe d'antibiotiques pour lutter contre cette bactérie. Cette découverte a d'ailleurs fait l'objet d'une demande de brevet.
- Des bactéries de grand intérêt comme *S. aureus*, *E. coli* et les staphylocoques à coagulase négative (SCN) ont aussi été l'objet de nombreuses études à l'Université de Montréal, à l'Université de Sherbrooke et à l'Université de Calgary soit pour parfaire leur caractérisation, soit pour identifier des gènes de résistance ou encore pour évaluer l'implication de certaines souches dans les cas de mammite chronique. Ces études concluent que heureusement, l'étendue et la quantité de bactéries résistantes sont actuellement faibles ce qui limite le risque pour la santé publique au Canada.
- Des projets sur l'immunisation ont mené à l'identification de gènes et de protéines fortement exprimés lors des infections causées par *S. aureus* et pouvant servir de cibles pour un nouveau vaccin développé par la suite par l'équipe de recherche de l'Université de Sherbrooke.
- En Saskatchewan, le centre VIDO, a pour sa part, mis au point une nouvelle formulation vaccinale et évalué une méthode d'administration sans aiguille.
- À l'Université de Guelph, une équipe a, quant à elle, réalisé la mise au jour des gènes de résistance à la mammite et mesuré la réaction immunitaire chez les vaches laitières.
- Un projet de recherche initié par l'Université de l'Île-du-Prince Edward portant sur l'incidence et la surveillance des nouvelles infections intramammaires par l'évaluation des facteurs de risques et leur impact a permis, entre autres, de conclure que pour limiter le CCS, le port de gants lors de la traite et l'utilisation d'un bain de trayon en prétraite sont des actions à prioriser.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

- Le RCRMB a également pointé sa loupe sur l'usage des antibiotiques ainsi que sur les risques reliés à l'antibiorésistance avec des résultats probants qui ont mené à des applications concrètes à la ferme. L'Université de Calgary a dressé un portrait détaillé de l'usage des antibiotiques au Canada.

Un autre projet initié à l'Université de l'Île-du-Prince Edward a déterminé que l'utilisation d'un outil rapide d'identification à la ferme influence le traitement et favorise l'utilisation rationnelle des antibiotiques, ce qui représente aussi un avantage financier.

Une trousse de matériel ainsi qu'une fiche d'instructions pour le test rapide ont été développées et sont actuellement disponibles à la ferme.

- À l'Université de Guelph, une étude a démontré que le comportement de couchage des vaches, influencé par la gestion de l'alimentation et du logement, est un facteur qui a un impact sur la fréquence des mammites subcliniques.
- Toujours en Ontario, un projet sur la mesure de la douleur lors de cas de mammites et la gestion de celle-ci a permis d'approfondir des connaissances en bien-être animal.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

La mission du RCRMB ne se limite pas qu'à la recherche scientifique. Depuis 2006, son programme bilingue de transfert de connaissances aux utilisateurs a permis de développer un grand nombre d'outils vétérinaires dont la trousse d'intervention TACTIC Santé du pis et des outils éducationnels en ligne disponibles au www.reseaumammite.org pour soutenir les producteurs et tous les intervenants qui gravitent autour d'eux. À ce jour, près de 300 praticiens vétérinaires, près de 500 conseillers et plus de 5000 producteurs laitiers ont été rejoints directement par les activités de transfert à travers le pays. La rédaction d'articles de vulgarisation dans *Le Producteur de lait québécois* et *The Milk Producer*, des conférences nationales et internationales et le développement d'ateliers complètent les efforts de diffusion des résultats et de connaissances de pointe en santé du pis.

Grâce aux fonds de recherche accordés par la Grappe de recherche laitière en 2010, certains projets se poursuivent et de nouveaux ont été amorcés. Notons parmi ceux-ci, des travaux portant sur le tarissement abrupt, l'inconfort qu'il occasionne et la fréquence des mammites lors de la lactation subséquente. De plus, des méthodes alternatives de tarissement sont actuellement en cours d'expérimentation au Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et du porc à Sherbrooke. Une autre équipe évalue l'impact de la formation de biofilm par les staphylocoques à coagulase-négative sur l'efficacité de biocides.

Pour en savoir plus sur la vision stratégique de recherche 2012-2017 vers une production durable d'un lait salubre de haute qualité et les activités de transfert, visitez : www.reseaumammite.org.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Agence de santé publique du Canada
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Alberta Milk
CanWest DHI
Commission Canadienne du lait
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
Dairy Farmers of New Brunswick
Dairy Farmers of Nova Scotia
Dairy Farmers of Ontario
Dairy Farmers of Prince Edward Island
Les Producteurs laitiers du Canada
Le Réseau laitier canadien
PEI inc.
Pfizer santé animale
Novalait inc
Technology PEI inc
Université de Montréal
University of Prince Edward Island
Valacta

BUDGET TOTAL : 8 438 471 \$



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Mario Jacques, directeur administratif intérimaire
Faculté de médecine vétérinaire
Université de Montréal
3200 rue Sicotte
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2
Téléphone : 450-773-8521, poste 8348
Télécopieur : 450-778-8108
Courriel : mario.jacques@umontreal.ca

Herman Barkema, directeur scientifique intérimaire
Faculty of Veterinary Medicine
University of Calgary
3330 Hospital Drive NW
Calgary (Alberta) T2N 4N1
Téléphone : 403-220-2659
Télécopieur : 403-210-6693
Courriel : barkema@ucalgary.ca



SESSION D’AFFICHES au Carrefour de la relève technologique

	THÈME D’AFFICHES	RESPONSABLES	NO.
RFP	Diagnostic à la ferme d’endométrite chez la vache laitière : test d’estérase	Nicolas Tison, U. de Montréal	1
	Évaluation d’un traitement sélectif au tarissement à l’aide de PETRIFILM®	Maguerite Cameron, U. de Montréal	2
CCNCL	Effets du type de fourrage sur le profil aromatique du lait	Marie-Pier Villeneuve, U. Laval	3
RCRMB	Nouveaux antibiotiques et vaccins contre <i>S. aureus</i> pour le contrôle de la mammite bovine	Julie Côté-Gravel, U. Sherbrooke	4
	Améliorer la santé de la glande mammaire dans les troupeaux à CCS élevé (>200 000 cell./ml)	Simon Dufour, U. de Montréal	5
ENTENTES DE COLLABORATION POUR L’INNOVATION AAC - FRQNT - MAPAQ - NOVALAIT	Améliorer la santé de la glande mammaire dans les troupeaux à bas CCS (<200 000 cell./ml)	Simon Dufour, U. de Montréal	6
	Vitamine B ₁₂ : un verre de lait, c’est bien, mais deux, c’est mieux !	Mélissa Duplessis, U. Laval	7
	Effet d’un supplément d’acide folique et de vitamine B ₁₂ sur le follicule dominant ovarien chez la vache laitière : une approche principalement génomique	Annie Gagnon, U. Laval	8
	Effet de l’acide folique et de vitamine B ₁₂ , sur la reprise de l’activité ovarienne postpartum des vaches laitières	Seyed Ghaemi, U. Laval	9
	Tarir sans réduire la capacité à combattre la mammite	Severine Ollier, U. Sherbrooke	10
	Effets d’infusions intramammaires sur l’involution de la glande mammaire	Benjamin Ponchon, U. McGill	11
	Réponse immunitaire des macrophages à l’infection de l’agent causal de la paratuberculose bovine	Pier-Luc Dudomaine, U. Sherbrooke	12
	La rentabilité des troupeaux laitiers au Québec	Hector Delgado, U. McGill	13
	Effet du confort sur la longévité des bovins laitiers en étable entravée	François Bécotte, U. Laval	14
	Évaluation du confort des vaches laitières en stabulation entravée	Véronique Bouffard, U. Laval	15
	Activité antimicrobienne d’extraits peptidiques issus d’un hydrolysats tryptique de protéines de lactosérum	Véronique Demers-Mathieu, U. Laval	16
	Identification de nouveaux peptides antimicrobiens à partir d’hydrolysats peptidiques de beta-lactoglobuline	Jérémy Théolier, U. Laval	17
	MilkAMP : une base de données recensant les peptides antimicrobiens dérivant des protéines laitières	Riadh Hammami, U. Laval	18
	Émulsions multiples pour l’enrichissement nutritionnel des fromages	Helene Giroux, AAC	19
	Caractérisation des fromages enrichis d’un extrait de thé	Helene Giroux, AAC	20
	Intégration de probiotiques dans la matrice fromagère	Khalié Mahamad Amine, INRS/IAF	21
Enrichissement du fromage avec des composantes nutraceutiques	Iulia Stratulat, INRS/IAF	22	
Activités antagonistes de levures laitières	Rima Hatoum, U. Laval	23	
Viabilité des souches Bb-12 et GR-1 pendant la fabrication et l’affinage du cheddar	Gabrielle Gagné, U. Laval	24	
Effet des protéines du babeurre sur la dénaturation des protéines du lactosérum	Maxime Saffon, U. Laval	25	
Complexes de protéines sériques et de babeurre en fromagerie	Marie-Pierre Gauvin, U. Laval	26	
Évaluation du potentiel antioxydant des peptides issus du babeurre et du lactosérum	Valérie Conway, U. Laval	27	
Effet du calcium sur la digestion <i>in vitro</i> du fromage cheddar	Erik Ayala-Bribiesca, U. de Montréal	28	
Effet de l’ajout de stabilisants dans des produits laitiers gélifiés acides sur la digestion des protéines <i>in vitro</i> et chez le rat	Laure Rinaldi, U. Laval	29	
Nos amis les phages !	Lynn El-Haddad, U. Laval	30	

RFP : Programme du Réseau de fermes pilotes
 CCNCL : Chaire industrielle de recherche sur le contrôle nutritionnel des composants du lait
 RCRMB : Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine

Diagnostic d'endométrite chez la vache à la ferme : test d'estérase

Nicolas Tison^{1*}, Jocelyn Dubuc¹, Luc DesCôteaux¹, Christiane Girard¹, Émile Bouchard¹, Réjean Lefebvre¹

¹ Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe

Résumé : Depuis plusieurs années une détérioration de la fertilité de la vache laitière est constatée (Bousquet et al., 2004). Selon Dossiers de santé animale (DSA@HR), le taux de conception à la première insémination a diminué de 5 % depuis 1990 au Québec (Bouchard et Du Tremblay, 2003), affectant ainsi la rentabilité financière de l'industrie laitière québécoise.

Les études montrent que la présence d'inflammation au niveau du tractus génital un mois après le vêlage affecte les performances en reproduction des vaches laitières. Elle est présente chez 25 % des vaches 35 jours postpartum (Dubuc et al, 2011).

Cette inflammation peut être visible cliniquement, par la présence d'écoulements purulents au niveau du vagin, détectés à la ferme l'aide d'un vaginoscope ou du Metrichex[®]. Mais cette inflammation est bien plus souvent non visible (60 % des cas), on parle alors d'endométrite cytologique. Pour mettre en évidence cette pathologie, il est nécessaire d'utiliser du matériel de laboratoire, procédure difficile à mettre en place sur la ferme. Pour cette raison, un test rapide à la ferme a été utilisé sur toutes les vaches de 18 troupeaux sur un période de 1 an (environ 1200 vaches). Le test rapide d'estérase a été comparé au test de référence: la cytologie.

Les résultats préliminaires montrent que 30 % des vaches à 34 jours en lait étaient atteintes d'endométrite cytologique (n= 413 tests), que la spécificité du test d'estérase est de 88 %, la sensibilité de 58 % et que les valeurs prédictives négative et positives sont de 84 et 67 %. De plus, les vaches ayant un test d'estérase positif (n=116 sur 505 vaches) ont un taux de succès à la première insémination significativement inférieure (28 % contre 38 % pour les vaches dont le résultat négatif, p=0,05). Ce résultat est semblable à celui obtenu avec les vaches atteintes d'endométrite cytologique : 28 % contre 42 % pour les vaches sans endométrite cytologique (n=413).

En conclusion, le test d'estérase est associé au taux de conception à la première insémination et pourrait potentiellement être utilisé comme aide au diagnostic d'endométrite cytologique à la ferme pour améliorer les performances en reproduction des vaches laitières.

Partenaires financiers : Programme du Réseau de fermes pilotes - Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse; Conseil québécois des races laitières; Les Producteurs laitiers du Canada; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec; Novalait inc.; Fonds du Centenaire de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Montréal Merck Canada, Pfizer santé animale, BTNX et Jorgenson Laboratory.

Notes

Résumé d'affiche

Évaluation d'un traitement sélectif au tarissement basé sur les résultats d'une culture bactériologique du lait à la ferme à l'aide des Petrifilm® chez les vaches avec un bas comptage de cellules somatiques



Marguerite Cameron^{1*}, G. Keefe¹, J-P Roy² and K. MacDonald¹

1 Department of Health Management, Atlantic Veterinary College, Prince Edward Island

2 Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, St Hyacinthe

Résumé : Le but du projet était d'évaluer l'utilité des milieux de cultures Petrifilm® et de l'historique de l'animal pour cibler les traitements intramammaires au tarissement chez les vaches laitières dans les troupeaux avec un bas comptage de cellules somatiques (CCS) du réservoir. Le groupe contrôle recevait une infusion d'antibiotique au tarissement combiné à une infusion d'un scellant interne suite à la dernière traite. Dans le groupe culture, les vaches ayant un résultat positif au Petrifilm (présence de bactéries) recevaient une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne tandis que les vaches ayant un résultat négatif au Petrifilm recevaient une infusion de scellant interne seulement. Un total de 720 vaches provenant de 16 troupeaux du Québec et des maritimes ont répondu à nos critères d'inclusions; 358 dans le groupe culture et 362 dans le groupe contrôle. Un total de 47 % des vaches du groupe culture n'ont pas reçu d'antibiotique au tarissement. La proportion de vaches infectées au vêlage, l'incidence de mammite clinique en début de lactation et la production de lait n'étaient pas significativement différentes entre les groupes. Une comparaison des marges économiques entre le groupe contrôle et le groupe culture a permis de conclure que l'économie liée à l'utilisation d'un traitement sélectif au tarissement était de 8.70\$ par vache. La fiabilité des tests Petrifilm était bonne. Un questionnaire administré aux producteurs laitiers participants a permis de constater que tous les producteurs ont jugé comme facile ou très facile l'interprétation des plaques Petrifilm. L'économie monétaire et la diminution de l'utilisation des antibiotiques à la ferme sont les facteurs motivants principaux des producteurs.

Ce projet a permis de valider un outil de prise de décision pour le traitement au tarissement des vaches laitières qui pourrait permettre de diminuer de manière significative l'usage des antibiotiques au tarissement, entraînant ainsi une économie pour les producteurs, une réduction des risques de présence de résidus d'antibiotiques et des risques de résistance antimicrobienne.

Partenaires financiers : Programme du Réseau des fermes pilotes - Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse; Conseil québécois des races laitières; Les Producteurs laitiers du Canada; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Pfizer Santé Animale, Compagnie 3M Canada et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Propriétés sensorielles et abondance de composés volatils retrouvés dans le lait de vaches ayant consommé de la fléole sous forme de foin, d'ensilage ou de pâturage

Marie-Pier Villeneuve^{1,2*}, Y. Lebeuf^{1,2}, R. Gervais¹, G.F. Tremblay³, J.C. Vuillemand^{2,4} et P.Y. Chouinard^{1,2}

- 1 Département des sciences animales, Université Laval, Québec
- 2 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec
- 3 Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec
- 4 Département des sciences des aliments et de nutrition, Université Laval, Québec

Résumé : Des travaux antérieurs ont montré qu'une série de composés aromatiques présents dans le lait sont formés dans le rumen de l'animal suite à l'ajout d'ingrédients spécifiques à la ration. Il apparaît donc que l'alimentation des animaux a un effet direct sur la saveur du lait. Cependant, très peu d'études ont été menées afin d'identifier les facteurs alimentaires qui confèrent au lait ses arômes caractéristiques recherchés par les consommateurs. Dans cet essai, l'influence du type de fourrage sur les propriétés aromatiques du lait a été évaluée en utilisant la fléole comme espèce fourragère. Vingt et une vaches de race Holstein ont été réparties en blocs selon leur date de vêlage. À l'intérieur de chaque bloc, l'un des trois types de fléole (pâturage, ensilage, foin) a été assigné au hasard à chaque animal. Des échantillons de lait ont été prélevés après quatre semaines de traitement afin de déterminer leur composition et leur profil aromatique. Le lait des vaches de chaque traitement a ensuite été mélangé, puis pasteurisé et standardisé à 3,25 % de matières grasses. Pour chaque traitement, le lait obtenu a fait l'objet d'une analyse sensorielle. Les vaches au pâturage ont produit un lait contenant plus de pentanal, de pentanol, de toluène et de diméthylsulfone, et moins d' α -pinène et de γ -dodécalactone comparativement aux vaches recevant le foin de fléole. Lors d'un test triangulaire, les dégustateurs ont pu distinguer les laits produits par les vaches recevant ces deux traitements. Les vaches recevant l'ensilage ont produit un lait contenant plus de butanone, d'acétone, de pentanal, de pentanol, et moins d'acides gras libres et de γ -dodécalactone comparativement aux vaches recevant le foin de fléole. Cependant, lors du test triangulaire, les dégustateurs n'ont pas été en mesure de distinguer les laits produits par les vaches recevant l'ensilage ou le foin de fléole. D'autres analyses seront nécessaires afin d'identifier la contribution individuelle des composés volatils aux propriétés sensorielles du lait. Enfin, les travaux doivent se poursuivre avant d'en arriver à des recommandations quant aux aliments à privilégier ou à éviter en lien avec les qualités organoleptiques du lait.

Partenaires financiers : Chaire industrielle de recherche sur le contrôle nutritionnel des composants du lait - Centre de recherche en sciences animales de Deschambault; Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Fédération des producteurs de lait du Québec; Les Producteurs laitiers du Canada; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec; Novalait inc.; Université Laval et Valacta.

