

Maisons-Alfort, le 30 octobre 2014

AVIS

de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatives à une demande d'avis sur un projet de modification de la directive 2002/32/CE (substances indésirables en alimentation animale): nitrites et nitrates

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie le 23 juin 2014 par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) pour la réalisation de l'expertise suivante : Demande d'avis relatif à un projet de modification de la directive 2002/32/CE (substances indésirables en alimentation animale) : nitrites et nitrates

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les autorités britanniques ont demandé à la Commission européenne d'étudier la possibilité de modifier l'annexe I de la directive 2002/32/CE en supprimant la teneur maximale pour les nitrites dans les matières premières (tout en conservant la teneur maximale actuelle pour les aliments composés pour animaux). Par ailleurs, les autorités britanniques attirent l'attention de la Commission sur le risque potentiel en matière de santé animale due à l'absence de teneurs maximales en nitrates dans les aliments pour animaux. Elles ont fourni à l'appui de leur demande un rapport d'un cabinet de conseil (ADAS UK Ltd). La Commission a demandé aux Etats-membres de se positionner sur cette question.

L'avis de l'Anses est sollicité sur trois questions :

- Sécurité pour l'Homme, l'animal et l'environnement d'une suppression de la teneur maximale en nitrites pour les matières premières (tout en conservant celle en vigueur pour les aliments composés) ;

- Dans le cas où l'Anses considérerait que cette suppression présenterait des risques, l'avis de l'agence est sollicité sur l'adéquation des teneurs maximales fixées actuellement en nitrites pour les différentes matières premières ;
- Nécessité au regard de la santé humaine, animale et de la préservation de l'environnement d'introduire des teneurs maximales réglementaires en nitrates dans les aliments pour animaux. Si oui, préciser quels niveaux maximum sembleraient pertinents.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise collective a été réalisée par le comité d'experts spécialisé (CES) « Alimentation animale » (ALAN), réuni le 9 septembre 2014, sur la base des rapports initiaux rédigés par quatre rapporteurs.

L'expertise effectuée par les rapporteurs a consisté à répondre aux questions posées par la DGCCRF. L'analyse et les conclusions du CES ont été validées lors de la réunion 9 septembre 2014.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Le comité d'experts spécialisé « Alimentation animale » a adopté les travaux d'expertise collective ainsi que ses conclusions et recommandations, objets du présent rapport lors de sa séance du 9 septembre 2014 et a fait part de cette adoption à la direction générale de l'Anses.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ALAN

3.1. Introduction

Concernant l'ion nitrite, la directive 2002/32/CE modifiée¹ fixe une teneur maximale, exprimée en nitrite de sodium, de :

- 15 mg/kg pour les matières premières, à l'exception, d'une part, de la farine de poisson (teneur maximale égale à 30) et, d'autre part des fourrages ensilés et des produits et sous-produits de betteraves sucrières, de cannes à sucre et de la production d'amidon et de boissons alcooliques, pour lesquels aucune teneur maximale n'est imposée ;

- 15 mg/kg d'aliment composé complet, à l'exception des aliments humides (> 20% d'humidité) pour chiens et chats pour lesquels aucune teneur maximale n'est fixée.

Ces teneurs maximales sont exprimées en nitrite de sodium, qui contient 66,7% d'ion nitrite, pour des aliments d'une teneur en humidité de 12 %.

¹ Modifiée en dernier lieu par le règlement (UE) n° 1275/2013 de la Commission du 6 décembre 2013.

Par ailleurs, l'argumentaire fourni par les autorités britanniques est presque entièrement basé sur un avis scientifique de l'EFSA (2009), repris dans un article publié en 2013 (Cockburn *et al.*, 2013). Cet avis de l'EFSA faisait lui-même suite à un avis du SCAN (Scientific Committee on Animal Nutrition) qui recommandait d'enlever l'ion nitrite de la liste des substances indésirables. L'argumentaire britannique ajoute aux conclusions de l'EFSA le constat que l'intoxication par l'ion nitrite est avant tout due à l'ion nitrate de la ration, pour lequel la réglementation actuelle ne fixe aucune teneur maximale.

