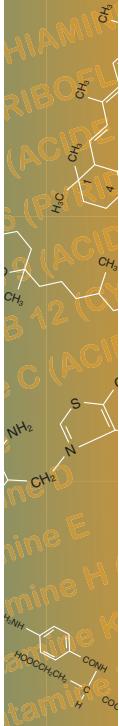


Vitamines : rôles et besoins dans l'aliment du porc



Ce dossier présente une synthèse des données disponibles sur les besoins et les apports en vitamines pour le porc. Un état des connaissances scientifiques et pratiques est proposé pour chaque vitamine traitée séparément. A partir de ces éléments, l'utilisateur pourra rapidement obtenir quelques repères simples relatifs aux besoins des animaux, faire un point rapide sur une ou plusieurs vitamines et éventuellement élaborer ses propres recommandations.

Dans cette optique, il est important de rappeler la part d'incertitude, variable selon les vitamines, quant à la connaissance des besoins des animaux. Le stockage hépatique, les interactions avec la synthèse intestinale, la présence de facteurs d'épargne, ou à l'inverse de composés qui augmentent le besoin, rendent complexe cette détermination.

D'autre part, la notion de besoin (minimum ou optimum pour les performances), la variabilité des besoins selon les individus (doit-on satisfaire les besoins des plus exigeants ?) et la prise en compte de l'évolution génétique constituent autant d'éléments de réflexion supplémentaires.

Enfin, l'adoption de marges de sécurité devra nécessairement s'appuyer sur une évaluation de leur impact économique. Il est également utile de savoir que la multiplication des pratiques, des recommandations et des exigences des cahiers des charges peuvent alourdir les process et au final, les coûts de fabrication des aliments.

Vitamines	Unité/kg	Coût	Porcelet		Charcutier		Truie	
			1 ^{er} âge	2 ^{ème} âge	Croissance	Finition	Gestante	Allaitante
A	UI	☹☹☹	10000	8000	7000	5000	5000	8000
D3	UI	☹	2000	1500	1000	1000	2000	2000
E	UI	☹☹☹	50	20	10-15	10-15	45	45
K3	mg	☹	1	0,5-1	0,5	0,5	0,5	0,5
B1 (Thiamine)	mg	☹	1	0,5-1	0-1	0-1	1	1
B2 (Riboflavine)	mg	☹☹	4-8*	4-8*	3	2	3	3
B5 (Ac. Pantothénique)	mg	☹☹	10	10	8	7	8	8
PP (Niacine)	mg	☹☹	15	15	10	7	10	10
B6 (Pyridoxine)	mg	☹☹	0-3,6*	0-1	0	0	1	0
B12 (Cyanocobalamine)	mg	☹☹	0,035	0,03	0,02	0,02	0,02-0,2	0,02
Ac. Folique	mg	☹☹	0,5	0,5	0-0,5	0-0,3	0,2-15*	1-15*
Biotine	mg	☹☹☹	0,1	0-0,1	0-0,05	0	0,3-0,5	0,3-0,5
Choline	mg	☹☹☹	300-800	300-800	0-300	0-100	400-900	400-900

* : ces propositions de taux reposent sur un nombre très limité d'essais ☹☹☹:coûteuse, ☹☹: moy. coûteuse, ☹: peu coûteuse

Le tableau récapitulatif des recommandations de supplémentation en vitamines, par stade physiologique, proposé ci-dessus récapitule le travail bibliographique réalisé. Ces recommandations s'appuient pour partie sur celles établies par l'INRA en 1984. Compte tenu des différentes sources d'incertitude, des plages de variation sont parfois indiquées.

La prise en compte du coût des vitamines (variable dans le temps), de la nature des matières premières constitutives du régime et des marges de sécurité choisies, de même que l'acquisition de connaissances nouvelles sur ce thème, peuvent conduire à des arbitrages en faveur de niveaux d'apports différents de ceux proposés ici.

COMPLEMENT D'INFORMATION

Un nombre important d'essais a été effectué aux Etats Unis, portant sur un apport simultané et croissant de plusieurs vitamines du groupe B.

Compte tenu du principe de ces essais, il n'est pas possible de conclure sur l'effet individuel de chaque vitamine testée. C'est pourquoi, il n'en a pas été tenu compte dans les recommandations proposées. Cependant, une synthèse de ces résultats est présentée dans le tableau ci-dessous.

