

Introduction générale

I Définition

Nutrition : mécanismes : de l'ingestion jusqu'à l'absorption

Régulation de l'ingestion, mécanismes de digestion, transformation des nutriments pour assurer les besoins

Alimentation : techniques et pratiques qui ont pour but de satisfaire le besoins des animaux en utilisant les aliments disponibles dans les meilleures conditions possibles

alimentation = facteur de production

Ration, traitement des aliments

Rationnement : application entre les exigences alimentaires et les disponibilités des aliments

CUD : savoir ce qui est vraiment utilisé => dans le sang et la lymphe

CUM : savoir ce qui est vraiment utilisé => pour l'animal

Entretien, faire des réserves, produits (lait), déchets (onglons, poils, ...) => besoin nets = dépenses

Besoins brutes = besoins nets / (CUD * CUM)

Quand on parlera de besoins, il s'agit de besoins nets

II Du fonctionnement de l'organisme animal jusqu'à l'atelier de production animale

On a pas, tout à fait, la même efficacité alimentaire entre chaque animal : différence génétique, développement, état sanitaire (maladies) : G.D.S

Milieu biologique : troupeaux, dominant, dominée

Milieu physique : près, les bâtiments

Rendement < 100% (le but du jeu est d'être le plus près possible)

Indice de consommation = quantité d'aliment apporté / kg de viande produit

Hierarchisation des facteurs limitants et performances zootechniques

Limité le facteur limitant primaire (FLP)

Il existe des facteurs limitants qui sont cachés par le FLP

Impact sur les autres facteurs de production

L'éleveur est aussi une sorte de << facteur de production >>

Carences → troubles et donc baisse de performance

Excès → troubles, économie, environnement

III les enjeux de l'alimentation

De nouveaux enjeux

Au départ, amélioration de la production puis efficacité, composition/qualité puis impact environnemental et enfin le bien-être

Alimentation & produit fini :

- point de vue technique : fonction de ce que mange l'animal
- économique : % du coût de production

Alimentation raisonnée :

- besoin des animaux/rations
- environnement
- confort animal (conseil national de l'alimentation, 1998) => bien-être

I Les aliments des animaux d'élevages

Introduction

Aliments = eau

MO + minéraux = MS

Aliments : apport **d'énergie**, éléments matériels (Matière azotée, minéraux essentiellement, pour le fonctionnement des organismes et les produits animaux) et catalyseurs (vitamines, oligo-éléments, indispensable au métabolisme)

Conséquence sur la production : qualité (point de vue de la composition et la contamination des produits et l'odeur) et coût de l'aliment

2 groupes :

- aliments grossiers : fourrages
- les aliments concentrés

I Les fourrages

Partie aérienne des plantes herbacées → glucides pariétaux : graminés, légumineuses, crucifères

50% du SAU, 16 millions ha en France

Production saisonnière

1 Les fourrages verts

Herbe = eau (70% à 85%), glucides (55% à 70% MS) (hécéllulose + cellulose + lignine = 30-60%, MA

Grande variabilité de la composition du fourrage en fonction du moment de récolte

Plus une plante vieillie, plus son taux de cellulose brute augmente

Facteurs intervenant comme le climat, la fertilisation, les espèces, le système d'exploitation

Maïs fourrager, sorgho, céréales en vert

2 Les fourrages conservés

Conservation : efficace et peu coûteuse

Lorsque un fourrage devient conservé, il perd toujours une partie de sa qualité

Voie sèche / voie humide

Fourrages déshydratés (90-95% MS) / foin (85% MS) / enrubannage (30-60%) / ensilage (15-40% MS)

a Les fourrages déshydratés

Luzerne

Excellents fourrages / aliments très aqueux

Prix cher mais qualité de l'aliment irrécusable

Hachage, desséchage (~ 1000 °C, 30s à 3 minutes), granulation

Pertes réduites (< 10%)

1 ha de luzerne => 14 tonne de luzerne déshydratée

1 tonne de luzerne => 200kg de luzerne déshydratée

b Les foin

Fenaïson

=> chaleur / ensoleillement / vent

Facteur de variation :

- plante
- conditions météorologiques
- techniques de fenaïson : préfanage / fanage / stockage

Qualité qui dépend de la plante, des conditions météo, de la technique de fenaïson (préfanage, fanage et stockage)

Plante qui respire jusqu'à 70% de MS : plus la plante sèche vite, moins elle utilise ses nutriments

Pirouette : perte mécanique : feuilles, épis

Pertes lorsqu'il pleut

Si trop humide : moisissures ou fire

Conditionneurs

Séchage en grange : air ambiant, réchauffé avec déshumidificateur

Le séchage en grange est mieux s'il y a un risque de pluie, mais ne remplace pas le vrai fanage par beau temps

c L'enrubannage

Film enroulé autour de la balle de foin

Pressage - film plastique

Souplesse mais coût, recyclage, pollution visuelle

d Les ensilages

20-35% MS

Fermentation :

- tassage

Phase aérobie : dégradation des glucides solubles par respiration et bactérie : CO_2 , H_2O et Chaleur (et acide acétique) + protéines : aa \rightarrow $\text{NH}_3 \Rightarrow$ perte de MO

Phase anaérobie : acide lactique \rightarrow utilisé par les μ orgas \Rightarrow pH diminution (≤ 4)

Contamination sporulée : acide lactique \rightarrow acide butyrique \rightarrow protéolyse : pH remonte

