

L'administration de colostrum au veau de race laitière

A. Bajus et M. Paibomesai

INTRODUCTION

L'administration d'un colostrum de qualité élevée, en quantité adéquate et tôt après la naissance constitue le plus important facteur de santé et de survie des veaux nouveau-nés de race laitière. Le coût de l'élevage des bovins laitiers de remplacement augmente lorsque surviennent des taux de mortalité élevés ou s'il faut intensifier les efforts de traitement de maladies évitables chez les veaux.

À la naissance, un veau possède un système immunitaire très peu développé. Le colostrum est le « premier lait », c'est-à-dire celui de la première traite. Il est riche en anticorps qui protègent contre les maladies jusqu'à ce que le système immunitaire du veau développe une immunité protectrice. En plus de fournir une protection contre les maladies, le colostrum constitue une importante source de nutriments pour le veau nouveau-né.

LE SYSTÈME IMMUNITAIRE DU VEAU ET LE COLOSTRUM

Le colostrum contient une concentration élevée en anticorps comparativement au lait. Les anticorps sont également connus comme des immunoglobulines (Ig) – des protéines qui protègent contre les organismes causant des maladies (agents pathogènes). Les trois principaux types d'Ig généralement présentes dans le colostrum des vaches laitières sont les IgG, les IgM et les IgA. La concentration en anticorps dans le colostrum commence à diminuer après le vêlage, mais reste plus élevée que dans le lait pendant quelques jours par la suite. Les anticorps jouent un rôle déterminant dans le système immunitaire, notamment en repérant et en détruisant les agents pathogènes, en plus de les empêcher de se fixer aux membranes et de provoquer des maladies. Par ailleurs, le colostrum contient d'autres nutriments importants, en plus de favoriser des facteurs qui contribuent à la croissance, à la santé et au développement intestinal du veau.

Comme le système immunitaire du veau se développe au cours des premières semaines de sa vie, sa réponse aux agents pathogènes est limitée. Le veau est alors vulnérable à la maladie. Les anticorps qui sont transférés du colostrum au veau au cours des premiers repas après la naissance assurent une protection contre les maladies pendant cette période. C'est ce qu'on appelle l'immunité passive, qui

protège le veau jusqu'à ce que son propre système immunitaire devienne protecteur (figure 1).

Les anticorps assimilés par le veau lors de l'administration de colostrum se dégradent au fil du temps. La concentration en anticorps est réduite de moitié par rapport à celle initiale vers 28,5 jours après la naissance. Pour que les veaux bénéficient d'une protection adéquate contre les agents pathogènes aussi longtemps que possible pendant le développement de leur système immunitaire, l'adoption de pratiques de gestion efficaces du colostrum s'impose. Une bonne gestion du colostrum permet de réduire au minimum les maladies et la mortalité chez les veaux.

Lorsque des taux d'IgG acceptables sont assimilés par le veau, le transfert de l'immunité passive s'effectue avec succès. Un tel transfert protège le veau contre les agents pathogènes. Il est également associé à une amélioration de la croissance, de la santé, de l'âge au premier vêlage et de la production laitière lors des deux premières lactations.

Le transfert de l'immunité passive échoue si le veau n'est pas rapidement nourri avec une quantité et une qualité acceptables de colostrum. L'échec du transfert entraîne un taux sérique d'IgG inférieur à 10 g/L. Selon la recherche, de 8 % à 37 % des veaux laitiers en Ontario en souffrent. Cela signifie que de nombreux veaux ont une immunité insuffisante et sont plus susceptibles de contracter une maladie.

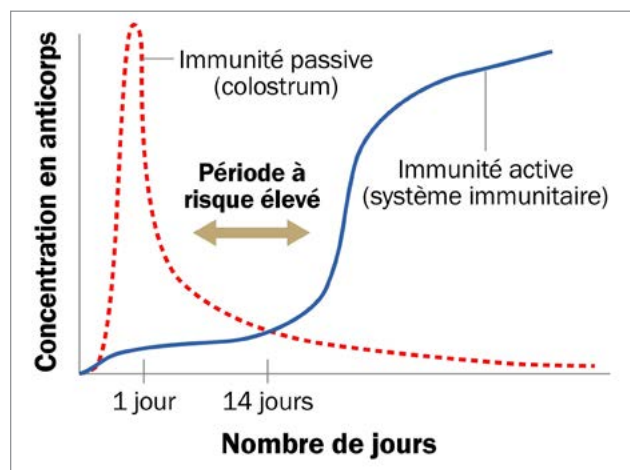


Figure 1. Concentration en anticorps dans le colostrum au fil du temps

Source : Université d'État de la Pennsylvanie (adaptation)