BILAN DES ESSAIS D'INCORPORATION DE VITAMINES POUR LES PORCELETS

Taux (en multiple du NRC 1998)	Association testée	Mode d'administration	GMQ	IC	Remarques
10	B1 B2 B6 B5 B12 PP	Injection	+	=	
3	B1 B2 B6 B5 B12 PP	Injection	=	=	
2	B2 B5 B12 PP	Aliment	=	=	
1,5	B2 B5 B12 PP	Aliment	+	=	
10	B2 B5 B12 PP	Aliment	+	=	
10	B2 B5 B12 PP	Aliment	+	+	
3,7	B2 B5 B12 B9 PP	Aliment	+	+	Idem selon les conditions d'élevage
4,7	B2 B5 B12 B9 PP	Aliment	+	+	Animaux à fort potentiel de dépôt musculaire
3,7	B2 B5 B12 B9 PP	Aliment	+	+	Animaux à potentiel modéré de dépôt musculaire

SOMMAIRE

Vitamine A	1
Vitamine D	2
Vitamine E	3
Vitamine K	4
Vitamine B 1 (THIAMINE)	5
Vitamine B 2 (RIBOFLAVINE)	6
Vitamine B 5 (ACIDE PANTOTHENIQUE)	7
Vitamine PP (NIACINE)	8
Vitamine B 6 (PYRIDOXINE)	9
Vitamine B 9 (ACIDE FOLIQUE)	10
Vitamine B 12 (CYANOCOBALAMINE)	11
Vitamine H (BIOTINE)	12
Choline	13
Vitamine C (ACIDE ASCORBIQUE)	14

Principaux rôles

- En intervenant dans l'intégrité des épithéliums, elle joue un rôle de barrière sanitaire.
- Elle participe au métabolisme osseux.
- Elle intervient au niveau de la fécondité par l'intermédiaire de la synthèse des hormones stéroïdiennes.

Apports

- Elle est peu présente dans les matières premières.
- Le β carotène (caroténoïdes) des matières premières végétales est moins efficace que les formes de supplémentation.

Equivalence

267 UI = 1 000 mg β -carotène ou 80 μ g rétinol ou 92 μ g rétinol.

Niveau de supplémentation requis

- Les critères de croissance sont peu discriminants, il est préférable d'utiliser les critères de stockage hépatique ou de dosage sanguin.
- Les essais sur truies sont difficiles car le stockage hépatique induit un fort effet tampon. Ainsi des régimes carencés en vitamine A n'ont pas eu d'effet sur les truies au cours de 2 à 3 cycles successifs, mais ces essais sont anciens (années 1940 à 60).
- Un apport fractionné est plus efficace qu'un apport unique (FERRANDO, 1975). 10⁶ UI injectées en une seule fois à différents moments de la gestation sont sans effet sur les nés vifs, le poids et la proportion de nés faibles, l'aliment de base contenant 4 000 UI (PUSATERI, 1999).
- Des essais à 40 000 UI sur porcelets sevrés ou 50 000 UI sur porcs charcutiers sont sans effet sur la croissance et l'indice de consommation.
- Un fort taux de vitamine A réduit l'absorption de vitamine E. Ceci est vrai sur porcelets (CHUNG, 2002), mais non démontré sur charcutiers (ANDERSON, 1995). Sur porcelets, entre 2 200 et 13 200 de vitamine A, il existe une réduction du taux de tocophérol sanguin de 20 à 30%, quelle que soit la forme d'apport de vitamine E.
- L'absorption est similaire à celle des matières grasses.
- La qualité de conservation dépend de la présence d'antioxydants. De plus, l'humidité, les sels minéraux, le caractère hygroscopique du chlorure de choline et une acidité trop marquée constituent des facteurs défavorables.

Principaux rôles

- Absorption du calcium : la vitamine D induit la formation d'une protéine intestinale (Ca Binding Protein) qui permet l'absorption du Ca.
- Elle favorise aussi l'absorption du phosphore et du magnésium.

Apports

- Les matières premières en contiennent peu sauf les farines ou les huiles de poisson.
- D2 : ergocalciférol.
- D3 : cholécalciférol : elle doit subir 2 hydroxylations avant d'être active, ces modifications étant régulées par le taux de Ca sanguin.

Equivalence

1 UI = 0,025 µg de D2 ou D3.

Niveau de supplémentation requis

- Il se détermine indépendamment des performances zootechniques, mais plutôt sur la base de certains marqueurs sanguins :
 - métabolites de D3
 - teneur en Ca, P, Mg du sang
 - teneur en cendres, Ca, P des os
 - observation microscopique des os
 - dosages hormonaux : Parathormone, Calcitonine.
- Il existe une forte capacité de résistance à la carence en vitamine D (POINTILLART, 1980).
- Les recommandations du NRC sont faibles. En pratique, les suppléments sont bien supérieures aux besoins (établis à 200 UI selon une étude de détermination datant de 1946).
- Il n'y a pas d'étude sur truie.
- Des études récentes (2002-2004) ont été menées : elles visent à l'amélioration de certaines caractéristiques technologiques des viandes (tendreté, pH, couleur), avec de fortes doses (40 000 UI et plus).

Principaux rôles

- La carence en cet antioxydant des membranes cellulaires s'exprime par une grande variété de symptômes : dégénérescence des muscles squelettiques et cardiaque, ulcère gastrique, gras jaune, mort subite, MMA...
- Certains composés augmentent le besoin : acides gras insaturés, cuivre, fer, vitamine A (chez le porcelet).
- Qualité technologique de la viande : la vitamine E limite l'oxydation des lipides, les pertes au ressuyage et la couleur pour des doses supérieures à 100-200 UI.
- Elle favorise la réaction immunitaire pour des teneurs supérieures à 100-200 UI.
- Elle participe à la synthèse d'hormones.
- Elle limite l'agrégation des plaquettes sanguines.