Il faut que l'acidité lactique remonte le plus vite possible : anaérobiose : tassement et étanchéité silo

pH : glucides solubles (12% de MS : acide lactique), pouvoir tampon (! pouvoir trop fort, va s'opposer à l'acidité)

Éviter la terre

Qualité d'un ensilage : barème INRA

Évaluation des critères de non-qualité

pH de stabilité :

Plus le fourrage est sec, moins on a besoin d'abaisser le pH

Fourrages pauvres : pailles

Très ligneuse-cellulosique

Valorisation/complémentation

Permet de rajouter du volume

Plante / récolte / conservation

II Racines-tubercules et leurs sous-produits

Racines : betterave, carotte, navet, rutabaga, manioc

Tubercules : pomme de terre, topinambour

Teneur en eau élevée, réserves glucidiques peu ou pas lignifiées, difficile à conserver, pauvre en azote

Sous-produits : mélasse, pulpe surpressé, sucre

La fécule de pomme de terre

Concentrés

Composition : <15% d'humidité, pauvre en glucides pariétaux : < 12% de cellulose

Apport qu'ils représentent en Energie / azote

1 Céréales et co-produit

Maïs, seigle, triticales, blé, orge, avoine

Riche en amidon, peu de glucides pariétaux, 2% à 6% de lipides, Ca, P phytique (lié, pas dispo pour l'animal)

Conditionnement : séchage, ensilage, applatissage, concassage

Maïs : amidonneries, blé : meuneries, orge : brasserie (drèches)

2 Graines protéagineuses

haricot, pois, vesce, féverole, lupin

MA = 20-40% de MS

Difficile à la granulation + alcaloïdes (traitement)

Légumineuse / soja

3 Graines oléagineuses & sous-produits

Riche en lipide et MA

colza, tournesol, soja

MG = 20à40% de MS

Mais il faut dépelliculé des graines avant utilisation / traitement hydrothermique

Sous produits :

Tourteaux

Le tannage sert à faire moins dégrader les MA et donc elles sont moins dégradées dans le rumen et vont dans l'intestin

IV Sous produit

1 Aliments d'origine animaux

Interdiction des farines animales (mais d'un point de vue nutritionnel : farine idéale)

Produit et sous-produit laitier : sur place ou déshydratés

2 Matière grasse

Energie / formulation : apporter de l'énergie aux animaux mais aussi permettre une meilleure floconation des aliments

3 Organismes unicellulaires ou algues

MA

Levure de récupération, levures ou bactéries cultivées en fermenteur

Algues

4 Autres

écarts de triage des fuits et légumes

co-produit des industries agroalimentaires

V Aliments composés : industire de l'alimentation animale

Orge floconée, aliment granulé, particules extrudées, maïs flaconé, mélasse

Aliments produits : complets (pour les monogastriques), complémentaires, Compléments Minéraux (>20%), CM Vitamine, CMAzote Vitamine, additifs

1 Formulation

- besoin des animaux
- formule économique

- législation
- éleveur
- produit animaux

Matière premières : contraintes nutritionnelles, appétabilité, présentation, technologiques, économiques

réglementation européenne sur les étiquettes

2 Fabrication

Type d'aliments :

- complet
- multiparticules
- bloc

CI

Choix : bcp de possibilités , aussi penser à la rumination, présentation accessible pour l'animal, composition => bien être animal

Limites : granulométrie, distribution (apport au bons moments et en bonne quantité), transition

II Utilisation des aliments - notion de digestibilité

I Définition

Estimation des besoins des animaux

Monogastrique : digestion, rôle restreint de la flore

Aliment => animal

Ruminant : predigestion fermentaire

Aliment => murgas => animal

Dépendent des différentes espèces

Digestibilité : degré de disparition des aliments dans le tube digestif

Digestibilité apparente (da) : $(\text{Ingéré} - \text{Fèces}) / \text{Ingéré}$

Feces provenant de l'aliment et celle endogène (de l'organisme)

Digestibilité réelle (dr) : $(\text{Ingéré} - (\text{Fèces} - \text{FècesEndogène})) / \text{Ingéré}$

Rapport < 1

dMS, dMO, dE

Par défaut : da, si précisé dr (drMS, drMO)

CUD : coefficient d'utilisation digestive (%)

Intérêts : part de l'aliment absorbée, appréciation valeur énergétique, minéraux

Pour les minéraux, il est difficile de faire la part des choses, on ne peut qu'estimer la dr

Les porgas ne sont ni de l'alimlebt ni de l'aliment

d(iléale) : correspond à la part des fèces qui sortent sans l'ajout des porgas

$d(i)aa = (aa(ing) - aa(iléon)) / aa(ing)$

II Méthodes de mesure de la “da” des aliments

Pour les volailles, ça n'existe pas car mélange fèces-urine quand ça sort

Expériences standardisées scientifiques avec un animal type et des conditions d'expérience avec des répétitions pour se sortir de l'effet individu

- 4 moutons / 1 mois

À partir de ces expériences, on peut extrapoler et faire des estimations

- caractéristique de la plante
- méthode chimique
- méthode microbiologique
- isotopes radioactifs (dr)

III Principaux facteurs de variations

Liés à l'animal, de l'aliment

dMO :

Concentrés : CB + lignine; 90%

Teneur en cellulose brute et celle en lignine

Les fourrages offrent un plus grand panel de digestibilité, aligné sur la teneur en cellulose brute de l'aliment