Notes

Résumé d'affiche

Mise en évidence des gènes utilisés par *Staphylococcus aureus* pendant l'infection intra-mammaire et utilisation de ceux-ci comme cibles thérapeutiques: développement d'une nouvelle classe d'antibiotique et d'un vaccin contre *S. aureus* pour le contrôle de la mammite bovine



Julie Côté-Gravel^{1*}, C. Ster¹, M. Allard¹, S. Gagnon¹, S. Boulanger¹, J. Mulhbacher¹, D. Lafontaine¹, D. Scholl², M.S. Diarra³, P. Lacasse³, F. Malouin¹

¹ Université de Sherbrooke, Sherbrooke

² Université de Montréal, St-Hyacinthe

³ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Résumé : *S. aureus* est un pathogène particulièrement important et extrêmement problématique dans les cas d'infections intra-mammaires (IIM) chez le bovin laitier. Sa forte propension à persister suite aux traitements antibiotiques et le risque de développement de résistances contre ces antibiotiques justifient la nécessité de développer de nouvelles façons de combattre la mammite bovine à *S. aureus*.

Notre programme de recherche visait à identifier des gènes exprimés par *S. aureus* lors de l'IIM et de connaître ainsi les armes importantes, réellement utilisées pour sa virulence et sa survie chez la vache. Pour ce faire, huit vaches ont été expérimentalement infectées avec différentes souches de *S. aureus* et l'infection a été suivie pendant trois semaines. Le lait a été collecté et les bactéries isolées pour identifier des gènes exprimés par le pathogène tout au long de l'infection de la vache (différents temps, quartiers, vaches, souches) en utilisant la technologie des puces à ADN.

Nos résultats ont mis en évidence une cible (*guaA*) pour le développement d'une nouvelle classe d'antibiotiques. Le gène *guaA* a la particularité d'être régulé par un *riboswitch*, c'est-à-dire une sorte de clé permettant ou non l'expression du gène. La guanine, lorsque présente en excès, se fixe à ce *riboswitch* et bloque l'expression de *guaA*. Lors d'une IIM, la guanine manque à la bactérie et le *riboswitch* se « vide » pour permettre l'expression du gène alors essentiel à la bactérie. Basée sur une homologie de structure, un antibiotique prototype (PC1) a été développé pour « imiter » la guanine et se fixer au *riboswitch* pour bloquer artificiellement l'expression de *guaA* et conduire à la mort de la bactérie. Après des résultats très prometteurs au laboratoire, PC1 a été évalué dans le cadre d'IIM chez la vache laitière. Une réduction significative des comptes bactériens dans le lait des vaches traitées a été observée. D'autre part, notre projet a aussi permis d'identifier plusieurs gènes bactériens comme candidats intéressants pour le développement d'un vaccin. Des mutants de *S. aureus* dépourvus de ces gènes candidats ont montré une virulence atténuée lorsqu'infusé dans des glandes mammaires, mettant ainsi en évidence la forte implication de ces facteurs microbiens dans le déroulement de l'infection. Nous avons aussi montré que les protéines issues de ces gènes sont capables d'induire une réponse immunitaire chez les vaches laitières. Après avoir optimisé sa formulation, un vaccin contenant ces candidats est en cours d'évaluation pour déterminer son effet protecteur lors d'IIM expérimentales.

Le développement d'une nouvelle classe d'antibiotiques dont le premier représentant est PC1 ainsi que le développement d'un vaccin ciblant des outils réellement utilisés par *S. aureus* lors d'IIM permettront d'offrir de nouvelles alternatives pour le traitement et la prévention de la mammite bovine à *S. aureus*.

Partenaires financiers : Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine - Agence de santé publique du Canada; Agriculture et Agroalimentaire Canada; Alberta Milk; Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Dairy Farmers of New Brunswick; Dairy Farmers of Nova Scotia; Dairy Farmers of Ontario; Dairy Farmers of Prince Edward Island; Les Producteurs laitiers du Canada; Le Réseau laitier canadien; Novalait inc.; Technology PEI inc.; Université de Montréal et University of Prince Edward Island.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Améliorer la santé de la glande mammaire dans les troupeaux à CCS élevé (>200,000 cell./ml)

Simon Dufour^{1, 2*}, I.R. Dohoo^{1, 2}, D.T. Scholl^{1, 3}

1 Réseau Canadien de Recherche sur la Mammite Bovine

2 Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island

3 South Dakota State University

Résumé : Dans les troupeaux où le comptage des cellules somatiques (CCS) excède 200,000 cellules/ml de lait, la plus grande partie du CCS du réservoir de lait est habituellement attribuable aux infections à *Staphylococcus aureus*. Dans ces troupeaux, l'amélioration à long-terme de la santé de la glande mammaire passe donc principalement par la prévention des nouvelles infections à *S.aureus*. Bien que de nombreuses recherches aient été menées sur les infections à *S.aureus*, aucune étude n'a été réalisée afin d'identifier les pratiques de gestions les plus à même de prévenir l'acquisition de nouvelles infections à *S.aureus*. Un projet de recherche du Réseau Canadien de Recherche sur la Mammite Bovine (RCRMB) s'est donc donné comme objectif d'identifier les pratiques de gestion pouvant prévenir l'apparition de ces infections et pouvant compléter la désinfection post-traité des trayons et le traitement universel au tarissement, deux pratiques déjà utilisées par la vaste majorité des producteurs laitiers canadiens.

En 2007-2008, une cohorte de 90 troupeaux canadiens a été suivie par le RCRMB. Les pratiques de gestions utilisées dans ces troupeaux ont été mesurées et des échantillons répétés du lait des vaches de ces troupeaux ont été récoltés et analysés afin d'identifier l'apparition de nouvelles infections à *S.aureus*.

Outre la désinfection post-traité des trayons et le traitement universel au tarissement, le port des gants durant la traite était la pratique la plus fortement associée à la prévention des infections à *S.aureus*. Le port des gants durant la traite pourrait potentiellement prévenir jusqu'à 50 % des nouvelles infections. De même, la désinfection pré-traité des trayons pourrait possiblement prévenir jusqu'à 40 % des infections à *S.aureus*. La condition des bouts de trayon était également associée à l'acquisition de nouvelles infections. Les bouts de trayon démontrant une callosité importante étaient jusqu'à 4 fois plus susceptibles d'acquies une infection à *S.aureus*. Une telle callosité des bouts de trayons est souvent causée par la surtraite résultant d'une stimulation inadéquate des trayons avant la traite, d'un délai trop court entre stimulation des trayons et attachement de l'unité de traite, ou encore de réglages inappropriés du système de traite. Finalement, dans les troupeaux où la proportion de quartiers infectés est déjà très élevée (>10 %), la réforme des vaches infectées ou le tarissement permanent des quartiers infectés pourraient permettre de prévenir l'apparition de nombreuses nouvelles infections. Il est intéressant de noter que, sur les fermes des producteurs qui disent ne pas en faire suffisamment pour la prévention de la mammite, le risque d'acquies une nouvelle infection à *S.aureus* était 2 fois plus faible. Il semble donc que la motivation de certains producteurs laitiers à toujours s'améliorer puisse expliquer une partie de leur succès.

Partenaires financiers : Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine - Agence de santé publique du Canada; Agriculture et Agro-alimentaire Canada; Alberta Milk; Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Dairy Farmers of New Brunswick; Dairy Farmers of Nova Scotia; Dairy Farmers of Ontario; Dairy Farmers of Prince Edward Island; Les Producteurs laitiers du Canada; Le Réseau laitier canadien; Novalait inc.; Technology PEI inc.; Université de Montréal et University of Prince Edward Island.

Notes

Résumé d'affiche

Améliorer la santé de la glande mammaire dans les troupeaux à bas CCS (<200,000 cell./ml)



Simon Dufour^{1,2*}, I.R. Dohoo^{1,2}, D.T. Scholl^{1,3}

1 Réseau Canadien de Recherche sur la Mammite Bovine

2 Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island

3 South Dakota State University

Résumé : Les staphylocoques à coagulase-négatif (SCN) sont les principaux responsables du comptage des cellules somatiques (CCS) du réservoir de lait dans les troupeaux à bas CCS (< 200,000 cellules/ml de lait). Ce groupe de bactéries est donc le principal obstacle à toute amélioration additionnelle de la santé de la glande mammaire dans ces troupeaux. Les SCN sont la principale cause d'infections intra-mammaires dans la plupart des pays industrialisés et sont maintenant reconnus comme pathogènes émergents. Comme pour beaucoup de maladies infectieuses, le contrôle à long terme de ces infections passe avant tout par la prévention des nouvelles infections. Le projet de recherche présenté avait comme objectif d'identifier les pratiques de gestion les plus à même de prévenir l'apparition de nouvelles infections à SCN dans les troupeaux Canadiens utilisant déjà largement la désinfection des trayons post-traité et le traitement universel au tarissement.

En 2007-2008, une cohorte de 90 troupeaux Canadiens a été suivie par le Réseau Canadien de Recherche sur la Mammite Bovine (RCRMB). Les pratiques de gestions utilisées dans ces troupeaux ont été mesurées et des échantillons répétés du lait des vaches de ces troupeaux ont été récoltés et analysés afin d'identifier l'apparition de nouvelles infections à SCN.

En comparaison aux autres pathogènes de la mammite, la fréquence d'infections à SCN était extrêmement élevée. Sur une période de seulement 1 mois, 29 % des quartiers auraient contracté une infection à SCN. En 6 mois, c'est jusqu'à 87 % des quartiers qui auraient eu à combattre une nouvelle infection à SCN. Dans les troupeaux utilisant déjà la désinfection post-traité des trayons et le traitement universel au tarissement, la prévention des infections à SCN semblait être principalement associée à la gestion de l'environnement. L'utilisation de logettes en sable permettrait possiblement de prévenir près de 75 % des infections à SCN qui seraient normalement observées sur une litière de paille. De même, l'utilisation de litière à base de produits du bois (ripe ou copeaux), permettrait de prévenir près de la moitié des infections qui seraient normalement observées sur une litière de paille. Aussi, l'accès au pâturage permettrait de diminuer de moitié le nombre de nouvelles infections à SCN. Finalement, le nombre de nouvelles infections à SCN était plus faible sur les fermes des producteurs laitiers qui accordaient un bonus aux trayeurs pour la qualité du lait. Cette dernière observation pourrait, cependant, être le résultat d'une plus grande attention de ces producteurs à la qualité du lait en général plutôt qu'un effet réel du bonus aux trayeurs.

Partenaires financiers : Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine - Agence de santé publique du Canada; Agriculture et Agroalimentaire Canada; Alberta Milk; Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Dairy Farmers of New Brunswick; Dairy Farmers of Nova Scotia; Dairy Farmers of Ontario; Dairy Farmers of Prince Edward Island; Les Producteurs laitiers du Canada; Le Réseau laitier canadien; Novalait inc.; Technology PEI inc.; Université de Montréal et University of Prince Edward Island.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Vitamine B₁₂ : Un verre de lait, c'est bien... mais deux, c'est mieux !

Mélissa Duplessis^{1,2*}, D. Pellerin¹, C. L. Girard²

1 Université Laval, Département des sciences animales, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Résumé : Les êtres humains obtiennent la vitamine B₁₂ dont ils ont besoin des produits animaux, en particulier ceux des ruminants. En effet, les bactéries présentes dans le rumen de ces derniers ont la capacité de synthétiser cette vitamine; alors que les végétaux en sont incapables. De plus, une étude récente a démontré que la vitamine B₁₂ contenue dans le lait de vache était absorbée plus facilement que sa forme synthétique. L'objectif de ce projet était de mesurer, en fermes commerciales, si un supplément combiné d'acide folique et de vitamine B₁₂ augmentait la concentration en vitamine B₁₂ du lait. Quinze troupeaux laitiers de la région de la ville de Québec y ont participé. Entre février et décembre 2010, les vaches (n=805) ont été assignées selon leur parité, la production laitière de leur lactation précédente et l'intervalle entre leurs derniers vêlages à une injection intramusculaire hebdomadaire de 5 ml de : 1) saline NaCl 0,9 % (T) ou 2) 320 mg d'acide folique et 10 mg de vitamine B₁₂ (V). Les traitements ont débuté 3 semaines avant le vêlage jusqu'à 8 semaines après la parturition. Les échantillons de lait ont été prélevés à la 4^e et à la 8^e semaine de la lactation. Le supplément de vitamines a augmenté significativement la concentration en vitamine B₁₂ dans les 15 troupeaux ($P < 0,007$). En moyenne, le supplément de vitamines a augmenté la concentration en vitamine B₁₂ dans le lait de 73 %, passant de 3,14 à 5,42 ± 0,07 ng/g pour T et V, respectivement ($P < 0,0001$); cet effet était similaire pour les deux temps de prélèvement (traitement x temps; $P = 0,24$). La réponse aux traitements a été affectée par la parité (traitement x parité; $P = 0,002$). En effet, pour les animaux témoins, la concentration en vitamine B₁₂ du lait était similaire entre les primipares et les multipares ($P = 0,47$). Cependant, chez les vaches recevant le supplément d'acide folique et de vitamine B₁₂, la concentration en vitamine B₁₂ dans le lait des primipares était supérieure de 0,48 ± 0,11 ng/g aux vaches multipares ($P = 0,0003$). Un verre de lait de 250 ml permet de satisfaire 56 % des besoins journaliers en vitamine B₁₂ (2,4 µg) pour les adultes et les enfants de plus de 13 ans.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

L'effet d'un supplément combiné d'acide folique et de vitamine B₁₂ sur le follicule dominant ovarien chez la vache laitière en période postpartum



Annie Gagnon^{1*}, Marc-André Sirard¹, François J. Richard¹, Jean-Paul Laforest¹

¹ Département des sciences animales, CRBR, Université Laval, Québec

Résumé : Le stress de vêlage et l'augmentation rapide des besoins pour la lactation ont des répercussions sur la production de lait et sur les performances de reproduction dans les troupeaux laitiers québécois. Il a été montré qu'un supplément combiné d'acide folique et de vitamine B₁₂ améliore l'efficacité du métabolisme énergétique en période péripartum chez la vache laitière. L'objectif de ce projet est de déterminer l'effet d'un tel supplément sur le développement folliculaire ovarien chez la vache laitière en période péripartum. Vingt-quatre vaches Holstein multipares ont été assignées à 12 blocs de 2 vaches. Des injections intramusculaires hebdomadaires d'acide folique (320 mg) et de vitamine B₁₂ (10 mg) ont été données à partir de la troisième semaine pré-vêlage jusqu'à 9 semaines post-vêlage. Une analyse approfondie des follicules dominants (diamètre > 12 mm) a été menée avec la biopuce bovine d'EmbryoGENE. Un développement plus rapide du follicule pré-ovulatoire a été obtenu chez les vaches ayant reçu des injections de vitamines B₁₂ et d'acide folique. Les vitamines semblent avoir eu un effet direct sur le follicule dominant ovarien par l'amélioration de l'efficacité du métabolisme énergétique. Pour conclure, le projet a permis d'approfondir les connaissances sur le mode d'action de ces vitamines, afin d'en arriver éventuellement à améliorer les performances de reproduction dans les troupeaux laitiers québécois.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Effet d'injections combinées d'acide folique et de vitamine B₁₂, sur le taux de gestation après insémination artificielle chez les vaches laitières

Seyed Ghaemi^{1*}, F.J. Richard¹, C.L. Girard², J-P Laforest¹

1 Département des sciences animales, Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Résumé : Suite à la parturition, l'augmentation rapide de la production laitière de la vache engendre un bilan énergétique négatif et entraîne une perte de poids. Cette période de début de lactation est critique pour l'animal avec un potentiel de répercussions négatives sur la performance reproductive.

L'objectif de ce projet est de caractériser la reprise de l'activité ovarienne postpartum chez des vaches ayant reçu des injections d'acide folique et de vitamine B₁₂ afin d'améliorer l'efficacité de leur métabolisme énergétique.

La phase expérimentale s'effectue sur 24 vaches réparties en 12 blocs de 2 vaches chacun. À partir de 3 semaines avant la date prévue du vêlage les vaches reçoivent une injection intramusculaire hebdomadaire de 5 ml de : 1) saline 0,9 % ou 2) 320 mg d'acide folique et 10 mg de vitamine B₁₂. La prise alimentaire et de production du lait sont enregistrées. Des échantillons de lait et des échantillons sanguins sont prélevés régulièrement afin d'évaluer le statut métabolique et de définir le point de reprise de l'activité ovarienne. Le développement folliculaire est suivi par examen échographique aux 3 jours à partir de jour 42. Pour le taux de gestation, seule une conception de première insémination est considérée comme un résultat positif. La phase expérimentale vient de se terminer et les résultats des échographies seront analysés sous peu.