Apports

- Par les tocophérols et tocotriénols des matières premières (8 formes de vitamine E): la luzerne, les pâtures, les fourrages verts (truies en plein air), grains et co-produits des céréales, les graines oléagineuses et les co-produits en contiennent, mais les quantités sont variables et instables (sensibilité à l'oxydation). De plus, l'activité vitaminique E est surtout le fait d'un composé (D- α -tocophérol), les autres formes ayant une activité moindre. Il existe des pertes d'activité vitaminique lors du stockage et des traitements technologiques (thermique, granulation), et lors de l'ajout d'acides organiques.
- L'incorporation de matières grasses améliore l'absorption de la vitamine E.

Equivalence

1 mg d'acétate de DL- α -tocophérol (forme commerciale) = 1 U.I.

La forme la plus active : 1 mg D- α -tocophérol = 1,49 U.I (équivalence basée sur des études sur le rat).

Niveau de supplémentation requis

- L'effet sur les performances ne peut être retenu comme seul critère, puisque celui-ci dépend de l'état initial des réserves, des quantités naturelles que renferment l'aliment et de la présence d'agents oxydants.
- Le stockage hépatique est une fonction logarithmique de l'apport alimentaire : de fortes quantités apportées ne sont pas forcément stockées.

Cas du porc charcutier

- Dans les années 70 de nombreux travaux ont été réalisés aux USA sur des porcs en croissance-finition à la suite de l'observation de cas de carences en élevage. La synthèse de ces essais par ULLREY (1981) aboutit aux recommandations suivantes :
 - En pratique courante : 10 à 20 UI et 0,1 mg de sélénium, soit le maximum légal pour cet oligo-élément à cette époque,
 - Dans le cas d'élevage à problème, un taux plus important est possible sachant que 30 UI devraient être suffisants dans la majorité des cas,
 - A l'inverse, 5 UI et 0,04 mg Se s'avèrent insuffisants.

- JENSEN (1988) recommande 15 UI, voire 30 UI pour couvrir la variabilité des besoins individuels en incluant une marge de sécurité.

Cas du porcelet

- Le transfert de vitamine E par le placenta est minime. A la naissance, le porcelet est quasiment dépourvu de réserves ; le colostrum et le lait constituent donc la source d'apport principal. Or leurs teneurs respectives sont directement liées à celle de l'aliment distribué à la truie allaitante.
- L'injection de fer a un effet négatif sur la teneur en tocophérol du sérum.
- Un épisode de diarrhée diminue l'absorption de vitamine E.
- Il existe une diminution du taux sanguin de tocophérol dans les jours qui suivent le sevrage (diminution de la synthèse de l'enzyme pancréatique à l'origine de la dissociation de la forme acétate). L'incorporation de matières grasses permet d'améliorer l'absorption de vitamine E à ce stade, mais l'apport reçu en maternité via l'aliment de la truie est également important à considérer.
- Selon MOREIRA et MAHAN (2002), jusqu'à 200 UI sont utilisées en pratique pour prévenir tout risque de déficience sur porcelet au sevrage. Or 40-60 UI et 5 % de matières grasses devraient suffire à maintenir les concentrations sériques, de même que 80-100 UI si aucune matière grasse n'est ajoutée. Dans cet essai, l'augmentation du taux de vitamine E n'apporte pas d'amélioration des performances.
- Selon CHUNG (1992), 96 UI sont nécessaires pendant les 35 j qui suivent le sevrage pour maintenir constante la concentration sérique en tocophérol.

Cas de la truie

- Selon MAHAN (1991), les besoins des animaux élevés en bâtiment sont sous-évalués.
 - Un essai sur 60 cochettes durant 3 cycles avec 0, 16, 33 et 66 UI, montre :
 - une augmentation linéaire de la taille de portée 7 jours après la mise bas,
 - une tendance à la diminution de la taille de la portée à la naissance, phénomène qui s'accroît avec la parité, et une augmentation des morts nés pour le régime de base à 0 UI,
 - un syndrome MMA plus fréquent pour 0, 16 et 33 UI,
 - le taux de tocophérol sanguin des truies au cours des lactations successives est maintenu constant avec 33 et 66 UI, alors que le régime à 16 UI ne le permet pas.
 - MAHAN (1994) : 22, 44, 66 UI sur 5 cycles de 96 cochettes
 - Effet sur nés totaux (augmentation linéaire : 11,85, 11,97 et 12,27) et nés vifs (maximum atteint pour 44 UI : 11,45, 11,66 et 11,60).
 - 22 UI suffisent à maintenir constant le taux de tocophérol sanguin des truies.
- **Le NRC 98 recommande 44 UI de vitamine E en gestation et lactation, suite à cette étude.**
- MAHAN (2000) : 30 et 60 UI sur 5 cycles de 48 cochettes.
 - Avec 60 UI, il constate une augmentation des concentrations en tocophérol dans le sang, le lait et le colostrum de la truie, mais pas d'effet sur les performances zootechniques.