Plus la plante vieillit, plus elle a de lignine (donc cellulose brute augmente)

Fourrage : origine / stade / récolte

- CB => dMO
- mode de conservation / présentation

III Nutrition & alimentation énergétique

Introduction

Alimentation énergétique / alimentation azotée

Le corps a besoin d'énergie dans tout les cas

Déséquilibre énergétique dans une ration :

- carences : causes : manque / indigestibilité / digestibilité => impact sur la production (quantité / qualité); apparition de troubles
- excès : suralimentation / troubles métaboliques => coût / qualité des produits / troubles (de la repro)

Mo et réserves corporelles => remaniement et dégradation (énergie) }
métabolisme

1 cal = chaleur nécessaire pour élever 1g de 14.5°C à 15.5°C

I Les dépenses énergétique

1 Dépenses d'énergie

Entretien = métabolisme de base (intégrité, fonctionnement, utilisation)

- activité physique
- thermorégulation

Besoins entretien

0°C -> +20% de besoin d'entretien

-15°C -> +40%

-24°C -> +70%

Mesure des dépenses d'entretien

Métabolisme de base : à jeun, au repos, zone de neutralité thermique

Métabolisme de jeûne : volailles & porc : 24-48h; ruminants : 2-3 jours

On mesure l'énergie dépensée par l'animal dans cet état

Entretien : 40-60% des dépenses totales de l'animal

Plus les animaux sont producteurs, moins l'entretien représente une quantité

Facteurs de variation :

- variation intrinsèques : espèce, poids, âge, sexe, niveau de production, individu

Les mâles ont besoin de plus d'énergie

- variation extrinsèques : climat, T°, mode de vie (conduite d'élevage), alimentation et température

II Les dépenses de production

Croissance, engraissement, gestation, lactation, ponte, travail

Niveau de production = (entretien + production) / entretien

a) Croissance et entretien

Complicé à séparer

Poids, forme, composition : fixer des protéines (muscles) ne coûte pas la même énergie que du gras (gain de poids)

Race, sexe, âge

Il faut avoir la race, le sexe, sa vitesse de croissance et son poids

b) Gestation

Dépense au niveau de l'utérus pour le fœtus (augmentation), surtout sensible dans le dernier tiers de la durée de gestation

Lorsque l'on est en gestation, les besoins énergétiques n'augmentent que peu durant la gestation (10% d'augmentation)

Le NdP augmente quand il y a plusieurs fœtus

c) Production de lait

Plus la quantité de lait augmente, plus le niveau de production augmente

Lien entre la quantité des produits mais aussi sur la qualité (demande plus d'énergie quand il y a qualité)

Lait standard (kg) = lait produit (kg) * (0.4 + 0.15 * TB)

d) Production d'œufs

Oeuf 60 g = 60% d'entretien

NdP = 1.6

e)

Laine (~ 5% entretien), on néglige ces dépenses
Travail (cheval)

II Utilisation de l'énergie

1 Énergie brute

EB : Énergie directe de l'aliment

1g de glucide => 4.2kcal

1g de protéines => 5.7kcal

1g de lipide => 9.5kcal

2 Energie digestible

une partie de EB va être absorbée par l'organisme : ED

Donc $ED = EB - EF_{\text{cès}}$

$dE = (EB - EF) / EB = ED / EB$

3 Energie métabolisable

$EM = EB - EF - EG - EU = EM - EG - EU$

4 Energie nette

$EM = EN + Q \Leftrightarrow EN = EM - Q$

C'est cette énergie que l'on va retrouver dans le lait

EN part pour l'entretien et la production

Métabolisme d'entretien et pour la production

$EM_{\text{total}} = E_{\text{Entretien}} + E_{\text{Production}}$

Bilan : $q = EM / EB$

$k = EN / EM$

Il existe des coefficients k en fonction de soit l'entretien, soit la production

Cependant, cette différence se fait surtout au niveau des porcs (truies ou porcs en croissance)

km pour entretien

kl pour lait et kf pour engraissement

Etre la lactation et l'entretien, $km / kl = 1.2$
On peut remplacer $kl = 1.2 km$

III Les systèmes énergétiques : estimations et expressions des besoins des animaux et de la valeur énergétique des aliments

Système qui permet d'exprimer les besoins des animaux et les apports des aliments

Les besoins des animaux c'est au niveau de l'Energie Nette

Unité : fiabilité, précision; reproductibilité, évolution; simplicité, substitution
Qui s'adapte à l'élevage, à l'animal

1 Systèmes énergétiques pour les monogastriques

le but du jeu est d'arriver à l'énergie nette
Pour certaines production, on utilise l'énergie digestible

ED ou EM

Disparité qui se réduisent quand il s'agit de l'élevage en intégration
Faf = Fabrication aliment à l'ancienne
EN qui a été recalculé avec les porcins, et les poulets
Rations, systèmes de production, bâtiments

L'énergie métabolique est dépendante de la surface d'échange avec l'extérieur

Lapins : ED

Volaille : EM

Veaux de boucherie : EM

Chevaux : EN

1 UFC : 2200 kcal (énergie d'un kilo d'orge)

2 Systèmes UFL - UFV pour les ruminants

UF : énergie apporté par 1 kg d'orge de référence

a) Historique : le "système Leroy"

- orge de référence : équivalent fourrager
UF : 1 UF = 1 kg d'orge (=1883 kcal)