3.2. Réponses aux questions posées dans la saisine

3.2.1. Sécurité pour l'homme, l'animal et l'environnement d'une suppression de la teneur maximale en nitrite pour les matières premières (tout en la conservant pour les aliments composés)

Les nitrites (contenant l'ion NO_2^-) peuvent être utilisés sous forme sodique comme additifs dans les ensilages ou fourrages (pas de limite résiduelle maximale fixée) et, par le passé, comme agent conservateur dans les farines de poisson (limite fixée à 30 mg/kg MS).

Les teneurs en nitrites retrouvées naturellement dans les végétaux sont plus de 100 fois inférieures à celles mesurées en parallèle pour les nitrates (Sinclair et Milkowski, 2012 ; Keeton *et al.*, 2009). Les valeurs les plus importantes sont signalées dans la betterave. Des valeurs importantes en nitrites peuvent être retrouvées dans les fourrages d'après les quelques rares analyses produites en analyse de surveillance par les laboratoires communautaires (rapport de D. Peers, ADAS UK Ltd, joint à la saisine). Des difficultés de mesure des teneurs résiduelles en nitrites ont été signalées dans certaines matrices végétales.

Les nitrites peuvent être présents comme résidus dans les matières premières végétales ou être formés chez l'espèce-cible à partir de la réduction des nitrates (contenant l'ion NO_3^-). Les espèces bovines et porcines sont les espèces domestiques les plus sensibles. Chez les porcs, les nitrites sont formés et absorbés essentiellement dans la partie supérieure du tractus digestif. Chez les ruminants, les nitrites et les nitrates sont métabolisés par la flore ruminale. La sensibilité chez les porcs s'explique d'une part par la faible activité nitrite-réductase bactérienne dans leur tube digestif (incapacité à réduire les nitrites en ammoniacque), et, d'autre part, par une faible activité NADH-cytochrome b5 réductase de l'enzyme impliquée dans la réduction de la méthémoglobine en hémoglobine. Celle des ruminants est liée à une forte capacité du rumen à réduire les nitrates en nitrites qui oxydent secondairement l'oxyhémoglobine en méthémoglobine.

L'avis de l'EFSA (2009), conclut que l'exposition des animaux à l'ion nitrite via l'alimentation ne représente pas un risque pour la santé animale, la santé humaine et l'environnement. Il argumente :

- sur le fait que l'utilisation de nitrite comme conservateur pour les farines de poisson n'est plus autorisé ;
- sur le fait qu'aucun cas d'intoxication par l'ion nitrite apporté par les aliments n'a été publié ;
- sur des données de surveillance des teneurs en nitrite des aliments, recueillies en Europe (seuls Chypre, la France et la Slovénie ont fourni des données) précisant qu'aucune des 94 matières premières ou aliments composés complets pour lesquels la directive 2002/32/CE modifiée fixe une teneur maximale ne dépassait cette teneur limite en nitrite. Parmi les aliments non visés par la directive, seul un fourrage, d'origine slovène, présentait une teneur en nitrite (26,2 mg/kg de matière sèche) supérieure à la teneur maximale fixée pour les aliments complets.