Principaux rôles

- Elle intervient dans le mécanisme de coagulation sanguine.

Apports

- Il existe une synthèse par la flore bactérienne intestinale : l'absorption peut être directe ou bien nécessiter la coprophagie. Or celle-ci sera limitée dans les élevages sur caillebotis intégral.
- La vitamine K1 est présente dans les végétaux verts.
- La vitamine K2 est synthétisée par les bactéries du tube digestif.
- La vitamine K3 (ména-dione) est une provitamine, transformée en K2 par l'organisme
 - 1 mg de K3 = 3,8 mg K1.
- Les formes de supplémentation classiques sont la ména-dione sodium bisulfite qui contient 52 % de ména-dione ou le n-pyrimidinolbisulfite (46 % de ména-dione).
- Lors du stockage, il se produit une dégradation de l'activité vitaminique K, liée à la présence de chlorure de choline (- 80% d'activité en 3 mois). L'humidité et les sels d'oligo-éléments sont également des facteurs défavorables.

Niveau de supplémentation requis

- La forme de supplémentation est peu coûteuse.
- En conditions d'élevage satisfaisantes, la synthèse bactérienne intestinale pourrait suffire.
- Le besoin peut varier par inhibition de la flore bactérienne, comme en cas de traitement anti-biotique, ou lors de la distribution d'aliments moisissus ou présentant un excès de Ca.
- Les besoins minimaux ont été estimés par l'utilisation d'anticoagulant : on détermine la dose de K3 à partir de laquelle les effets de l'anticoagulant sont annulés.
- Une incorporation de 0,5 mg de K3 est retenue dans les recommandations de l'INRA (1989) et du NRC (1998).

Principaux rôles

- Elle intervient dans le métabolisme des glucides et des protéines.

Apports

- Les matières premières classiques en sont bien pourvues : céréales et co-produits, tourteaux, graines d'oléagineux.
- Par contre, le manioc et la farine de poisson sont moins pourvus.
- Cette vitamine contenue dans les matières premières est sensible au traitement thermique, leur contribution peut donc diminuer en fonction des procédés technologiques.

Equivalence

L'activité B1 est exprimée en mg de chlorhydrate de thiamine.

Niveau de supplémentation requis

- Les besoins minimaux ont été établis dans les années 1940 et 1950 avec des régimes dépourvus de B1 :
 - 1,5 ppm entre 2 et 10 kg PV
 - 1 ppm entre 6 et 40 kg PV.
- EASTER (1983) n'observe pas d'effet de l'addition de 1 ppm en gestation sur les performances de reproduction (régime témoin avec 3,4 ppm), ni d'effet en post-sevrage et engraissement de l'addition de 3 ppm (régime témoin avec 3 à 3,3 ppm).
- NEWCOMB (1986) dans un essai sur porcelets sevrés de 3 à 4 semaines ne montre pas d'effet de 1,65 ppm dans l'aliment, ni de 2 injections de 100 mg de B1.
- WOODWORTH (2000), dans un essai sur porcelets sevrés à 3 semaines, a testé l'effet de supplémentations de 2,8 et 5,5 ppm en 1^{er} et 2^{ème} âge, les aliments témoin contenant 2,4 et 3,5 ppm du fait des matières premières :
 - Effet négatif sur les performances à S + 14, du régime à 2,8 ppm de supplémentation en B1.
 - Résultats équivalents entre le témoin et le régime avec 5,5 ppm de supplémentation.
- LUTZ (1999) n'observe pas d'effet sur les performances zootechniques en post-sevrage pour des taux de supplémentation allant de 2,05 à 7,25 ppm.

Principaux rôles

- Elle intervient dans la chaîne respiratoire (synthèse de l'ATP).
- En cas de déficience sur truies, peuvent être observés un arrêt du cycle ovarien, des mises bas prématurées, des morts nés et des pertes sous 48 h.

Apports

- Il y a abondance de B2 dans les produits laitiers et la luzerne, mais ces matières premières sont peu utilisées.
- Céréales (1 ppm) et tourteaux (3 ppm) en sont peu pourvus.
- La conservation de la B2 des matières premières est bonne : on peut donc utiliser les Tables afin de déterminer leur contribution.

Equivalence

Activité B2 en mg de riboflavine.

Niveau de supplémentation requis

- Besoins minimaux [années 1940-50]: 2 à 3 ppm entre 2 et 20 kg, 1,1 à 2,9 ppm entre 25 et 60 kg.
- FRANCK (1984) observe qu'un apport inférieur à 5,5 mg/j en gestation entraîne des mises bas prématurées, des morts nés et de la mortalité sous 48 h. Estimation du besoin à 6,5 mg/j de gestation.
- FRANCK (1989) montre qu'un apport inférieur à 12 mg/j en lactation engendre une diminution de la taille de la portée au sevrage et de la consommation des cochettes, les truies étant moins sensibles. Estimation du besoin à 16 mg/j de lactation.

