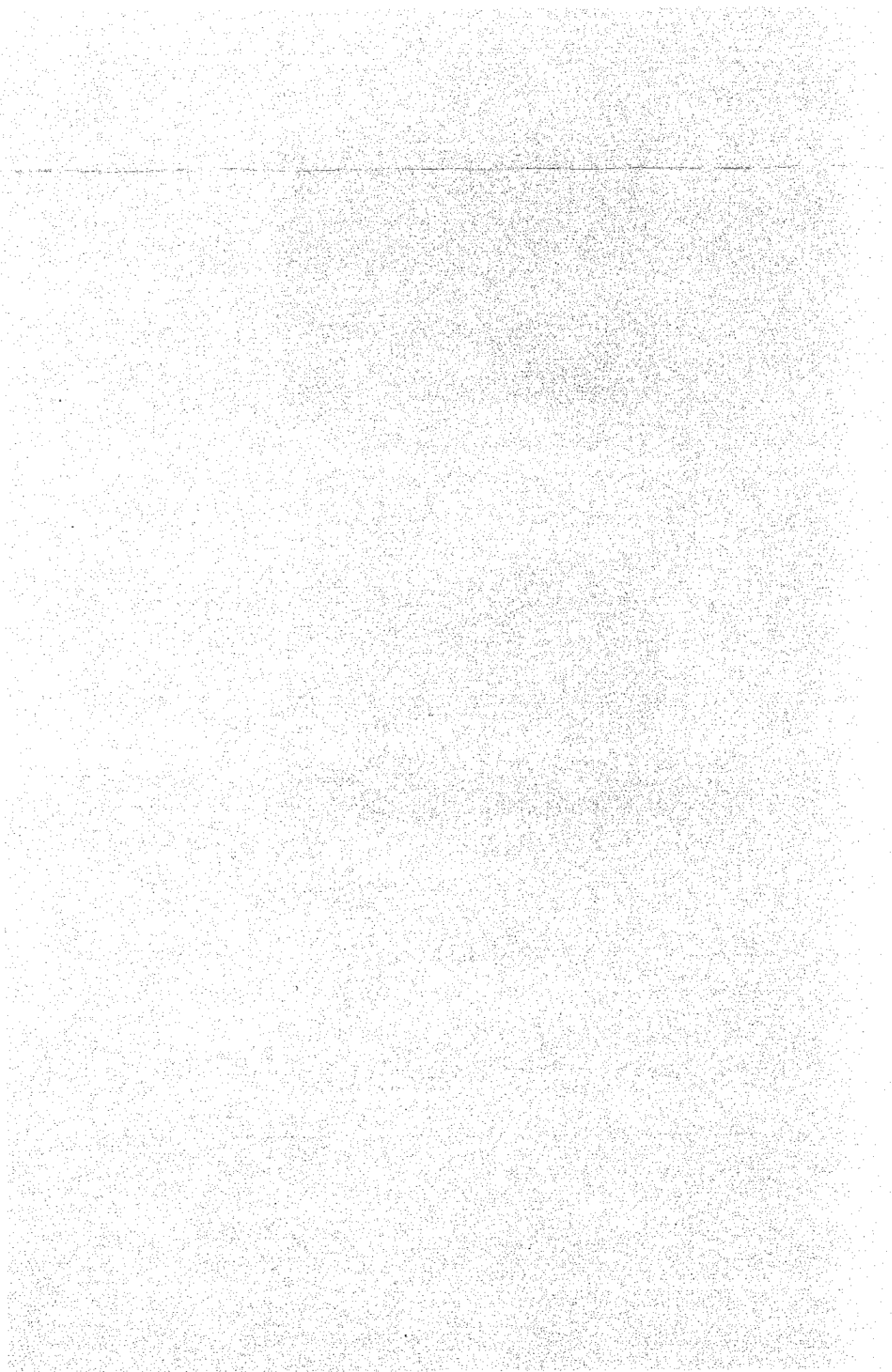


7 家畜の栄養と飼料



I 牛の栄養と飼料

1. 牛の栄養と栄養素

① 牛の栄養と特徴

動物は、生活現象を営みながら、乳や肉などの生産活動を行っている。このために必要な物質を体外から取り入れて活用し、不要なものを体外に排泄しながら生活してゆくことを栄養という。この際、外部から取り入れる物質を栄養素または養分と呼んでいる。

牛や羊などの反芻動物は、鶏や豚などと消化管の構造や消化の過程がかなり異なっており、従って必要とする栄養素にも相違が見られる。

② 栄養素の種類とその作用

栄養素は、蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物、ビタミンの5つに分離される。水や空気も栄養素であるが、生活環境の中で容易に得られるため、特に栄養素としてとりあげない。

各栄養素と機能の関係を鶏の栄養と飼料の項に示した。

・蛋白質

蛋白質は、筋肉、臓器、血液、毛、皮など動物体の基本構成成分であるばかりでなく、乳や肉などの生産物にも多く含まれている。また、酵素、ホルモン、免疫抗体の主体であることから、生命現象になくてはならない重要な栄養素である。

・蛋白質の構成

蛋白質は多くのアミノ酸の結合によってできており、アミノ酸の種類と結合数によって性質の違う蛋白質になっている。従って、動物の栄養に影響を与えるのは蛋白質そのものではなく、蛋白質を構成しているアミノ酸の種類や量ということになる。

牛などの反芻動物の場合には、第1胃内の微生物によって微生物蛋白質が合成され、しかもその中に必須アミノ酸（動物の体内で合成できないもの、または合成量が少なく、要求量を十分満たすことができないアミノ酸があり、これらは飼料として必ず体外から摂取する必要がある。これらのアミノ酸を必須アミノ酸と呼んでいる。）を含んでいるため、他の動物のように飼料に必須アミノ酸を給与する必要はないと考えられてきた。

しかし、微生物が合成する蛋白質は最良のものではなく、高泌乳牛などの場合にはアミノ酸の添加によって、有効な補給ができるが、そのためには第1胃内で微生物に利用されないように第1胃を通過させなければならない。このためアミノ酸の第1胃通過技術に関する研究が行われており、既にヨーロッパでは第1胃を通過させるように加工処理されたメチオニン剤が数種市販されている。

・脂肪

水に溶けず、エーテル、クロロホルム、ベンゼンに溶けるものを総称して、脂肪または脂質と呼んでいる。

脂肪は、グリセリンと脂肪酸が結合したもので、その脂肪酸の種類や性質によって、いろいろな脂肪に分類される。

脂肪の体内での主な働きは、エネルギー源となる他、栄養状態を正常に保つために必要な脂肪酸を供給すること、脂溶性ビタミンの吸収に作用していることである。

脂肪は、炭水化物や蛋白質に比べると、エネルギー含量が2.25倍あり、エネルギー源として効率が良いが、脂肪の種類によっては、体脂肪やバターの硬度や風味に影響を与えるものがある。

・炭水化物

飼料中に最も多く含まれている成分で、栄養素の60~70%を占めている。

炭水化物は、エネルギー源として利用されてる他、脂肪に合成されたり、アミノ酸合成の材料にも利用される。

炭水化物の種類は非常に多く、その構造から単糖類、少糖類、多糖類に分類される。主なものとして、糖類、澱粉、セルロースがある。

・無機物

<無機物の性質と作用>

無機物は、骨格の主要成分であり、乳などの生産物にも多く含まれるため重要な栄養素である。また、牛などの反芻動物では、第1胃内の微生物が増殖するためには適度の無機物が必要である。

無機物の主な作用として、骨格の形成、体液のpH調整、酵素作用の促進、血液の形成などがある。

<無機物の分類>

体外から飼料として取り入れなければならない無機物を必須無機物という。

必須無機物は更に、カルシウム、リン、マグネシウムのように大量に必要な主要元素とマンガン、鉄、銅のように微量に必要な微量元素に分類される(鶏の栄養と飼料の項参照)。

<無機物の特徴>

主な無機物の特徴、性質、欠乏症、所在についてまとめた表を鶏の栄養と飼料の項に示した。

・カルシウム

カルシウムは、動物体内の無機物の約70%を占め、リンと結合して骨格を形成している。また、乳汁中ではカゼインと結合して存在している。

このようにカルシウムとリンは密接な関係にあり、各々の量と共にその比率が重要である。カルシウムやリンが欠乏したり、その比率が適正でない場合には、クル病や骨軟症になるが、乳牛の場合にはその前に牛乳生産の低下となって現れる。

炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、肉骨粉、魚粉などが供給源となる。

・リン

リンは、骨の形成、炭水化物や脂質の代謝に作用しており、体液のpH調整にも関与している。

主な供給源として、リン酸カルシウム、肉骨粉、魚粉などがある。

・ナトリウム

体液中に多く存在し、体液の pH 調整、浸透圧調整に関係している。

ナトリウムが不足すると、発育の低下や消化された栄養素の利用率が低下する。

飼料には原料由来のナトリウムだけでは不足するため、食塩を添加してナトリウムと塩素を補給している。

主として細胞内に存在し、pH 調整や浸透圧調整を行っている。また、正常な心臓活動や筋肉の弛緩を促進する作用を持っている。

ナトリウムとカリウムは、その作用上において互いに関連しており、どちらか一方を過剰に与えると他方は欠乏症を起こすため、両者適度のバランスを保たせることが重要である。従って、牛のようにカリウムを多量に含む草類を多く摂取する動物には、ナトリウムを十分に給与する必要がある。

カリウムは、植物原料中に多く含まれているため、飼料に特に添加する必要はないが、動物などによるストレスが加わる時にカリウムを投与すると、ストレスが緩和されるという報告がある。