- sur la base des teneurs les plus élevées autorisées, et en considérant que les animaux consomment de l'eau potable (< 0,5 mg de nitrite/L), l'exposition quotidienne des ruminants ne dépasse pas 0,87 mg de nitrite par kg de poids vif, alors que la NOAEL pour les ruminants est comprise entre 3,3 (bovins adultes) et 10 (ovins) ou 11 (veaux) mg/kg. Chez les porcs en croissance et les truies, l'exposition journalière totale (eau + aliment) aux ions nitrites est de 0,31 et 0,42 mg de nitrite par kg de poids vif, très inférieure à la NOAEL de 3,3 et 17,2 mg/kg de poids vif, respectivement. Chez les volailles en croissance et la poule pondeuse, l'exposition journalière totale (eau + aliment) aux ions nitrites est de 0,71 et 0,61 mg de nitrite par kg de poids vif, très inférieure à la NOAEL (no observed adverse effect level) de 25 mg/kg de poids vif. Ceci est cohérent avec l'absence de cas d'intoxication rapportés chez les ruminants et les monogastriques ;
- sur le fait qu'il n'y a pas d'enjeu de santé humaine dans la mesure où l'ion nitrite présent dans les denrées animales ne contribue que très faiblement à l'exposition de l'Homme, exposition surtout liée à la consommation d'eau et de fruits et légumes ;
- sur le fait que la présence de nitrites dans l'environnement résulte du cycle de l'azote, *via* les bactéries de nitrification, en tant qu'intermédiaires de la formation de nitrates, si bien que la concentration en nitrites dans l'environnement est très faible.

Ces données pourraient être considérées comme incomplètes, les aliments analysés ne représentant qu'un échantillonnage non représentatif à l'échelle européenne. Cependant, dans le cas des ruminants, l'intoxication par l'ion nitrite n'est décrite, en dehors de situations expérimentales, que suite à la transformation ruminale de nitrate alimentaire apporté par des fourrages, si bien qu'on peut considérer que le nitrite des aliments ne représente pas un risque pour les ruminants. Chez les porcs et les volailles, l'alimentation à base de céréales dont les teneurs en nitrites sont très faibles (médiane = 2,5 mg/kg d'aliment complet, max=7,9 mg/kg, n=15 échantillons d'aliments complets) hors aliments contaminés par des champignons, permet de considérer que le risque d'intoxication par les nitrites de la ration est négligeable. Pour les autres espèces animales, le rapport de l'EFSA (2009) ne mentionne pas de risque d'intoxication par les nitrites.

Outre la suppression de la teneur maximale autorisée en nitrite fixée pour les matières premières, la saisine propose de conserver la teneur maximale en nitrite fixée pour les aliments composés. Seuls les aliments composés complets sont actuellement concernés par une teneur maximale en nitrite fixée par la réglementation. L'utilisation d'aliments composés complets est très rare en élevage de ruminants, dont les rations sont composées de mélanges de matières premières (fourrages et concentrés), ou de fourrages et aliments composés complémentaires. Maintenir dans la réglementation une teneur maximale autorisée pour les aliments composés complets pour ruminants n'a donc pas d'intérêt, et y introduire une teneur maximale pour les aliments composés complémentaires n'en a pas davantage. Pour les porcs et les volailles, l'utilisation d'aliments composés est fréquente, mais ne justifie pas le maintien d'une teneur maximale en nitrites.

Par ailleurs, le CES ALAN s'est interrogé sur la formation de nitrosamines chez les animaux suite à l'ingestion de nitrites dans leur alimentation. En effet, les N-nitrosamines ont été caractérisées comme cancérigènes de l'estomac (région du *cardia* proximal) dans des modèles expérimentaux de cancérogenèse chez le rongeur. Une revue de la littérature concernant la toxicologie des nitrites et nitrates chez l'animal (Bryan *et al.*, 2012) montre qu'en l'absence d'amines précurseurs des nitrosamines, situation habituellement retrouvée dans les aliments pour animaux, les nitrites ne sont pas associés à un processus de cancérogenèse.

En conclusion, l'ion nitrite des aliments pour ruminants et les monogastriques, ne présente pas de risque pour l'animal, le consommateur humain et l'environnement. Aussi, supprimer de la réglementation la teneur maximale en nitrite fixée pour les matières premières et les aliments composés peut être envisagé.