- PETTIGREW (1996) observe un effet sur le taux de mise bas à partir de 60 mg/j distribués au cours des 3 premières semaines de gestation.

mg/j	10	60	110
% M.B.	66,7 a	85,7 b	93,3 b

- Des essais sur porcelets et charcutiers en association avec les vitamines B12, PP, B5 et B9 montrent des améliorations de GMQ, d'efficacité alimentaire et d'épaisseur de muscle. L'effet est positif à partir de 2,7 fois la recommandation du NRC pour les charcutiers, et de 3,7 à 4,7 fois la recommandation du NRC pour les porcelets (cf. complément d'information).
- LUTZ (1998) obtient une amélioration des GMQ, IC et dépôt de protéines de porcelets avec 6 à 10 ppm ajoutées à un régime témoin contenant 1,8 ppm.
- LUTZ (1999) montre une amélioration linéaire en post-sevrage du GMQ, de l'IC et du dépôt de protéines avec l'apport de B2.

Supplémentation	0	+3,7	+7,4
GMQ	645	677	696
IC	1,43	1,36	1,34
Dépôt protéines (g/j)	110	115	118

- MATTE (1997) constate que le besoin en B2 du porcelet sevré à 14 j augmente avec les performances de croissance, ainsi qu'avec les besoins en B6.

Principaux rôles

- Elle participe au métabolisme des graisses et des glucides en tant que constituant du coenzyme A.
- Elle intervient précocement sur le développement embryonnaire et sur celui des nouveaux nés.
- En cas de déficience, elle est responsable d'atrophie des organes sexuels.

Apports

- Elle est présente dans beaucoup de matières premières à des taux pouvant être pris en compte (6 à 12 ppm pour les céréales, 18 à 28 ppm pour les issues).
- La supplémentation se fait par du panthoténate de Ca, l'acide pantothénique étant instable.
- Seule la forme D est active.

Equivalence

1 mg acide pantothénique = 1,09 mg pantothénate de Ca.

Niveau de supplémentation requis

- Besoins minimaux (années 1950-70) : 15 ppm entre 2 et 10 kg, 6 à 10,5 ppm entre 20 et 90 kg.
- Des essais sur porcelets et charcutiers en association avec des vitamines B12, B2, PP et B9 montrent des améliorations de GMQ, d'efficacité alimentaire et d'épaisseur de muscle. L'effet est positif à partir de 2,7 fois la recommandation du NRC pour les charcutiers, et de 3,7 à 4,7 fois la recommandation du NRC pour les porcelets (cf. complément d'information).
- GRINSTEAD (1998) montre une forte amélioration de la croissance du porcelet entre 4 et 7 kg de poids vif avec 120 ppm ajoutées, puis avec 60 ppm entre 7 et 12 kg. L'IC est amélioré entre 7 et 12 kg de poids vif à partir de 30 ppm ajoutées.
- STAHLY (2001) n'observe pas d'effet sur la vitesse de croissance, l'efficacité alimentaire et la qualité technologique de la viande pour 30, 60 ou 120 ppm entre 10 et 118 kg de poids vif. Par contre, l'effet est positif avec 30 ppm sur les épaisseurs de maigre et de gras.

Principaux rôles

- Elle est un composant du NAD et du NADP, coenzymes intervenant dans les métabolismes des glucides, lipides et protéines.

Apports

- La stabilité de la niacine contenue dans les matières premières est bonne.
- Par contre, la disponibilité est nulle pour la niacine du maïs, du blé, de l'avoine et du sorgho et faible pour les co-produits de ces céréales.
- A l'inverse, la disponibilité de la niacine du tourteau de soja est bonne.
- Le tryptophane est un facteur d'épargne.
- La supplémentation se fait sous forme d'acide nicotinique (niacine) ou de nicotinamide.
- Il existe une synthèse par les bactéries intestinales.

Equivalence

L'activité PP est exprimée en mg de niacine.

Niveau de supplémentation requis

- La détermination du besoin est compliquée par la présence en excès de tryptophane.
- Besoins minimaux (années 1940-60) : 10-15 ppm entre 10 et 50 kg.
- Selon l'INRA (1984), la supplémentation est nécessaire lorsque l'apport par les matières premières est inférieur à 1,5 fois le besoin, soit 33 ppm pour le porcelet, 18 pour le charcutier et 15 pour la truie.
- Des essais sur porcelets et porcs charcutiers en association avec B2, B5, B9 et B12 montrent des améliorations de GMQ, d'efficacité alimentaire et d'épaisseur de muscle. L'effet est positif à partir de 2,7 fois le NRC pour les charcutiers et de 3,7 à 4,7 fois le NRC pour les porcelets (cf. complément d'information).
- COPELIN (1980) n'observe pas d'effet zootechnique en engraissement pour 5, 10 ou 22 ppm ajoutées.
- IVERS (1993) n'observe pas d'effet zootechnique du sevrage à la vente, ni d'incidence sur la fréquence des boîtes, pour 3, 9, 27 ou 81 ppm ajoutées.
- IVERS (1993) ne montre pas d'effet zootechnique en gestation et lactation, de 33 ppm ajoutées, ni d'incidence sur la fréquence des boîtes.
- REAL (2002) met en évidence une amélioration de l'efficacité alimentaire sur des porcs en engraissement pour 55 ppm, mais des effets contraires sur l'épaisseur de muscle des mâles et des femelles, ainsi qu'une augmentation du pH24 et une amélioration de la couleur de la viande pour un niveau supérieur à 55 ppm.