Cette étude permettra aux producteurs québécois de mieux planifier des interventions nutritionnelles afin d'améliorer les performances reproductives de leurs troupeaux par la caractérisation des effets de cette combinaison vitaminique sur la reprise de l'activité ovarienne post-partum et le taux de gestation.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Tarir sans réduire la capacité à combattre la mammité



Séverine Ollier^{1*}, Xin Zhao², and Pierre Lacasse¹

1 Centre de recherche et de développement sur le bovin et le porc (CRDBLP), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

2 Département des sciences animales, Université McGill, Montréal

Résumé : La transition de vache lactante à tarie est une période critique pour la santé du pis. Le risque de nouvelles infections augmente avec le niveau de production de lait au moment de l'arrêt de la traite. À mesure que le pis se transforme afin de se mettre au repos (involution), le risque d'infection diminue. Il serait donc souhaitable de développer une approche permettant de réduire la production laitière au tarissement et d'accélérer l'involution du pis. L'une des méthodes couramment utilisée pour faciliter le tarissement est d'appliquer une restriction alimentaire drastique quelques jours avant l'arrêt de la traite. Cependant, cette méthode peut causer un stress métabolique et, possiblement, affaiblir le système immunitaire et ainsi réduire la capacité de la vache à combattre la mammité. Nous avons démontré récemment que la production de lait de vaches en fin de lactation peut également être réduite en bloquant la sécrétion de prolactine (PRL), une hormone naturellement produite par le cerveau de la vache afin de signaler au pis qu'il faut produire du lait. Afin de comparer les effets de ces deux méthodes de tarissement, 24 vaches en fin de lactation ont été réparties en 3 groupes : un premier groupe a reçu une alimentation de fin de lactation jusqu'au tarissement (groupe témoin), un deuxième groupe a reçu uniquement du foin sec durant les 5 jours précédant leur tarissement, et un dernier groupe a été alimenté comme le premier, mais a reçu des injections quotidiennes d'un inhibiteur de PRL (quinagolide), de 5 jours avant à 13 jours après la dernière traite. L'alimentation au foin sec et l'inhibiteur ont entraîné une chute de la production laitière dès le premier jour suivant le début des traitements. L'analyse sanguine de certains marqueurs métaboliques, tels que le glucose, les acides gras libres et l'hydroxybutyrate, a montré que contrairement à la restriction alimentaire, la quinagolide n'a pas entraîné de stress métabolique. Par ailleurs, l'analyse de la composition des sécrétions mammaires au cours des deux premières semaines du tarissement a montré une évolution plus rapide de certains marqueurs de l'involution de la glande mammaire, tels que les cellules somatiques, l'albumine sérique, la lactoferrine et le citrate, dans les sécrétions des vaches restreintes et des vaches traitées à la quinagolide par rapport à celles des vaches témoins. Les premiers résultats de ce projet montrent donc que l'inhibition de la sécrétion de PRL pourrait être une nouvelle alternative pour faciliter le tarissement sans perturber le métabolisme de l'animal. Des analyses sont en cours afin de vérifier les effets de ces traitements sur les fonctions immunitaires et la capacité de ces vaches à combattre la mammité. Ces travaux pourront à long terme contribuer à l'élaboration d'une méthode de tarissement mieux adaptée aux vaches modernes et permettant de réduire l'incidence des mammites.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec; Novalait inc. et Réseau canadien de recherche sur la mammité bovine.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Effets d'infusions intra-mammaires d'hydrolysats de caséine, d'EGTA et de lactose lors du tarissement sur l'involution de la glande mammaire

Benjamin Ponchon^{1*}, Pierre Lacasse², Séverine Ollier² and Xin Zhao¹

¹ Département de Sciences Animales, Université McGill, Montréal

² Centre de recherche et développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP), Agriculture Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Résumé : La période de transition entre la fin de la lactation et le tarissement chez la vache laitière comporte de grands risques de nouvelles infections intra-mammaires. Ce risque est réduit lorsque l'involution de la glande mammaire est achevée. Par conséquent, la mise au point de stratégies accélérant l'involution après l'arrêt de la lactation pourrait réduire l'incidence des mammites. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de 3 différents traitements sur l'évolution de certains marqueurs de l'involution de la glande mammaire. Des infusions d'hydrolysats de caséines (CNH ; 70mg), d'EGTA (5.7g ; cette substance lie les ions calcium et provoque l'ouverture des jonctions serrées), de lactose (5.1g) ou de saline (témoin) ont été aléatoirement administrées aux 4 quartiers de 8 vaches Holstein le jour du tarissement. Des échantillons de lait ont été collectés les 2 derniers jours avant et les jours 1, 3, 5, 7, 10 et 14 après la dernière traite. Le compte de cellules somatiques (CCS) et les concentrations en lactoferrine (LF) et albumine sérique (BSA) dans les sécrétions mammaires augmentent graduellement tandis que la concentration en citrate diminue durant les 2 premières semaines qui suivent la dernière traite et sont donc considérés comme des indicateurs de l'involution mammaire. Les augmentations du CCS, de la LF et de la BSA après l'arrêt de la lactation étaient similaires pour les quartiers infusés avec le lactose et la saline. En revanche, l'infusion de CNH a accéléré l'augmentation du CCS, de la LF et de la BSA. De plus, bien que la concentration en citrate n'a pas été affectée par le traitement CNH, le rapport citrate : lactoferrine était plus faible pour les quartiers traités avec les CNH que pour les quartiers témoins aux jours 3 et 5. L'infusion d'EGTA a quant à elle accru l'augmentation du CCS aux jours 1 et 3 mais n'a pas eu d'effet sur les autres paramètres. Cette étude suggère donc que l'infusion intra-mammaire de CNH le jour du tarissement accélère l'involution de la glande mammaire. Nous entreprendrons sous peu une étude visant à vérifier si ce traitement peu réduire la susceptibilité du pis à la mammite lors du tarissement.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Réponse immunitaire des macrophages bovins à l'infection par l'agent causal de la paratuberculose (MAP)



Pier-Luc Dudemaine^{1*} et Nathalie Bissonnette^{1,2}

1 Université de Sherbrooke, Sherbrooke

2 Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP), Agriculture Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Résumé : La paratuberculose bovine est une maladie d'évolution lente et chronique de l'intestin qui cause des pertes économiques importantes pour l'industrie laitière. Le pathogène intracellulaire responsable est *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* (MAP). Les méthodes de détection présentement utilisées ciblent les phases tardives de la maladie. C'est pour ces raisons qu'il est important de mettre des efforts pour développer des outils permettant le diagnostic précoce et ainsi réduire les risques de contamination d'un individu à l'autre. Dans cette optique, l'étude de la réponse immunitaire générée lors de l'invasion initiale du pathogène dans l'organisme semble une cible de choix pour élargir les connaissances sur les mécanismes infectieux déployés par MAP. Ainsi, les premières lignes de défense contre les corps étrangers au niveau de l'intestin sont les macrophages qui s'occupent d'engloutir et détruire les micro-organismes néfastes. Malheureusement, MAP réussit à entraver le travail de dégradation effectué par les macrophages, pour nicher à l'intérieur de ceux-ci et se reproduire. Donc, il semble logique d'étudier les dispositifs défectueux chez les macrophages. Un protocole de mise en culture de macrophages bovins a été instauré afin de procéder à l'infection *in vitro* par MAP. Cet approche a permis de quantifier le taux d'expression de quelques gènes reliés à l'immunité (IL-10, IL-8, ostéopontine, IFN- γ , etc.) lors d'essais d'infection en laboratoire. Elle servira également à caractériser la réponse immunitaire des vaches à statut positif pour MAP et celles dites saines selon la confirmation en culture de fèces. L'étude génétique du gène *secreted phosphoprotein 1* (*SPP1*) codant pour la protéine de l'ostéopontine, qui semble impliquée dans la détection de pathogènes intracellulaire, indique la présence de certains polymorphismes associés aux vaches atteintes de la paratuberculose bovine. En génétique, les allèles bénéfiques pourraient être sélectionnés afin de favoriser des vaches plus résistantes à ce type d'infection dans les troupeaux laitiers du Québec. En perspective, il s'avère nécessaire de confirmer l'association de l'ostéopontine dans les cas de paratuberculose, en plus de déterminer précisément les profils immunitaires des vaches malades pour augmenter la certitude des diagnostics.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Hector Delgado^{1*}, D. Haine², R. Cue¹, A. Sewalem³, R. Lacroix¹, D. Lefebvre⁴, J. Dubuc², E. Bouchard², K. Wade¹

1 Université McGill, Montréal

2 Université de Montréal, St-Hyacinthe

3 Agriculture Agroalimentaire Canada

4 Valacta, Sainte-Anne-de-Bellevue

Résumé : Présentement, la longévité et la rentabilité à vie des vaches laitières sont sous-optimales au Québec. La longévité moyenne est en effet de seulement trois lactations. De plus, les producteurs ne voient pas ni les vrais coûts ni les impacts des problèmes de santé en relation avec la productivité et rentabilité de chaque vache ne sont visibles pour les producteurs, surtout sur une base de vie entière des vaches. Nous suggérons que l'intégration des données de productivité et de santé sensibilisera les producteurs à ces problèmes et les aidera ensuite à améliorer la rentabilité de leur entreprise.

Nous intégrerons les données de Valacta et de Dossiers santé animale (DSA@HR) afin de permettre une évaluation combinée de la rentabilité à vie de chaque vache et démontrer l'impact de la longévité propre à chaque ferme. Nous ferons des analyses et évaluations des facteurs influençant la longévité et la rentabilité à vie.

Un modèle d'analyse et un logiciel prototype de visualisation de la rentabilité à vie et d'aide à la décision, qui tiennent compte de la valeur de la production, des coûts d'alimentation et des événements de santé, seront développés pour les vétérinaires et les conseillers.

Retombées pour le secteur laitier :

- Une synergie résultant de la combinaison de l'information sur la production et l'alimentation (contrôle laitier) et de l'information sur les événements de santé (DSA@HR).
- Une contribution à améliorer la qualité et la quantité des données de santé utilisables par le Réseau laitier canadien pour les évaluations génétiques.
- Une sensibilisation du producteur et des intervenants (e.g., vétérinaire, conseiller en production) sur le portrait global spécifique à chaque troupeau, en relation avec des valeurs de référence (i.e., benchmarks).
- Une démonstration des points et moments forts et des faiblesses de chaque troupeau et des moments critiques pour chaque vache, donc des aspects à renforcer et/ou à corriger.
- Une amélioration de la longévité et une diminution des taux de réforme involontaires. Il est à noter que le projet prévoit présenter l'information spécifique à chaque troupeau afin que le producteur (et ses conseillers) obtienne un portrait global de son troupeau et aussi de la variabilité d'une vache à l'autre. Cela permettra au producteur de mieux sélectionner et mieux ajuster sa gestion et la régie de son troupeau afin d'optimiser sa rentabilité.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Le confort des bovins laitiers en stabulation entravée et leur longévité dans les entreprises laitières du Québec



François Bécotte^{1*}, E. Vasseur^{2,3}, J. Gibbons³, V. Bouffard^{1,4}, A.-M. de Passillé², J. Rushen², D. Lefebvre⁴, D. Pellerin¹

1 Département des sciences animales, Université Laval, Québec

2 Agriculture et Agroalimentaire Canada, Agassiz, Colombie-Britannique

3 Centre de recherche en production laitière biologique, Université de Guelph, Ontario

4 Valacta, Centre d'expertise en production laitière, Sainte-Anne-de-Bellevue

Résumé : Le fait de pouvoir garder les vaches laitières longtemps dans les troupeaux se traduit par plus d'argent dans les poches des producteurs. La réalité est toutefois bien différente puisque l'âge moyen des vaches en lactation diminue constamment, les vaches ne produisant en moyenne que deux lactations environ. Nous suspectons que le confort des animaux ait un effet direct sur la diminution de la longévité dans les troupeaux laitiers. Le but de cette étude est de déterminer si le confort a une incidence sur la longévité des vaches laitières gardées en stabulation entravée. Cent fermes (60 au Québec et 40 en Ontario) ont été sélectionnées en fonction de la longévité et du taux de remplacement de leur troupeau. Lors de deux visites à la ferme, des mesures en lien avec le confort ont été recueillies sur les animaux (ex. temps de repos), leur environnement (ex. configuration des stalles) et leur gestion (ex. taillage des onglons). Ces données seront ensuite combinées aux données de productivité recueillies par Valacta pour ces mêmes troupeaux (ex. production, reproduction).

L'analyse des résultats devrait permettre d'identifier les pratiques favorisant le confort des animaux dans les troupeaux à longévité élevée. Elle devrait aussi permettre de mesurer l'importance du confort dans l'amélioration de la longévité des vaches. Un des objectifs des auteurs est d'ailleurs le développement d'un indice de confort permettant de cibler les aspects les plus directement liés à la longévité. L'application de ces pratiques ainsi que l'utilisation de l'indice de confort pourraient se traduire par une augmentation de la productivité à vie des vaches augmentant ainsi le revenu des producteurs tout en s'assurant que les animaux vivent longtemps et confortablement.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Véronique Bouffard^{1,2*}, E. Vasseur^{3,4}, A. M. de Passillé³, J. Rushen³, D. Lefebvre², J. Gibbons³, F. Bécotte¹ et D. Pellerin¹

- 1 Département des sciences animales, Université Laval, Québec
- 2 Valacta, Centre d'expertise en production laitière, Saint-Anne-de-Bellevue
- 3 Agriculture et Agroalimentaire Canada, Agassiz, Colombie-Britannique
- 4 Centre de recherche en production laitière biologique, Université de Guelph, Ontario

Résumé : La longévité des vaches a un impact direct sur la rentabilité des entreprises laitières. L'amélioration du confort des vaches est un des moyens identifiés pour l'augmenter. Un outil permettant d'évaluer le confort des vaches en stabulation entravée a été développé en se basant sur le Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins laitiers (www.nfacc.ca/codes-de-pratiques/bovins-laitiers).

L'objectif principal du projet était d'évaluer l'impact du confort sur la longévité des vaches. Tandis que l'objectif spécifique de ce volet était d'évaluer quantitativement le confort des vaches en stabulation entravée. Pour ce faire, 100 troupeaux laitiers (60 au Québec et 40 en Ontario) ont été visités à deux reprises afin de recueillir des données sur l'environnement d'élevage et les pratiques de gestion en lien avec le confort. Lors de la deuxième visite, un rapport d'évaluation basé sur neuf aspects jugés importants pour le confort des vaches a été remis aux producteurs. Pour chacun de ces aspects, une note de 0 (objectif non réalisé) à 100 (objectif réalisé) a été attribuée permettant ainsi de cibler les facteurs de risque associés au confort des vaches et identifier les éléments sur lesquels concentrer les efforts pour l'amélioration du confort des vaches sur l'entreprise.

Les neuf aspects essentiels à la gestion du confort des vaches étaient répartis en trois thèmes, soit 1) le logement, 2) l'alimentation et la consommation d'eau et 3) la gestion de la santé et du bien-être. Pour le thème 1, le temps de repos de 40 vaches en lactation a été mesuré à l'aide d'accéléromètres, la configuration et la gestion des stalles, ainsi que la prévalence des blessures aux jarrets, aux genoux et au cou ont été évalués. Pour le thème 2, l'état de chair des vaches a été évalué, l'accès continu aux aliments a été vérifié et il a été validé avec le producteur que ses vaches étaient nourries selon un horaire régulier. Pour le thème 3, une entrevue avec les producteurs sur la régie d'élevage a été conduite. De plus, nous avons évalué une mesure prometteuse de la prévalence de la boiterie. Les résultats de cette étude devraient permettre d'améliorer la gestion du confort des vaches en stabulation entravée.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Inhibition de la croissance de *listeria monocytogenes* dans un fromage cheddar additionné d'un extrait peptidique issu des protéines de lactosérum



Véronique Demers-Mathieu^{1,2*}, Sylvie F. Gauthier¹, Michel Britten², Gilles Robitaille², Ismaïl Fliss¹ et Julie Jean¹

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité de la fraction rétentat (NFR) obtenue par nanofiltration d'un hydrolysate trypsique de protéines de lactosérum à inhiber la croissance de *L. innocua* et *L. monocytogenes* dans des caillés modèles de fromage cheddar. Les fromages reconstitués (37 % d'humidité) contenant 0, 10 ou 20 mg/g de NFR et 1,75 % ou 3,5 % de sel/humidité (S/H) ont été préparés à partir de poudre de fromage irradiée, puis ont été inoculés avec 10^3 - 10^4 CFU/g de *Listeria* et 10^7 CFU/g de bactéries lactiques commerciales (*Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *L. lactis ssp. lactis* et *Leuconostoc cremoris*). Les fromages ont ensuite été entreposés pendant 7 jours à 30°C et 28 jours à 4°C, puis des comptes bactériens ont été effectués pour les espèces *Listeria* et *Lactococcus*. L'activité antimicrobienne du NFR dans le caillé modèle était plus efficace contre *L. monocytogenes* Scott A que *L. innocua* RBL29, et plus élevée à 30°C qu'à 4°C. De plus, la combinaison de 20 mg/g de NFR et 1,75 % S/H dans les fromages, incubés à 30°C ou 4°C, était la plus efficace pour inhiber la croissance de *Listeria*. Une réduction microbienne significative ($p < 0.001$) de 1,1 et 1,5 log a été obtenue avec *L. monocytogenes* comparé aux fromages sans NFR et contenant 1,75 % ou 3,5 % S/H. Ces résultats suggèrent que les peptides antimicrobiens issus des protéines de lactosérum pourraient être utilisés comme agent de conservation naturel pour contrôler la croissance de *L. monocytogenes* dans un fromage cheddar à teneur réduite en sel.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Identification de nouveaux peptides antimicrobiens à partir d'hydrolysats peptidiques de protéines de lactosérum

Jérémy Théolier^{1*}, Riadh Hammami¹, Ismail Fliss¹ et Julie Jean¹

¹ Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

Résumé : L'incidence des microorganismes pathogènes et d'altération, dans le domaine agroalimentaire, peut engendrer des pertes économiques importantes et des problèmes de santé parfois graves. Plusieurs moyens ont été proposés pour lutter contre ces microorganismes et l'utilisation de peptides antimicrobiens, issus de l'alimentation, représente une possibilité qui répond à la fois aux attentes des industriels et des consommateurs. Parmi les sous-produits de fabrication du fromage, les protéines du lactosérum ont déjà démontré un certain potentiel en tant que source de peptides bioactifs et en particulier les peptides antimicrobiens. Dans cette étude, un suivi au cours du temps de l'activité antimicrobienne d'un hydrolysats peptidique d'un concentré de protéines de lactosérum (Bipro) a été effectué. Des prélèvements ont été réalisés toutes les 15 minutes pendant 150 minutes puis ont été ultrafiltrés sur une membrane avec un seuil de coupure de 10 kDa et testés contre *Listeria ivanovii* et *Escherichia coli*. Le suivi de l'activité antimicrobienne permet de mettre en évidence une période située entre la 45^{ème} et la 90^{ème} minute durant laquelle l'activité est plus importante mais reste bactériostatique et non bactéricide. Le fractionnement par HPLC de l'hydrolysats obtenu après 60 minutes en 18 fractions, permet d'affiner cette activité antimicrobienne qui n'est retrouvée que dans certaines fractions. Une caractérisation plus poussée réalisée par LC-MS a permis l'identification des peptides composant ces fractions antimicrobiennes. Ces nouvelles séquences, non identifiées dans la littérature, vont être synthétisées et testées contre une large gamme de microorganismes afin de déterminer leur spectre d'action. De façon générale, les résultats obtenus démontrent que les hydrolysats de protéines du lactosérum peuvent représenter une source importante de peptides antimicrobiens pouvant être utilisés en industrie alimentaire.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) - Agriculture Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

MilkAMP : une base de données complète sur les peptides antimicrobiens d'origine laitière