・塩素

主として血漿中に存在するが、細胞の内外液中にも存在する。

その作用は、水分平衡、浸透圧調整、pH 調整などである。

また、胃液中にも存在し、消化や殺菌などの作用を行っている。

・マグネシウム

体内には少量しか存在しないが、その中の 3 分の 2 は骨中に存在している。

マグネシウムには、種々の酵素作用を促進させる働きがある。

飼料には原料由来のマグネシウムが十分量含まれているため、飼料にマグネシウムが添加されることはないが、土壌中にマグネシウムが欠乏している地方では、グラス・テタニーと呼ばれる牛の欠乏症が発生することがある。

・硫黄

蛋白質の構成成分である含硫アミノ酸のメチニンやシスチン中に含まれている。

牛などの反芻動物では、無機硫黄も利用されるが、硫黄単体の場合は利用率が劣るため、硫黄化合物として給与した方が良い。

通常の飼料の場合には添加する必要はないが、尿素を配合した低蛋白飼料の場合には、尿素窒素との比率によっては添加した方がよいこともある。

・マンガン

体内では主として、肝臓に含まれる他、その他の臓器、筋肉、骨などにも存在する。

マンガンは、成長、繁殖、骨格の成長に関係しており、炭水化物、脂肪の代謝にも関係している。

マンガンの欠乏によって、反芻動物は繁殖障害が起こり易くなる。即ち、雌では発情の消失や発情周期の不規則、雄では精子形成異常が起こる。

• 鉄

鉄は体内には少量しか存在しないが、その大部分は血液中に存在する。

赤血球のヘモグロビンの構成成分であり、欠乏すると栄養性貧血が起きる。

• 銅

体内では肝臓に最も多く、次いで神経組織、血液に存在している。

銅は、いくつかの蛋白質や金属酵素、ある種の色素の必須構成成分である。また、鉄とともにヘモグロビンの造成に関係しており、欠乏によって栄養性貧血が起きる。

銅の利用性は、飼料中のモリブデン、硫黄、鉄、亜鉛などの含量に影響される。

• 亜鉛

体内ではきわめて少量しか存在しないが、骨、毛、肝臓などに存在している。

亜鉛は、蛋白質と炭水化物の代謝に作用する酵素の構成成分であり、血漿中のビタミンA濃度を正常に保つ働きもある。

亜鉛が欠乏すると、成長阻害、毛の発生不良、分娩時間の延長などが起こる。

• ヨウ素

ヨードとも言われ、体内では主として甲状腺中に存在し、甲状腺ホルモンの合成に必須である。

土壤中にヨウ素が欠乏している地域では、甲状腺腫となって、産乳、毛の発育、繁殖、成長などに障害が生じる。

• コバルト

ビタミンB₁₂の構成成分であり、赤血球の生成に関係している。

反芻動物は、第1胃内の微生物によってコバルトからビタミンB₁₂が合成される。

土壤中にコバルトが欠乏している地域では、食欲減退と貧血を主徴としたコバルト欠乏症が発生することがある。

• セレン

セレンは、ビタミンEの代謝と密接に関係しており、互いにその要求量をいくらか代替できるものと考えられている。

セレン欠乏症で、子牛の白筋症などの筋変性や牛・羊の筋ジストロフィーが起こる。過剰の場合にも、食欲減退、蹄の脱落などの中毒症状が出現する。

セレンも土壤中に欠乏している地域で欠乏症の問題が生じる。

• モリブデン

モリブデンの場合は、欠乏症よりも過剰症が問題となる。土壤中にモリブデンを多く含む地域で飼育された牛に下痢と体重減少を主徴とする過剰性が発生することがある。

• クローム

クロームは、脂肪の代謝や蛋白質の合成に関与している。

クロームが欠乏すると、成長阻害や寿命の短縮が起こるが、これは特別にクローム含量を制限した場合であって、通常は飼料に添加する必要はない。

• その他の微量元素

実験的に精製した飼料を給与し、特別な実験施設で飼育した場合には、ニッケル、スズ、ケイ素、バナジウム、フッ素、ヒ素の6元素が必要であると認められているが、通常の飼育状態では飼料に添加する必要はない。

• ビタミン

< ビタミンの定義 >

天然の栄養素であって、蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物、水などの従来認められている栄養素とは異なるもの。

微量で動物の栄養を支配し、正常な組織の発達、健康、成長、体の維持のために必須のもの。

飼料中に欠乏したり、吸収や利用が阻害されたような場合には、特異的な欠乏症状が出現する。

一部の例外を除き、動物体内で合成されず、飼料から摂取しなければならない有機化合物である。しかし、反芻動物の場合には、第1胃内微生物の働きによって、ビタミンB群（B₁、B₂、B₆、B₁₂、ニコチン酸、パントテン酸、コリン、葉酸）とビタミンK、Cが合成される。

< ビタミンの性質 >

ビタミンによって、その化学組成や代謝機能に差が認められる。

また、ビタミンは様々な条件によって、破壊されたり、効力が失われたりするものが多いため、一般にその要求量以上に添加される。

< ビタミンの分類 >

脂肪及び脂肪溶剤に溶けるもの、または水に溶けるもの、以上どちらかの性質によって分類される（鶏の栄養と飼料の項参照）。

< ビタミンの要求量 >

成長した反芻動物の場合には、第1胃内でビタミンB群とビタミンK、Cが合成されるため、後で示すNCR飼養標準に規定されている牛のビタミン要求量は、ビタミンA、D、Eについてだけである。

< ビタミンの特徴 >

主要なビタミンの特徴、性質、欠乏症、所在について、鶏の栄養と飼料の項に示した。この項では、牛の飼料に添加されるビタミンA、D、Eに限定する。

• ビタミンA

緑色の良質な牧草を多給していれば、その中にビタミンAの前駆物質であるβ-カロチンが多量に含まれているため補給しなくても良いが、粗悪な牧草や硝酸塩を多く含む牧草および濃厚飼料を多給するような場合には、ビタミンAを給与する必要がある。

ビタミンAには粘膜保護作用があり、不足すると病原微生物の侵入を受け易くなる他、抗体産生にも関係しているため、不足すると病気にかかり易くなる。欠乏症状としては、食欲減退、体重減少、夜盲症、眼球乾燥症、繁殖障害、骨の発達不良、神経障害などが起きる。

また、最近の研究では、ビタミンAの前駆物質であるβ-カロチンを牛に投与すると、単にビタミンA効果だけでなく、吸収されて繁殖成績の向上に効果があることが判明し、注目されている。

・ビタミンD

ビタミンDは、カルシウムとリンの代謝に関係している。

飼料中および動物体内にはビタミンDの前駆物質が存在し、これに紫外線を照射するとビタミンDに変化する。

ビタミンDが欠乏すると、成長中の動物ではクル病、発育不良、成熟動物では骨軟症となる。一般に、成長した動物では成長中の動物に比べて欠乏症状は出現し難いが、妊娠中および哺乳中のものは欠乏症状が出現し易い。

ビタミンDを過剰に給与すると、各種臓器にカルシウム沈着が起こり、死亡することがある。

・ビタミンE

ビタミンEは、ラットでは欠乏すると生殖能力が消失することから、抗不妊因子と考えられていた。しかし、反芻動物の繁殖増進に直接影響するとは考えられていない。

生体内でのビタミンEの働きは、抗酸化剤として作用しているものと考えられている。

ビタミンEが欠乏すると、子牛や子羊では白筋症や筋ジストロフィーが発生する。ビタミンEの代謝は、セレンと密接な関係があり、互いに要求量の何割かの代替が可能であるため、これらの欠乏症の予防と治療に効果がある。また、抗酸化剤にもビタミンE欠乏症の予防と治療にある程度有効であることが知られている。

2. 栄養消化生理

① 消化管の構造

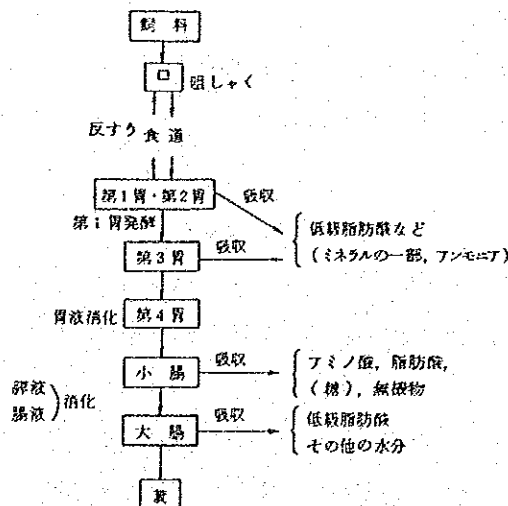


図1 反芻動物の消化過程

牛、羊、山羊などの反芻動物の飼料の消化過程を図1に示した。

消化過程における反芻動物と鶏・豚などの単胃動物との最大の相違点は、反芻胃を有することである。反芻動物の胃は、4つの部屋に分かれており、第1胃～第3胃までは消化液の分泌はなく、ここでの消化は全てそこに生息する微生物によって行われる。第4胃では消化液が分泌され、これが単胃動物の胃と機能的に似かよっている。

従って、反芻動物は通常の胃液による消化が行われる前に、第1胃～第3胃において予め飼料が醗酵されていることが特色としてあげられる。このため、飼料の消化分解物の形がその利用経路において、反芻動物は単胃動物とは著しく異なっている。

② 消化器の機能

<口、舌、歯>

採食に当たって、牛の場合には唇は余り役立っておらず、長くて丈夫な舌が主として機能している。舌の表面はザラザラしており、飼料や草類をよく捕えられるように出来ている。採取したものを舌を巻き込むようにして口の中に取り込む。