Principaux rôles

- Elle intervient dans le métabolisme des acides aminés.

Apports

- Elle est présente dans les matières premières : céréales (3 à 5 ppm), tourteaux (7 à 14 ppm).
- Les 3 formes vitaminiques ne sont pas toujours prises en compte dans les analyses, d'où les différences possibles entre Tables.
- Il existe une relative instabilité des vitamines contenues dans les matières premières.
- Leur disponibilité varie : 40 % pour le maïs et 60 % pour le tourteau de soja (valeurs obtenues à partir de tests effectués sur des poulets).

Equivalence

Activité B6 en mg de chlorhydrate de pyridoxine = 0,82 mg pyridoxine, pyridoxal ou pyridoxamine.

Niveau de supplémentation requis

- Besoins minimaux : 1,5 ppm (porcelet) ; 1,1 ppm (porc charcutier) (INRA 1989).
- Malgré leur instabilité et le taux de disponibilité dans les matières premières, les apports des régimes à base de céréales et tourteaux sont suffisants, sauf éventuellement pour le jeune animal.
- WOODWORTH (2000) observe sur porcelets de 21 jours, l'effet positif de l'addition de 3,6 ppm sur la vitesse de croissance à S + 14 (pas d'effet au delà de S + 14 et aucun effet sur l'efficacité alimentaire). Le régime de base contenant 4,3 ppm, les besoins sont estimés à 7,9 ppm.
- MATTE (2001) montre que 50 ppm sont nécessaires pour maximiser le taux de pyridoxal-5-P des hématies mais ceci est sans effet sur les performances zootechniques du porcelet sevré à 14 jours.
- NEWCOMB (1986) n'obtient pas d'effet de l'addition de 3,3 ppm sur porcelets sevrés à 3-4 semaines.
- 1 ou 10 ppm ajoutées à partir du 2^{ème} mois de gestation n'ont pas d'effet sur les performances de truies (RITCHIE, 1960).
- Sur les cochettes, 1 ppm au cours de la gestation a un effet positif sur la taille de la portée à la naissance et au sevrage (EASTER, 1983).

Principaux rôles

- Elle intervient dans la synthèse des acides nucléiques, d'où l'importance de cet apport pour les tissus à forte croissance ou à turn-over élevé.
- Elle participe à la synthèse de l'hème (pigment à base de fer constitutif de l'hémoglobine).

Apports

- Elle est largement répandue dans les matières premières (sauf le manioc et le lupin) mais est sensible à la température : 0,2 à 0,5 ppm pour les céréales, 0,4 à 0,8 ppm pour les tourteaux.
- Il existe une synthèse par les bactéries intestinales, mais la coprophagie est nécessaire à leur absorption car celle-ci se déroule au niveau du jéjunum. Or, les conditions modernes d'élevages limitent la coprophagie.
- La fragilité de l'acide folique en supplémentation explique des pertes de 43 % de matière active en 3 mois de stockage, d'où la nécessité de doubler la supplémentation pour parvenir à l'apport souhaité.

Equivalence

L'activité est exprimée en mg d'acide folique.

Niveau de supplémentation requis

- En raison de l'apport par les matières premières et de la synthèse intestinale, les besoins sont considérés comme faibles, sauf éventuellement pour le jeune animal et la truie gestante.
- Essais sur porcelets et porcs charcutiers :
 - NEWCOMB (1986) : 1 ppm est sans effet sur des porcelets de 3 à 4 semaines
 - LINDEMANN (1986) : effet à 0,5 ppm, mais pas d'effet à 2 ppm sur des porcelets de 4 semaines
 - EASTER (1983) : pas d'effet à 0,5 et 1,5 ppm sur des porcelets et porcs en croissance finition
 - LUTZ (1999) : pas d'effet entre 0,52 et 1,72 ppm sur des porcelets.
 - Des essais sur des porcelets et charcutiers en association avec B12, B2, PP et B5 montrent des améliorations de GMQ, d'efficacité alimentaire et d'épaisseur de muscle. L'effet est positif à partir de 2,7 fois la recommandation du NRC pour les charcutiers, et de 3,7 à 4,7 fois la recommandation du NRC pour les porcelets (cf. complément d'information).
- Essais sur truies gestantes, l'amélioration de la prolificité n'est pas toujours observée :
 - HARPER (1994) : aucune différence pour 0, 1, 2 ou 4 ppm dans l'aliment gestante
 - MATTE (1992) : 5 ou 15 ppm n'ont pas d'effet sur le nombre de fœtus vivants à 7 semaines de gestation, ni sur la prolificité à la mise bas.
 - LINDEMANN (1989) : + 1,3 nés totaux avec 1 ppm. Accroissement avec la parité : + 0,3 nés totaux (rang 1) ; + 0,65 (rang 2) ; + 1,81 (rang 3).
 - TREMBLAY (1989) : + 7 % de survie embryonnaire avec 5 ppm. L'effet s'accroît lorsque le taux d'ovulation augmente.
 - MATTE (84) : + 1,3 nés totaux avec des cochettes « flushées » (10 injections intra-musculaire de 15 mg)
 - EASTER (83) : + 0,5 nés totaux (différence non significative) avec 0,2 ppm.
- MATTE (1992) met en évidence un effet positif sur la croissance des porcelets allaités lorsque les truies reçoivent 15 ppm en gestation et lactation. Il estime (1999) sur la base des folates excrétés dans les urines, que le besoin des truies gestantes est compris entre 10 et 15 ppm.