3.2.2. Adéquation des teneurs maximales fixées actuellement en nitrite pour les différentes matières premières au regard de la sécurité pour l'Homme, l'animal et l'environnement. Si l'Anses juge que les niveaux fixés ne sont pas appropriés, il est demandé à l'agence d'indiquer les teneurs qui lui sembleraient adéquates

Dans la mesure où la réponse au point précédent valide la possibilité de supprimer la teneur autorisée en nitrite pour les aliments pour animaux, la notion d'adéquation de cette teneur aux exigences de sécurité est sans objet.

3.2.3. Nécessité au regard de la santé humaine, de la santé animale et de la préservation de l'environnement d'introduire des teneurs maximales réglementaires en nitrates dans les aliments pour animaux. Dans le cas où l'Anses répondrait positivement à cette question, il est demandé à l'agence de préciser quels niveaux maximum lui sembleraient pertinents

3.2.3.1. Santé animale

Dans le cas des ruminants, l'ion nitrate peut être présent dans les aliments, principalement dans les fourrages, l'accumulation de nitrate dans les végétaux étant beaucoup plus forte dans les tiges, constitutives des fourrages, que dans les grains et graines qui sont parmi les principaux aliments concentrés pour animaux. Le nitrate fixé par les plantes provient du sol ; il est soit d'origine naturelle (cycle de l'azote), soit apportés par des fertilisants. L'accumulation de nitrate dans les plantes dépend de nombreux facteurs, dont l'espèce végétale (sorgho...), la variété, le stade végétatif (les plantes les plus jeunes ayant des teneurs en nitrate plus élevées), la quantité et la forme d'apport des engrais ainsi que la période de fertilisation, les conditions de croissance inadaptées : par exemple, la sécheresse accroît la teneur en nitrate des plantes du fait de la réduction des végétaux de leur capacité à convertir le nitrate absorbé en NH_3 puis en protéines. Par ailleurs, certains sols pauvres en S et Mo sont connus pour accroître les teneurs en nitrate des végétaux.

Chez les ruminants, l'ion nitrate est métabolisé dans le rumen. La première étape de ce métabolisme est une réduction en ion nitrite. Celui-ci peut à son tour être réduit en ammoniac, produit de dégradation de la plupart des composés azotés dans le rumen, et qui peut, soit être réutilisé par les microorganismes du rumen pour des synthèses protéiques, soit transiter avec la phase liquide du rumen, soit être absorbé par la muqueuse ruminale. Le point critique de ce métabolisme est la possibilité d'accumulation d'ion nitrite dans le rumen, qui peut, après absorption, conduire à une intoxication due à la transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine, empêchant la fixation et le transport de O_2 . La concentration en nitrite dans le rumen dépend donc de la concentration en nitrate d'origine alimentaire, de la vitesse de réduction de l'ion nitrate en nitrite, et de la vitesse de réduction du nitrite en ammoniac.

La concentration en nitrate d'origine alimentaire dans le rumen dépend bien sûr de la teneur des aliments en nitrate, mais aussi de leur cinétique de consommation ; ainsi par exemple, à teneur identique en nitrate dans les plantes, le pic de concentration en nitrate dans le rumen après repas

est plus faible au pâturage qu'avec des fourrages distribués, ces derniers étant consommés plus rapidement.

La réduction de l'ion nitrate en ion nitrite est rapide : le pic de concentration en nitrite intervient deux heures après l'apport de nitrate, et la concentration en nitrite est comprise entre 1 et 2% de la concentration en nitrate (Lewis, 1951). Un supplément de molybdène (1 mg/kg de MS de ration) accélère la réduction de l'ion nitrate (Tillman *et al.*, 1965). L'adaptation des animaux à la consommation de nitrate accélère cette réduction grâce à une augmentation du nombre de bactéries compétentes (Alaboudi et Jones, 1985). L'apport de monensin aux animaux (autorisé en tant que médicament vétérinaire pour la prévention de la cétose des vaches laitières) accélère la réduction du nitrate.