L'ADMINISTRATION DE COLOSTRUM

Il y a quatre points essentiels à considérer dans la gestion du colostrum :

- La quantité – quantité de colostrum que le veau reçoit;
- La rapidité – rapidité avec laquelle le veau reçoit le colostrum après la naissance;
- La qualité – concentration en immunoglobulines dans le colostrum;
- La salubrité – taux d'agents pathogènes dans le colostrum.

Quantité

Le *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins laitiers* (2023) exige que les veaux, mâles et femelles, reçoivent au moins quatre litres (l) de colostrum de qualité élevée dans les 12 heures suivant la naissance. Idéalement, les veaux doivent recevoir une quantité équivalente à 10 % ou 12 % de leur poids de naissance, au moins, lors de la première administration de colostrum. Une pratique exemplaire consiste à servir un premier repas de colostrum environ une heure ou deux après la naissance. Par la suite, il est recommandé de servir aux veaux trois litres de colostrum ou de lait de transition, ou d'un mélange des deux, à intervalles de 12 heures pendant trois jours avant de passer au lait ou au lait de remplacement.

Il existe de nombreuses méthodes d'alimentation en colostrum qui peuvent entraîner différents niveaux de transfert de l'immunité passive. Permettre aux veaux de téter sur la mère peut accroître le risque d'échec du transfert de l'immunité passive, car la qualité et la quantité de colostrum sont impossibles à mesurer. De plus, le moment du premier repas peut varier. L'administration d'une quantité adéquate de colostrum de qualité élevée au moyen d'un biberon, d'un seau ou d'une sonde œsophagienne permet d'atteindre des niveaux de transfert acceptables. Parmi ces options, le biberon est préférable. En cas de refus, la sonde œsophagienne ou une administration supplémentaire de colostrum dans les six heures est recommandée. Il faut toujours nettoyer et désinfecter l'équipement d'alimentation, et ce, avant et après chaque utilisation.

Il est important d'apporter la bonne quantité de colostrum au veau de manière efficace et rapide. La consultation d'un vétérinaire pour déterminer la meilleure méthode est recommandée.

Rapidité

Le moment du premier repas est un facteur clé de la réussite de tout programme de gestion du colostrum. La capacité qu'a l'intestin grêle du veau d'assimiler les immunoglobulines décroît rapidement au cours des premières heures suivant la naissance.

Chez les veaux, la capacité d'assimiler les immunoglobulines diminue d'environ un tiers dans les six heures suivant la naissance. À l'âge de 24 heures, un veau assimile moins de 10 % des immunoglobulines comparativement aux premières heures, comme le montre la figure 2. C'est pourquoi le veau doit recevoir un premier repas de colostrum environ une heure ou deux après sa naissance ou le plus tôt possible par la suite.

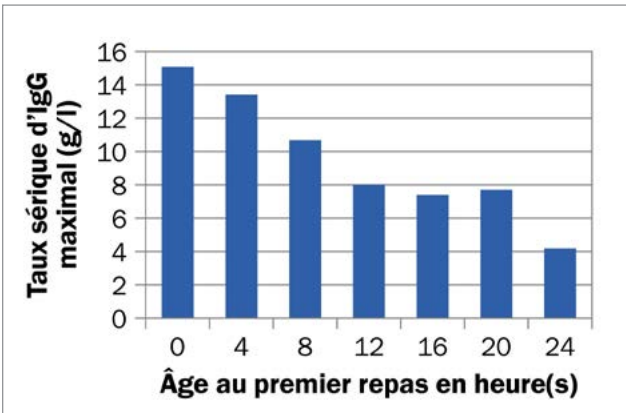


Figure 2. Quantité maximale d'immunoglobulines pouvant être assimilée au cours des 24 premières heures de vie
Source : Université d'État de la Pennsylvanie (adaptation)

Qualité

Le transfert de l'immunité passive est basé sur les concentrations d'IgG circulant dans le sang du veau. Le succès de ce transfert peut être évalué dans le sérum sanguin du veau et classé dans l'une des quatre catégories établies en fonction des nouvelles recommandations, présentées dans le tableau 1. Ainsi, le transfert de l'immunité passive peut être excellent, bon, acceptable ou faible.