牛の歯は、採取したものを咬み切るよりもすり潰すために便利な臼歯がよく発達している。

牛の唾液の分泌量は、給与飼料の種類によって影響されるが、成牛の場合には1日に100～190ℓ分泌される。しかし、唾液中には消化酵素は含まれておらず、その成分は重炭酸塩や尿素などであり、主として第1胃内のpHを調整し、微生物の生息環境を良好に保つ働きをしている。

<食道>

食道は口と第1胃を結ぶ管で、成牛では長さ1mにもなる。

食道が第1胃に開口する部分に食道溝があり、食道溝が閉鎖されると飼料は第1胃に入らず第3胃に直接入る。食道溝の閉鎖は、哺乳中の幼動物に見られ、牛乳などの液状物を給与した場合には第3胃に直接入り第4胃に達する。成牛では食道溝の閉鎖は起こり難いため飼料および飲水は第1胃に入る。

<胃>

反芻動物の胃は、第1胃～第4胃の4つに分かれている。

子牛の場合は、第4胃が大きく第1胃は小さいが、成熟するにつれて第1胃～第3胃が大きく発達する。牛の胃の発達過程を図2に示した。

・第1胃と第2胃

第1胃と第2胃は互いに連絡し合っており内容物も自由に行き来する。

第1胃は、内面に突出した筋柱によっていくつかの部分に分けられている。この筋柱の働きで収縮と弛緩が絶えず繰り返され、内容物が攪拌されている。

第1胃の内壁は、一面繊毛に被われており、場所によって繊毛の大きさと形は異なっている。

第2胃の内壁には蜂巢状のひだがあり、更にその中に小さな繊毛が存在する。

第1胃、第2胃の繊毛は、栄養素とくに低級脂肪酸などの吸収を助ける働きがあるため、その発

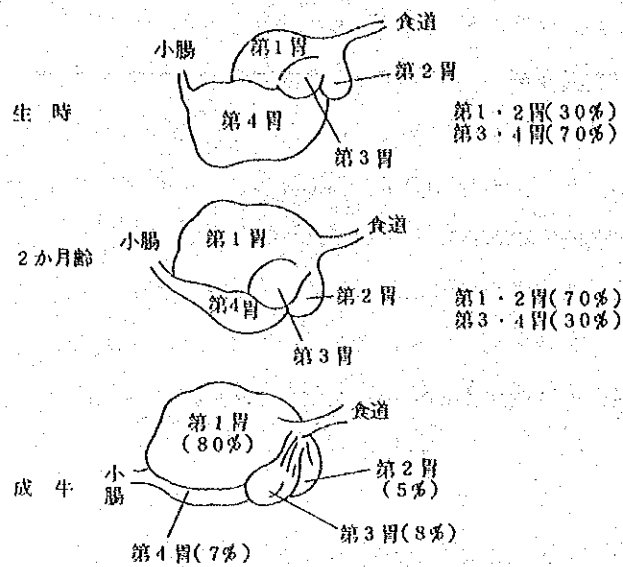


図2 生時，2カ月齢，成牛での胃の形態と容積の比較

達と機能は栄養上重要なものである。

第1胃、第2胃は消化液の分泌はないが、細菌やプロトゾアと呼ばれる原生動物が多数生息し、飼料成分の分解や変化が行われている。

・第3胃

第3胃には第3胃葉と呼ばれる板状の大きなひだがある。

第3胃では飼料の磨砕と共に水分などの吸収が行われている。

・第4胃

第4胃は単胃動物の胃に相当し、胃液が分泌されている。

その内壁は柔らかい粘膜状のひだに被われている。

子牛では第4胃が胃の中で最大の容積を持っており、新生時には胃全体の80%を占めているが、成牛になると約10%の容積比となる。

<腸>

小腸は、十二指腸、空腸、回腸に区別される。

小腸には種々の消化酵素を含む膵液と腸液が分泌され、単胃動物と似た消化と栄養素の吸収が行われている。

<盲腸>

盲腸では微生物による飼料の分解が行われているが、第1胃に比べるとその程度は小さく、あまり重要ではない。

<大腸>

主として水分と栄養素の吸収が行われている。

③ 第1胃の機能

・第1胃内微生物

反芻動物の第1胃内には多数の微生物が生息しているが、これらの微生物は細菌とプロトゾアと呼ばれる原生動物とに大別される。

• 細菌

牛の第1胃内の汁液1 ml中には約100億個の細菌が生息している。

第1胃内に生息する細菌を利用する飼料成分と生産する物質とによって分類すると、次の様になる。

セルロースの分解菌

ヘミセルロース分解菌

澱粉分解菌

糖を利用する菌

酸を利用する菌

蛋白質分解菌

アンモニア生産菌

メタン生産菌

脂質分解菌

ビタミン合成菌

• プロトゾア

第1胃液汁1 ml中に約100万個のプロトゾアが生息している。

数の上では細菌より少ないが、形態が大きいので、第1胃内に占める容積は細菌とほぼ同じ位になっている。

プロトゾアの数と種類は、摂取飼料によって影響を受ける。

プロトゾアの働きは明確ではないが、細菌数およびその分布の調和を保つのに役立っていると考えられている。また、細菌を食べて細菌蛋白質より価値の高いプロトゾア蛋白質に作り替えているものと考えられている。

• 微生物と第1胃内環境

第1胃内環境は、細菌やプロトゾアの生息に適した環境になっている。すなわち、温度は39.5～40.5°C、pHは6～7.5とほぼ中性に保たれている。

しかし、急激に第1胃内環境条件を変化させること、例えば飼料内容の急変などによって第1胃内微生物に適した環境条件が崩れることによって、異常酸酵や異常醗酵産物を生じることになり、牛に障害が起こることになる。従って、第1胃内の環境を安定させ、急変させないような飼育方を心がけなければならない。

• 反芻と嚼気

反芻とは第1胃内容物が食道を通過して口腔にもう一度戻り、再び咀嚼された後、再び第1胃内に入る一連の動作を言う。

反芻の回数は、飼料の種類や動物の状態によって異なり、成牛では1日6～9時間もの間反芻が行われている。

反芻することによって、飼料の磨砕が進み、消化され易くなると共に、多量の唾液と混ぜ合わされる。第1胃の酸酵で発生したガスは、嚼気（おくび）として体外に放出される。

嚼気反射が抑制されたり、第1胃内で異常酸酵が起こって第1胃内にガスが異常に貯留すると第1胃が膨張し、収縮運動が阻害される。このような状態を鼓脹症と言う。

④ 栄養素の消化と利用

・炭水化物の消化と利用

反芻動物では澱粉やセルロースなどの炭水化物は、第1胃内で微生物によって酸酵分解を受けて吸収されるため、粗繊維質の消化率は単胃動物よりかなり高い。

炭水化物が第1胃内に入ると、澱粉やセルロースは微生物によってブドウ糖に分解され、更に揮発性脂肪酸（VFA）が作られる。揮発性脂肪酸は、第1胃壁から吸収されてエネルギーとして利用される他、一部は脂肪や蛋白質の合成に利用される。

第1胃内で分解されなかった澱粉や分解されても吸収されなかったものは、第4胃以降で単胃動物と同様の消化作用を受け、吸収される。

・蛋白質の消化と利用

反芻動物では第4胃以降で消化が行われる前に、第1胃内の微生物によって蛋白質の作り換えが行われる。

第1胃内に入った蛋白質は、細菌によって非蛋白態窒素化合物、アミノ酸、アンモニアに分解される。一方、細菌はアミノ酸やアンモニアを利用して増殖することによって、細菌体の蛋白質を合成する。プロトゾアは細菌を摂取することによって増殖し、プロトゾア蛋白質に作り変える。すなわち、飼料として摂取した蛋白質の大部分は、第1胃内で微生物蛋白質に変化して第4胃に送られ、一部は分解されずに第4胃に送られる。

微生物蛋白質は、必須アミノ酸を含んでいるので、飼料へのアミノ酸添加が必要ないと考えられていたが、決して最良のアミノ酸組成ではないため、高泌乳牛などに対しては第1胃内で分解されずに第4胃まで到達できるように脂肪酸の被覆などの処理が施されたアミノ酸の添加剤がヨーロッパなどでは市販されている。

第1胃内では蛋白質からアンモニアへの分解と、アンモニアから微生物蛋白質の合成が行われているが、飼料から蛋白質が過量に給与されたような場合にはアンモニアが増加する。アンモニアは肝臓で尿素に変化し、血液を通じて吸収されるが、一部は唾液に含まれ第1胃内に再び戻って利用される他、大部分は尿を通じて体外に排出される。しかし、飼料の蛋白質が不足しているような場合には、尿素のような窒素化合物でも第1胃内でアンモニアに分解され、蛋白質と同様に利用される。

・脂肪の消化と利用

脂肪は第1胃内で微生物の働きによって、脂肪酸とグリセリンに分解される。グリセリンは更に細菌の作用によって、揮発性脂肪酸になる。また、脂肪酸は第1胃内微生物の働きによって、不飽和脂肪酸から飽和脂肪酸に変えられる。

飼料中に脂肪酸が過剰にあると、第1胃内の微生物の働きが抑制されるため、繊維の消化率が低下する。

・ミネラルの消化と利用

ミネラルは牛の体に必要であることの他に、第1胃内微生物が正常な働きをするためにも必要である。すなわち、ミネラルの過不足が生じた場合には、微生物のセルロースの分解、蛋白質の合成、ビタミンの合成などの能力が低下する。

単胃動物では栄養的効果のない無機態のコバルト、硫黄も反芻動物では有効に利用され、コバルトビタミンB₁₂、硫黄から含硫アミノ酸（メクオニン、シスクン）が合成される。