Riadh Hammami^{1*}, Jérémie Théolier¹, Ismail Fliss¹ et Julie Jean¹

¹ Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

Résumé : Un nombre croissant de peptides bioactifs d'origine laitière sont identifiés et caractérisés. Bien que de nombreux peptides antimicrobiens du lait soient maintenant bien caractérisés, beaucoup d'informations manquent encore ou ne sont pas disponibles pour les utilisateurs potentiels. La compilation de ces informations dans une ressource centralisée, tel qu'une base de données devrait donc faciliter l'étude du potentiel de ces molécules peptidiques comme alternatives en réponse à l'augmentation de la résistance aux antibiotiques ou pour contribuer à la protection des aliments. Pour atteindre cet objectif, nous avons développé MilkAMP, une nouvelle base de données qui contient des informations importantes extraites de la littérature sur les peptides antimicrobiens laitiers, comprenant des données microbiologiques et physico-chimiques. La version actuelle de MilkAMP comprend 374 entrées, dont 9 hydrolysats, 302 peptides antimicrobiens, 23 peptides antimicrobiens potentiels et 40 peptides non-actifs. L'information est très facile à extraire de cette base de données, ce qui permet la prédiction des relations structure / fonction des peptides ainsi que leurs organismes cibles. Ceci permettra une meilleure exploitation des activités biologiques de ces peptides à la fois dans l'industrie pharmaceutique et dans le secteur agricole.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) - Agriculture Agro-alimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Hélène J. Giroux^{1*}, Stéphane Constantineau¹, Patrick Fustier¹, Claude Champagne¹, Daniel St-Gelais¹, Monique Lacroix², Michel Britten¹

1 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

2 Laboratoire de recherche en sciences appliquées à l'alimentation, INRS-Institut Armand-Frappier, Laval

Résumé : L'ajout de composés bioactifs hydrosolubles au fromage pose un défi technologique important en raison des pertes anticipées dans le lactosérum (jusqu'à 95 %). Les émulsions doubles de type eau-dans-huile-dans-eau ont été proposées pour l'incorporation et la protection de molécules hydrophiles dans les aliments et pourraient être utilisées pour retenir efficacement les composés bioactifs solubles dans la matrice des fromages. Ce projet avait pour objectif d'encapsuler la vitamine B₁₂ (une vitamine hydrosoluble) dans une émulsion double préparée avec de l'huile de beurre et du lait écrémé. L'effet des conditions d'homogénéisation sur les caractéristiques des émulsions a été déterminé et la performance des crèmes fonctionnelles (émulsions doubles) comme substitut de la crème laitière pour la fabrication de fromages à l'échelle laboratoire a été évaluée. Trois conditions d'homogénéisation ont été utilisées pour produire les émulsions doubles, soit le mélangeur Ultra-Turrax (8000 rpm – 1 min) et l'homogénéisateur à valve Avestin à des pressions de 3.5 et 7.0 MPa. L'Ultra-Turrax produit des émulsions grossières avec un diamètre de gouttelettes moyen (D[4,3]) de $31 \pm 1 \mu\text{m}$ alors que l'homogénéisateur à valve produit des émulsions plus fines avec des diamètres de gouttelettes de $8 \pm 1 \mu\text{m}$ à 3.5 MPa et $6 \pm 1 \mu\text{m}$ à 7.0 MPa. La taille des gouttelettes était stable pendant l'entreposage, mais le crémage a été rapidement observé dans les émulsions produites à l'Ultra-Turrax. Des taux d'encapsulation de la vitamine B₁₂ supérieurs à 96 % ont été mesurés pour les trois crèmes fonctionnelles. Comme prévu, la vitamine B₁₂ non-encapsulée a été très peu retenue dans la matrice des fromages (6.3 %). L'utilisation des crèmes fonctionnelles améliore grandement la rétention de la vitamine B₁₂ dans le fromage. Des taux de rétention de 77.9 % et 90.9 % ont été obtenus respectivement pour les fromages standardisés avec la crème fonctionnelle produite à l'Ultra-Turrax et la crème fonctionnelle produite avec l'homogénéisateur à valve à 7.0 MPa. De plus, l'utilisation des crèmes fonctionnelles permet de réduire la teneur en gras des fromages. La standardisation des laits de fromagerie avec une crème fonctionnelle (émulsion double) permet le développement de produits laitiers adaptés aux exigences nutritionnelles des consommateurs.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fond de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Caractérisation des fromages enrichis d'un extrait de thé



Hélène J. Giroux^{1*}, Guillaume De Grandpré¹, Patrick Fustier¹, Claude Champagne¹, Daniel St-Gelais¹, Monique Lacroix², Michel Britten¹

1 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

2 Laboratoire de recherche en sciences appliquées à l'alimentation, INRS-Institut Armand-Frappier, Laval

Résumé : Les polyphénols du thé vert sont reconnus pour leur propriété anti-oxydante. De plus, les polyphénols montrent une forte affinité pour les caséines du lait, ce qui suggère une bonne rétention dans la matrice du fromage. Toutefois, l'impact de l'enrichissement en extrait de thé sur la texture et la saveur du fromage est peu documenté. Ce projet avait comme objectif de produire à l'échelle pilote des fromages de type cheddar enrichis d'extrait de thé vert et d'évaluer les caractéristiques physiques, antioxydantes et sensorielles après 4 semaines de maturation. Un extrait hydrosoluble de thé vert a été préparé et ajouté au lait fromager à des taux de 0.1 et 0.2 %. En moyenne, le coefficient de rétention des composés phénoliques dans le fromage était de 0.62. Les teneurs en gras et protéine des fromages n'ont pas été affectées par l'enrichissement alors que l'humidité du fromage a diminué de 2 % lorsque le lait a été enrichi à 0.2 % d'extrait de thé. L'analyse instrumentale montre une augmentation de la fermeté des fromages en présence d'extrait de thé ainsi qu'une modification des propriétés optiques du fromage, entraînant une perte de luminance (diminution du paramètre L* de l'échelle CIELab) et un changement de couleur du fromage qui passe graduellement à l'orange (augmentation des paramètres a* et b* de l'échelle CIELab). L'ajout de 0.1 % et 0.2 % d'extrait de thé au lait fromager a augmenté l'activité antiradi-culaire des fromages de 25 % et 44 % respectivement. Les propriétés sensorielles des fromages ont été analysées par un panel expert en utilisant un test de classement. Une diminution de la saveur typique de cheddar et une augmentation de l'astringence et de la saveur globale ont été observées en présence d'extrait de thé. De plus, le fromage obtenu à partir d'un lait enrichi à 0.2 % d'extrait de thé était classé plus ferme que le fromage témoin. Toutefois, les commentaires recueillis auprès des juges suggèrent que les amateurs de thé sont davantage « réceptifs » aux fromages enrichis. Ces résultats offrent aux transformateurs une avenue nouvelle pour le développement de produits laitiers fonctionnels.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fond de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Microencapsulation de bactéries probiotiques *Bifidobacterium longum* 15708 pour la fabrication d'un fromage Cheddar fonctionnel

Khalie Mahamad Amine^{1*}, Claude P. Champagne², Michel Britten², Daniel St-Gelais², Patrick Fustier² et Monique Lacroix¹

1 INRS-Institut Armand-Frappier, Laboratoire de recherche en sciences appliquées à l'alimentation, Centre d'Irradiation du Canada, Laval

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : Problématique: Les probiotiques sont de plus en plus retrouvés dans les produits laitiers tels que les yogourts, le lait pasteurisé, les crèmes glacées et les fromages. Cependant, la population des probiotiques dans les matrices fromagères est affectée par plusieurs facteurs tels que les pertes dans le lactosérum, la présence d'oxygène, l'ajout de sel pendant la fabrication et la maturation du fromage. La bactérie probiotique anaérobie, *B. longum* 15708 a été sélectionnée pour ses effets bénéfiques pour la santé. Les études ont démontré qu'il y a une perte importante de viabilité due à la présence de sel et d'oxygène, ainsi que pendant l'égouttage du lactosérum. Nous posons l'hypothèse que l'encapsulation protégera les probiotiques contre les agents qui leur sont nuisibles tout en préservant leur propriétés fonctionnelles dans la matrice fromagère.

L'objectif de cette étude visait à mettre au point une méthode d'encapsulation permettant de maintenir la viabilité de *B. longum* 15708 dans le fromage Cheddar et particulièrement pendant l'entreposage. Les grandes étapes du projet consistaient à : 1-Développer une matrice d'encapsulation à base de biopolymères et évaluer le rendement d'encapsulation. 2- Préparer un fromage cheddar contenant *B. longum* 15708 encapsulée et évaluer les comptes viables au cours de la fabrication du fromage et pendant l'entreposage. 3- Analyser la libération des probiotiques au cours du transit gastro-intestinal.

Deux méthodes d'encapsulation (extrusion dans le calcium et émulsion eau/huile) utilisant des systèmes à base d'alginate ont été mises au point. Les microbilles obtenues avaient un rendement d'encapsulation de plus de 60 % et offraient une bonne survie bactérienne après congélation dans une solution de cryoprotection composée de poudre de lait écrémé. Les microbilles ont été incorporées séparément dans le fromage cheddar et les résultats indiquent que la technique d'émulsion a préservé davantage la viabilité de *B. longum* 15708 dans le fromage cheddar après 21 jours d'entreposage à 4°C ($< 2 \log_{10}$ UFC/g de réduction) comparativement aux cellules libres et aux cellules encapsulées par extrusion avec des réductions de 4 et 3 \log_{10} UFC/g respectivement.

Le transfert technologique de ces résultats pourra servir à la mise au point de fromages fonctionnels, qui auront un impact sur la croissance et l'amélioration de la compétitivité de l'industrie laitière canadienne en favorisant l'émergence de fromages enrichis en ingrédients bioactifs.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) – Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Utilisation d'émulsions simples pour l'enrichissement nutritionnel des fromages



Iulia Stratulat^{1*}, Michel Britten², Stéphane Salmieri¹, Patrick Fustier², Daniel St-Gelais², Claude P. Champagne², Monique Lacroix¹

1 Institut National de la Recherche Scientifique – Institut Armand-Frappier, Laval

2 Centre de Recherche et développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : L'encapsulation d'agents bioactifs lipophiles dans des émulsions simples huile/eau a permis de réduire les pertes lors de la fabrication fromagère et de développer de nouveaux produits.

Objectifs : 1) Développer une crème fonctionnelle adaptée à la fois aux caractéristiques des composés lipophiles à encapsuler et aux exigences des procédés de transformation fromagère. 2) Évaluer le bilan fromager, la rétention et la stabilité de l'activité des composés immobilisés pendant la fabrication et l'entreposage du fromage.

Deux formulations d'émulsions simples ont été développées afin d'encapsuler des agents bioactifs lipophiles dans le fromage cheddar. Ces émulsions étaient constituées à 70 % d'une solution de caséinate de calcium (30 g/L) et 30 % d'huile de lin dans laquelle étaient dispersées les composantes bioactives (vitamine E, A et CoQ₁₀) en présence ou absence de lécithine (20 mg/g de gras). Ces crèmes fonctionnelles ont été utilisées pour standardiser le lait fromager à un ratio protéine-gras de 0.87. Le rendement fromager, le taux de rétention des protéines, des gras et des composantes actives ont été déterminés. Une évaluation quantitative des vitamines et de leur activité biologique a été réalisée à 0, 30, 60 et 90 jours d'entreposage.

Les taux d'encapsulation de la vitamine E, A et du CoQ₁₀ sont respectivement de 92 %, 90 % et 93 % en présence de lécithine. L'ajout de ce phospholipide dans les émulsions a permis une augmentation des rendements d'encapsulation de 28 %, 17 %, 8 % respectivement. L'activité antiradicalaire mesurée sur les fromages était également supérieure en présence de lécithine, présentant des valeurs de 78, 30 et 40 eq Trolox/g de fromage pour la vitamine E, A, et CoQ₁₀ respectivement, après 3 mois d'entreposage. L'encapsulation des vitamines A, E et CoQ₁₀ dans la même matrice fromagère a révélé une bonne compatibilité entre les agents bioactifs incorporés. Dans ces fromages, la vitamine E a été régénérée après 3 mois d'entreposage grâce à la CoQ₁₀ et l'activité antiradicalaire était de 57 et 59 eq Trolox/g.

Retombées pour le secteur laitier : 1) Les crèmes fonctionnelles développées permettent d'enrichir le fromage en omega-3 et d'améliorer significativement la rétention et la préservation de composés actifs lipophiles (vit. A, E et CoQ₁₀) dans le fromage. 2) La compatibilité et la complémentarité des vitamines et l'huile de lin a permis de prévenir la peroxydation des lipides. 3) Une nouvelle approche simple et efficace est proposée pour accroître la valeur nutritionnelle du fromage.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) – Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Les levures à activité antimicrobienne : une nouvelle génération de cultures protectrices pour la bioconservation des fromages à pâte molle

Rima Hatoum^{1*}, Steve Labrie¹, Ismail Fliss¹

¹ Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) – Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

Résumé : Les levures sont connues depuis longtemps pour leur contribution importante dans le développement des caractéristiques organoleptiques et sensorielles des produits fermentés. Récemment, le potentiel de ces levures comme cultures protectrices contre divers microorganismes indésirables a été évoqué. Cependant, les informations sur la nature de l'activité antimicrobienne qu'elles exercent ainsi que leur application dans une matrice fromagère demeurent encore très rares. Récemment, nous avons isolé et caractérisé deux levures, *Debaryomyces hansenii* LMA-916 et *Pichia anomala* LMA-827, à partir de laits crus et de fromages du terroir du Québec ayant des activités inhibitrices contre *Listeria monocytogenes* LMA-1045. L'objectif de cette étude est d'évaluer le comportement de ces deux levures et leur activité anti-*Listeria* dans une matrice de fromage de type camembert. Les essais sur des caillés modèles de camembert préalablement inoculés avec *L. monocytogenes* LMA-1045 à une concentration de 10^8 ufc/g, ont montré que l'ajout de *D. hansenii* LMA-916 a permis de réduire le compte de *Listeria* par 1 log ufc/ml. D'autre part, l'ajout des extraits peptidiques produits par ces deux levures a engendré une réduction de 3 logs ufc/ml de *Listeria* durant les cinq premiers jours d'affinage. Des observations en microscopie électronique à transmission ont montré que la dégradation de la paroi et la formation de pores sont les deux mécanismes d'action prédominants exercés par ces deux levures et de leurs extraits peptidiques. Nos résultats montrent que les extraits de *D. hansenii* et *P. anomala* présentent un potentiel d'utilisation comme agent naturel de conservation dans les fromages à pâte molle.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) - Agriculture et agro-alimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Viabilité de *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 et de *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Bb-12 pendant la fabrication et l'affinage du fromage cheddar



Gabrielle Gagné^{1,2*}, Daniel St-Gelais^{1,2}, Denis Roy²

1 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

2 Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

Résumé : Il est connu que le fromage offre des avantages permettant d'augmenter la probabilité de survie des bactéries probiotiques. Dans cette étude, les impacts du procédé de fabrication du fromage cheddar ainsi que du processus d'affinage sur la viabilité des souches de *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 et de *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Bb-12 seule ou en co-culture ont été évalués. Trois bassins de fromage ont été produits simultanément à l'aide de la souche de lactocoque W62, dont un avec la souche Bb-12, un deuxième avec la souche GR-1 et le troisième avec les deux souches Bb-12/GR-1. Les fromages ont été affinés pendant 12 semaines à 4 et 8°C.

Au cours de la fabrication, la présence de la souche GR-1 a provoqué une acidification plus rapide des bassins de 30 minutes. Pendant l'étape de la cuisson, la population de la souche GR-1 a légèrement chuté de 0,3 Log CFU/g tandis que celle de la Bb-12 a chuté de 1 Log. Après cette étape, la population de la souche GR-1 a augmenté de 0,5 Log alors que celle de la Bb-12 est demeurée constante.

Des mini-fabrications fromagères ont été effectuées avec la souche Bb-12 pour évaluer l'impact de différentes vitesses d'agitation au moment de l'étape de la cuisson. Les résultats ont démontré que la perte de viabilité pendant l'étape de la cuisson serait provoquée par l'agitation et non pas par la montée de température. En effet, la perte de viabilité était plus élevée lorsque l'agitation était rapide.

Pendant l'affinage à 8°C, la population de la souche GR-1 a augmenté de 0,5 Log. Par contre en présence de Bb-12, la population de la souche GR-1 n'a augmenté que de 0,3 Log. Ce phénomène n'a pas été observé à 4°C. Quelque soit la température, la population de la souche Bb-12 n'a augmenté que de 0,1 Log lorsqu'elle était seule mais de 0,3 Log en présence de la souche GR-1. En général durant l'affinage, la chute de la population de la souche W62 était moins prononcée en présence de la Bb-12 qu'en présence de la GR-1. Par contre, la diminution de la W62 était plus importante lorsque Bb-12 et GR-1 étaient utilisés en co-culture. Ce phénomène était plus prononcé à 8°C.

Cette étude a démontré pour la première fois que certains paramètres de fabrication fromagère peuvent influencer la viabilité des probiotiques et que l'utilisation des probiotiques en co-culture peut être avantageuse.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitière (ECI2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds québécois de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Étude du mécanisme d'interaction induit par la chaleur des protéines du lactosérum et des composants du babeurre

Maxime Saffon^{1*}, Rafael Jiménez-Flores², Michel Britten³, Yves Pouliot¹

¹ Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

² Dairy Products Technology Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo (California), USA

³ Centre de recherche et développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : Nos travaux antérieurs ont montré qu'il était possible de former des agrégats variés par le chauffage du lactosérum en présence de babeurre. L'hypothèse que les caséines et les protéines de la membrane de globule de matière grasse pourraient agir à titre de noyau de nucléation lors de l'agréation des protéines du lactosérum a été émise. Des poudres de babeurre ont été obtenues par ultrafiltration (UF) et diafiltration (DF) de babeurre et de babeurre de lactosérum. Une portion de ces poudres a été traitée par fluide supercritique afin d'extraire les lipides non polaires. Les poudres de babeurre ont été réhydratées dans du lactosérum concentré par UF/DF et chauffées à 90°C pendant 5 min à pH 4,6. Les mélanges ont été chauffés en présence et absence de *N*-éthylmaleimide (NEM ; 5mM), un agent bloqueur de groupements thiols. La libération des groupements thiols libres a été déterminée par le réactif d'Ellman et le profil protéique par gels d'électrophorèse (SDS-PAGE). Des images en trois dimensions (3D) ont été prises par un microscope confocal à balayage laser au grossissement x100. Toutes les expériences ont été répétées trois fois et la concentration des thiols libres a été comparée à celle du témoin (lactosérum) par des tests de *T*. L'addition de babeurre a diminué significativement la libération des groupements thiols au cours du chauffage. Les gels d'électrophorèse en conditions non dénaturantes ont montré une diminution des protéines natives du lactosérum et du babeurre au cours du chauffage et de larges agrégats étaient présents même en présence de NEM. Ces agrégats ont été retrouvés également dans les gels d'électrophorèses en conditions dénaturantes. Les images 3D ont confirmé la présence d'interactions entre les protéines et la membrane des globules de gras et ce même en présence de NEM. Globalement, nos résultats suggèrent que les composés de la membrane de globule de matière grasse (protéines ou phospholipides) pourraient agir comme initiateurs durant la formation des agrégats protéiques.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Complexes de protéines sériques et de babeurre en fromagerie



Marie-Pierre Gauvin^{1,2*}, Michel Britten² et Yves Pouliot¹

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : L'enrichissement du lait de fromagerie en concentrés de protéines sériques (WPC) dénaturées est une pratique courante pour la fabrication de fromages de masse. Bien que moins répandue, l'utilisation de concentrés de babeurre est également possible. Dans les deux cas, des problèmes d'humidité excessive et de défauts de texture des fromages sont constatés lorsque les taux d'enrichissement sont élevés. Les complexes issus de la co-dénaturation des concentrés de protéines sériques et de babeurre ont été suggérés afin de réduire ces effets indésirables en plus de fournir une nouvelle voie de valorisation du babeurre et du lactosérum en fromagerie.