Plus le taux sérique d'IgG est élevé, ou plus forte est la concentration totale en protéines, dans les 48 heures suivant la naissance, plus le veau est protégé contre les maladies néonatales. Une étude menée aux États-Unis (National Animal Health Monitoring System) a révélé qu'un pourcentage plus élevé de veaux pour lesquels le transfert de l'immunité passive est « faible » ou « acceptable » meurent dans les 60 premiers jours de vie comparativement à ceux pour lesquels ce transfert est « bon » ou « excellent » (figure 3).

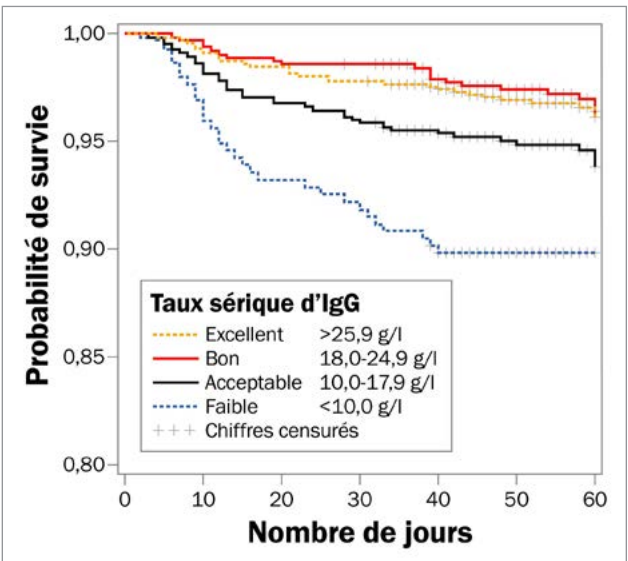


Figure 3. Probabilité de survie des veaux en fonction du taux sérique d'IgG chez les génisses laitières pré-sevrées
Source : Lombard et coll., 2020 (adaptation)

Tableau 1. Catégories de transfert de l'immunité passive selon le taux sérique d'IgG

Transfert de l'immunité passive	Taux sérique d'IgG (g/l)	Concentration totale en protéines équivalente au taux sérique (g/dl)	Densité (Brix) équivalente au taux sérique (%)	Pourcentage recommandé chez les veaux
Excellent	> 25,0	> 6,2	> 9,4	> 40
Bon	18,0 à 24,9	5,8 à 6,1	8,9 à 9,3	~ 30
Acceptable	10,0 à 17,9	5,1 à 5,7	8,1 à 8,8	~ 20
Faible	< 10,0	< 5,1	< 8,1	< 10

Source : Lombard et coll., 2020 (adaptation)

La concentration en anticorps décroît rapidement d'une traite à l'autre à mesure que progresse la transition du colostrum au lait que produisent les vaches. La concentration en anticorps dans le colostrum s'élève généralement à entre 50 et 60 g/l, mais elle peut être aussi faible que 20 g/l et aussi élevée que 150 g/l. Lors de la deuxième traite, la concentration en anticorps est réduite jusqu'à 58 % par rapport à la première. Aux troisième et quatrième, elle est réduite de 85 % et de 94 %, respectivement, par rapport à la première. Les différences dans la composition des quatre premières traites sont présentées dans le tableau 2.

Les nutriments du colostrum, comme les matières grasses et les protéines, sont également importants pour la croissance et le développement d'un veau. La teneur en lactose du colostrum est inférieure à celle du lait entier, ce qui réduit les possibilités de diarrhée chez le veau nouveau-né.

Tableau 2. Caractéristiques du colostrum et de la deuxième à la quatrième traite chez les vaches laitières Holstein traites deux fois par jour

Constituant	Colostrum (1 ^{ère} traite)	2 ^e traite	3 ^e traite	4 ^e traite
Matières sèches totales	26,7 %	18,3 %	14,8 %	13,8 %
Matières grasses	5,7 %	4,6 %	4,0 %	3,7 %
Protéines	15,7 %	8,6 %	5,4 %	4,8 %
IgG	94,1 g/l	39,3 g/l	13,9 g/l	6,1 g/l
Lactose	2,4 %	3,7 %	4,1 %	4,1 %
Production laitière	5,9 kg	7,7 kg	9,7 kg	12,3 kg

Source : Fischer-Tlustos et coll, 2020 (adaptation)

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la qualité du colostrum, notamment :

- la race;
- la parité;
- la génétique;
- la durée de la période sèche;
- le stress environnemental;
- la nutrition.