・ビタミンの合成と利用

反芻動物では第1胃内の細菌の働きによって、ビタミンB群（B₁、B₂、B₆、B₁₂、ニコチン酸、パントテン酸、コリン、葉酸）とビタミンK、Cが合成される。

従って、飼料に添加する必要があるビタミンは、成熟した牛の場合にはビタミンA、D、Eであると考えられている。

3. 牛用飼料

栄養価によって牛用飼料を分解すると、濃厚飼料と粗飼料および特殊飼料に大別される。表1に主な原料の成分を示した。

① 濃厚飼料

容積が小さく、粗繊維含量が少なく、可消化養分の多いものである。

穀類、油粕類、ヌカ類、製造粕類などがこれに当たる。

・穀類

濃厚飼料の主体をなすもので、飼料に多量に用いられている。

成分としては澱粉質が多く、エネルギー価は高いが、粗蛋白質と粗繊維含量は低い。

日本や欧米の牛用飼料には、トウモロコシ、マイロ、大麦などが穀類の中で良く用いられる。

・トウモロコシ

ブラジルでは世界有数のトウモロコシ生産国であり、国内で飼料に消費されると共に輸出もされている。トウモロコシは牛の嗜好性が優れ、エネルギー価も高いので飼料価値は高い。幼令牛や泌乳期の乳牛には、全粒のまま給与するよりもひき割りまたは粉碎して給与した方が他の栄養成分と均一に摂取し易く、また消化が良くなるため利用効率が高まる。

日本や欧米では、トウモロコシを蒸気などによって熱処理した後に強い圧力をかけて圧片化したフレーク加工や加熱噴出処理加工したものが牛用飼料に用いられている。このような加工処理

表1 主な原料の成分* (原物中)

原料名	水分		粗蛋白質	D C P	粗 織 維	T D N	カル シ ウ ム	リ ン
	単 位	分						
		%	%	%	%	%	%	%
トウモロコシ (Miho Grão)		12.0	9.3	7.2	2.0	8.0	0.02	0.33
マイロ (Sorgo Grão)		11.0	8.6	3.0	2.0	7.2	0.07	0.38
米ヌカ (生) (Farelo de Arroz)		9.0	13.5	9.2	1.10	6.0	0.06	1.82
脱脂米ヌカ (Farelo de Arroz Desengordula)		9.0	14.0	9.7	1.30	5.5	0.12	1.48
ふすま (Farelo de Trigo)		11.0	16.0	13.0	10.0	6.3	0.14	1.24
ふすま (Farelinho de Trigo)		10.0	15.3	12.7	8.0	7.3	0.09	1.02
大豆粕 (Farelo de Soja)		11.0	45.0	42.1	6.0	7.3	0.32	0.67
脱皮大豆粕 (Farelo de Soja Desc.)		10.2	50.9	45.9	2.8	7.5	0.26	0.62
綿実粕 (圧搾) (Farelo de Algodão Prensado)		6.5	39.6	31.3	15.7	6.8	0.19	1.02
綿実粕 (抽出) (" " Solvent)		9.0	41.6	32.9	11.0	6.3	0.15	1.14
落花生粕 (抽出) (Farelo de Amendoim Solvent)		8.0	47.4	42.2	1.30	7.7	0.20	0.65
ヤシ粕 (Farelo de Coco)		7.0	20.4	17.3	12.0	7.7	0.21	0.61
ババース粕 (Farelo de Babaçu)		6.2	24.2	20.8	12.0	8.2	0.13	0.71
コーングルテンミール (Farinha de Milho Glúten)		10.0	60.0	—	1.3	8.2	—	0.50
糖蜜 (Melaço de Cana)		25.0	3.2	-1.8	—	68.8	0.89	0.08
バカス (Bagaco de Cana Desidr)		10.0	1.2	0	44.0	4.1	—	—
魚粉 (Farinha de Peixe)		8.0	61.3	49.6	1.0	6.8	5.49	2.81
肉骨粉 (Farinha de Carne e Ossos)		6.3	50.0	41.0	2.0	6.5	10.67	5.27
脱脂粉乳 (Leite Desnatado Emp6)		6.1	33.1	29.8	0.6	79.8	1.28	1.04
牛乳 (Leite Fresco)		88.0	3.1	2.9	—	1.6	0.12	0.10
サイトラスパルプ (Citrus Farelo de Polpa)		10.0	6.6	3.5	13.0	6.9	1.96	0.12
大麦 (Cevada)		11.0	9.7	7.3	6.2	7.3	0.06	0.40
からす麦 (Aveia)		11.0	11.8	—	11.0	6.0	0.11	0.35
鶏糞 (産卵鶏) (Aves, Cama Galinheiro)		6.6	24.7	—	11.8	59.8	2.64	1.90
鶏糞 (ブロイラー敷料) (Aves, Cama Frango)		14.0	14.3	—	—	—	—	—
尿素 (Urea)		26.2	—	—	—	—	—	—

*VICOSA 州立大学発行の TABELAS PARA CÁLCULO DE RAÇÕES より引用

をすることによって、澱粉が消化され易くなることの他に嗜好性も高まることから、飼料成績が著しく改善される。

・マイロ

マイロの殻を除いたものは、トウモロコシよりも粗蛋白質含量が高く、エネルギー価もほぼ同等であり、肉牛、乳牛に対する飼料価値は高い。

マイロの殻粒は小さくて硬いため、消化率を良くするためには砕いた方が利用性が良くなる。

また、マイロもトウモロコシと同様の加工処理を施すことによって飼料価値は高まる。

・そうこう類

食用穀物を精白、製粉する際に発生する副産物を総称してそうこう類と言う。

そうこう類は、穀物から食用となる澱粉質が取除かれているため、穀粒と比べて粗蛋白質、粗繊維、ビタミン、ミネラル含量が高い。

そうこう類は、飼料の栄養源として用いられる他に、容積重が大きいので飼料容積の調整や微量成分と均一に混合し易い性質を利用してビタミン剤や薬剤の基材としても用いられる。

・ヌカ

ブラジルでは、主として脱脂されていない生のものが飼料原料として流通している。

生の米ヌカは、脂肪含量が高く、エネルギー価も高いが、暑い時には脂肪分解酵素のリパーゼによって脂肪が変質し易い。従って、生の米ヌカは新鮮なものでなければ飼料に適さない。

米ヌカに対する牛の嗜好性は良いが、肉牛では多給すると下痢を起こしたり、体脂肪が軟化し黄色味を帯びることがある。乳牛では下剤の他、バターが柔らかくなることがある。

・フスマ

フスマは、小麦粉製造時に出る小麦粒の果皮、種皮、外胚乳などを含んでおり、製造歩留りによって品質に差が生じる。

粗繊維含量が高く、カサがあって、便通を良くする作用があるので穀類や濃厚飼料と組合わせて用いると、各々の欠点を補うことができる。

・植物性油粕

植物種実から油を採った粕である。一般に蛋白質が多く、飼料原料として重要である。

成分や栄養価は、採油方法による影響が大きい。すなわち、加熱処理の程度や搾油効率によって脂肪含量が異なるためである。

・大豆粕(Farelo de Soja)

飼料蛋白源として最も品質が安定した原料で、栄養価も高い。

牛の嗜好性は高く、子牛の離乳用飼料では脱脂粉乳と一部代替できる他、肉牛、乳牛ともに良質な蛋白源となる。ただし、多給すると軟便傾向となる。

加熱処理が不十分な大豆粕中には、ウレアーゼ、トリプシン抑制物質など栄養価を下げる物質が含まれているが、牛の場合には鶏や豚ほどその影響を受けない。しかし、飼料に尿素を用いる場合には、ウレアーゼの高い大豆粕の配合量には注意を要する。

・綿実粕

乳牛に少量給与する場合は、他の濃厚飼料より乳脂率が高くなる傾向にあるが、単独で給与したり、濃厚飼料の大部分を綿実粕として給与すると、乳量、乳質が低下したり、繁殖成績が低下することがある。また、多量に給与すると、バターが硬くなり、ねばねばして商品価値が低下する。

肉牛に対しても単独の濃厚飼料として使用しない方が良いが、良質の粗飼料を十分与えていればかなり大量に給与できる。

子牛に対して、カロチンを多く含む良質の粗飼料を十分給与していれば、綿実粕を濃厚飼料の20%程度与えても有害性はない。

・落花生粕

脱脂したものは、大豆粕と同程度の飼料価値があるが、これを単独の濃厚飼料として使用せずに、大豆粕など他のものと組合わせて給与する方が有効である。多給すると軟便傾向となる。

落花生粕にはアフラトキシンと呼ばれるカビ毒を産出するカビが発生し易いことから、哺乳期の飼料には使用禁止とすべきであり、泌乳期の飼料にも配合量を低く抑制する必要がある。

・ゴマ粕

ブラジルでは、ごく一部の地方で栽培されているだけで、牛用飼料としては余り利用されていない。

牛に給与すると、被毛の光沢を良くするが、多給によって体脂肪が軟化したり、乳脂率が低下する。

・ヤシ粕

牛の嗜好性は良く、蛋白源としても優れている。

脂肪含量の高いやし粕を給与すると、乳脂率が高まり、硬くて香気の良いバターが生産できる。

ヤシ粕には、第1胃内のアンモニア濃度を低くする作用があり、第1胃内微生物の脱アミノ作用を抑制し、窒素蓄積量を増加させる因子を含有するものと考えられている。

・パパス粕

ブラジルに産するパパスヤシから搾油した粕である。

パパス粕は芳香があり、着色のうすいのが特徴であるが、栄養成分、外観、香気はヤシ粕に似ている。

牛の嗜好性は良いが、多給するとマグネシウム含量が高いため下痢を起こし易い。

乳牛用飼料としては、消化率が高く、乳脂率を向上させる。

<動物性飼料原料>

・魚粉

牛などの反芻動物の場合、鶏や豚などの単胃動物ほど魚粉の価値は高くないため、余り利用されていない。しかし、子牛に対しては飼料価値は高く、離乳用飼料や子牛用飼料には利用されることがあるが、多給は下痢の原因となる。