Des concentrés de lactosérum et de babeurre ainsi que du lait écrémé en poudre (contrôle) ont été reconstitués à 3,15% de protéines (p/p). Ces ingrédients et un mélange des concentrés de babeurre et de lactosérum (50:50) ont été ou non traités thermiquement pendant 30 minutes à 80°C à un pH de 4.6 puis homogénéisés après rajustement du pH à 6.50. Ces ingrédients d'enrichissement ont été utilisés dans la formulation de mélanges laitiers standardisés à une concentration protéique totale de 5,1 % (p/p), dont 17,7 % de ces protéines provenaient de l'ingrédient d'enrichissement. Les mélanges ont été emprésurés et les gels soumis à des tests de résistance à la déformation et de capacité de synérèse.

Des différences importantes ont été observées pour la résistance à la déformation des gels; par rapport au contrôle, les gels enrichis de protéines de lactosérum dénaturés étaient moins fermes (-31 %) et moins cassants (-10 %), tandis que la présence de babeurre avait peu d'effet. La fermeté des gels enrichis de complexes protéines sériques-babeurre était représentative des contributions des deux ingrédients, bien que le caractère cassant conféré par le babeurre était davantage conservé. La quantité de sérum libéré a diminué respectivement de 1 et 7 % en présence de babeurre et de concentré de protéine sérique dénaturé par rapport au contrôle. En comparaison, l'impact des complexes protéines sériques-babeurre respectait les contributions additives des deux ingrédients avec une diminution de la quantité de sérum libérée légèrement inférieure à 4 %. Ces résultats donnent un premier aperçu de l'impact de l'utilisation de ces ingrédients d'enrichissement sur les gels présure et les prochains travaux viseront à identifier l'effet des ingrédients d'enrichissement sur la composition des fromages et les rendements en micro-fabrication fromagère.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2008-2014) – Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Valérie Conway^{1*}, Sylvie F. Gauthier¹ et Yves Pouliot¹

¹ Centre de recherche en Sciences et technologie du lait (STELA), Institut de recherche sur les nutraceutiques et aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

Résumé : Plusieurs activités physiologiques ont été associées aux protéines sériques et plus particulièrement, aux peptides issus de leur hydrolyse. Par contre, jusqu'à présent, le potentiel antioxydant des protéines de la membrane du globule de gras laitier n'a fait l'objet que de très peu de recherches. Ainsi, l'étude du potentiel antioxydant des protéines mineures du babeurre offre de toutes nouvelles opportunités pour la valorisation de ce sous-produit comme ingrédient santé. Le but de nos travaux était de mettre en évidence le potentiel antioxydant du babeurre après une digestion séquentielle par la pepsine (2 h) et la trypsine (5 h), comparativement à des digestats de lactosérum et de lait écrémé; deux sources bien connues de peptides bioactifs. De plus, l'impact de la dénaturation thermique (95°C, 30 min à pH 4.6) sur les propriétés antioxydantes des digestats a été évalué dans le cadre de ce projet. Pour cette étude, des concentrés d'ultrafiltration (UF) de lactosérum de fromagerie et de babeurre frais ont été produits à l'échelle pilote. Le potentiel antioxydant des échantillons, avant et après digestion, a été évalué grâce à la méthode ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Le digestat de babeurre UF (t=5h) s'est avéré posséder un potentiel antioxydant (1319.6 μmol TE/g de protéine ± 46.7) significativement plus élevé que celui de lactosérum UF (782.5 μmol TE/g de protéine ± 34.8) et du lait écrémé (811.7 μmol TE/g de protéine ± 8.0). Quoique la dénaturation thermique du digestat de babeurre ait affecté de façon négative sa capacité antioxydante, les valeurs ORAC obtenues étaient tout de même significativement plus élevées que pour tous les autres échantillons à l'étude. La caractérisation des peptides du digestat de babeurre UF par spectrométrie de masse (LC-MS) a permis d'identifier divers peptides potentiellement responsables de l'effet antioxydant. Ces derniers ont été majoritairement associés à la butyrophiline. Ces observations suggèrent que les hydrolysats de babeurre pourraient représenter une source potentiellement intéressante de peptides antioxydants.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2008-2014) – Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Ajout de calcium au salage du fromage cheddar : effet sur sa structure et sa digestion *in vitro*



Erik Ayala-Bribiesca^{1,2*}, Sylvie L. Turgeon¹, Michel Britten²

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

Résumé : Le fromage cheddar est reconnu comme une excellente source de calcium. Outre son intérêt nutritionnel, le calcium a un effet structurant du gel de paracaséine et influence la bioaccessibilité des acides gras dans l'intestin. L'effet du calcium sur la digestion *in vitro* de fromages cheddar a été étudié afin de mieux comprendre l'impact de la matrice fromagère sur la bioaccessibilité des nutriments lipidiques.

Des fromages cheddar ont été produits à partir de lait pasteurisé. Les fromages ont été enrichis en calcium par l'ajout de CaCl_2 lors du salage à des taux de 0, 4 et 12 g de Ca par kg de caillé en grains. Les fromages ont été caractérisés par analyse physicochimique, par analyse de texture, par microscopie confocale au laser et par microscopie électronique. Les fromages ont été soumis à une digestion *in vitro* pendant laquelle les taux de dégradation physique et de lipolyse ont été suivis.

L'enrichissement en calcium des fromages a eu comme impact une diminution de leur teneur en eau, suite à une déshydratation osmotique excessive lors du salage. En conséquence, la dureté était plus élevée pour les fromages ayant été enrichis avec une plus forte concentration de calcium. Les images obtenues par microscopie montraient une structure du réseau protéique plus compacte, possiblement associée à la perte d'humidité des fromages enrichis en calcium. Cette contraction du réseau protéique serait responsable de la coalescence des globules de gras dans la matrice. Pendant la digestion *in vitro*, la désintégration physique du fromage enrichi était moins rapide que celle du témoin. Le taux final de lipolyse n'était pas influencé par la teneur en calcium des fromages. Toutefois, l'enrichissement en calcium a provoqué une accélération de la lipolyse pendant la digestion.

Ces résultats mettent en évidence l'effet du calcium sur la matrice fromagère, sa digestion *in vitro* et son rôle modulateur de la bioaccessibilité. Des études sont en cours pour mieux comprendre l'interaction du calcium avec les lipides dans des conditions digestives et l'impact sur leur bioaccessibilité. À moyen terme, ce projet permettra le développement de matrices laitières pouvant modifier la réponse métabolique et le transport de molécules bioactives suite à leur ingestion.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Effets de l'ajout de stabilisants dans des produits laitiers fermentés sur la digestion des protéines, *in vitro* et *in vivo*

Laure Rinaldi^{1*}, Sylvie Turgeon¹ et Michel Britten^{1,2}

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Résumé : Les aliments sont des mélanges complexes de nutriments qui ont subi des traitements industriels variés pouvant influencer leur valeur nutritive réelle après consommation. Les protéines ont une valeur nutritionnelle importante. Ces nutriments ont un rôle essentiel dans le processus de fabrication des produits laitiers fermentés (yogourts). Le but de ce projet est de contrôler la bioaccessibilité et la biodisponibilité de nutriments azotés du yogourt par l'ajout de différents stabilisants (polysaccharides) et de mesurer certaines réponses métaboliques.

Des travaux antérieurs ont permis de valider un modèle de digestion gastro-intestinale *in vitro* pour analyser la digestion des protéines lactiques dans des matrices lactiques liquides et semi-liquides. Dans ce projet, les protéines des chymes ont été séparées suivant leur poids moléculaire par migration électrophorétique, les masses des peptides ont été identifiées par spectrométrie de masse et les acides aminés libres ont été quantifiés par chromatographie gazeuse.

Les yogourts standardisés étudiés (sans polysaccharides, 0.75 % d'amidon, 0.4% de β -glucan, 0.2 % de pectine) ont montré des viscosités significativement différentes dans des conditions de cisaillement contrôlées associées aux conditions gastro-intestinales. Aux fortes vitesses de cisaillement deux groupes ont été observés : les yogourts avec pectine ou β -glucan ont présenté une viscosité deux fois plus importante que celles des yogourts contrôle ou avec amidon. De même, les proportions de peptides et protéines solubles de la matrice après l'étape gastrique étaient plus élevées pour les yogourts avec pectine ou β -glucan. Les caséines étaient les protéines les plus fortement hydrolysées. Les quantités d'acides aminés libérés à l'étape gastrique ont été similaires pour les yogourts contrôle ou avec amidon, et étaient significativement plus faibles que celle du yogourt avec β -glucan alors que la pectine avait un comportement intermédiaire. En fin de digestion duodénale, entre 60 et 80 % des peptides et protéines des yogourts étaient solubles et plus de 75 % des peptides avaient une masse molaire inférieure à 1000 Da. De plus, les acides aminés libres totaux ont été libérés en concentrations similaires pour les quatre yogourts. Une étude animale (rats) faite avec les mêmes yogourts a permis de mettre en évidence l'effet du β -glucan sur la diminution du glucose sanguin, et la tendance à une augmentation plus importante de la concentration plasmatique en acides aminés branchés.

Ces travaux permettront de comprendre l'impact de la composition sur l'intégrité de la matrice durant sa digestion, sur la cinétique de libération des nutriments azotés dans l'appareil gastro-intestinal et sur des réponses métaboliques associées. Ce projet enrichira les connaissances du rôle de l'organisation de la matrice lactique sur ses propriétés nutritionnelles. Il aidera l'industrie à choisir les procédés et formulations qui valoriseront les effets santé et stimuleront la croissance de la consommation des produits laitiers fermentés.

Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation lactiques (ECI2008-2014) - Agriculture Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes

Résumé d'affiche

Nos amis les phages !



Lynn El Haddad^{1*}, Steve Labrie², Daniel St-Gelais³, Claude Champagne³ et Sylvain Moineau¹

1 Groupe de recherche en écologie buccale, Faculté de médecine dentaire, département de biochimie, microbiologie et de bio-informatique, Faculté des sciences et génie, Université Laval

2 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

3 Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Résumé : Environ la moitié des souches de *Staphylococcus aureus* peuvent produire des toxines pouvant mener à des symptômes de nausées, de diarrhées et de vomissements chez une personne ayant ingérée un aliment fortement contaminé. Une des solutions envisagées pour éliminer *S. aureus* serait l'utilisation d'un mélange de phages virulents à large spectre. Les phages virulents offrent un excellent potentiel comme agents de biocontrôle puisqu'ils sont considérés non nocifs pour la santé et qu'ils infectent spécifiquement une espèce bactérienne donnée. En mai 2009, l'European Food Safety Authority a émis l'opinion que les phages peuvent être efficaces pour éliminer des bactéries pathogènes dans les aliments.

Tout au long de ce projet, divers échantillons de lait cru serviront pour l'isolement de nouveaux phages de *S. aureus*. Le but de cet objectif est de diversifier notre collection actuelle de 9 phages de *S. aureus*. Ceux-ci seront testés contre une quarantaine de souches de *S. aureus* isolées de la mammité dans diverses provinces canadiennes ou isolées de fromages québécois. À ce jour, nous avons isolé deux nouveaux phages des échantillons de lait cru. Le premier, nommé LH1 est un membre de la famille des *Siphoviridae*. Il possède un spectre lytique relativement large puisqu'il infecte 20 des 41 bactéries testées. Son génome d'ADN a une taille de 46 050 paires de bases et contient au moins 58 gènes. Malheureusement, l'analyse du génome a révélé la présence de gènes codant pour la toxine Panton-Valentine Leucocidine (PVL). Pendant l'analyse du phage LH1, nous avons isolé naturellement et par hasard, un phage mutant de LH1, appelé LH1-MUT. Il possède un spectre lytique plus large (26 des 41 souches testées) que le phage LH1. L'analyse préliminaire de son génome montre, entre autres, une délétion des gènes codant pour la toxine PVL. Ainsi, ce phage mutant pourrait être utilisé dans une application alimentaire. Le second phage isolé du lait cru se nomme LH3 et appartient aussi à la famille des *Siphoviridae*. Toutefois, il a un spectre lytique restreint puisqu'il infecte seulement 6 des 41 souches.

À l'aide des 12 phages disponibles, divers trios de phages ont été testés contre une souche de *S. aureus* isolée d'un fromage de lait cru. Chaque phage a été ajouté à une multiplicité d'infection de 5 dans le lait pasteurisé. L'efficacité anti-staph a été mesurée après 24 heures d'incubation à 37°C. Les résultats préliminaires suggèrent l'efficacité de trois cocktails (#1: phi812/K/Pyo, #3: 812/K/LHI-MUT, #4: Pyo/P68/LHI-MUT). D'autres mélanges seront testés sous peu dans différentes conditions, incluant les paramètres de fabrication fromagère. L'élaboration d'un cocktail de phages efficace contre la majorité des souches de *S. aureus* présentes dans le milieu laitier permettra de diminuer le risque d'apparition de souches bactériennes résistantes aux phages. Nous croyons que l'utilisation des phages pourrait réduire la contamination causée par *S. aureus* et ainsi pourrait avoir un impact positif sur la sécurité des produits.










Partenaires financiers : Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada; Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

Notes



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca



TITRE DU PROJET	CHERCHEUR RESPONSABLE	NUMÉRO DE FICHE
 Impact de suppléments d'acide folique et de vitamine B ₁₂ en période prépartum et début de lactation sur la productivité des troupeaux québécois	Jean-Paul Laforest, U. Laval Christiane Girard, AAC-CRDBLP	P2012-14
 Développement de nouveaux complexes protéiques fonctionnels par chauffage des protéines du lactosérum en présence de babeurre	Michel Britten, AAC-CRDA Yves Pouliot, U. Laval	T2012-15
 Compréhension de la relation entre la microstructure du lait et des produits laitiers et leurs propriétés nutritionnelles	Michel Britten, AAC-CRDA Sylvie Turgeon, U. Laval	T2012-16
 Identification de troupeaux laitiers infectés par <i>Mycobacterium avium ssp. paratuberculosis</i> : Diagnostic par la culture standardisée de l'environnement avec corrélation du profil sanguin à l'aide de marqueurs inflammatoires	Gilles Fecteau, U. de Montréal Nathalie Bissonnette, AAC-CRDBLP	P2012-17
 Utilisation des bactériophages pour le contrôle de <i>Staphylococcus aureus</i> dans les produits laitiers	Daniel St-Gelais, AAC-CRDA Sylvain Moineau, U. Laval	T2012-18
 Amélioration du confort des vaches en stabulation entravée pour augmenter leur longévité en fermes laitières québécoises	Doris Pellerin, U. Laval Anne-Marie de Passillé, AAC	P2012-19
 Influence de la combinaison de produits laitiers et de breuvages riches en polyphénols sur la biodisponibilité et les réponses physiologiques des composés phénoliques et du calcium après digestion gastro-intestinale	Laurent Bazinet, U. Laval Michel Britten, AAC-CRDA	T2012-20
 Rentabilité, longévité et taux de réforme chez les vaches laitières	Roger Cue, U. McGill Asheber Sewalem, AAC	P2012-21
 Vitamines B, éléments clés de l'efficacité métabolique : effets de la régie nutritionnelle sur les apports	Rachel Gervais, U. Laval Christiane Girard, AAC-CRDBLP	P2012-22