Le lait des vaches ayant eu plusieurs périodes de lactation a généralement une concentration en anticorps plus élevée que celui des vaches en première lactation. Cibler une période sèche de plus de 40 jours peut également augmenter la concentration en anticorps dans le colostrum ainsi que le volume de celui-ci.

Salubrité

La salubrité est au cœur de la réussite d'un programme de gestion du colostrum. Si l'administration de colostrum est essentielle au transfert de l'immunité passive au veau, il reste qu'elle expose aussi pour la première fois le veau à des agents pathogènes comme *E. coli*, *Salmonella* ou *Mycobacterium avium paratuberculosis*.

Des agents pathogènes peuvent également causer des maladies comme la diarrhée et la septicémie, en plus d'empêcher l'assimilation d'anticorps intestinaux dans le système circulatoire. Il importe donc de nettoyer adéquatement les pis, l'équipement de traite et le matériel servant à l'alimentation des veaux avant le prélèvement, l'entreposage et l'administration du colostrum. Les écouvillons utilisés avec un luminomètre sont une méthode rapide et efficace pour mesurer sur place la propreté de l'équipement.

Selon une étude réalisée en 2017 en Ontario, 59 % des pièces d'équipement utilisées pour l'administration de colostrum comptaient beaucoup d'unités formant colonies (ufc) de bactéries, soit plus de 100 000 ufc/ml, et 21 % comptaient plus de 10 000 coliformes au total. Cette étude met en relief le fait que les producteurs laitiers doivent accorder plus d'attention à la propreté de l'équipement. Une autre étude, menée aux États-Unis, a révélé que sur 746 échantillons de colostrum, 337 (45,2 %) comptaient plus de 100 000 ufc/ml de bactéries sur plaque. Cette dernière étude a conclu que des climats humides et une méthode d'entreposage inadéquate étaient probablement à l'origine des bactéries.

Le traitement thermique du colostrum peut réduire considérablement la présence de bactéries et d'autres agents pathogènes. Il constitue un moyen très efficace d'améliorer la salubrité du colostrum et

de réduire nettement le risque de transmission de maladies par le colostrum. Il importe de maintenir l'équipement de traitement thermique propre et de respecter les directives du fabricant en ce qui a trait à la température et à la durée du procédé pour ne pas détruire les anticorps présents dans le colostrum. Une étude antérieure de l'université du Minnesota a permis de constater que le colostrum pouvait être chauffé à 60 °C sans que les anticorps ne soient endommagés. Cependant, lorsque le colostrum est chauffé à 63 °C, la quantité d'anticorps diminue de 34 %. Pour réduire le risque de revivification bactérienne, le colostrum ayant subi un traitement thermique doit être entreposé correctement jusqu'à ce qu'il soit administré.

ENTREPOSAGE

Le colostrum peut être réfrigéré à une température de 1 °C à 2 °C pendant trois jours ou être congelé à moins 20 °C pendant un an. Il faut éviter d'utiliser des congélateurs sans givre dans lesquels le colostrum risque de décongeler, ce qui raccourcirait la durée de conservation. Les récipients en plastique ou les sacs de congélation à double épaisseur, de deux litres, sont idéaux pour l'entreposage. Si vous utilisez des sacs de congélation, placez-les à plat dans le congélateur pour accélérer la congélation et la décongélation.

La meilleure méthode pour décongeler le colostrum est d'utiliser un bain d'eau chaude à 50 °C. Ne pas décongeler à température ambiante, car les bactéries doubleront toutes les 20 à 30 minutes. Il est préférable de décongeler le colostrum par petits lots afin de réduire la durée d'exposition à la chaleur. Quelle que soit la méthode de décongélation, il est important de contrôler en permanence la température du colostrum pour s'assurer qu'elle ne dépasse pas 40 °C. Ne pas recongeler et décongeler le colostrum. Une étude récente a montré que la congélation et la décongélation du colostrum entraînaient une réduction de 7,8 % des anticorps.