乳牛に対しては、魚粉を飼料に配合することによって、嗜好性が低下することがある。

・脱脂粉乳

日本や欧米では、子牛の代用乳に広く利用されている。

特に3週令までの子牛用飼料原料としては、脱脂粉乳の価値は非常に高く、他の蛋白源との置換は良くない。

・肉骨粉

乳牛および肉牛の飼料としては通常使用されていない。その理由としては、嗜好性が余り良くなく、また大豆粕や綿実粕などと比べて価格面でも有利性がないことが多いためである。

- 製造粕類

- < 澱粉製造副産物 >

- タピオカ澱粉粕

- マンジオカから澱粉を製造する際に副産物として得られるものである。

- 牛用飼料には穀類の一部を代替できるものであるが、粗蛋白質含量が穀類に比べて少ないため、これを補給する必要がある。

- コーングルテンミール

- トウモロコシ澱粉を製造する際に発生する副産物の一つで、澱粉を取除いた後の蛋白質部分を乾燥したものである。

- 蛋白質含量は高いが、他の原料と組合わせて用いるのが良く、乳牛の場合にはカサの大きい原料との組合わせ、子牛では大豆粕などと組合わせて使用すると有効である。

- コーングルテンフィード

- コーングルテンミールにトウモロコシの外皮や繊維質を混合したものである。

- 乳牛の飼料としては欧米で多く用いられているが、10%以上配合すると嗜好性が低下したり、ペレットの製造が困難になる。

- < 製糖副産物 >

- サトウキビ糖蜜

- 牛の糖蜜に対する嗜好性は非常に良いが、カリウム、ナトリウム含量が高いため多給すると下痢を起こす。

- 乳牛の嗜好性と食欲増進上からは、濃厚飼料の5~10%程度の配合が有効である。

- 肉牛にも広く利用されており、特に乾燥鶏糞などを用いた場合の嗜好性改善には有効である。

- 糖蜜の使用目的は、飼料の嗜好性の改善が第一であるが、埃の防止、ペレット製造時の粘結剤としても用いられる。

- バガス

- サトウキビから砂糖を製造する時に圧搾機で糖汁を搾り取った残滓がバガスである。

- 成分的には粗飼料に近く飼料価値は低い、糖蜜を加えて牛用飼料に用いられることがある。

- < 醸酵工業副産物 >

- アルコール粕

- 乳牛や肉牛の飼料として、ヌカ類の一部と代替できる。

- 多給するとエネルギー値が低くなり、嗜好性が悪くなるため濃厚飼料の5%以下の使用量にするのが良い。

<その他の製造副産物>

・柑きつ加工粕

柑きつ類を原料としてジュースや缶詰を製造する時の残滓である。

乳牛の嗜好性は良く、濃厚飼料と混合して給与すると良い。しかし、多給すると乳熱の発生率が高くなり、繁殖率も低下する。

肉牛の嗜好性は良く、穀類の一部と代替できる。また、放牧牛の肉牛の場合は、これを唯一の濃厚飼料として給与することもできる。

柑きつ加工粕は、色が黒いものほど消化率が低下し、栄養価が低下する。

・製菓屑およびパン屑

牛の嗜好性は良く、エネルギー価も高いことから穀類の一部と置換して利用できる。

パン屑は水分が高いため保存には注意を要する。

② 特殊原料

・尿素

尿素は反芻動物の第1胃で、そこに生息する微生物によって蛋白質に合成されるため、蛋白質の一部を代替するものとして用いられる。

蛋白質の少ない飼料に少量加えると蛋白質代替効果があるが、多給すると中毒を起こして死亡する。濃厚飼料の約3%程度給与するのが有効である。反芻胃の未発達の生後3カ月令以前の子牛では、蛋白質の代替効果はない。

・油脂

油脂は、飼料の高エネルギー化、埃の発生防止、ペレット化を容易にする、嗜好性を高めるなどの目的で用いられる。

子牛の代用乳には、良質の牛脂やヤシ油などが用いられている。

・炭酸カルシウム

石灰岩を粉砕したもので、カルシウム源として最も普通に用いられるものである。

・第2リン酸カルシウム

リン酸カルシウムの中で最も普通に用いられるものは、第2リン酸カルシウムである。これはリンとカルシウムの供給源となる。

第2リン酸カルシウムの原料であるリン鉱石中には有害なフッ素が含まれているため、脱フッ素したものでなければ飼料には適さない。ブラジルで市販されている第2リン酸カルシウムは、製造業者によってフッ素含量の差が大きいので注意を要する。

・食塩

ナトリウムと塩素の供給源である。

草類はカリウム含量が高く、ナトリウムとカリウムのバランスを調整する意味からも、草食動物は他の動物よりも多量の食塩を必要としている。従って、放牧する場合には食塩を自由摂取さ

せなければならない。

食塩が欠乏すると、食欲や体重の減少および泌乳量の低下が起こる。

・鶏糞

鶏は消化管が他の動物に比べて短いため、栄養素の消化吸収能力が劣っている。従って、鶏糞中には未利用の栄養素が多く残存しており、これを有効利用するために約10数年前位から鶏糞の飼料化が検討され、実際に各種動物への給与が行われてきた。その中では反芻動物に給与するのが最も有効であることから、ブラジルでも肉牛などに利用されている。しかし、世界的傾向として石油ショック以来、鶏糞を火力乾燥する際に必要な重油の高騰もあって、実用化が余り進んでいないのが実情である。

鶏糞中には種々の細菌が存在するため、日本や欧米では火力乾燥によって150℃以上に加熱殺菌したものが飼料に使用されていたが、ブラジルでは自然乾燥のものがそのまま使用されており、公衆衛生上の問題が残っている。

乳牛、肉牛の飼料に対する鶏糞の配合限界は、約20%前後と考えられているが、嗜好性が悪いので糖蜜を添加したり、配合量を徐々に増加する方法が望ましい。

③ 粗飼料

容積が大きく、粗繊維含量が多く、可消化養分の少ないものを一般に粗飼料と言う。家畜に満腹感を与え、便通を良くする効果がある。緑色部の多い完熟前のもを良質粗飼料と言ひ、完熟して実を除いた部分または実のうち殻の部分粗悪飼料と言う。

粗飼料は水分含量によって、次の様に大別される。

・水分含量が少なく粗繊維の多いもの。

乾草類、穀類、わら類など。

・水分含量が多いもの

生草類、青刈作物、サイレージ、根菜類など。

・牧草

茎や葉を飼料として用いる目的で栽培する草類を牧草と言う。従来、家畜の飼料に用いられた野草の中から、家畜の好みに適したもの、栄養価や収穫量の多いものを選抜して改良したものである。

<牧草として成り立つ条件>

ブラジルに於いて、牧草として成り立つ条件を以下に示した。

・栄養価が高いこと

・家畜の嗜好性が良いこと。

・採種または採苗が容易なこと。

・雑草化の恐れが少ないこと。

・生産力が旺盛なこと。

- 早ばつに強いこと。
- 病気や害虫に対する抵抗力が強いこと。
- 毒性がないこと。

<牧草の型と分類>

牧草はイネ科とマメ科に大別される。

イネ科植物は成長点が基部近くあるため、激しい牛の採食や蹄圧がよく耐える特徴がある。

マメ科植物は再生力が強く、かつ蛋白質を多く含むため飼料価値が高い。

また、牧草は成育期間によって、短年生牧草と永年生牧草に分類される。

<短年生牧草>

一年中ではなく、ある季節だけ青草を提供する牧草であり、更に冬型と夏型に分類される。

短年生牧草の飼料価値は、永年生牧草に比べて劣るものとされているが、永年生牧草の補助的な役割をするものである。

• 冬型牧草

晩夏または初秋に播種し、秋のあいだに発芽成長して冬から春にかけて青草を提供する牧草である。耐寒性はあるが、早ばつや暑さには弱い。

普通の牧草は、3月以降に草が完熟しはじめ、4、5月頃から繊維質が増加し、6月以降霜によって枯死する。この時期には牛の食べる草はなく、体内に蓄積された脂肪を消費して痩せてしまう。この様な時に冬型牧草があれば牛が痩せるのを防止でき、商品価値が下がらない。

• 夏型牧草

ブラジルでは夏の牧草は余り利用されていないが、アルゼンチンやウルグァイでは大面積の牧草地が作られ、牛は冬の牧草地から引続いて夏の牧草地に移される。

夏型牧草の代表的なものは、スーダングラスとスウィート・スーダン・グラスである。

<永年生牧草>

永年生牧草とは、その名のように数年間放牧でき、年間を通じて家畜に青草を提供できる牧草のことである。土地を長期にわたり耕起碎土せずに植付、播種作業を一度行ない、適当な管理をするだけで維持できるため経済的な牧草である。永年生牧草は短年生牧草と組み合わせることによって、放牧地の価値が一層高まる。

永年生牧草は、その育成に適する地域の気候によって、熱帯型牧草と温帯型牧草に分類される。

・熱帯型牧草

北パラナ、サンパウロ州以北に植えられている牧草の中、イネ科の主なものは、カップピン・コロニオン (Capim Colônia)、カップピン・ゴルドウーラ (Capim Gordura)、カップピン・ジャラグアー (Capim Jaragua)、カップピン・エレファンテ (Capim Elefante)、カップピン・ブラッキアリア (Capim Brachiaria) であり、その他にカップピン・キクイ (Capim Kikuiu)、カップピン・アンゴラ (Capim Angola)、カップピン・デ・ローデス (Capim de Rhodes)、カップピン・センプレ・ベルデ (Sempre Verde) 等が植えられている。また、マメ科の主なものは、セントロセーマ (Centrosema)、ソージャ・ペレーネ (Soja Perene)、ステロザンテス (Stylosantes)、シラトロ (Siratro)、カルポゴニウム (Calpogonium) 等である。