● RÉSUMÉ DU PROJET

La période péripartum est critique pour la vache laitière, l'augmentation de la consommation alimentaire ne parvenant pas à combler l'augmentation rapide des besoins pour la lactation. La vache doit fabriquer le glucose dont elle a besoin, principalement à partir du propionate produit par les fermentations ruminales. La vitamine B₁₂ est essentielle à l'utilisation du propionate par la vache pour cette synthèse du glucose. Un supplément combiné d'acide folique et vitamine B₁₂ augmente la production de lait et de ses composants sans que la consommation alimentaire ne soit modifiée. Ce supplément augmente aussi la quantité de glucose fabriquée par la vache. Un supplément de vitamine B₁₂ seul ne semble pas aussi efficace qu'une combinaison d'acide folique et vitamine B₁₂. Les effets bénéfiques de l'acide folique sur la survie embryonnaire et le taux de conception sont connus chez d'autres espèces et ils peuvent être bloqués par un manque de vitamine B₁₂. Chez la vache laitière, la combinaison d'un apport en acide folique et vitamine B₁₂ pourrait aussi avoir un impact sur la reprise de l'activité ovarienne après le vêlage, via le métabolisme énergétique. D'autre part, des études ont montré que, chez l'humain, le statut en vitamine B₁₂ est corrélé à la consommation de produits laitiers. Le projet a permis de montrer qu'il était possible d'augmenter de 74 % la concentration de vitamine B₁₂ dans le lait en conditions commerciales. L'hypothèse du présent projet est que des suppléments d'acide folique et de vitamine B₁₂ pendant la période prépartum et le début de la lactation améliorent l'efficacité du métabolisme énergétique, réduisant ainsi les conséquences néfastes d'un bilan énergétique négatif sur la production et la reproduction de la vache laitière, tout en améliorant la qualité nutritionnelle du lait. Les données préliminaires indiquent que le supplément de vitamines réduit la perte de poids des vaches en début de lactation et améliorerait le développement folliculaire.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de ce projet sont : 1) d'évaluer, en conditions commerciales, l'effet de suppléments d'acide folique et vitamine B₁₂ sur la concentration en vitamine B₁₂ du lait; 2) de déterminer la rentabilité économique de ce supplément vitaminique pour les troupeaux laitiers du Québec; 3) d'évaluer les effets de suppléments d'acide folique et de vitamine B₁₂, seuls ou combinés, sur l'efficacité du métabolisme du glucose et de déterminer l'effet d'un supplément combiné d'acide folique et vitamine B₁₂ sur; 4) la reprise de l'activité ovarienne postpartum et; 5) la qualité des follicules dominants entre 40 et 100 jours postpartum. Les objectifs 1 et 2 visent à valoriser les données recueillies dans le cadre d'un projet réalisé en fermes commerciales sur près de 1000 vaches. Les vaches ont reçu des injections intramusculaires hebdomadaires : 1) de sérum physiologique (témoin) ou; 2) de vitamine B₁₂ et d'acide folique; de 3 semaines avant la date du vêlage jusqu'à 8 semaines de lactation. Les données récoltées sont : la production de lait et des composants (mensuelle), la cote de chair (hebdomadaire), l'incidence des maladies métaboliques, le jour en lait à la première saillie et le taux de conception. Pour atteindre l'objectif 3, selon un dispositif en blocs complets, 24 vaches multipares ont été

assignées selon leur production laitière lors de la lactation précédente à 4 traitements : 1) Témoin ou; des suppléments 2) d'acide folique seul; 3) de vitamine B₁₂ seule ou; 4) des deux vitamines. Les suppléments de vitamines ont été administrés hebdomadairement par voie intramusculaire de 3 semaines avant la date prévue du vêlage jusqu'à 9 semaines de lactation. En plus des variables zootechniques usuelles, à la semaine 8 de lactation, le flux corporel de glucose a été mesuré à l'aide d'infusions dans une veine jugulaire de glucose enrichi de deutérium. Pour chacun des objectifs 4 et 5, 24 vaches multipares ont été assignées, tel que décrit à l'objectif 3, aux traitements : 1) Témoin ou; 2) supplément combiné de vitamines. Des échantillons de lait et de sang ont été prélevés pour caractériser la reprise de l'activité ovarienne et l'activité hormonale. L'objectif 4 porte sur la détermination du moment de la reprise de l'activité ovarienne, le type d'activité ovarienne, la dynamique de développement folliculaire et les profils hormonaux en lien avec le métabolisme de la reproduction. L'objectif 5 porte sur l'évaluation du développement folliculaire et la qualité des follicules ovariens, principalement par une approche génomique.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Le projet en fermes commerciales est complété. Un supplément combiné d'acide folique et vitamine B₁₂ a augmenté de 73 % la concentration en vitamine B₁₂ dans le lait. Un verre de lait de 250 ml produit par des vaches traitées permet de couvrir 56 % des besoins journaliers en vitamine B₁₂ (2,4 µg) pour les adultes et les enfants de plus de 13 ans. Les informations nécessaires à l'analyse économique ont été recueillies et les résultats de reproduction seront disponibles sous peu ce qui permettra de conclure l'ensemble des analyses pour l'atteinte de l'objectif 2. L'expérimentation se poursuit en vue d'atteindre l'objectif 3 et la phase animale devrait être complétée en mai. Le protocole expérimental pour l'objectif 4 est terminé et un mémoire de maîtrise est en cours de rédaction. Un supplément combiné d'acide folique et vitamine B₁₂ a augmenté de plus de 25 % la taille des follicules préovulatoires et stimulé l'expression de gènes spécifiques liés à la différenciation folliculaire induite par la LH. La phase animale pour atteindre l'objectif 5 est presque terminée et les analyses seront complétées au début de l'été 2012.

Résultats applicables :

L'étude économique (objectif 2) permettra d'évaluer s'il est avantageux pour les producteurs d'utiliser ce supplément vitaminique

dans le contexte québécois. Pour chaque entreprise visitée lors de l'étude en ferme, un budget partiel sera réalisé pour calculer l'impact de ces suppléments de vitamines sur le bénéfice de ces fermes afin de déterminer un seuil de rentabilité en fonction du coût des suppléments de vitamines et de la mise en marché d'un lait enrichi. Les résultats de l'effet du traitement sur la croissance folliculaire pourraient être indicateurs d'une production d'ovocytes de meilleure qualité permettant d'obtenir des embryons de meilleure qualité. Il serait peut-être possible de réduire l'intervalle entre les vêlages et aussi d'améliorer le transfert embryonnaire. Ces hypothèses restent à confirmer. Vu l'approche intégrée proposée dans ce projet, le producteur aura une vision de l'impact global de cette nouvelle pratique. Lors de la mise en marché de vitamines protégées de la dégradation dans le rumen, ces données économiques lui permettront d'évaluer la rentabilité de ces produits sous ses conditions de régie. La mise en marché d'un lait enrichi en vitamine B₁₂ ajoutera à la notion d'aliment santé du lait. De plus, ce projet a permis la formation de personnel hautement qualifié ayant une bonne connaissance du lien nutrition et reproduction chez la vache laitière; connaissance essentielle au développement du secteur laitier québécois.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Le transfert des résultats de ce projet se fera prioritairement par les canaux usuels : publication d'articles scientifiques et techniques et présentation des résultats à des congrès ou à des réunions de vulgarisation (ex : Symposium bovins laitiers). De plus, grâce à la

réalisation du projet en fermes commerciales et à la collaboration de Valacta, ces résultats seront directement et rapidement transférables aux producteurs laitiers et à l'industrie de l'alimentation animale.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Jean-Paul Laforest

Département des sciences animales
Université Laval
Pavillon Paul-Comtois
2425, rue de l'Agriculture
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131, poste 8349
Télécopieur : 418-656-3766
Courriel : Jean-Paul.Laforest@fsaa.ulval.ca

Christiane L. Girard

Centre de recherche et de développement
sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)
Agriculture et Agroalimentaire Canada
C.P. 90, Succ. Lennoxville
Sherbrooke (Québec) J1M 1Z3
Téléphone : 819-565-9174, poste 233
Télécopieur : 819-564-5507
Courriel : Christiane.Girard@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Doris Pellerin, François Richard, Université Laval

Hélène Lapierre, AAC-CRDBLP

Daniel Lefebvre, Jean Durocher, Valacta, le Centre d'expertise en production laitière du Québec.



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Ce projet s'inscrit dans une suite de travaux visant à valoriser les solides du babeurre. Il est connu que l'incorporation de babeurre aux caillés de type présure diminue leur fermeté et ralentit leur vitesse de formation. Nos travaux antérieurs ont montré que ces effets sont modulés par les traitements thermiques appliqués en cours de production du babeurre. Nous avons posé l'hypothèse que la co-dénaturation thermique du babeurre et des protéines du lactosérum conduirait à la formation de complexes dont il serait possible de contrôler l'humidité. Ces derniers pourraient non seulement améliorer les propriétés sensorielles des produits laitiers, mais aussi, de par leur contenu en molécules bioactives, pourraient améliorer leur potentiel comme aliment-santé.

Le but de ce projet est de développer de nouveaux complexes protéiques fonctionnels en optimisant les interactions entre les protéines du lactosérum et les constituants du babeurre. Les objectifs du projet sont : 1- Caractériser les interactions induites par le chauffage entre les protéines du lactosérum et les constituants du babeurre; 2- Évaluer les performances des complexes protéiques en fromagerie et dans un modèle de gel acide de type yogourt; 3- Évaluer le potentiel-santé des complexes protéiques suivant leur digestion gastro-intestinale.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Dans une première phase, les conditions optimales de formation des agrégats ont été identifiées. Des lots de lactosérum et de babeurre frais ont été concentrés jusqu'à une teneur finale en protéines de 9.5%. La co-dénaturation a été réalisée à des ratios lactosérum: babeurre de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 et 0:100. Les mélanges ont été ajustés à pH 4.6, puis chauffés à 90°C pendant 20 min. Après refroidissement, les mélanges ont été homogénéisés selon 4 passes à 9500 psi. Le taux d'agrégation, l'hydratation, la taille particulaire et les propriétés rhéologiques ont été mesurés pour caractériser les complexes formés. L'effet de l'ajout de N-ethylmaleimide (blocage des groupements thiol libre) et de l'application d'ultrasons (30% de 20 KHz) pendant le chauffage sur les caractéristiques d'agrégation a aussi été mesuré.

Par la suite, les propriétés technologiques des complexes produits dans des conditions optimales de co-dénaturation ont été évalués dans un gel acide de type yogourt, et dans un modèle de callé-présure

En parallèle à ces travaux, une portion des complexes formés a été conservée afin de comparer le potentiel bioactif des complexes suite à leur digestion gastro-intestinale (pepsine-trypsine). Des activités biologiques comme la capacité antioxydante et le potentiel de solubilisation du cholestérol micellaire ont été déterminés *in vitro*.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

La co-dénaturation thermique des protéines du lactosérum et du babeurre a permis d'atteindre des taux d'agrégation des complexes en fonction du taux de babeurre de l'ordre de 85%. Il a été observé que le diamètre des agrégats était compris entre 1 et 10 µm, permettant ainsi d'envisager la réincorporation de ces complexes dans une matrice fromagère. L'application d'un traitement ultrasons pendant la dénaturation thermique a permis d'augmenter les taux d'agrégation mais cette approche a été abandonnée en raison de la difficulté d'application des ultrasons en contexte industriel.

Par ailleurs, la substitution de la poudre de lait écrémé par les complexes protéiques babeurre-lactosérum dans une formulation de yogourt a entraîné une perte de fermeté et de rétention d'eau. Les caractéristiques des complexes protéiques babeurre-lactosérum sont mal adaptées aux exigences fonctionnelles des yogourts fermes ou brassés. Ces complexes pourraient cependant s'avérer plus performants dans des formulations de plus faible viscosité (ex. yogourts à boire, boissons lactées).

En fromagerie, les essais en cours montrent que, comparativement aux protéines sériques dénaturées, les complexes protéiques babeurre-lactosérum entraînent la formation d'un gel présure plus ferme et permettent une meilleure synérèse du caillé. Les prochains travaux permettront d'établir l'influence des complexes sur la composition, les rendements et les propriétés physiques des fromages.

Les données *in vitro* sur des complexes formés indiquent que babeurre possède des propriétés hypocholestérolémiantes antioxydantes après hydrolyse (digestion). Cependant, la combinaison babeurre-lactosérum n'est pas synergique. L'activité antioxydante des produits de digestion du babeurre a été associée à des peptides issus de protéines mineures de la MFGM (butyrophylline, xanthine oxydase, adipophylline, etc.). Les traitements thermiques (ex. pasteurisation de la crème) n'ont pas d'effet sur l'activité antioxydante des produits de digestion du babeurre.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Ce projet a permis de développer de nouveaux leviers technologiques pour la valorisation des sous-produits de l'industrie laitière en vue d'une utilisation optimale dans les produits laitiers et les produits alimentaires transformés. Il favorisera ainsi une diversification de leurs applications. Pour la fromagerie, si résultats préliminaires sont confirmés, le projet permettra une réduction des coûts de formulation des laits fromagers et une amélioration de la qualité des fromages. Enfin, certaines propriétés santé du babeurre pourraient éventuellement être mises à profit dans de nouveaux ingrédients ou dans le développement de nouveaux concepts d'aliments santé à base de babeurre.

Ce projet permet d'envisager de nouvelles approches technologiques pour l'utilisation du babeurre en fromagerie et ainsi, d'en augmenter sa valeur commerciale. Les nouvelles perspectives permettront donc des retombées monétaires autant pour les producteurs que les transformateurs laitiers.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Les membres de ce projet utilisent les divers véhicules de transfert disponibles pour atteindre les entreprises pouvant exploiter les résultats de cette recherche. Les résultats seront présentés à des congrès (American Dairy Science Annual Meeting, Phoenix, USA, juillet 2012,

Colloque STELA 2013) et publiés dans des revues scientifiques. Les outils de transfert de Novalait inc., du Centre STELA (INAF) et du CRDA seront également exploités.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 217 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Yves Pouliot

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
Pavillon Paul-Comtois, Local 2322-C
Québec (Québec) G1K 7P4
Téléphone : 418-656-2131, poste 5988
Télécopieur : 418-656-3353
Courriel : Yves.Pouliot@inaf.ulaval.ca

Michel Britten

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
Agriculture et Agroalimentaire Canada
3600, boul. Casavant Ouest
St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3235
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Sylvie Gauthier, Université Laval

Maxime Saffon, Valérie Conway, Marie-Pierre Gauvin,
Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Les aliments sont la source des nutriments essentiels à la santé chez l'humain. Actuellement, des aliments-santé ou aliments fonctionnels sont développés par l'ajout de molécules bioactives à des aliments traditionnels, alors que très peu de travaux s'intéressent à l'importance de l'organisation moléculaire et structurale des nutriments dans les aliments sur leurs propriétés santé. Ce projet vise donc à établir le lien entre les caractéristiques physiques des matrices laitières et la bioaccessibilité/biodisponibilité des nutriments protéiques et lipidiques. L'étude des désintégrations physique et enzymatique de matrices acides gélifiées (yogourt) et de fromages a été réalisée premièrement sur des échantillons commerciaux et ensuite sur des yogourts et fromages expérimentaux à composition contrôlée. Les stabilisants utilisés dans la formulation des yogourts ont influencé la digestion gastrique des protéines selon la viscosité de la matrice initiale en modulant la proportion de peptides et protéines solubilisés de la matrice ainsi que la libération des acides aminés. La teneur en calcium des fromages a quant à elle influencé la vitesse de dégradation physique des fromages dans l'environnement gastro-intestinal et la cinétique de libération des acides gras. Ce projet offre de grandes possibilités d'amélioration de la qualité des produits laitiers fermentés et des fromages pour optimiser leurs propriétés nutritionnelles ainsi que le développement de nouveaux produits.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif général de ce projet est de comprendre le lien entre les caractéristiques physiques des matrices laitières et la bioaccessibilité/biodisponibilité des nutriments protéiques et lipidiques. L'approche expérimentale utilisée comporte les objectifs spécifiques suivants :

1. Étude des propriétés des matrices laitières dans l'environnement gastro-intestinal à l'aide d'un système modèle.
2. Étude de l'effet des facteurs de composition et de procédé sur la bioaccessibilité et la biodisponibilité des nutriments liposolubles sur les gels présure (fromage) et des nutriments azotés (peptides et acides aminés) des gels acides (yogourts) de viscosités variées.

La biodisponibilité des nutriments (acides aminés et acides gras) des différentes matrices sera étudiée de façon aiguë sur un modèle animal. Les tests seront effectués sur des rats gavés avec les matrices et des prélèvements sanguins à plusieurs temps avant et après le gavage permettront de déterminer la biodisponibilité des nutriments et ainsi que de mesurer l'effet biologique des différentes matrices sur la réponse glycémique, insulinémique, des acides gras libres, des triglycérides et des incrétines dans le plasma des animaux.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Des simulateurs de digestion gastro-intestinale ont été développés pour l'étude des matrices solides (fromages), semi-solides et liquides (laits, yogourts). Ces systèmes opèrent en mode statique et permettent la prise d'échantillons pendant les phases buccale, gastrique et duodénale. Des techniques d'analyse des digestats ont été mises au point afin d'étudier la dégradation des matrices laitières et la cinétique de libération des nutriments (acides aminés, peptides et acides gras). Aussi, des méthodes de caractérisation des matrices (microstructure, rhéologie) ont été sélectionnées afin d'établir le lien entre les propriétés physiques des produits laitiers et leur comportement dans l'environnement gastro-intestinal.

Les travaux sur l'effet de la composition des matrices solides (gels présure/fromages) et liquides (laits commerciaux/gels acide/yogourts) ont débuté. Les résultats obtenus sur les fromages commerciaux démontrent clairement un lien entre les caractéristiques physiques des fromages et leur comportement dans l'environ-

nement gastro-intestinal. L'influence des traitements thermiques du lait montre une différence dans les vitesses d'hydrolyse des protéines. Les stabilisants utilisés dans la formulation des yogourts influencent également la digestion des protéines selon la viscosité de la matrice initiale en modulant la proportion de peptides et protéines solubles et la libération des acides aminés en phase gastrique. En fin de digestion duodénale, entre 60 et 80% des peptides et protéines des yogourts étaient solubles et plus de 75% des peptides avaient une masse molaire inférieure à 1000 Da. L'étude de fromages commerciaux a permis d'identifier les paramètres rhéologiques pouvant expliquer le comportement des matrices fromagères pendant la digestion. L'enrichissement en calcium du fromage cheddar a retardé la dégradation de la matrice pendant la digestion, mais en même temps a stimulé l'activité des lipases. La précipitation des sels calciques d'acides gras dans la phase duodénale de la digestion pourrait favoriser l'activité lipolytique, mais en même temps influencer la biodisponibilité des acides gras.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Retombées :

Ces résultats fournissent une base d'interprétation novatrice des études cliniques déjà réalisées pour améliorer la compréhension des effets santé des aliments transformés. Ils soulignent le rôle important que peut avoir la microstructure des produits laitiers (telle que dirigée par la composition et les procédés de transformation) sur leurs propriétés nutritionnelles. L'approche développée représente un outil de caractérisation des qualités nutritionnelles différentes des matrices du lait et de produits laitiers (yogourt et fromage) comme sources de nutriments permettant 1) une première

évaluation comparative préliminaire aux études *in vivo* plus coûteuses; 2) un choix judicieux des procédés et formulations basé sur les aspects nutritionnels; 3) de comprendre les effets de la composition et des procédés de fabrication des produits laitiers sur les caractéristiques du bol alimentaire et la cinétique de libération des nutriments. Des produits laitiers spécifiques adaptés aux exigences nutritionnelles de différents marchés cibles (gestion du poids vs satiété; prévention du diabète vs libération contrôlée du glucose) pourront être développés.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Le transfert des résultats a débuté par la présentation de conférences et d'affiches à des événements scientifiques (Colloque STELA, Congrès FIL) mais aussi par des présentations chez des utilisateurs potentiels de la recherche. Plusieurs publications scientifiques seront soumises dans l'année.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Sylvie Turgeon

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)
Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
2425, rue de l'agriculture
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131, poste 4970
Télécopieur : 418-656-3353
Courriel : sylvie.turgeon@fsaa.ulaval.ca

Michel Britten

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
Agriculture et Agroalimentaire Canada
3600, boul. Casavant Ouest
St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3235
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Erik Ayala-Bribiesca, Sylvie Gauthier, André Marette, Laure Rinaldi et Émilie Turcotte, Université Laval
Sophie Lamothe, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Marie-Michelle Corbeil, Marie-France Morissette, Martine Lussier, Étudiantes COOP, Université de Sherbrooke
Méryam Abdelaziz, Charlène Collin, Charline Faure, stagiaires françaises



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

La paratuberculose est une maladie insidieuse très coûteuse et difficile à contrôler. Ce projet veut faciliter l'identification des troupeaux affectés par *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis* (MAP), l'agent responsable de la paratuberculose, en validant une méthode standardisée. Aussi, nous vérifierons l'impact génétique d'un gène ayant été associé à la maladie. Des cultures de plusieurs sites dans l'environnement seront réalisées afin de déterminer ceux qui sont le plus représentatifs de la situation d'un troupeau en stabulation entravée. Les prélèvements seront répétés 3 fois au cours de l'année pour évaluer l'effet des saisons. Les vaches adultes des troupeaux seront testées individuellement pour MAP (culture individuelle des fèces et ELISA sur le sérum ou le lait). À ce volet s'ajoute l'autre aspect, dit génétique, ayant pour objectif d'évaluer la réponse immunologique des animaux et le rôle de l'ostéopontine (OPN) dans cette maladie. Cette cytokine semble jouer un rôle critique dans le contrôle des infections. Ainsi, nous vérifierons l'incidence génétique de variant du gène de l'OPN au sein d'animaux infectés et sains en vue de déterminer si certains allèles de l'OPN contribuent ou, au contraire, sont associés à une faible incidence de cette maladie. Ainsi, tout en élaborant une méthode directe d'identification de MAP (Volet I) couplée à une méthode indirecte (marqueurs inflammatoires et prévalence génétique; Volet II), nous serons en mesure d'établir avec plus de certitude le diagnostic de la paratuberculose bovine.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet est de valider une méthode standardisée pour faciliter l'identification des troupeaux infectés par MAP et d'autre part de vérifier l'impact d'un gène associé à la maladie.