La réduction de l'ion nitrite en ammoniac est plus lente que la formation de l'ion nitrite, d'où la relative accumulation de ce dernier : après administration de nitrate, le pic de concentration en ammoniac n'intervient qu'au bout de 4 heures. La vitesse de cette réduction peut être augmentée (avec par conséquent une diminution de concentration en nitrite) par :

- l'adaptation des animaux à la consommation de nitrate. Cette adaptation accélère davantage la réduction de l'ion nitrite que celle de l'ion nitrate, d'où un effet négatif sur la concentration ruminale en nitrite (Alaboudji et Jones, 1985) ;
- un apport de céréales dans la ration (Burrows *et al.*, 1987).

Les effets négatifs du nitrate décrits chez les ruminants sont principalement aigus, et bien connus en tant que risques liés à la consommation de nombreuses graminées fourragères dont le sorgho, ou de certaines plantes prairiales toxiques (comme l'amarante, les chénopodes, le rumex). Ces troubles sont liés à l'absorption digestive d'ion nitrite, qui entraîne une réduction de l'hémoglobine sanguine en méthémoglobine. Lorsque la transformation concerne plus de la moitié de l'hémoglobine, des signes cliniques apparaissent : faiblesse musculaire, incoordination motrice, convulsions, augmentation des fréquences cardiaques et respiratoires, cyanose ou coloration brune des muqueuses. Cette intoxication peut être mortelle.

Des effets liés à un apport chronique ont aussi été décrits :

- baisse d'activité des bactéries cellulolytiques dans le rumen (Marais *et al.*, 1988), mais les éventuelles conséquences zootechniques n'ont pas été étudiées ;
- avortement : l'avis de l'EFSA rapporte des cas d'avortements pour des niveaux d'apport de nitrate de 3000 et même 800 mg/kg de MS de ration, soit respectivement 115 et 30 mg par kg de poids vif. Le NRC (2005) rapporte des cas d'avortements sur des animaux ayant reçu 540 mg de nitrate par kg de poids vif, mais aussi l'absence d'avortements sur des animaux en ayant reçu entre 400 et 665 mg / kg de poids vif.

Les teneurs tolérables de nitrate dans la ration proposées sont très variables : 5000 mg/kg de MS de ration pour le NRC (2005), ou 33 mg/kg de poids vif pour l'EFSA (2009), ce qui représente entre 825 et 1650 mg/kg de MS de ration pour un niveau de consommation compris entre 2 et 4% du poids vif. Par ailleurs, chez le veau, des études anciennes montrent qu'il peut tolérer jusqu'à 10000 mg/kg de lait pendant 8 semaines sans modification de croissance, ou des paramètres sanguins (Berende *et al.*, 1977 cité par Scan, 1978). Cependant, la tolérance des animaux peut être très variable en fonction des facteurs de variation des vitesses de production et réduction du nitrite évoqués ci-dessus.

Récemment, un certain nombre d'études ont été engagées sur les effets de l'incorporation de nitrate à la ration des ruminants pour diminuer la production de méthane. Ces études ont parfois utilisé des apports très élevés de nitrate : par exemple van Zijderveld *et al.*, (2011) ont, en respectant une adaptation des vaches laitières, utilisé des rations à 2,1% de nitrate (soit 21 000 mg/kg de MS) sans observer de signe clinique ou zootechnique. De façon comparable, des bovins recevant 22000 mg de nitrate/kg MS (Hulshof *et al.*, 2013) ou des ovins recevant jusqu'à 26000

mg/kg MS (van Zijderveld *et al.*, 2010) semblent ne pas être affectés par de telles doses, bien que très peu de paramètres biochimiques aient été rapportés. Il faut en outre souligner la durée courte de ces essais (moins de 100 jours en général), ne permettant pas d'évaluer les effets à long terme de l'apport massif de nitrate.

En conclusion, les risques liés à la consommation de nitrate sont réels chez les ruminants, bien connus et généralement gérés en élevage. Ces risques tiennent principalement à la consommation de fourrages, produits dans les élevages, dont la teneur en nitrate est susceptible de varier rapidement, et aucune description d'intoxication due à des concentrés ou des aliments composés n'est disponible. Les teneurs susceptibles d'avoir des effets négatifs sur les animaux sont mal connues et difficiles à définir dans la mesure où la toxicité du nitrate dépend de nombreux facteurs dont l'adaptation des animaux.