・温帯型牧草

温帯の牧草は、パラナ中部高原からサンタ・カタリーナの2つの高原を経て、リオ・グランデ・ド・スールに至る南部ブラジル地域に見られる。

この地域は牛の頭数がブラジル全土で最も多いが、カーボが多く大部分が余り肥沃な土地ではない。牧草を植えるには、石灰施用で土の酸度を下げる必要がある。また、降雨が不規則のため旱ばつに強い牧草を選ぶべきである。

この地域に植えられている牧草の中、イネ科の主なものとして、カップピン・デ・ローデス (Capim de Rhodes)、カップピン・ラヌド (Capim Lanudo)、カップピン・キクイ (Capim Kikuiu)、アゼベン (Azeven)、アベイア (Aveia)、セタリア・カザングラ (Setaria Casangula) などがある。また、マメ科の主なものは、アルファファ (Alfafa)、コルニション 8 Crnichão)、ソージャ・ペレーネ (Soja Perene)、トレボ・ベルメーリョ (Trevo Vermelho)、レボ・ブランコ (Trevo Branco) などがある。

○主な牧草の特徴

この項では栄養に関係するものにとどめ、具体的な増殖方法については省略する。

<イネ科牧草>

・カップピン・コロニオン (Capim Colônia)

熱帯型牧草の代表的なもので、ブラジルに於ける肉牛の発展は、ゼブー牛とカップピン・コロニオンにあったと言われるくらいによく知られた草である。

成長力が旺盛で、乾燥に強く、牛の蹄圧にも強いが、冬期には成長が劣る。肥沃な土地で砂の混ざったような土地に適しており、セラードのような低質な土地では十分な成長は期待できない。肥沃な土地では草丈が3~4mになるが、牛が好んで食べるのは草丈が30~35cmの柔い若草である。

カップピン・コロニオンを放牧用に用いる場合は、単独よりソージャ・ペレーネ (Soja Perene) やシラトロ (Siratro) などのマメ科の牧草との混植の方が飼育成績が優れる。

刈取って使用する場合は、年6回の刈取りで1ha当たり青刈りで100～120t、乾草として8～13tの収量がある。乾草にした場合、茎の部分は粗剛なため牛の嗜好性は劣る。

表2にカッピン・コロニオンの栄養成分を示した。

表2 カッピン・コロニオンの成分

	日除乾燥(%)	乾燥したもの(%)
水分	24.20	—
粗タン白分	8.42	11.10
全脂肪	1.31	1.76
可溶無窒素物	33.02	43.55
繊維	27.99	36.92
灰分	5.06	6.67
	100.00	100.00

・カッピン・エレファンテ (Capim Elefante)

アフリカ原産の多年生牧草で、ブラジルをはじめ、スリランカ、台湾など世界の熱帯地域で植えられており、その種類も多い。

肥沃な土地では草丈が3～5mにも達するため、カッピン・エレファントの名がある。茎は真っすぐで多汁質であり、葉は長さ30～110cm、巾は3～10cmである。

放牧よりも青刈りまたはサイレージ用に向いており、草丈が1m以下のものは茎が柔らかく、牛の嗜好性が良い。冬期は、寒いと乾燥するために発育が遅れるが、湿気の多い地方では一年中よく繁茂する。

収量が多いが、土壌の質による差が大きく、1年に3～5回の刈取りで1ha当たり50～280tの青刈り収量がある。乾草として、12.5t～70tの収量がある。刈取り時期による栄養成分の比較を表3に示した。

表3 カッピン・エレファンテの成分

	I		II		III	
	生草(%)	乾草(%)	生草(%)	乾草(%)	生草(%)	乾草(%)
水分	92.50	—	85.00	—	76.40	—
粗タン白質	1.52	20.30	1.36	9.06	1.15	8.75
全脂肪	0.20	2.60	0.28	1.86	0.50	2.04
可溶無窒素物	2.78	37.10	7.51	50.08	12.22	49.63
繊維	1.77	23.60	4.50	30.00	7.44	30.26
灰分	1.23	16.40	1.35	9.00	2.29	9.32

I. 草丈1.20mで刈取った場合。

II. 草丈2.00mで刈取った場合。

III. 開花して、草丈3.00mで刈取った場合。

数多いカッピン・エレファントの中では、ナピュール (Napier) とメンケル (Mercker) の2品種が良く知られている。

草丈が60cm位までなら、ソージャやシラトロなどの混植も可能である。

・カッピン・ゴルドゥラ (Capim Gordura) (写真2)

カッピン・カチンゲイロ (Capim Catingueiro) またはカッピン・メラード (Capim Melado) と呼ばれるブラジルの代表的牧草である。

野草的牧草で、繁殖力が強く、低質な土壌でもよく生息する。ただし、乾燥、洪水、霜などには弱い。

草丈は1mくらいに達する。葉は巾が広くて短かく、表面にせん毛があって粘液を帯びている。

収量は1年に4回の刈取りで1ha当たり乾草で4~5tである。放牧の場合、1ha当たり1、2頭の牛が飼養できる。

カッピン・ゴルドゥラには、ロッシヨ (Roxo)、カベロ・デ・ネグロ (Cabelo de Negro)、ブランコ (Branco)、フランカーナ (Francana)、ロッシヨ・イネルメス (Roxo Inermes) の5種類がある。ロッシヨが最も普及しているが、栄養価が高く牛の蹄圧にもよく耐えるのはカベロ・デ・ネグロである。表4に栄養価を示した。

表4 カッピン・ゴルドゥラの成分

	生草(%)	乾草(%)
水分	82.25	—
粗タン白質	1.64	9.22
全脂肪	0.42	2.33
可溶無窒素物	8.77	49.45
繊維	5.30	29.85
灰分	1.60	9.15

・カッピン・ジャラグァー (Capim Jaragua)

カッピン・プロビゾーリオ (Capim Provisorio) とも呼ばれている。

暑さ、乾燥、火に強いが、寒さには弱い。低質な土壌でもよく生育する。

草丈は4mに達し、茎葉が豊富である。若草の場合は牛の嗜好性は良いが、成熟した草は繊維質が多くなるため嗜好性が低下する。かつてはサンパウロ州でも広く植えられていたが、4~5月の開花期には牛の嗜好性が極度に低下することから、現在は減少してきている。

青刈り収量は年間1ha当たり40~50tであるが、種子の収量は非常に多く、1ha当たり200kgである。

栄養成分を表5に示した。

表5 カッピン・ジャラグラーの成分

	若 草		開 花 前	
	生 草 (%)	乾 草 (%)	生 草 (%)	乾 草 (%)
水 分	76.80	—	72.80	—
粗タン白質	3.67	15.81	2.75	10.11
全 脂 肪	0.51	2.20	0.86	33.18
可溶無窒素物	11.99	51.69	9.56	35.15
纖 維	5.13	22.10	9.50	34.91
灰 分	1.90	8.20	4.53	16.65

・カッピン・ブラッキアリア (Capim Brachiaria)

多くの品種があるが、その代表的なものとして、ブリザンタ (Brachiaria Brizantha)、デクンベンス (Brachiaria Decumbens)、ウミジコラ (Brachiaria Humidicola)、ムチカ (Brachiaria Mutica)、ラジジェンシス (Brachiaria Ruzizinsis) の5種類がある。

ブリザンタは葉にせん毛がある。乾燥に強く、牛の嗜好性は良い。特に若草は良質な牧草である。ソージャなどのマメ科植物との混植もできる。1 ha当たり8~10 tの乾草収量がある。

デクンベンスは草丈が70cmで、葉の表面は滑らかであり、牛の嗜好性は良い。収量は年4回の刈取りで9~11 tの乾草収量がある。極めて旺盛な繁殖力のためマメ科牧草との混植は難しい。蔭酸を含んでおり、脱毛や血尿などを症状とする光過敏症を起こすことがある。20カ月令未満の牛や乳牛には給与しない方がよい。

ウミジコラは草丈が50cmで、低質な土地でもよく生育する。乾燥や霜に強い。

ムチカはいろいろな気候条件に順応してよく生育し、草丈1.5 mに達する。洪水や湿地には強いが、乾燥や霜には弱い。蹄圧に弱いため放牧には適さない。

ラジジェンシスの草丈は1 mで、葉は柔らかく牛の嗜好性は良い。乾燥や寒さには弱い。表6に栄養成分を、写真3にデクンベンス、写真4にラジジェンシスを示した。

表6 ブラッキアリアの成分 (乾草)

	デクンベンス	ムチカ
粗蛋白質 (%)	5.22	11.27
可消化粗蛋白質 (%)	0.79	7.55
粗 纖 維 (%)	44.09	28.97
可消化無窒素物 (%)	49.53	47.75
T D N (%)	42.29	57.12

・グラマ・フォルキーリャ

グラマ・バタタイス・コムンペレーネ (Grama Batatais Comum-perene)、バタタイス・デ・フォーリャ・フィナ (Batatais de Folha Fina)、バタタイス・デ・フォーリャ・クルタ (Batatais de Folha Curta)、ペンサコラ (Pensacola) の4種類がある。

バタタイス、コムンペレーネが最もよく植えられている。葉の長さが50cmくらいあり、ペンサコラと共に長葉種に分類され、栄養価も最も高い。他の牧草のできないような低質な土地でも生育し、蹄圧に非常によく耐えるため放牧に適している。年間1ha当たり3~11tの乾草収量がある。