Principaux rôles

- Elle intervient dans la synthèse de l'ADN, et sur le contrôle de la genèse des hématies.

Apports

- Elle est uniquement présente dans les matières premières animales : farine de viande (0,09 ppm), farine de poisson (0,3 à 0,4 ppm).
- La méthionine est un facteur d'épargne.
- La synthèse intestinale est active : la coprophagie permet de subvenir à une partie plus ou moins importante des besoins.
- Plusieurs composés ont une activité B12 : la cyanocobalamine est la forme la plus stable.

Equivalence

L'activité B12 est exprimée en mg de cyanocobalamine.

Niveau de supplémentation requis

- Besoins minimaux (années 1950-60) : 15 à 20 ppb (entre 1,5 et 20 kg), 8,8 à 11 ppb entre 10 et 45 kg
- Un stockage de B12 existe dans le foie : l'épuisement de ces réserves est un processus lent (un an environ).
- Des essais sur porcelets et porcs charcutiers en association avec B2, B5, B9 et PP montrent des améliorations de GMQ, d'efficacité alimentaire et d'épaisseur de muscle. L'effet est positif à partir de 2,7 fois le NRC pour les charcutiers et de 3,7 à 4,7 fois le NRC pour les porcelets (cf. complément d'information).
- WILSON (1991) observe une amélioration du GMQ post-sevrage de 14 % à la suite d'une injection au sevrage de 2 mg de vitamine B12.
- LINDEMANN (1995) n'observe pas d'effet sur le porcelet avec 10 fois le NRC.
- HOUSE (2000) propose de retenir une supplémentation de 35 ppb pour le porcelet sevré précocément sur la base de teneurs en cobalamine et homocystéine sanguines, sans qu'il ne soit observé de modification des performances jusqu'à 140 ppb.
- SIMARD (2004) montre pour 200 à 400 ppb distribués en gestation :
 - Une amélioration du nombre de nés et de sevrés,
 - Une augmentation du taux de B12 hépatique des porcelets et du taux de B12 du colostrum.

Principaux rôles

- Elle intervient dans la synthèse des acides gras, aminés et nucléiques.

Apports

- Elle est présente dans les céréales et leurs co-produits, mais sa disponibilité est plus ou moins réduite. De plus, il existe une variabilité des teneurs selon les récoltes.
- Une synthèse par les bactéries intestinales existe.
- Seule la forme d est active.

Equivalence

Activité H en μg de $\text{d}\alpha$ ou $\text{d}\beta$ -biotine.

Niveau de supplémentation requis

- Cette vitamine est coûteuse.
- L'appréciation du besoin est difficile en raison de la variabilité de l'apport par les matières premières et de l'existence d'une synthèse bactérienne intestinale.

Cas des porcelets et des porcs charcutiers

- Il n'y a pas d'intérêt démontré à supplémenter.
- NEWCOMB (1986) : pas d'effet de 0,165 ppm sur des porcelets sevrés à 3 ou 4 semaines.
- EASTER (1983) : pas d'effet de 0,2 ppm sur la période sevrage-vente.
- BRYANT (1985) : pas d'effet de 0,22 ppm sur les cochettes entre le sevrage et 92 kg de poids vif, avec cependant un effet positif sur les lésions des onglons.
- HAMILTON (1986) : pas d'effet positif de 0,25 et 0,55 ppm sur la période de sevrage-vente.