Valeur fourragère

EN = 1 kg d'aliment / 1883 kcal

Estimation EN

Pour toutes les espèces

b) Appréciation de la valeur énergétique des aliments

Teneur en EM

Valeur EN pour la **production du lait UFL**

EM -km-> ENm : $km / ENm / EM$

EM -kl-> ENl : $kl = ENl / EM$

$km / kl = 1.2$

Orge de référence :

EB = 3850 kcal / kg

dE = 0.837

EM / ED = 0.839

$kl = 0.632 \Rightarrow ENl = 1708 \text{ kcal}$

$UFL = EN / 1700$

En 1kg orge ref = 7kg herbe

1kg d'herbe = $1/7 = 0.15UFL$

Valeur EN pour la **croissance et l'engraissement UFV**

il n'y pas proportionnalité en km et kf

$kmf = (ENm + ENf) / EM = (km * kf * NP) / (kf + (NP - 1) * km)$

EB = 3850 kcal/kg dE = 0.837

Em / ED = 0.839

$km = 0.7555$; $kf = 0.5536$; $kmf = 0.6736$

ENv = 1821 kcalan viande / kg brut

1 UFV = 1820 kcal viande

Choix du niveau de production NP

NP entre 1 et 1.4 : croissance modérée : $GMQ < 1000g/j \Rightarrow UFL$

$kf \approx kl (0.6)$

NP > 1.4 (1.5) : croissance intensive

Si $GMQ > 1000g/j \Rightarrow UFV$

c) Besoins énergétiques recommandés

Calcul des recommandations d'apport d'EN

Méthode factorielle

On détermine tout les facteurs de dépense d'énergie et on les additionne

Essais d'alimentation : plus précise, plus longue et coûteuse

Exemple des besoins énergétiques de la VL

Besoin d'entretien = 5 UFL ($1.4 + 0.6 * \text{Poids} / 100$) (ici 600 kg)

Besoins de lactation :

1 kg de lait = 0.44 UFL

Besoin UFL/kg = $0.44 * (0.4 + 0.15 \text{TB}(\%))$

Besoins de gestation :

- 7eme mois : 0.9UFL / j

- 8eme mois : 1.6UFL / j

- 9eme mois : 2.6UFL / j

Mobilisation et reconstitution des réserves corporelles

7500 kcal / kg de gain de masse corporelle = 4.5 UFL

7500 kcal / kg de perte de masse corporelle = 3.5 UFL

Besoin des croissance des primipares :

Si vêlage 2 ans = 200g/j

Si vêlage 3 ans = 100g/j

Besoins énergétiques totaux :

VL, 700kg, 7eme mois de gestation, 15kg de lait (4%MG : lait standard)

Besoin d'UFL = $1.4 + 0.6 \frac{700}{100} + 150.44 + 0.9 = 13.1$ UFL

Système lait UFL :

Femelle laitière et allaitante, en lactation, en gestation ou tarissement

Génisse, agnelle, chevrette, bovin viande (en croissance modérée)

Mâle reproducteur

Système viande UFV :

femelle laitière et allaitante, en lactation, gestation, tarissement

boeufs, taurillon, génisse à viande

veaux, mâles d'élevage

agneaux de boucherie

d) Interaction entre les aliments concentrés et les fourrages

$UF_f + UF_c > UF(f+c)$

Correction de la valeur énergétique

NiveauAlimentation moyen = 1.7

Bovins à l'engraissement : 2.5

VL à plus de 35 kg lait/j => > 3.5

On prend les tables pour ces corrections

e) Notion de rendement marginal de l'énergie

1 UFL -> 2.3 kg de lait à 4% MG

L'organisme de la VL va réagir en fonction d'un plateau

Autour de la couverture des besoins, on atteint le rendement marginal

Est-ce que ça sert de couvrir exactement les besoins de l'animal ?

Conclusion

Résultats fluctuants en fonction des matières premières utilisées

EB : culture & récolte

ED : surestimation (da puisque on ne peut pas savoir les fécès endogènes)

EM : nutriments sur un même pied d'égalité quelque soit la voie métabolique utilisée

EN : plusieurs : moyenne que l'on utilise, il ya des EN (état santé, ration) => très variable

Interactions entre le concentrés et les fourrages, entre E / N

EN : progrès / universelle : la plus proche des besoins et la plus précise : unité universelle

On aurait pas les même valeurs si on utilise les tables d'Afrique

On parle d'apports alimentaires **recommandés**

- Besoins nets de l'animal

- Marge de sécurité : valeur des besoins, matières premières utilisées, ration (distribution : aliments séparés ou mélangés)

IV Nutrition & alimentation azotée

I Les enjeux de l'alimentation azotée

1 Rôle nutritionnel

Couvrir les besoins de l'animal

- Protéines : constituants de la matière vivante ; protéines fonctionnelles (enzyme ou hormone)
- Apports en N : hérédité (ADN) ; protéction immunitaire
- Pas de stockage d'azote en cas d'excédants

Déséquilibre azotés :

- Carences : chute des performances ; diminution appétit => comportement

animal ; diminution de l'utilisation digestive de l'Energie

Cachexie : fort amaigrissement de l'animal : oedème aux extrémités (pattes)

- Excès : perturbe le fonctionnement digestif animal ; baisse de la fertilité ; alcalose ; déchets azotés (environnement, économique)

Si on a trop d'azote, l'animal va encore plus ingéré : plus polluer dans l'environnement

2 Rôle environnemental

Élevage monogastrique qui produisent le maximum d'azote

Il faut replacer l'exploitation en son territoire pour voir la quantité d'azote produite **par hectare épandable**

Porc 105kg

N ingéré 8.7kg : seulement $1/3 * (N \text{ volatilisé (3)} + N \text{ corporel (2.9)} + N \text{ sol (2.8)})$

On peut diminuer le N volatilisé et le N sol en fonction des pratiques d'élevage

En amenant 2 aliments différents en modifiant la proportion de chaque dans la ration, on peut faire baisser ces pertes azotées de 15 à 35%

=> travail sur les conduites d'élevage

Il faut aussi réfléchir à l'alimentation azotée de manière pointue

Attention au référentiel que l'on utilise !