バタタイス・デ・フォーリャ・フィナは葉の中が狭く、穂が短い種類で、ブラジル南部に多い。栄養成分を表7に、形態を図3に示した。

表7 グラマ・フォルキーリャの成分

	生草(%)	乾草(%)
水分	81.97	10.45
粗タン白質	2.41	7.72
全脂肪	0.38	1.45
可溶無窒素物	7.90	54.31
繊維	5.82	21.63
灰分	1.52	4.40

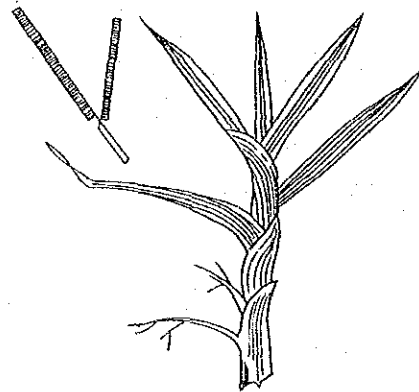


図3 グラマ・フォルキーリャ

・カッピン・デ・ローデス (Capim de Rhodes)、カリデ (Callide)、カタンボラ (Katambo ra)、ピオニール (Pioneer)、サンフォード (Samford) の4品種があるが、この中ではカリデが最も繁殖力が強く、乾燥や寒さにも強い。

カリデは草丈1.5 mに達し、葉の長さは40~50cmになる。牛の嗜好性が非常に良く、しかも草が成熟しても茎が柔らかいため乾草にするのにも適している。

放牧する場合は30cmの草丈で開始するのが良く、1ha当たり4~6頭の牛が飼養できる。

アルファファ (Alfafa)、ソージャ・ペレーネ (Soja Perene)、シラトロ (Sratro)などのマメ科植物と混植できる、

栄養成分を表8に、形態を図4に示した。

表8 カッピン・デ・ローデスの成分

	生 草	乾 草
水 分	82.40	—
粗タン白質	2.42	13.76
全 脂 肪	0.35	2.00
可溶無窒素物	7.45	42.34
纖 維	5.32	30.20
灰 分	2.06	11.70

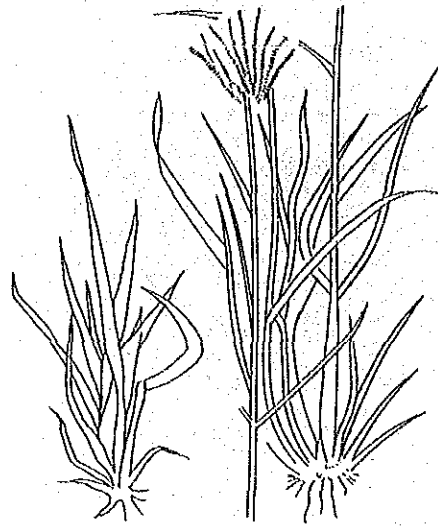


図4 カッピン・デ・ローデス

・カッピン・キクエ (Capim Kikuiu)

草丈は40~50cmで、ほふく性である。葉は長さ3.5~5cmで、巾6.5mmの細長い形状をしている。

乾燥および霜に強く、また蹄圧にも強いことから放牧に適している。肉牛よりも乳牛用に用いられることが多い。

ソージャ・ペレーネなどとの混植によって、飼養成績が向上する。

栄養成分を表9に、形態を図5に示した。

表9 カッピン・キクエの成分

	生 草(%)	乾燥したもの(%)
水 分	78.74	—
粗タン白質	3.64	17.12
全 脂 肪	0.47	2.20
可溶無窒素物	9.77	45.97
纖 維	5.15	24.23
灰 分	2.23	10.48
	100.00	100.00

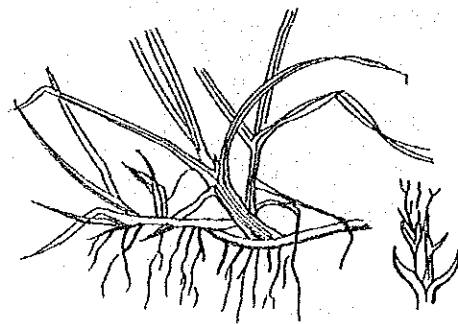


図5 カッピン・キクエ

・カッピン・コロニオン・デ・タンガニカ (Capim Coloniao de Tanganica)

草丈はカッピン・コロニオンより低く1.2~1.5mで、葉は巾が狭く光沢のある緑色である。増殖はコロニオンより容易である。

茎が細く柔らかいため牛が好んで食べる。乾草にしたものも嗜好性が良い。

蹄圧に強い放牧用としても使えるが、草が倒れた場合には茎から根が発生し、他の牧草の生

育を阻害するため混植には適さない。

栄養成分を表10に、形態を図6に示した。

表10 カッピン・コロニオン・デ・タンガニカ

	半 乾 草
水 分	9.07
粗タン白質	11.83
全 脂 肪	2.27
可溶無窒素物	44.48
粗 繊 維	23.42
粗 灰 分	8.93
T D N	64.24

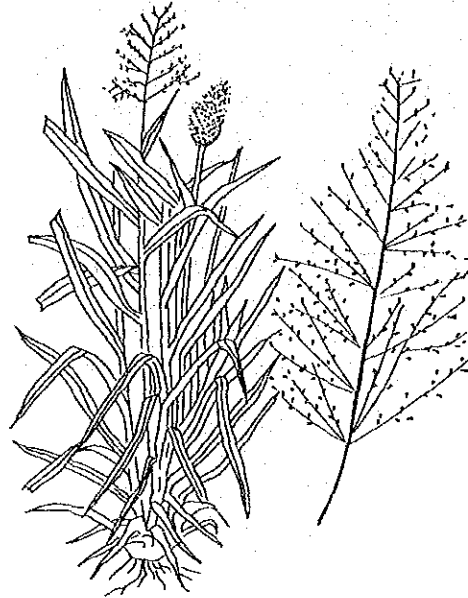


図6 カッピン・コロニオン・デ・タンガニカ

・カッピン・センプレ・ベルデ (Capim Sempre Verde)

乾燥に強く、常に青々としていることからこの名がある。

コロニオンより乾燥に強いが、寒さに対しては同程度の抵抗性しか持たないため、ブラジル南部では生育しない。

収量は年間1ha当たり乾草として10tである。

ソージャ・ペレーネやセントロゼーマなどのマメ科牧草と混植できる。

栄養成分を表11に示した。

表11 カッピン・センプレ・ベルデの成分

	半 乾 燥
水 分(%)	13.84
粗タン白質(%)	4.05
全 脂 肪(%)	1.70
可溶無窒素物(%)	33.98
粗 繊 維(%)	37.76
粗 灰 分(%)	8.67

・ソージャ・ペレーネ (Soja Perene)

ソージャ・ペレーネには、コムン (Comum)、クッペル (Cooper)、チナルー (Tinaroo)、シアノーバ (Cianova) の4品種がある。

この中ではコムンが最もよく植えられているが、暑い地方に適さず、肥沃な土地を好む。嗜好性が良く、栄養価が高いため、コロニオンやゴールドウーラなどの牧草との混植で、広く普及している。

乾草として1ha当たり5~6tの収量がある。

栄養成分を表12に示した。又形態を写真5及び図7に示した。

表12 ソージャ・ペレーネの成分(乾草)

成分	コムン		シアノーバ		チナルー	
	無施肥	施肥	無施肥	施肥	無施肥	施肥
粗蛋白質(%)	16.52	21.52	18.26	20.16	20.11	20.94
粗繊維(%)	33.55	25.14	30.66	30.17	29.71	29.94
K (%)	0.93	1.57	1.83	1.97	2.07	2.53
Ca (%)	1.28	1.36	0.85	0.93	1.27	1.32
P (%)	0.15	0.24	0.16	0.24	0.29	0.28



図7 ソージャ・ペレーネ

・セントロゼーマ (Centrosema)

熱帯、温帯の両方で生息するマメ科の牧草である。

霜と寒さには弱いが、蹄圧によく耐えるため放牧用に適している。

嗜好性が良く、蛋白質も高い。1ha当たり5~6tの乾草収量である。

ほとんどのイネ科牧草と混植できるが、コロニオンまたはエレファントとの混植で良い成績が得られている。

栄養成分を表13に示した。図8に形態を示した。

表 1 3 セントロゼーマの成分 (乾草)

成分	肥料施肥の有無	
	無 施 肥	施 肥
粗 蛋 白 質 (%)	27.22	28.53
粗 繊 維 (%)	31.30	31.63
K (%)	1.51	1.71
Ca (%)	0.73	0.73
P (%)	0.20	0.31



図 8 セントロゼーマ

・シラトロ (Siratro) (写真 6)

乾燥に強いが、水分の多い土地には不向きである。

嗜好性が良く、蛋白質含量が高い。また蹄圧に強い。

ほとんどの牧草と混植できるが、水分の多い土地でよく生育するセタリア、ブラッキアリアなどの牧草との混植は適さない。

5 ~ 6 t / ha の乾草収量がある。栄養成分を表 14 に示した。

表 1 4 シラトロの成分 (乾草)

成分	肥料施肥の有無	
	無 施 肥	施 肥
粗 蛋 白 質 (%)	19.00	20.83
粗 繊 維 (%)	28.80	30.23
K (%)	1.22	1.38
Ca (%)	0.82	1.09
P (%)	0.17	0.23

・アルファルファ (Alfalfa)