Il n'est pas recommandé de décongeler le colostrum au micro-ondes. Outre une décongélation inégale, cela peut entraîner une coagulation et une perte d'anticorps. Si la décongélation au micro-ondes est inévitable, la limiter à une faible puissance pendant 14 minutes et, de temps en temps, secouer

doucement le sac ou la bouteille. Poursuivre le chauffage au micro-ondes jusqu'à l'obtention de la bonne température.

Ne pas mélanger le colostrum prélevé sur deux vaches ou plus. La mise en commun du colostrum accroît le risque de maladie et n'augmente pas la concentration en anticorps.

LES SUBSTITUTS ET LES SUPPLÉMENTS DE COLOSTRUM

Substituts de colostrum

Des produits de remplacement du colostrum sont offerts au Canada. Leur efficacité pour renforcer la protection immunitaire chez les veaux laitiers est confirmée dans des recherches publiées. Lors de l'achat de ces substituts, il convient de vérifier la quantité d'IgG fournie et de s'assurer qu'il y en a au moins 100 g par dose. Suivre les directives du fabricant pour l'administration. Veiller à ce que l'équipement servant au mélange et à l'administration de colostrum soit nettoyé avant et après son utilisation.

Tels sont les facteurs de réussite clés pour le recours à des substituts de colostrum :

- Nettoyer l'équipement servant au mélange et à l'administration
- Vérifier si l'eau est à la bonne température
- Mesurer adéquatement les quantités de poudre et d'eau
- Bien mélanger
- Administrer au veau une quantité appropriée de colostrum en fonction de son poids à la naissance

Suppléments de colostrum

En dernier recours, s'il s'avère impossible d'obtenir une quantité suffisante de colostrum de qualité élevée, les suppléments commerciaux peuvent être de précieux moyens de renforcer l'immunité des veaux. Les substituts de colostrum contiennent de 100 à 150 g d'IgG par dose, alors que les suppléments de colostrum en comportent généralement de 40 à 60 g par dose.

Utiliser toujours des produits homologués par le [Centre canadien des produits biologiques vétérinaires](#). La teneur en anticorps des suppléments de colostrum n'est pas suffisante

pour égaler celle du colostrum maternel. Aussi les suppléments ne sont-ils pas destinés à remplacer celui-ci. Suivre les directives du fabricant pour l'utilisation de ces produits. Veiller à ce que l'équipement servant au mélange et à l'administration de colostrum soit nettoyé avant et après son utilisation.

L'ÉVALUATION DES PRATIQUES DE GESTION

L'adoption d'un programme de gestion peut aider à repérer et à résoudre les problèmes liés aux protocoles établis pour l'administration de colostrum.

La tenue et l'évaluation régulière des registres de la morbidité et la mortalité sont importantes pour déterminer si la gestion du colostrum doit être améliorée. Les veaux pour lesquels le transfert de l'immunité passive échoue ont des taux de maladie et de mortalité plus élevés. La consultation d'un vétérinaire pour résoudre tout problème de morbidité et de mortalité chez les veaux est recommandée.

Le transfert de l'immunité passive peut être évalué en vérifiant la concentration totale en protéines dans le sérum sanguin de quelques veaux âgés de 1 à 6 jours. Un vétérinaire peut expliquer la marche à suivre pour le prélèvement sanguin.

Évaluer et former régulièrement le personnel en ce qui a trait aux procédures opérationnelles normalisées pour l'administration de colostrum. Garder les registres sur la quantité, la rapidité et la qualité du colostrum afin de dégager les tendances éventuelles.

Analyse des échantillons

La meilleure façon de surveiller un programme de gestion du colostrum est d'analyser le sérum sanguin pour connaître le taux d'IgG ou la concentration totale en protéines dans les 24 à 48 heures suivant la naissance. Cette opération peut être effectuée sur un sous-ensemble de veaux chaque année afin de faciliter le travail. La méthode d'analyse recommandée du sérum sanguin consiste en un test mesurant la concentration totale en protéines. L'utilisation d'un réfractomètre est la deuxième meilleure option pour les analyses dans

une exploitation d'élevage. Procéder à des relevés sériques en fonction des quatre catégories de transfert de l'immunité passive (faible, acceptable, bon et excellent).