3 Rôle économique

L'économie et la protection environnementale vont dans le même sens

Besoins en protéines : fourrages (60%), céréales (20%), MRP (Matières Riche En Protéine) (20%)

II Dépenses et apports alimentaires en azote

1 Dépenses azotées des animaux

a Dépenses d'entretien

Renouvellement des tissus : maintien de l'intégrité de l'organisme

Digestion : Enzymes et hormones

Métabolisme : autres hormones et enzymes

-> fèces, urine, peau

b Dépenses de production

Croissance :

croissance et mode d'alimentation, conditions

Type d'animal, son poids, sa vitesse de croissance, la disponibilité de sa nourriture, condition d'élevage, des objectifs de l'éleveur

Gestation

Dans le dernier tiers f(nb-foetus, poids du foetus)

Lactation

Espèces, animal, milieu

Fonction du TP du lait

Production d'oeufs : 12% MA

Laine : acides aminés soufrés (Met & Cys)

2 Les apports azotés

a Les acides aminés

Protéines : ~ 20 a.a.

Il y a plus de 200 a.a recensés

3 groupes :

- essentiels ou indispensable (sens strict (apport obligatoire : Lysine et Thréonine) ou large (synthèse très faible : apport dans la ration de 7 aa))
- semi-indispensables : Cystéine (met) et Tyrosine (Phényl) : synthétisés à partir d'aa essentiels
- non indispensable

Besoins azotés : pas en protéine mais en acide aminés (pour un monogastrique)

Acide aminé limitant : Lys (chez les monogastriques)

b Equilibre azoté / énergie du régime

Facteur limitant : bien avoir les deux en même proportion

L'un va être facteur limitant de l'autre

Conclusion : estimer les besoins de l'animal au plus proche

Monogastrique : une seule provenance de l'azote par l'aliment

Ruminant : deux origines : végétal et microorganismes (animal)

III Alimentation azotée des monogastriques

1 Valeur nutritionnelle des protéines alimentaires

a Disponibilité des acides aminés

Pourcentage utilisé pour la synthèse protéique quand il constitue le seul facteur limitant (équivalent à parler d'une EN)

b Facteur de variation

Facteurs extrinsèques : conditions d'élevage, protéines (traitement)

Facteurs intrinsèques : génétique, sexe, stade physiologique

c Amélioration de la valeur nutritive

Supplémentation : aliments appropriés : aliments riches en l'acide aminé qui sont en quantités insuffisantes

Lys apporté par le tourteau de soja

Acides aminés synthétiques : smartamine, Adisséo

Traitement technologique des aliments

2 Estimation des besoins azotés

Protéines Brutes (PB) & AA essentiels

Estimation globale des PB et aussi de la quantité de chaque aa que l'animal a besoin

Exemple : poule pondeuse / Lys

On peut déterminer qu'à 750mg/j, on a le maximum d'œufs que l'on peut avoir => seuil d'utilisation

On va ajouter une marge de sécurité de +50 à +60mg/j de Lys

On définit le niveau d'ingestion

Chez les monogastriques, les apports ne sont pas donnés par animal mais par kg d'aliments

Porc : PB et AADigestibles : âge & stade de production, sexe

Concept de protéine idéale

Protéine qui correspondrait exactement aux besoins de l'animal, concentration des AA exacts pour les besoins de l'animal

AA / Protéosynthèse maximale

Rapport idéal entre tous les AA.

Avantage : toute la MA va être utilisée, pas de AA limitants

IV Alimentation azotée des ruminants

Le profil d'AA est vraiment remanié dans le rumen

1 le système PDI : Protéines Digestibles Intestinales

Exprimer dans une même unité, les apports alimentaires et les besoins cellulaires

MAT insuffisantes : digestibilité, remaniement dans le rumen

Système PDI : 1978, 1988

Système AADI : 1993, 1994

BalProRu

“Protéines vraies digestibles dans l'intestin”

=> dégradabilité

=> sytnhèse microbienne et de la protéosynthèse microbienne du rumen

=> utilisation digestible par l'animal

=> besoins

a Valeur PDI des aliments

2 fractions : $PDI = PDIA + PDIM$

2 Valeurs :

- PDIN : si l'azote limite la protéosynthèse : $PDIN = PDIA + PDIMN$
- PDIE : si l'énergie limite la protéosynthèse : $PDIE = PDIA + PDIME$

Les aliments apporte PDIN **ou** PDIE

Le pricnipe est d'être le plus équilibré possible entre le PDIE, PDIN, et les besoins de l'animal