(1) Évaluer une technique standardisée de culture de prélèvement de l'environnement dans des entreprises laitières en stabulation entravée comme méthode de détection de MAP. (2) Comparer la technique standardisée de prélèvement de l'environnement avec une méthode ELISA (sérum / lait) et une technique de culture individuelle des fèces pour estimer la prévalence du troupeau. (3) Étudier l'impact de la saison et du site de prélèvement sur les résultats des cultures de l'environnement. (4) Définir le profil sanguin d'animaux sains et

d'animaux infectés afin d'identifier les cytokines et définir le type de réponse systémique. (5) Confirmer la présence d'une réponse systémique chez l'animal infecté en étudiant l'effet du sérum d'animaux naturellement infectés sur des cellules provenant d'animaux non infectés. (6) Caractériser l'effet de l'OPN et de MAP sur le profil immunologique de cellules sanguines provenant d'animaux sains ou infectés en réponse à une stimulation *in vitro* par le MAP. (7) Vérifier l'association de variants alléliques du gène de l'OPN avec la prévalence de la paratuberculose pour démontrer l'existence d'un lien génétique entre les haplotypes et la capacité des cellules immunitaires de la vache à démontrer une réaction immunitaire.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

La technique de culture de l'environnement sera démontrée comme une méthode efficace, répétable et économique pour identifier les troupeaux infectés par le MAP dans les élevages entravés de l'Est du Canada. Les résultats de la culture de l'environnement permettront d'estimer la prévalence au sein d'un troupeau. Le profil immunitaire et les marqueurs contribueront à l'identification des animaux infectés. Une association génétique entre la prédisposition à l'infection causée par la MAP et l'OPN serait possible. La caractérisation de la réponse cellulaire et le profil inflammatoire

d'animaux d'un troupeau infecté pourraient être un indicateur spécifique d'une infection mycobactérienne : le programme national sera plus efficace pour contrôler cette maladie. Une fois la prévalence diminuée (pertes économiques négligeables), cet outil pourrait s'avérer une façon intéressante de suivre l'évolution de la maladie.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Les méthodes de détection de la paratuberculose proposées dans ce projet contribueront à améliorer le programme de prévention et de contrôle de la paratuberculose. La mise au point d'une procédure robuste de détection permettra l'élimination des animaux infectés. Munis d'un test fiable, les médecins vétérinaires pourront bénéficier d'un outil supplémentaire dans la lutte contre cette maladie. L'effet économique est direct puisque que les vaches infectées, qui ont une production moindre mais ne présentant pas de signes cliniques, seront remplacées et ne contribueront plus à contaminer le troupeau. De plus, si la prévalence génétique laisse

supposer que certaines formes de l'OPN sont associées à la maladie, les allèles bénéfiques seront recommandés. Le producteur pourra être accompagné à travers les étapes à franchir pour diminuer l'impact de la maladie et suivre le statut de son troupeau. Les liens tissés entre le Québec et les provinces maritimes permettront de lutter plus efficacement contre la maladie par une meilleure connaissance des réalités respectives, par une meilleure complémentarité des expertises, par un transfert de connaissances et l'établissement de collaborations entre les différents groupes de recherche.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Les différentes provinces impliquées assureront une plus large diffusion des résultats. Les résultats de l'étude seront transmis aux producteurs et médecins vétérinaires lors d'une rencontre de groupe. Les résultats seront aussi transmis aux producteurs laitiers québécois. Des publications (1) de vulgarisation (Toile AgriRéseau, Toile des producteurs laitiers du Canada, fiches techniques de Novalait, Atlantic Holstein News et provincial dairy board newsletters) et (2) scientifiques (revues internationales) seront préparées. Des démarches pour présenter au sym-

posium sur les bovins laitiers du CRAAQ et/ou au Colloque en santé des troupeaux laitiers et/ou au colloque régionaux du MAPAQ seront entreprises. Les résultats pourront aussi être présentés dans des congrès vétérinaires locaux et internationaux (OMVQ, AMVPQ, American Association of Bovine Practitioners, congrès mondial de Buïatrie). Les résultats pourraient être incorporés dans la formation donnée aux étudiants en médecine vétérinaire ou en production laitière.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Gilles Fecteau

Faculté de médecine vétérinaire
Université de Montréal
3200, rue Sicotte
St-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2
Téléphone : 450-773-852, poste 18337
Courriel : gilles.fecteau@umontreal.ca

Nathalie Bissonnette

Centre de recherche et de développement
sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)
Agriculture Agroalimentaire Canada
2000 rue du college
Sherbrooke (Québec) J1M 0C8
Téléphone : 819-780-7253
Courriel : nathalie.bissonnette@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

**Sébastien Buczinski, Jean-Philippe Roy, Geneviève Côté
et Olivia Labrecque**, Université de Montréal
Shawn Mckenna, Université de l'Île-du-Prince-Edouard



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Staphylococcus aureus est le principal agent responsable du rejet de lots de fromages au lait cru tel que déterminé par le MAPAQ au cours des dernières années. Certains laits crus contiennent naturellement des phages spécifiques à *S. aureus*. Ainsi, nous proposons d'utiliser les phages pour contrôler *S. aureus* dans les produits laitiers. L'emploi des phages est approuvé depuis 2007 par la FDA et le USDA pour améliorer l'innocuité de tous produits alimentaires susceptibles à *Listeria*. En mai 2009, l'European Food Safety Authority a émis l'opinion que les phages peuvent être efficaces pour éliminer des bactéries pathogènes dans les aliments. De plus, aux faibles quantités requises, les phages ne changent pas les propriétés organoleptiques des produits alimentaires. À notre avis, nous générerons un ensemble d'informations originales qui amélioreront le contrôle de *S. aureus* de la ferme à l'usine.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Ce projet comprend sept objectifs généraux et est basé sur les trois hypothèses suivantes :

- 1) Les phages présents dans le lait sont plus adaptés à la réduction de *S. aureus* dans les fromages.
- 2) L'activité optimale des phages anti-staphylocoques a lieu au cours de la fabrication fromagère.
- 3) L'encapsulation des phages maximisera leur rétention dans le caillé.

Objectif 1 : Isolement de phages virulents de *S. aureus* à partir d'échantillons de lait cru

Le but ici est d'augmenter notre banque de 9 phages staphylococciques déjà disponibles dont cinq (Pyophage, Team 1, Team 2, phi812, K) font partie de la famille des *Myoviridae*, deux (P68, 44AHJD) de la famille des *Podoviridae* et deux (MSA, 3A) de la famille des *Siphoviridae*. Une combinaison d'une souche de *S. aureus* et d'une souche de *Staphylococcus xylosus* a été utilisée pour augmenter la probabilité d'isoler un phage avec un large spectre d'hôtes. Pour l'instant, deux nouveaux phages ont été isolés d'échantillons de lait cru. Le premier, nommé LH1, appartient à la famille des *Siphoviridae*. Il possède un spectre lytique relativement large puisqu'il infecte 20 des 41 bactéries testées. Son génome a une taille de 46 050 paires de bases et contient au moins 58 gènes. Malheureusement, l'analyse du génome a révélé la présence de gènes codant pour la toxine Panton-Valentine Leucocidine (PVL). Pendant l'analyse du phage LH1, nous avons isolé naturellement et par hasard, un phage mutant de LH1, appelé LH1-MUT. Il possède un spectre lytique plus large (26 des 41 souches testées) que le phage LH1. L'analyse préliminaire de son génome montre une délétion des gènes codant pour la toxine PVL. Ce phage mutant pourrait peut-être être utilisé dans une application alimentaire. Le second phage isolé du lait cru se nomme LH3 et appartient à la famille des *Siphoviridae*. Toutefois, il a un spectre lytique relativement restreint puisqu'il infecte seulement 6 des 41 souches testées.

Objectif 2 : Isolement de souches de *S. aureus* à partir de lait cru et de fromages

Quarante souches de *S. aureus* ont été obtenues via le réseau canadien de recherche sur la mammite bovine. Une souche isolée d'un fromage de lait cru a été fournie par le MAPAQ. Ces 41 souches ont été testées contre les 12 phages staphylococciques. Les phages Pyophage, Team 1, Team 2, phi812, K, P68, et 44AHJD possèdent un large spectre lytique et lysent la majorité des souches de *S. aureus*. La prochaine étape sera de vérifier le comportement des différentes bactéries et phages dans le lait.

Objectif 3 : Étude de la résistance aux phages chez *S. aureus*

Cet objectif n'a pas encore été commencé

Objectif 4 : Élaboration d'un cocktail de phages de *S. aureus*

Des tests de combinaisons de phages ont été réalisés contre la souche de *S. aureus* isolée d'un fromage de lait cru. Chaque phage est ajouté à une multiplicité d'infection de 5 dans le lait. L'efficacité anti-staph a été mesurée après 24 heures d'incubation de *S. aureus* avec les phages à 37 °C. Les résultats préliminaires montrent l'efficacité de trois cocktails (#1 : phi812/K/Pyo, #3 : 812/K/LHI-MUT, #4 : Pyo/P68/LHI-MUT). D'autres mélanges seront testés dans différentes conditions. Les cocktails de phages efficaces seront testés en fabrication fromagère.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE - suite...

Objectif 5 : Fabrications fromagères contenant phages et *S. xylosus* (un simulant de *S. aureus*)

Une méthode de quantification des phages de *S. aureus* dans du lait cru a été développée : une gélose solide (1,2 %) de Baird Parker et une gélose molle (0,6 %) de TSB. L'infectivité de cinq phages (K, Team 1, Team 2, Pyophage, phi812) dans le TSB, le lait cru et le lait pasteurisé a été évaluée. Après 5 heures d'incubation à 37 °C, la population phagique est demeurée inchangée dans le TSB et le lait pasteurisé, mais a chuté dans le lait cru. Un protocole a ensuite été développé pour déterminer le comportement des phages selon la charge microbienne initiale du lait cru. Deux types de laits crus ont été testés : 1) lait ayant une charge moyenne de mésophiles totaux de $3,4 \times 10^3$ ufc/ml et de staphylocoques de $1,3 \times 10^2$ ufc/ml; 2) lait avec des mésophiles totaux de $5,5 \times 10^4$ ufc/ml et staphylocoques de $6,4 \times 10^3$ ufc/ml. Au cours des 5 premières heures à 37°C, peu importe le lait contaminé, la population de tous les phages chute. Après 5 heures dans le lait plus contaminé en staphylocoques, une augmentation de la popula-

tion phagique est observée, suggérant une amplification dans le lait. L'augmentation était plus importante pour les phages K et Team 1. Après 24 heures d'incubation à 37 °C, les laits crusensemencés avec les cinq phages avaient une charge contaminante plus importante que le lait cru témoin sans phage. De plus, les laits crus contenant les phages K et phi812 coagulaient plus rapidement. Dans les conditions évaluées, les phages anti-staphylocoque semblent modifier l'environnement nutritif en lysant les staphylocoques, permettant peut-être une meilleure croissance des autres bactéries du lait cru. Des tests de Pearce seront bientôt utilisés pour simuler des fabrications fromagères et pour déterminer l'impact du traitement de pasteurisation, des températures, de la présence d'un ferment lactique sur l'efficacité des phages.

Objectif 6 : Rétention des phages dans le caillé et l'objectif 7 : Fabrications fromagères avec phages et *S. aureus* n'ont pas encore débuté

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Des nouvelles connaissances mèneront à une meilleure approche pour la prévention et la gestion des risques liés à la contamination par *S. aureus* dans les fromages de lait cru et pasteurisé. Un contrôle adapté assurera une meilleure rentabilité et améliorera la compétitivité des entreprises de transformation tout en protégeant

la santé des consommateurs. L'impact technico-économique sera variable d'une usine à l'autre. Ce projet aidera à former de nouvelles compétences et expertises scientifiques ainsi que technologiques.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Au terme de ce projet, nous prévoyons publier nos résultats dans des revues internationales de renom avec comité de lecture. Nous communiquerons aussi nos résultats dans des congrès, incluant le Forum Technologique Novalait.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 246 896 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Sylvain Moineau

Département de biochimie, de microbiologie et de bioinformatique
Faculté des sciences et de génie
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-3712
Courriel : Sylvain.Moineau@bcm.ulaval.ca.

Daniel St-Gelais

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
Agriculture et Agroalimentaire Canada
3600 boul. Casavant Ouest
St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3.
Téléphone : 450-768-3321
Courriel : Daniel.St-Gelais@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Steve Labrie, Lynn El Haddad, Université Laval
Claude Champagne, Nour BenAbdallah, AAC-CRDA



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

La réforme des vaches associée aux problèmes de pieds et membres a connu une augmentation fulgurante au Québec au cours des 30 dernières années. Alors qu'au Québec, plus de 90 % des troupeaux laitiers sont en stabulation entravée, on connaît encore mal les facteurs de risques associés aux boiteries dans ce type de stabulation. Le temps passé couché (temps de repos) a été suggéré comme variable clef pour mesurer le confort des vaches tandis que la réduction du temps de repos est associée à l'augmentation de la boiterie. Il existe des technologies peu onéreuses, tels les accéléromètres, pour mesurer automatiquement le temps de repos des vaches. L'utilisation de ces technologies pourrait être utile pour détecter les problèmes de mauvaise conception de stalle et d'inconfort qui induisent une augmentation de la boiterie et une réduction de la longévité. Cependant, ces outils doivent être adaptés et validés pour la stabulation entravée. Pour le cas spécifique de la stabulation entravée, ce projet permettra de fournir des outils valides pour l'évaluation en ferme; d'établir l'impact du confort sur la prévalence des boiteries; de connaître les facteurs de risques liés à l'environnement, aux pratiques d'élevage et à l'animal, associés au confort des vaches; de connaître les caractéristiques et les pratiques d'élevage favorisant une longévité élevée; de poser un diagnostic précis sur les facteurs liés à l'adoption de pratiques favorisant le confort et de celles visant à augmenter la longévité. La mise au point des mesures a été réalisée et a confirmé, en autres, l'utilisation possible des accéléromètres pour l'évaluation du confort en stabulation entravée. Des données ont été recueillies sur 60 fermes entravées et un questionnaire sur l'adoption de pratiques favorables au confort a aussi été réalisé. L'analyse des données se poursuit et les résultats devraient être connus au cours de la prochaine année.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet est d'augmenter les connaissances sur le lien entre le confort des vaches et leur longévité en stabulation entravée. Pour atteindre cet objectif, nous avons fixé les 5 objectifs spécifiques suivants : 1) Développer des mesures pour l'évaluation de l'impact de la stabulation entravée sur le confort des vaches et en tester la répétabilité et la faisabilité; 2) Déterminer les facteurs de risque en stabulation entravée liés à l'environnement, aux pratiques d'élevage et à l'animal, associés au confort (temps de repos) moyen des vaches de la ferme; 3) Déterminer l'association entre le confort (temps de repos) moyen de la ferme et la prévalence des boiteries (en stabulation entravée) sur la ferme; 4) Établir les caractéristiques

et les pratiques d'élevage des fermes favorisant une longévité élevée des vaches en stabulation entravée; 5) Déterminer les facteurs facilitant et freinant l'adoption de pratiques de confort (temps de repos) et de longévité. Pour ce faire, nous avons réalisé la mise au point des mesures et débuté la validation de l'utilisation possible des accéléromètres pour l'évaluation du confort en stabulation entravée (obj. 1). Des données reliées au confort et à la boiterie des vaches ont été recueillies sur 60 fermes en stabulation entravée présentant des longévités de leurs troupeaux très contrastées (obj. 2 à 4). Finalement, un questionnaire sur l'adoption de pratiques favorables au confort a été réalisé (obj. 5) chez ces 60 fermes.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Nous avons démontré que les accéléromètres (outils pour mesurer automatiquement le temps de repos des vaches à peu de coûts) peuvent servir à l'évaluation du temps de repos en stabulation entravée. Pour avoir une bonne estimation du temps de repos des vaches sur une ferme laitière, un échantillon de 40 vaches en lactation, pendant 5 jours consécutifs est nécessaire. Des mesures de la propreté et des blessures, des boiteries, de l'état de chair, du gabarit des vaches, ainsi que celles sur les dimensions et la conception des stalles ont aussi été développées, validées et testées. Ces tests ont permis le développement de chartes d'évaluation pour la prise de données en ferme ainsi que le développement du matériel pour la formation des futurs évaluateurs et les procédures normalisées d'opération (SOP) pour la prise de données. La formation dispensée, combinée aux outils de mesures développées par l'équipe, a permis de très bons taux de répétabilité pour les mesures en ferme entre les intervenants.