Un contrôle de la qualité peut ainsi être fait avant chaque administration de colostrum. Cependant, la fiabilité de ces relevés est faible et n'indique pas si le transfert de l'immunité passive au veau a réussi ou non. Les éleveurs doivent veiller à administrer un colostrum propre et de qualité élevée dans un délai acceptable, car le volume et le moment sont déterminants pour assurer le succès du transfert. Le lait de transition peut également aider à améliorer l'état des veaux.

Hydromètre

Un hydromètre de colostrum, ou un colostromètre, mesure la densité du colostrum, en corrélation avec le taux d'anticorps. Toutefois, d'autres éléments peuvent avoir une incidence sur ce plan. Pour obtenir des mesures exactes, il faut que le colostrum soit à la bonne température, laquelle correspond habituellement à la température de la pièce (20 °C). Des températures plus élevées ou plus basses risquent de fausser les lectures. Des lectures supérieures à 1,047 sont souhaitables. L'hydromètre, s'il est conçu pour tester le colostrum, indiquera si c'est le cas. Cet instrument peut fournir une indication de la qualité du colostrum, mais il n'évalue pas directement la concentration en IgG.

Réfractomètre

Un réfractomètre, qui mesure la valeur Brix, peut être utilisé pour évaluer la qualité du colostrum. Il suffit de placer quelques gouttes de colostrum sur cet instrument et de tenir celui-ci à la lumière pour obtenir une lecture. Un colostrum dont la valeur Brix est supérieure à 22 % peut être administré au veau, mais pas celui dont la valeur Brix est inférieure à 18 %. Le recours à un supplément est nécessaire si les valeurs sont comprises entre 18 % et 22 %. Cet instrument peut fournir une indication de la qualité du colostrum, mais il n'évalue pas directement la concentration en IgG.

LAIT DE TRANSITION

Le lait issu des traites 2 à 6 est dit « de transition ». Bien que ses taux d'anticorps ne soient pas aussi élevés que dans le colostrum, le lait de transition contient d'autres éléments importants pour le veau, notamment des nutriments et des hormones de croissance. Sa composition, comparée à celle du colostrum, est présentée dans le tableau 2.

La recherche a montré que le lait de transition favorise le développement intestinal chez les veaux. Ce lait permet également d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé et de croissance au cours des trois premières semaines suivant la naissance. Nourrir les veaux avec du lait de transition pendant les trois premiers jours après la naissance avant de passer au lait ou au lait de remplacement.

RÉSUMÉ

Le colostrum est essentiel, car il contribue à la bonne santé et à la survie des veaux nouveau-nés. Le transfert réussi des anticorps présents dans le colostrum de la mère à son veau repose sur les quatre facteurs clés suivants :

- La quantité – administrer au moins 4 litres de colostrum dans les 12 heures suivant la naissance des veaux, puis passer à une quantité de trois litres pendant trois jours après la naissance pour enfin n'utiliser que du lait entier ou du lait de remplacement;
- La rapidité – servir aux veaux un premier repas de colostrum environ une heure ou deux après la naissance;
- La qualité – soumettre un sous-ensemble de veaux à un test mesurant la concentration totale en protéines dans le sérum sanguin et déterminer le nombre d'individus pour lesquels le transfert de l'immunité passive est « bon » ou « excellent »;
- La salubrité – nourrir les veaux avec du colostrum provenant de vaches en bonne santé, et maintenir propre l'équipement utilisé pour le faire.

Enfin, il est important de collaborer avec un vétérinaire pour établir des procédures opérationnelles normalisées en ce qui a trait à l'administration de colostrum, et de revoir les stratégies visant à améliorer la santé des veaux.

RÉFÉRENCES

- Buczinski, S. et J.M. Vandeweerd. « Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis », *Journal of Dairy Science*, vol. 99 (2016), n° 9, p. 7381-7394. [dx.doi.org/10.3168/jds.2016-10955](https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955)
- CalfCare.ca. *First 24 hours: Colostrum*, 2019. Consulté sur le site au calfcare.ca/management/first-24-hours/colostrum/
- Chase, C.C.L., D.J. Hurley et A.J. Reber. « Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response », *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* (Amérique du Nord), vol. 24 (2008), n° 1, p. 87-104.
- Conneely, M., D.P. Berry, R. Sayers, J.P. Murphy, I. Lorenz, M.L. Doherty et E. Kennedy. « Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows », *Animal*, vol. 7 (2013), n° 11, p. 1824-1832.
- Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage. *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins laitiers*, 2023. Consulté sur le site au www.nfacc.ca/codes-de-pratiques/bovins-laitiers
- Davis, C.L. et J.K. Drackley. *The development, nutrition and management of the young calf*, Iowa University State Press, 1998.
- Fischer-Tlustos, A.J., K. Hertogs, J.K. van Niekerk, M. Nagorske, D.M. Haines et M.A. Steele. « Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation », *Journal of Dairy Science*, vol. 103 (2020), p. 3683-3695.
- Foley, J.A. et D.E. Otterby. « Availability, storage, treatment, composition and feeding of surplus colostrum: A review », *Journal of Dairy Science*, vol. 61 (1978), n° 8, p. 1033-1060.
- Godden, S.M., J.E. Lombard et A.R. Woolums. « Colostrum management for dairy calves », *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* (Amérique du Nord), vol. 35 (2019), p. 535-556.