Urée (ammoniac) : PDIN

2 Besoins de animaux

Théorie : besoins PDI = besoins cellulaire nets / CUM

48g de PDI pour faire 1 kg de lait

0.44UFL pour faire 1 kg de lait

3 Apports recommandés & pratique

Il existe des moments dans le cycle de production où les besoins ne sont pas couverts, soit les besoins sont élevés soit par stratégie alimentaire
On ne peut pas avoir de carences sur le long terme car pas de réserves

Recyclage de l'urée : il est recyclé : source d'azote (PDIN)

$PDIN - PDIE < 0$: tolérance grâce à ce recyclage

Dépend de la production (plus la prod est élevée, plus la marge est restreinte), état, ration

Flore ruminale : activité cellulolytique, valeur UF, consommation fourrage

Balance d'équilibre entre l'énergie et l'azote

Apport en N dégradable : ANPI (AzoteNonProtéiqueIndustriel) : ammoniac, urée

PDIN et PDIE doivent permettre la même production, il faut donc que les deux soient équilibrés

Niveau d'apports PDI et performances : recommandations

Ecart au niveau des recommandations quand les besoins des animaux d'un lot ne sont pas égaux

Besoins par rapport à une stratégie économique, conduite d'alimentation

Quand on est autour des besoins, on n'a pas à s'inquiéter

Traitement thermiques : protection des PDI

Antibiotiques, enrobage, tannage : permet d'apporter des AA spéciaux directement pour la vaches sans remaniement

Système AADI

Composition des AA, pour s'approcher d'un cocktail d'AA qui s'approchent directement du profil idéal pour l'animal

Pour des vaches assez productrices, impact négatif quand il manque des AA

TP, croissance, laine

Valeur AADI des aliments :

$LysDI = LysDIA + LysDIM$

$LysDI = (PIA * [lys]_a * digA) + (PIM * [lys]_m * digM)$

Pour les vaches un peu moins productrices, les Lys sont apportés par les bactéries pour compenser le déficit alimentaire

Moins de problèmes chez les ruminants car les AA sont remaniés par les μ Orgas

V Consommation des aliments

Introduction

Comportement alimentaire des animaux face à leur ration

Ingestion : capacité d'un animal à ingérer une certaine quantité d'aliment

Ingestibilité de l'aliment : possibilité de l'aliment

Étude : ration / à volonté

I régulation de la quantité d'aliment ingéré

Satiété : teneur en glucose dans le sang

1 Mécanismes physiologiques généraux

Estomac : informations nerveuses -> HT : régulation physique

Sang : informations chimiques -> Ht : régulation métabolique

Plusieurs éléments externes peuvent jouer sur la capacité d'ngestion : carence, manque d'eau, stress, température élevé, temps d'accès

2 Fonctionnement chez les monogastriques

Régulation métabolique dominante (glycémie)

LE FICHIER CORRESPONDANT : nUTRITION

Porc : PB et AADigestibles : âge & stade de production, sexe

Concept de protéine idéale

Protéine qui correspondrait exactement aux besoins de l'animal, concentration des AA exacts pour les besoins de l'animal

AA / Proéosynthèse maximale

Rapport idéale entre tout les AA.

Avantage : toute la MA va être utilisé, pas de AA limitants

IV Alimentation azotée des ruminants

Le profil d'AA est vraiment remanié dans le rumen

1 le système PDI : Protéines Digestibles Intestinales

Exprimer dans une même unité, les apports alimentaires et les besoins cellulaires

MAT insuffisantes : digestibilité, remaniement dans le rumen

Système PDI : 1978, 1988

Système AADI : 1993, 1994

BalProRu

“Protéines vraies digestibles dans l’intestin”

=> dégradabilité

=> sytnhèse microbienne et de la protéosynthèse microbienne du rumen

=> utilisation digestible par l’animal

=> besoins

a Valeur PDI des aliments

2 fractions : $PDI = PDIA + PDIM$

2 Valeurs :

- PDIN : si l’azote limite la protéosynthèse : $PDIN = PDIA + PDIMN$
- PDIE : si l’énergie limite la protéosynthèse : $PDIE = PDIA + PDIME$

Les aliments apporte PDIN **ou** PDIE

Le pricnipe est d’être le plus équilibré possible entre le PDIE, PDIN, et les besoins de l’animal

Urée (ammoniac) : PDIN

2 Besoins de animaux

Théorie : besoins PDI = besoins cellulaire nets / CUM

48g de PDI pour faire 1 kg de lait

0.44UFL pour faire 1 kg de lait

3 Apports recommandés & pratique

Il existe des moments dans le cycle de production où les besoins ne sont pas couverts, soit les besoins sont élevés soit par stratégie alimentaire

On ne peut pas avoir de carences sur le long terme car pas de réserves

Recyclage de l’urée : il est recyclé : source d’azote (PDIN)

$PDIN - PDIE < 0$: tolérance grâce à ce recyclage

Dépend de la production (plus la prod est élevée, plus la marge est restreinte),
état, ration

Flore ruminale : activité cellulolytique, valeur UF, consommation fourrage
Balance d'équilibre entre l'énergie et l'azote

Apport en N dégradable : ANPI (AzoteNonProtéiqueIndustriel) : ammoniac,
urée

PDIN et PDIE doivent permettre la même production, il faut donc que les deux
soient équilibrés

Niveau d'apports PDI et performances : recommandations

Ecart au niveau des recommandations quand les besoins des animaux d'un lot
ne sont pas égaux