Cas des truies

- Il existe une tendance à l'amélioration de la qualité des aplombs, mais ceci n'est pas toujours constaté dans les essais, le problème étant d'origine multifactorielle.
- L'amélioration des critères de reproduction apparaît régulièrement dans les essais.
- HAMILTON (1984) montre un effet positif de l'addition de 0,55 ppm sur des porcelets sevrés en première portée, mais aucun autre effet n'est constaté (aplomb, prolificité, fécondité).
- BRYANT (1985) observe une tendance à l'augmentation de la prolificité avec 0,44 ppm, ainsi qu'une diminution de l'ISO et de l'importance des fissures sur les onglons.
- LEWIS (1991) met en évidence un effet sur la survie des porcelets entre la naissance et le sevrage avec 0,33 ppm (taille de la portée à 21 j : 9,4 vs 8,7), mais aucun effet sur les aplombs, la prolificité et la fécondité.
- WATKINS (1991) ne trouve aucun effet, avec 0,44 ppm, sur les aplombs et les critères de reproduction.

Principaux rôles

- Elle intervient dans la synthèse des phospholipides et de l'acétylcholine.
- En tant que facteur lipotrope (comme la méthionine et la bétaine), elle évite les infiltrations graisseuses du foie.

Apports

- Il existe une synthèse par l'organisme à partir de la sérine.
- La méthionine est un facteur d'épargne.
- Les apports par les matières premières sont importants, notamment le tourteau de soja (2 500 ppm) dont 65 à 80 % est disponible.
- La supplémentation se fait sous forme de chlorure de choline.

Equivalence

1,15 mg chlorure de choline = 1 mg de choline.

Niveau de supplémentation requis

- La synthèse par l'organisme et les apports par les matières premières peuvent être insuffisants lorsque les besoins sont élevés (truié et jeune porcelet surtout).
- Pour des porcs charcutiers, l'addition à des régimes riches en tourteau de soja est inutile.
- Pour les truies, l'INRA (89) propose un objectif de 1 900-2 000 ppm en tenant compte des matières premières et de la supplémentation sous forme de chlorure de choline.
- L'effet positif sur la prolificité est retrouvé dans plusieurs essais :
 - ajout de 880 ppm sur régime basal à 770 ppm (KORNEGAY, 1973)
 - ajout de 412 ppm sur régime basal à 824 ppm (STOCKLAND, 1974)
 - ajout de 770 ppm (NRC, 1976).
- Effet sur le splay-leg : il a été observé un léger effet favorable (STOCKLAND, 1974), voire un effet favorable (NRC, 1976) mais cette dernière étude montre que le problème a également une origine génétique et dépend des conditions d'élevage. L'essai est effectué sur 9 stations et une seule d'entre elles représente 80 % des splay-legs détectés.
- Pour les porcelets : un minimum de 330 ppm est recommandé entre 3 et 8 semaines d'âge (RUSSET, 1979).

Principaux rôles

- C'est un antioxydant.
- Elle participe à la synthèse des hormones cortico-surréaliennes, et à la constitution du collagène.

Apports

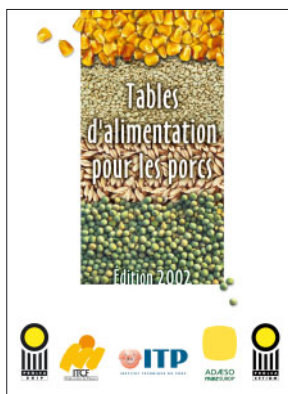
- L'organisme la synthétise à partir du D-glucose.
- L'acide L-ascorbique est instable : la supplémentation sous cette forme, directement dans l'aliment, n'est pas de la plus grande efficacité. D'autres formes existent, mais leur coût d'incorporation doit être évalué.

Equivalence

Activité en mg d'acide L-ascorbique = 1,13 mg d'ascorbate de Na ou 1,12 mg d'ascorbate de Ca.

Niveau de supplémentation requis

- La supplémentation n'a pas de caractère indispensable du fait de l'existence d'une synthèse par l'organisme. Toutefois il est possible que, dans certaines conditions, celle-ci soit insuffisante à la satisfaction des besoins.
- Les conditions dans lesquelles la supplémentation en vitamine C pourrait être bénéfique, sont mal connues d'où l'absence de recommandation (NRC, 1998).
- MAHAN (1994) observe une amélioration du GMQ et de l'IC avec 50 ppm au cours de la période S+14, mais aucun effet en engraissement même avec 500 ppm.
- DENIS (1997) n'obtient pas d'effet sur les performances zootechniques avec 500 et 1000 ppm en croissance, mais met en évidence un effet négatif sur la formation osseuse de l'os spongieux.
- MOUROT (1992) constate une légère augmentation de la vitesse de croissance en phase de finition avec 250 ppm et une amélioration de la qualité technologique des viandes.



Indispensables pour formuler, les Tables d'alimentation pour les porcs éditées par l'ITP proposent les compositions des principales matières premières et leurs limites d'incorporation ainsi que des recommandations de conduite alimentaire selon le stade physiologique.

Institut Technique du Porc
La Motte au Vicomte, BP35104 - 35651 Le Rheu Cedex
Tél : 02 99 60 98 50 - Fax : 02 99 60 93 55

Édité par l'Institut Technique du Porc
149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tél. : + 33 (0) 1 40 04 53 75 - Fax : + 33 (0) 1 40 04 53 77
www.itp.asso.fr

Troisième trimestre 2005 - ISBN 2 85969 171 5