- Johnson, J. L., S.M. Godden, T. Molitor, T. Ames et D. Hagman. « Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves », *Journal of Dairy Science*, vol. 90 (2007), p. 5189-5198.
- Lombard, J., N. Urie, F. Garry, S. Godden, J. Quigley, T. Earleywine, S. McGuirk, D. Moore, M. Branan, M. Chamorro, G. Smith, C. Shivey, D. Catherman, D. Haines, A.J. Heinrichs, R. James, J. Maas et K. Sterner. « Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States », *Journal of Dairy Science*, vol. 103 (2020), n° 8, p. 7611-7624.
- Lopez, A.J., et A.J. Heinrichs. « Invited Review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf », *Journal of Dairy Science*, vol. 105 (2022), n° 4, p. 2733-2749.
- McMartin, S., S. Godden, L. Metzger, J. Feirtag, R. Bey, J. Stabel, S. Goyal, J. Fetrow, S. Wells et H. Chester-Jones. « Heat treatment of bovine colostrum – I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level », *Journal of Dairy Science*, vol. 89 (2006), p. 2110-2118.
- Morrill, K.M., K.E. Robertson, M.M. Spring, A.L. Robinson et H.D. Tyler. « Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality », *Journal of Dairy Science*, vol. 98 (2015), p. 595-601.
- Murphy, J.M., J.V. Hagey et M. Chigerwe. « Comparison of serum immunoglobulin G half-life in dairy calves fed colostrum, colostrum-replacer or administered with intravenous bovine plasma », *Veterinary Immunology and Immunopathology*, vol. 158 (2014), n° 3, p. 233-237.
- PennState Extension. Colostrum Management Tools: Hydrometers and Refractometers, 2023. Consulté sur le site au extension.psu.edu/colostrum-management-tools-hydrometers-and-refractometers#:~:text=To%20use%20a%20Brix%20refractometer,that%20appear%20on%20the%20scale
- PennState Extension. Feeding the Newborn Dairy Calf, 2022. Consulté sur le site au extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf
- Renaud, D.L., D.F. Kelton, S.J. LeBlanc, D.B. Haley, A.B. Jalbert et T.F. Duffield. « Validation of commercial luminometry swabs for total bacteria and coliform counts in colostrum-feeding equipment », *Journal of Dairy Science*, vol. 100 (2017), n° 11, p. 9459-9465.
- Renaud, D.L., M.A. Steele, R. Genore, S.M. Roche et C.B. Winder. « Passive immunity and colostrum management practices on Ontario dairy farms and auction facilities: A cross-sectional study », *Journal of Dairy Science*, vol. 103 (2020), n° 9, p. 8369-8377.
- Robbers, L., R. Jorritsma, M. Nielen et A. Koets. « A Scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves », *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 8 (2021).
- Van Soest, B., M. Weber Nielsen, A.J. Moeser, A. Abuelo et M.J. VandeHaar. « Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves », *Journal of Dairy Science*, vol. 105 (2022), n° 8, p. 7011-7022.
- Wiking, L. et R.E. Pedersen. « Effects of heating colostrum in a microwave oven on Immunoglobulin G concentration », *ACTA Agriculturae Scandinavica*, partie A – Sciences animales, vol. 59 (2008), n° 1, p. 66-69.

Rédigée en 2008 par Brian Lang, MAAARO, cette fiche technique a été mise à jour en 2024 par Marlene Paibomesai, spécialiste de la production laitière, MAAARO, et Andrea Bajus, spécialiste du transfert de la technologie, MAAARO.