Proposer une teneur limite n'est donc pas possible actuellement. En particulier, se baser sur les NOAEL ou LOAEL proposées par l'EFSA (respectivement 825 et 2475 mg/kg de MS) reviendrait probablement (en la quasi absence de données sur les teneurs en nitrate des fourrages européens) à écarter de la consommation une partie des ressources fourragères.

Concernant les monogastriques, la question des nitrates ne se pose pas du fait d'une ration ne contenant peu ou pas de fourrage et d'une concentration négligeable en nitrates dans les grains, graines et coproduits.

3.2.3.2. Santé humaine

L'absence de teneur maximale en nitrate dans l'alimentation animale, avec suppression de la teneur maximale en nitrites doit également être analysée sous l'angle de la santé publique.

Compte tenu de la transformation des nitrates en nitrites chez les ruminants et de la très faible teneur en nitrates dans les aliments pour monogastriques, cette analyse doit à nouveau porter sur l'exposition du consommateur aux nitrites.

Dans le cadre de la deuxième étude de l'alimentation totale réalisée par l'Anses (2011), les expositions aux nitrites ont été estimées respectivement à 6 et 11 µg/kg pc/j pour les adultes et les enfants les plus exposés. Cela représente des expositions au maximum de l'ordre de 20% de la dose journalière admissible (fixée à 60 µg/kg pc/j, EFSA, 2010).

Par ailleurs, selon le rapport de l'EFSA (2009), les apports en nitrites de la viande fraîche, du lait et produits laitiers et des œufs ne représentent que 2.9% de l'exposition journalière chez l'Homme.

Ces deux éléments permettent de considérer que la contribution des produits animaux à l'exposition aux nitrites (dont ceux issus de la transformation des nitrates par l'animal) ne représente pas un problème de santé publique.

3.2.3.3. Environnement

La transformation des nitrates en nitrites chez les animaux conduit in fine à une excrétion de nitrites par voie urinaire et d'ammoniac en petite partie éliminé avec d'autres gaz par éructation, et en majeure partie absorbé et métabolisé. D'une part, l'ammoniac est un constituant azoté de l'air qui participe au cycle de l'azote ; d'autre part, comme indiqué au point 3.2.2, la présence de nitrites dans l'environnement résulte du cycle de l'azote, *via* les bactéries de nitrification, en tant qu'intermédiaires de la formation de nitrates, si bien que la concentration en nitrites dans l'environnement est très faible.

La question relative au risque pour l'environnement via la formation de nitrates à partir des nitrites excrétés ne peut être instruite au sein de la présente saisine. Elle mériterait d'être instruite par plusieurs comités d'experts sur une période beaucoup plus longue, dans une démarche systémique robuste, prenant en compte les différentes sources de nitrates et l'extrême plasticité du

cycle de l'azote selon que l'on considère les aspects pédoclimatiques, les voies de minéralisation de l'azote organique, l'activité intrinsèque de la flore microbienne des sols prise à un moment donné, les possibles compétitions entre certaines voies de fixation de l'azote minéral en cas d'amendement par des engrais minéraux (nitrate d'ammonium), le niveau de lessivage des sols préalable à un apport d'azote organique, etc.

En conclusion, les experts ne recommandent pas la fixation de teneurs maximales en nitrate dans l'alimentation des animaux. Ils soulignent que le risque pour l'environnement lié aux nitrates ne peut pas être évalué dans le cadre de cette saisine ponctuelle et que la pertinence d'une recommandation de teneurs maximales ne peut être envisagée que dans une réflexion globale, toutes sources de nitrates confondues.