Besoins par rapport à une stratégie économique, conduite d'alimentation

Quand on est autour des besoins, on n'a pas à s'inquiéter

Traitement thermiques : protection des PDI

Antibiotiques, enrobage, tannage : permet d'apporter des AA spéciaux directe-
ment pour la vaches sans remaniement

Système AADI

Composition des AA, pour s'approcher d'un cocktail d'AA qui s'approchent
directement du profil idéal pour l'animal

Pour des vaches assez productrices, impact négatif quand il manque des AA

TP, croissance, laine

Valeur AADI des aliments :

$\text{LysDI} = \text{LysDIA} + \text{LysDIM}$

$\text{LysDI} = (\text{PIA} * [\text{lys}]_a * \text{digA}) + (\text{PIM} * [\text{lys}]_m * \text{digM})$

Pour les vaches un peu moins productrices, les Lys sont apportés par les bactéries
pour compenser le déficit alimentaire

Moins de problèmes chez les ruminants car les AA sont remaniés par les μOrgas

V Consommation des aliments

Introduction

Comportement alimentaire des animaux face à leur ration

Ingestion : capacité d'un animal à ingérer une certaine quantité d'aliment

Ingétabilité de l'aliment : possibilité de l'aliment

Étude : ration / à volonté

I régulation de la quantité d'aliment ingéré

Satiété : teneur en glucose dans le sang

1 Mécanismes physiologiques généraux

Estomac : informations nerveuses -> HT : régulation physique

Sang : informations chimiques -> Ht : régulation métabolique

Plusieurs éléments externes peuvent jouer sur la capacité d'ingestion : carence, manque d'eau, stress, température élevée, temps d'accès

Plus il ingère, plus l'apport est important

Le plateau correspond aux besoins de l'animal

2 Fonctionnement chez les monogastriques

Régulation métabolique dominante (glycémie)

3 Particularité des ruminants

Régulation physique et régulation métabolique régulé par les sens, maladies, stress (-)

Régulation plutôt physique

Les ruminants ajustent sur l'énergie de la ration

-> régime alimentaire = aliments riches en glucides pariétaux

-> appareil digestif : réseau limite la taille des particules

-> flore microbienne

Rumen : plus la vidange du rumen est rapide, plus le ruminant peut consommer d'aliment

On va parler d'aliment encombrant/ peu encombrant => vitesse de disparition dans le rumen plus ou moins lente

Derrière cette vitesse de disparition, on va avoir une notion de transit et de volume

La régulation métabolique est possible chez les aliments : taux d'AGV dans le sang

II Facteurs de variations de la quantité d'aliment ingéré

1 Capacité d'ingestion

Aptitude d'un animal à ingérer une quantité d'aliment plus ou moins importante

Facteurs influençant : animal , physiologie (poids vif)

Bovin 600kg CI : 13kg/MS + 100kg PV CI augmentent de 8 à 0.5kgMS
si on passe de 10 à 40 kg de lait : CI augemente de 0.3kgMS/kgLaitProduit

2 Ingestibilité des aliments et des rations

Ingestibilité = aptitude d'un aliment à être consommé par un animal
ingestibilité est proportionnel à dMO

Monogastriques : énergie, protéines, appétit, présentation

Ruminants : fourrage ingéré (vert, ensilage)

Plus la plante est récoltée tard, plus la MS ingéré va diminuer

Finesse du hachage

Rations mixtes => temps de séjour : encombrement / substitution

Acidification du rumen (disparition des cellulolytique) => vitesse de dégradation
des fourrages va diminuer

III méthode de prévision de la quantité d'aliments ingéré : système des UE (ruminant)

Unité d'Enseignement

Monogastriques : essais d'alimentation

Ruminant :

VEF (Valeur d'Encombrement) / UE

Relie CI et ingestibilité => UE

Ingestibilité = 1 / encombrement

1 Définition d'une UE

1 kg MS herbe référence = 1 UE

=> herbe jeune au stade paturage

On exprime tout les aliments en fonction de cette référence

2 Détermination de la valeur d'encombrement des fourrages

Moutons : UEM (1ers essais)

On a fait la même chose pour les VL : UEB et UEL

1986-87 : 2 types de bovin => scidé en 2 types d'unités : une pour les bovins et
une pour les VL

3 détermination de la CI des animaux

Bélier de 60kg : 1.62 kgMS herbe réf : CI =1.62 UEM

On va essayer de déterminer la MS volotairement ingéré (volonté)

$MS\ VI = CI / VEF$ (UEM/kgMS)

CI ne va pas être la même entre les multipares et les primipares

VL en lactation : 17UEL, +100kg PV => +1 UEL

4 Concentrés - taux de substitution

Fourrage + concentrés

$MSI(\text{fourrage}) = \text{QuantitéDeConcentré} * Sg$ (compris en 0 et 1)

Sg => taux de substitution du concentrés global, (quand on passe de 0 à x kgMS)

Dépend du fourrage avec lequel il est associé et pas du concentrés

$VEC = VEF * Sg$ VE ration = $QIf * VEF + QIc * VEC = QIf * VEF + QIc *$

$VEF * Sg = VEC * (QIf + QIc * Sg)$

VE ration = QI_{animal} si on veut que ce soit équilibré

5 Limites

Fiabilité ?

-> animal (physiologie, passé nutritionnel, état sanitaire, âge...)