La prise de données nécessaires à la réalisation des objectifs 2 à 4, sur 60 fermes a eu lieu au cours de 2011 et a été complétée en décembre 2011. Une base de données a d'ailleurs été réalisée dans le cadre du projet de la grappe laitière, ce qui aidera à l'analyse des données. Pour réaliser entièrement le travail prévu à ces objectifs, il reste à compléter la validation des données, ce qui sera terminé au milieu de l'été 2012.

Un questionnaire sur l'adoption des bonnes pratiques favorisant le confort en lien avec l'objectif 5 est en cours d'élaboration. On tentera de voir comment l'évaluation reçue dans le cadre de ces rencontres a incité, les producteurs laitiers, à adopter des pratiques favorisant le confort en mettant l'accent principalement sur 3 catégories de pratiques (taille des onglons, configuration des stalles et gestion des stalles). L'analyse des données débutera à l'été 2012 et la publication des résultats est prévue pour 2013.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Applications et retombées : Les méthodes et techniques développées dans le cadre de ce projet pourront être utilisées rapidement par les producteurs laitiers et leurs conseillers. Parmi les multiples retombées attendues de ce projet, mentionnons : — l'amélioration du confort des vaches laitières en étable entravée et la réduction du

taux de réforme involontaire réduisant ainsi les coûts de production; — la formation de personnel hautement qualifié pour assurer un bon support pour le développement d'une industrie laitière durable au Québec.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Même si le projet n'est pas encore terminé, il a déjà fait l'objet de communications dans le cadre de congrès scientifiques. Des publications sont prévues tant dans des revues scientifiques que dans des revues de vulgarisation. De plus, les connaissances développées seront intégrées à la formation des agronomes et les nouveaux outils seront rendus disponibles aux conseillers en production laitière (ex.Valacta.)

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014):

- Agriculture et agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Anne Marie de Passillé

Agriculture et Agroalimentaire Canada
6947 #7 Highway, PO Box 1000
Agassiz (Colombie-Britannique) V0M 1A0
Téléphone : 604-796-1733
Télécopieur : 604-796-0359
Courriel : annemarie.depassille@agr.gc.ca

Doris Pellerin

Département de sciences animales
Université Laval)
2425, rue de l'Agriculture
Québec (Québec) G1V 0A6.
Téléphone : 418-656-2131 poste 2519
Télécopieur : 418-656-3766
Courriel : doris.pellerin@fsaa.ulaval.ca

COLLABORATEURS :

Jeffrey Rushen. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Agassiz
Jean Durocher et Daniel Lefebvre, Valacta
Diane Parent, Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Les études récentes démontrent que les caractéristiques structurales contribuent de façon significative à l'impact physiologique et aux effets santé des produits laitiers. Les interactions avec la matrice des produits assurent la protection des composantes pendant le transit digestif. Ce projet s'inscrit dans une démarche visant à identifier les synergies nutritionnelles et les effets protecteurs des produits laitiers sur les nutriments des autres groupes alimentaires. Ce projet permettra de mieux comprendre et documenter l'impact de ces interactions sur la biodisponibilité du calcium et des polyphénols ainsi que les effets synergiques des différentes composantes du lait sur les réponses physiologiques des polyphénols. Les nouvelles connaissances générées par ce projet pourront être utilisées par l'ensemble des intervenants de la filière laitière. La première retombée attendue de ce projet est une démonstration de la synergie du lait et des produits laitiers avec des molécules bioactives retrouvées dans les aliments. Les résultats obtenus permettront d'orienter et d'adapter les technologies de transformation et de conditionnement actuelles afin de préserver l'intégrité des propriétés nutrition-santé et de ces interactions.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Afin d'étudier la synergie nutritionnelle entre les composantes du lait et les polyphénols contenus dans le thé et le jus de canneberge, cette étude aura quatre objectifs principaux : 1) Caractériser les interactions entre les composantes du lait et les composés phénoliques isolés du thé et du jus de canneberge, 2) Mesurer, pendant la digestion, l'effet des composantes du lait sur la cinétique de dégradation et l'activité

antioxydante des composés phénoliques ainsi que l'effet sur la cinétique de libération du calcium laitier et sa biodisponibilité, 3) Mesurer, après la digestion, l'effet de la présence des composantes du lait sur l'activité physiologique des composés phénoliques et 4) Mesurer l'effet de trois matrices laitières (lait, yogourt, fromage) sur la synergie nutritionnelle avec le thé et le jus de canneberge.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Le projet ayant commencé en janvier très peu de résultats sont disponibles à l'heure actuelle. Une étudiante à la maîtrise a débuté ses cours à la session d'hiver 2012 et une étudiante au doctorat commencera sur le projet à la session d'été 2012. Des essais préliminaires ont toutefois été réalisés. Une nouvelle méthode colorimétrique de dosage des composés phénoliques totaux a été

mise au point et comparée à la méthode traditionnelle (Folin). Deux techniques de dosage de l'activité antioxydante ont été adaptées à l'analyse du chyme pendant la digestion de mélanges de lait et d'extrait de thé vert. Les premiers essais en simulateur de digestion réalisés sur ces mélanges suggèrent un effet protecteur du lait sur l'activité antioxydante des polyphénols.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Pas de transfert effectué pour l'instant étant donné que le projet vient de débuter. Cependant, dès que des résultats seront disponibles, les outils de transfert de Novalait inc., du Centre STELA/INAF et du CRDA seront exploités.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Laurent Bazinet

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA) et Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
Université Laval
Pavillon Paul-Comtois, Local 1403
Québec (Québec) G1V 0A6
Courriel : Laurent.Bazinet@fsaa.ulaval.ca
Site internet : www.laurentbazinet.fsaa.ulaval.ca

Michel Britten

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)
3600, boul. Casavant Ouest
St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3
Téléphone : 450-768-3235
Télécopieur : 450-773-8461
Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Charles Couillard, Martine Lussier, Valérie Carnovale,

Monica Araya-Farias, Université Laval

Sophie Lamothe, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

La connaissance et le contrôle des coûts directs et indirects sont parmi les facteurs de gestion les plus importants qu'un producteur peut utiliser pour améliorer la rentabilité de son entreprise. Les revenus laitiers sont en effet presque fixes pour les producteurs laitiers, à cause du système de gestion de l'offre. L'augmentation de profits passe donc surtout par une bonne gestion des coûts de production à court et moyen terme.

La santé, la reproduction et la régulation sont des facteurs clés pour garder un niveau optimum de profit. Toutefois, les producteurs n'ont pas un portrait clair de l'impact des problèmes de santé (e.g., mammite), de logement (e.g., problèmes de pieds et membres et de locomotion) ou de reproduction et leurs effets sur la rentabilité à vie d'une vache. Cette affirmation est mise en évidence par le fait que ces problèmes sont reliés aux principales causes de réforme involontaire des dix dernières années, sans de changement majeur de leurs fréquences.

Au Québec, Valacta récolte des renseignements sur la production de 4 500 troupeaux et l'alimentation d'approximativement 1 500 troupeaux, et DSA enregistre l'information sur la santé des vaches d'environ 1 500 troupeaux. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Valacta, l'Université de Montréal et l'Université McGill collaborent afin d'intégrer les deux banques de données, pour faciliter une analyse à vie de la production, des coûts de l'alimentation, de l'élevage, des saillies et des événements de santé. Ceci créera une structure permettant la visualisation et l'interprétation des facteurs contribuant à la rentabilité, fournira une meilleure compréhension de ces facteurs et ouvrira la porte à la possibilité d'utiliser des techniques de visualisation avec des quantités importantes de données pour aider les producteurs et leurs conseillers à prendre des décisions éclairées.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Approche de recherche : L'objectif principal est l'intégration des données de contrôle laitier et de santé, et le développement d'une approche méthodologique pour suivre les facteurs et les caractères reliés à la rentabilité, comme indicateurs de l'amélioration au niveau du troupeau.

Les objectifs spécifiques sont :

- l'évaluation des coûts des événements de santé (e.g., mammite, acidose);

- l'intégration des données de Valacta (contrôle laitier) et de DSA (santé) et le développement d'un logiciel prototype permettant le calcul de la rentabilité de chaque vache, tenant compte de la valeur de sa production laitière, ainsi que des coûts d'alimentation, de chaque saillie et de chaque événement de santé (mammite, métrite, problèmes de pieds et membres, etc.);
- une démonstration de l'impact de ces facteurs sur la longévité et la rentabilité à vie de chaque vache.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Nous prévoyons :

- obtenir un portrait de la longévité et rentabilité de chaque vache dans un troupeau, mis à jour après chaque nouveau test ou événement;
- démontrer la valeur de l'intégration des données de contrôle laitier et de santé et la présentation de ces données intégrées dans des rapports propre à chaque troupeau;

- construire un logiciel prototype permettant la visualisation des vaches individuelles en termes de sa rentabilité et son évolution dans le troupeau;
- obtenir des données de référence (« benchmarks ») pour permettre aux producteurs et à leurs conseillers de comparer des vaches et/ou des troupeaux avec des moyennes de références appropriées.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS - suite...

Retombées attendues des résultats :

Nous prévoyons que les résultats seront applicables à moyen et long terme, c'est-à-dire en 2014 et après. Présentement nous sommes à l'étape de l'extraction et validation des données des deux banques de données (Valacta et DSA). Il est prévu de débiter la modélisation et le développement d'un logiciel de visualisation en 2013. Des articles scientifiques, des présentations et des démonstrations de résultats sont prévus pour le printemps 2014.

Les bénéfices escomptés sont :

- une synergie résultant de l'intégration des données de contrôle laitier et de santé;

- une sensibilisation de tous les participants (producteurs, conseillers et vétérinaires) à une vue globale de la rentabilité des vaches à l'intérieur d'un troupeau;
- une démonstration des forces et des faiblesses de chaque troupeau et les facteurs considérés les plus critiques pour chaque troupeau;
- une amélioration et une augmentation de la capacité de gestion décisionnelle des producteurs et de leurs conseillers, suite au développement d'un outil qui les aidera à analyser la rentabilité d'une vache et à comparer à des moyennes de référence appropriées.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

Nous présenterons les résultats dans des articles scientifiques, dans des ateliers de vulgarisation (e.g., au Forum Technologique Novalait et au Symposium sur les bovins laitiers) et à nos collaborateurs (Valacta et DSA). En 2014, nous examinerons les possibilités de commercialisation et/ou d'utilisation des résultats et du logiciel prototype de visualisation.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture and Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 246 897 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Roger I. Cue

Département des sciences animales

Université McGill

Campus Macdonald, 21,111 chemin Lakeshore

Ste-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 3V9

Téléphone : 514-398-7805

Télécopieur : 514-398-796

Courriel : roger.cue@mcgill.ca

Asheber Sewalem

Agriculture et Agroalimentaire Canada

660 Speedvale Avenue West, Suite 102

Guelph (Ontario) N1K 1E5

Téléphone : 519-767-9660, poste 108

Télécopieur : 519-767-6768

Courriel : sewalem@cdn.ca

COLLABORATEURS :

Kevin Wade et Hector Delgado, Université McGill

Daniel Lefebvre et René Lacroix, Valacta

Emile Bouchard, Jocelyn Dubuc et Denis Haine, Université de Montréal



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

● RÉSUMÉ DU PROJET

Dès 1928, il a été démontré que les bactéries présentes dans le rumen des vaches produisaient des vitamines B. Comme des carences véritables en vitamines B pouvant conduire à la mort sont extrêmement rares chez les animaux adultes dont le rumen est fonctionnel, il est devenu généralement accepté qu'il n'était pas nécessaire de prendre en compte ces vitamines lors de la formulation des rations pour vaches laitières. Au cours des deux dernières décennies cependant, plusieurs études ont démontré que les vaches laitières hautes productrices pouvaient bénéficier de suppléments de vitamines B. Cependant, la réponse à ces suppléments est variable. L'une des grandes inconnues modulant cette réponse est sans conteste les quantités de vitamines disponibles pour la vache. Les vitamines B sont synthétisées par les bactéries du rumen, mais les connaissances des facteurs régulant cette synthèse, particulièrement chez la vache laitière, sont presque inexistantes. Les objectifs du projet sont de déterminer les apports alimentaires, la synthèse au niveau du rumen et le flux duodéal des vitamines B sous diverses conditions de régie nutritionnelle afin d'identifier les facteurs alimentaires ayant le plus d'influence sur les quantités de vitamines B disponibles pour l'animal. Les résultats anticipés à la fin du projet sont 1) l'identification des facteurs critiques affectant la synthèse et la disponibilité des vitamines B pour la vache et 2) une banque de données sur la teneur en vitamines B des aliments, la synthèse apparente au rumen et le flux duodéal de ces vitamines sous différentes conditions d'alimentation dans le but de développer un modèle de prédiction des quantités de vitamines B disponibles pour la vache en fonction de la régie nutritionnelle. Actuellement, le projet est à la phase d'harmonisation des méthodes de dosage.

● OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs du projet sont de 1) déterminer les apports alimentaires, la synthèse au rumen et le flux duodéal des vitamines B sous diverses conditions de régie nutritionnelle; 2) définir les facteurs alimentaires ayant le plus d'influence sur les quantités de vitamines B disponibles pour l'animal et 3) préparer les données recueillies pour le développement d'un modèle de prédiction des apports en vitamines B pour la vache laitière pouvant être intégré dans les logiciels de formulation de ration afin de maximiser l'efficacité métabolique des vaches laitières. Pour ce faire, les concentrations de vitamines B seront déterminées dans des échantillons d'aliments, de refus et de digesta duodénaux ou omasaux de projets fournis par différents laboratoires. Les facteurs étudiés dans ces projets sont entre autres des caractéristiques des fourrages (espèces botaniques, longueurs de coupe, niveaux de maturité, taux de glucides non structuraux des fourrages), des niveaux de protéines dégradables ou métabolisables, des substi-

tutions d'ingrédients dans la ration (ex.: pulpe de betterave vs. maïs humide, type d'endosperme du maïs (vitreux vs. farineux), ensilage de maïs à nervure brune) et utilisation d'additifs (levure, monensin, gras inertes, NaCl, NaHCO₃) ou le stade de lactation. Nous aurons aussi accès à toutes les données recueillies au cours de ces projets (prise alimentaire quotidienne, composition de la diète, production de lait, digestibilité ruminale de la matière sèche, de la matière organique, de l'amidon, etc., concentrations ruminales des acides gras volatils, pH ruminal, etc.). Ces données serviront à calculer les flux duodénaux ou omasaux de vitamines ainsi que leur synthèse ruminale apparente. Elles permettront aussi d'identifier les variables ayant le plus d'influence sur les quantités disponibles pour l'animal. Ces résultats constitueront une banque de données qui permettra l'élaboration d'un modèle de prédiction des apports en chacune des vitamines.

● RÉSULTATS ET APPLICATIONS

Actuellement, le projet est à la phase d'harmonisation des méthodes de dosage entre les deux laboratoires impliqués. Les résultats anticipés à la fin du projet sont 1) l'identification des facteurs critiques affectant la synthèse et la disponibilité des vitamines B pour la vache et 2) une banque de données sur la teneur en vitamines B des aliments, la synthèse ruminale apparente et le flux duodénal de ces vitamines sous différentes conditions d'alimentation, d'ingestion et de fermentations ruminales et prête à être utilisée pour développer un modèle de prédiction des quantités de vitamines B disponibles pour la vache en fonction de la régie

nutritionnelle. Ce modèle permettra aux producteurs de modifier leur ration en fonction des besoins de la vache et le cas échéant, d'évaluer la pertinence d'utiliser des suppléments de vitamines. À plus long terme, la prise en compte de ces données dans les logiciels de formulation de rations pour vaches laitières devrait se traduire par une augmentation de l'efficacité métabolique, réduisant ainsi les coûts de production et les rejets dans l'environnement. Cela devrait améliorer l'efficacité des entreprises agricoles québécoises et réduire leur empreinte environnementale.

● TRANSFERT DES RÉSULTATS

À la fin du projet, les résultats devraient permettre une avancée significative au niveau des connaissances des facteurs influençant la disponibilité des vitamines B chez la vache laitière. En conjonction avec les études permettant de quantifier les besoins en vitamines B des vaches à divers stades physiologiques, ces données permettront d'identifier les pratiques nutritionnelles à risque i.e. les conditions sous lesquelles des suppléments alimentaires peuvent être nécessaires pour

combler les besoins de l'animal. Les informations recueillies permettront lorsque intégrées dans un modèle de prédiction, de préciser la ou les vitamines à compléter et la dose à utiliser. Ces résultats seront aussi diffusés par la publication d'articles dans des revues scientifiques, des présentations à des congrès scientifiques ainsi que par des communications et articles de vulgarisation destinés aux producteurs et aux spécialistes œuvrant avec eux.

● PARTENAIRES FINANCIERS

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Novalait inc.

BUDGET TOTAL : 250 000 \$

● POINT DE CONTACT

RESPONSABLES DU PROJET :

Rachel Gervais

Département des sciences animales
Université Laval
Pavillon Paul-Comtois, 2425, rue de l'Agriculture
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : 418-656-2131, poste 5950
Télécopieur : 418-656-3766
Courriel : rachel.gervais@fsaa.ulaval.ca

Christiane L. Girard

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherche et de développement
sur le bovin laitier et le porc (CRBLP)
C.P. 90, Succ. Lennoxville,
Sherbrooke, Québec J1M 1Z3
Téléphone : 819-780-7233
Télécopieur : 819-564-5507
Courriel : christiane.girard@agr.gc.ca

COLLABORATEURS :

Yvan Chouinard, Université Laval

Daniel Lefebvre et Débora Santschi, Valacta,



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Tél. : 418-527-7947 • Téléc. : 419-527-5957
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Merci pour vos contributions financières
au Forum Technologique Novalait 2012 :

Québec 

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



2750, rue Einstein, bureau 220, Québec (Québec) G1P 4R1
Téléphone : 418-527-7947 • novalait@novalait.ca • www.novalait.ca