3.3. Conclusion du CES ALAN

Les teneurs maximales en nitrite fixées pour les matières premières et aliments composés pour animaux peuvent être supprimées de la réglementation actuelle. Il n'est pas pertinent, en l'état actuel des connaissances, de fixer des teneurs maximales en nitrate dans l'alimentation des animaux.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'ANSES

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions du CES « Alimentation animale ».

Marc Mortureux

MOTS-CLES

Alimentation animale, nitrites, nitrates, substances indésirables, directives 2022/32/CE modifiée

BIBLIOGRAPHIE

- Anses, 2011. Etude de l'alimentation totale française 2 (EAT2). Rapport d'expertise.
- Alaboudi, A.R, Jones, G.A., 1985. Effect of acclimation to high nitrate intakes on some rumen fermentation parameters in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 65:841-849.
- Berende, P.L.M. *et al.*, 1977. Dynamic and kinetics aspects of nitrates in ration for milk fed calves. *ILOB reports* 430-430a.
- Bryan NS, Alexander DD, Coughlin JR, Milkowski AL, Boffetta P (2012). Ingested nitrate and nitrite and stomach cancer risk: An updated review. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 3646–3665.
- Burrows, G.E., Horn, G.W., McNew, R.W., Croy, L.I., Keeton, R.D., Kyle, J., 1987. The prophylactic effect of corn supplementation on experimental nitrate intoxication in cattle. *J. Anim. Sci.* 64:1682-1689.
- Cockburn, A., Brambilla, G., Fernández, M.L., Arcella, D., Bordajandi, L.R., Cottrill, B., van Peteghem, C., Dorne, J.L., 2013. Nitrite in feed: From Animal health to human health. *Toxicol. Applied Pharmacol.* 270:209-217.
- EFSA. 2009. Scientific Opinion: Nitrite as undesirable substances in animal feed. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA J.* 1017:1-47.
- EFSA. 2010. Scientific Opinion: Statement on nitrites in meat products. Scientific Opinion of the Panel on food additives and Nutrient sources added to food (ANS). *EFSA J.* 2010; 8(5):1538.
- Hulshof, R.B.A.A., Berndt, W.J.J., Gerrits, J., Dijkstra, S.M. van Zijderveld, J.R., Newbold and H.B. Perdok. 2013. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets.
- Keeton, K., Wesley, N., Osburn, N., Margaret, D., 2009. A national survey of the nitrite, nitrate concentration in cured meat products and non meat foods available at retail. National Pork board project. <http://www.amif.org/research/07-408/>
- Lewis, D., 1951. The Metabolism of Nitrate and Nitrite in the Sheep 1. The reduction of nitrate in the rumen of the sheep. *Biochem. J.* 48:175-180.
- Marais, J.P., Therion, J.J., Mackie, R.I., Kistner, A., Dennison, C.. 1988. Effect of nitrate and its reduction products on the growth and activity of the rumen microbial population. *Br J Nutr.* 59:301-313.
- NRC, 2005. Mineral tolerance of animals, 2nd edition.
- Sindelar, J.J. et Milkowski, A.L., 2012. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, 26: 259-266.
- Scan, 1978. Report of Scientific Committee Animal Nutrition on the effect of nitrates in *feedingstuff*. (18 April 1978). http://ec.europa.eu/food/fs/sc/oldcomm6/other/17_en.pdf.
- Tillman, A.D., Sheriha, G.M., Sirny, R.J. 1965. Nitrate reduction studies with sheep. *J. Anim. Sci.* 24:1140-1146.
- Van Zijderveld, S.M.,W.J.J., Gerrits, J.A., Apajalahti, J.R., Newbold, J., Dijkstra, R A., Leng, and H.B. Perdok, 2010. Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep. *J. Dairy Sci.* 93:5856–5866.
- Van Zijderveld, S.M., Gerrits, J., Dijkstra, J.R., Newbold, R.B.A., Hulshof Perdok, H. B., 2011. Persistency of methane mitigation by dietary nitrate supplementation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:4028–4038.