-> Ration (bilan énergie/azote)

VI nutrition et alimentation minérale

Organisme animal = 3 à 5% d'éléments minéraux

On fait les cendres

Pourcentages différents selon l'animal, l'âge ou l'état d'engraissement

Sous formes de sels, soit lié à des molécules organiques

I Importance de l'alimentation minérale

1 Classification

2 groupes : macroéléments (99% des minéraux de l'organisme) et oligoéléments/
ultraoligoélément

Pour les macroéléments : apports en grs/j/an

Pour les oligoéléments : mg/j/an

Pour les autres : encore en dessous

2 déséquilibres

Sub-carences : carence qui n'a pas de conséquences manifeste ; impact : baisse de performance, de l'appétit, de la fécondité, de l'immunité

Carences : impact sur le squelette, sur l'organisme et la productions

L'équilibre en éléments minéraux va aussi avoir un impact sur le pouvoir tampon du rumen

II principales fonctions des macro-éléments

1 Ca & P

75% des minéraux de l'organisme : principalement dans le squelette (99% Ca et 70% P)

Pour un bovin adulte : 7kg de Ca et 3kg de P

Ca dans le plasma et P dans les tissus

Le squelette = en réserve dans le corps

Métabolisme du Ca : accrétion osseuse, lait / oeufs, foetus, sécrétion digestives

Excès : sécrétion endogène

Réserve Squelette réserve <-> sang

Les mécanismes hormonaux :

- parathormones (PTH) : baisse de la calcémie -> fonte osseuse : utilisation du calcium du squelette -> Ca et P sanguin augmente

Active la vit D3 en 1.25-dihydroxycholecalciférol : rôle sur baisse calcémi, phosphore -> augmentation Ca et P

- calcitonine : augmente l'accrétion osseuse

Conclusion : il va falloir raisonner nutrition minérale sur Ca ET P

Apports simultanés ; rapport Ca/P ; apport régulier

Fièvre de lait : hypocalcémie vitulaire

Mise-bas : paralysie, coma, convulsions

2 Mg

0.04% à 0.05%

Rôle : osseux, neuromusculaire, enzymatique

Carence : monogastriques : ruminant : cure MgCl

tétéanie d'herbage : dérèglement du cycle

Froid et humide avec pauvre en cellulose et Na => hypomagnésie

3 Na-Cl

Carence : léchage, appétit, cannibalisme (chez les poules)

Excès : diarrhées, troubles nerveux, reins : oedèmes

4 K

Intracellulaire

5 S

AA soufrés

III Les oligo-éléments

petites quantités

rôle catalytique plutôt que constitutif

Système Immunitaire

1 carence et subcarence

subcarence va ralentir les voies métaboliques concernées

Puis phénomène de carence quand blocage des voies métaboliques

Ne se traduit pas sur une quantité mais sur une durée

En trop grande quantité, les oligo-éléments deviennent toxique

Pour déterminer cette quantité, on fait des tests, on regarde la réponse de l'animal

IV Principe de l'alimentation minérale

Bien définir quel est l'indicateur que l'on suit, pourquoi et bien l'indiquer

VI Les vitamines

Indispensables au fonctionnement pour l'organisme et nécessaire à faible dose
µg / j

Caractéristiques : indispensables, faibles doses, spécifiques, synthèse

Rôle catalytique : synergie avec les oligo-éléments

Carences : Phénomène de sub-carence sans symptômes, mais après grosse carence quand il y a des symptômes => baisse des performances

On prends un marge de sécurité importante, pour être sur qu'il n'y a pas de problèmes

Attention aux seuils de toxicité (vit A et D)

I Caractéristiques et rôle des vitamines

1 Vitamines liposolubles

A,D,E,K => dépendance mais possibilité de stockage dans les tissus adipeux, le foie

On peut penser une alimentation avec des apports discontinus : pas toujours raccord avec les besoins de l'animal

Il faut que la ration soit déjà calé

Vitamines du groupe A :

- vit A1 ou rétinol (stocké dans le foie) : absente chez les végétaux, vitamine seulement animale
- vit A2
- provitamines A : caroténoïdes : transformé en vit A

Rôle et symptôme :

Croissance / vision / cellules épithéliales / immunité
=> mortalité

Vitamine du groupe D :

- vit D2 (ergocalciférole) : active que chez les oiseaux
- vit D3 (cholécalficérole) : UV qui permettent de D2 à D3

Rôle et symptômes de carence :

Ca & P => rachitisme, ostéomalacie (os mou)

Vitamines du groupe E :

- alpha-tocophérol

Rôle & symptôme de carences

Antioxydant

Vit K

=> anti-hémorragique

=> ruminants : aliments + flore digestive

2 Vitamines hydrosolubles

Vitamine C : synthèse par tous

Vitamines du groupe B

monogastriques / jeunes ruminant

Phénomène de kératine

II Couverture des besoins

Couverture des besoins par le colostrum pour le jeune

Aliments : vit A présente dans les fourrages verts > foin > ensilage > concentrés

Pâturage / auge : herbe qui donne vit A : besoin de compléter que quand les vaches sont à l'auge

Vit D : pas de complémentation à la pâture

vit E

vit B : synthèse par le rumen

vit PP : VHP : augmentation production de lait et du TB (impact sur microorganismes du rumen)

Monogastrique : au fur et à mesure

Conclusion

Il n'est pas forcément nécessaire de rajouter des vitamines dans la ration

Les vit synthétiques sont moins bien assimilés que les naturels