マメ科の代表的な牧草であり、世界中で植えられているため品種も多い。

冬には生育が遅れるが、寒さには強い。酸性土壌でもできるが、中性から弱アルカリの土壌でよく生育する。

年間 5 ~ 8 回の刈取りで 6 ~ 18 t の乾草収量である。

もともと蛋白質含量は高いが、イネ科牧草との混植によって窒素の吸収が促進されるため、更に蛋白質含量が高まる。

ブラジルでは、アルファルファとアルファルファ・クリオウラ (Alfalfa Crioula) の 2 品種が植えられている。

栄養成分を表15に示した。

表15 アルファルファの成分

	生	乾草
水分(%)	75.5	—
粗蛋白質(%)	5.6	22.8
粗繊維(%)	6.9	28.0
Ca (%)	0.40	1.69
P (%)	0.06	0.26

・コルニション (Cornichão)

寒さ、霜、乾燥に強く、温帯地方でよく生育することから、ブラジル南部でよく植えられている。青刈りで1ha当たり15～19t、乾草で4～6tの収量があるが、乾草として用いられることが多い。

栄養成分を表16に、形態を図9に示した。

表16 コルニションの成分

	半乾燥
水分	14.00%
全脂肪	3.20%
粗タン白質	14.00%
可溶無窒素物	35.30%
粗繊維	26.00%
粗灰分	7.50%

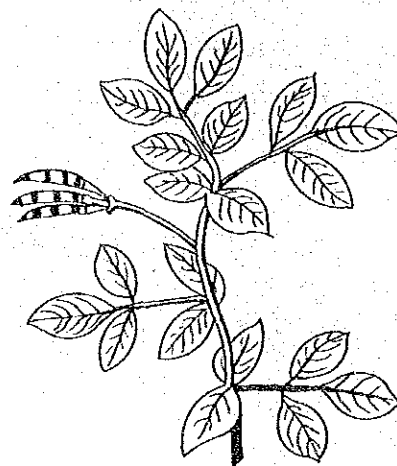


図9 コルニション

・青刈り飼料

青刈り飼料は青刈り作物、牧草、野草などを刈取り、加工貯蔵しない生のまま給与する飼料のことである。

青刈り飼料は、青刈り飼料の飼料成分と可消化養分を考えて給与する必要がある。また青刈り飼料の給与量が多い場合には塩の給与量を増やす必要がある。

<青刈り飼料の特徴>

・青刈りさとうきび (Cana de Açúcar)

ブラジルで最も多く使用されている青刈り作物である。乾期のサイレージ飼料としても使用されている。

糖分が多いためエネルギー価が高く、嗜好性も良い。

・青刈りトウモロコシ (Milho)

乳牛用飼料として広く栽培されている。青刈りトウモロコシは青刈り用として給与する他に、サイレージ用としてもきわめて良いものである。青刈り用としては出穂前のもの、サイレージ用としては乳熟期あるいはそれ以後のものが良い。

・青刈りソルゴ (Sorgo)

ソルゴは適期刈取ったものは家畜の嗜好に適し、収量も多く、青刈り用の他、サイレージにも利用される。

若い茎葉、とくに再生芽や茎葉の若い部分には青酸が少量含まれているが、成長して乳熟期になれば青酸含量は著しく減少し、中毒を起こす恐れはなくなる。ただ、早ばつや霜などによって枯れたものは青酸含量が高く、中毒の起こることがある。

その他、サンパウロ州で使用されている青刈り飼料としては、青刈りエンバク (Aveia)、青刈りライ麦 (Centeio)、ソージャ・ペレーネ (Soja Perene)、青刈り落花生 (Amendoim)、バナナ (Banana) などがある。

④牛用配合飼料

・子牛用配合飼料

・子牛用代用乳

代用乳は母乳の代替として子牛に給与するものである。脱脂粉乳や乾燥ホエーを主体としたものにビタミン、ミネラル・抗生物質を配合したもので、温湯に溶かして給与するものである。

代用乳は日本や欧米では広く普及しているが、ブラジルでは代用乳の主原料である脱脂粉乳や乾燥ホエーが非常に高価なため普及していない。

日本に於ける代用乳の給与期間は、初乳を1週間飲ませた後、6週令まで給与する方法がとられている。また、代用乳を2つに分けて最初の1週間は通常の代用乳より更に高脂肪、高エネルギーのものを給与する方法もとられている。

代用乳の配合設計例を表17に示した。

配合設計の基本となる考え方は、消化が良く、かつ高栄養の原料を用いることであり、温湯に溶解し易くするための原料加工なども行われている。

下痢などを防止するため抗生物質が添加されるが、日本では飼料安全法によって使用できる薬剤と濃度が規制されている。

この時期の子牛は第1胃が未発達であり、十分なビタミン合成が行われなため、ビタミンA、D、E、以外のビタミンも添加しなければならない。

表 1 7 哺乳期子牛育成用代用乳配合飼料の設計例

	例1 (脂肪15%以上)	例2 (脂肪10%以下)	例3	例4
脱脂粉乳	74.8 %	83.6 %	60.0 %	60 %
乾燥ホエー	—	—	14.8	9
動物性油脂	2.0	11.2	2.0	2.0
フィッシュ ソリュブル 魚粉*	4	4	4	—
大豆油粕**	—	—	—	5
大豆油粕**	—	—	—	5
ビタミン混合物	0.5	0.5	0.5	—
ミネラル混合物	0.7	0.7	0.7	—
ビタミンA	—	—	—	4,000IU/kg
“ D	—	—	—	1,000IU/kg
“ E	—	—	—	250IU/kg
ネオマイシン	—	—	—	70mg/kg
粗たん白質	29.5	32.2	26.2	28.5
粗脂肪	16.3	9.3	16.4	19.8
粗繊維	0.1	0.1	0.1	0.3
粗灰分	7.3	7.8	7.6	7.2
カルシウム	1.09	1.21	1.07	1.26
リン	0.83	0.91	0.80	0.80
D C P	26.4	28.8	23.3	25.8
T D N	100.1	90.2	100.0	104.1

*北洋ミール

**大豆油粕(45%)として算出

・子牛用人工乳

生後まもない子牛の第1胃は小さく、栄養素の消化・吸収は主として第4胃以降で行われているが、約3カ月令で成牛と同程度のレベルになる。

人工乳の配合設計を行う場合には、これらの生理的变化を考慮に入れなければならない。日本に於ける人工乳の給与期間は、7週令～3カ月令までである。

・乳用牛配合飼料

・乳用育成用配合飼料

高能力の乳牛を育成するには、粗飼料を中心に配合飼料を補足的に給与する必要がある。

栄養要求量に合わせて2つの期に分けて配合設計されることが多い。

・幼令牛用配合飼料

幼令牛用配合飼料は、3カ月令～8カ月令頃まで給与する飼料で、日本で市販されている飼料の蛋白質は16%前後である。

・若令牛用配合飼料

若令牛用配合飼料は、9カ月令～初産分娩まで給与する飼料で、日本で市販されている飼料の蛋白質は13%前後である。

幼令牛用および若令牛用飼料の配合設計例を表18・19に示した。

表 1 8 哺乳期子牛，幼令期子牛育成用配合飼料の設計例

	例5	例6	例7	例8	例9	例10
とうもろこし	48 %	49 %	45 %	44 %	54.5 %	51 %
マ イ ロ	10.5	10	10	8.9	8.6	—
大豆油脂(45%)	29.7	26.7	26	20	29.4	32
大豆油脂(50%)	—	—	—	13.5	—	—
あまに油かす	—	—	5	—	—	—
ふ す ま	3.4	4	4.6	4.7	1	—
アルファルファミール	2	2	2	2	1	5
魚 粉(62%)	—	2	—	—	—	—
糖 み つ	3	3	3	2	2	10
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
タ ロ ー	—	—	1	1.5	—	—
炭酸カルシウム	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	—
リン酸三石灰	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1
ミネラル混合物	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	—
オキシテトラサイクリン	—	—	—	—	—	50mg/kg
粗 た ん 白 質	20.0	20.1	20.0	22.0	19.7	20
粗 脂 肪	2.9	3.0	3.8	4.2	2.9	—
粗 繊 維	3.4	3.3	3.6	3.3	3.0	—
粗 灰 分	6.4	6.5	6.4	6.5	6.2	—
カ ル シ ウ ム	1.05	1.11	1.06	1.06	1.06	—
リ ン	0.70	0.72	0.70	0.71	0.69	—
D C P	17.4	17.5	17.3	19.3	17.2	—
T D N	74.3	74.2	75.1	76.1	75.0	75

表 1 9 若令期育成用配合飼料の設計例

	例11 (DCP10%- TDN70%)	例12 (DCP12%- TDN68%)	例13
とうもろこし	27.6 %	20 %	62 %
マ イ ロ	23	17.6	—
大 麦	13	11	—
大豆油粕(45%)	4.5	6.4	21
あまに油かす	3	6	—
ふ す ま	7	13.6	—
脱脂米ぬか	3.7	6.3	—
アルファルファミール	10	11	10
糖 み つ	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	—
微量ミネラル 添加塩	—	—	1
炭酸カルシウム	1.6	2.2	—
リン酸三石灰	0.9	0.2	1
ビタミン混合物	0.1	0.1	—
ミネラル混合物	0.1	0.1	—
粗 た ん 白 質	13.1	15.3	17
粗 脂 肪	3.0	2.9	—
粗 繊 維	5.0	6.0	—
粗 灰 分	6.8	7.4	—
カ ル シ ウ ム	1.14	1.18	—
リ ン	0.57	0.57	—
D C P	10.3	12.2	—
T D N	70.2	68.2	74

表 20 N. R. C. 飼養標準 - 乳用牛

●乳用牛飼料の栄養含有推奨量

Nutrient Requirements of Dairy Cattle 1978

泌乳牛飼料					非泌乳牛飼料						
栄養量 (飼料乾物中の濃度)	牛体量kg		1日当り産乳量			乾妊娠牛	成雄種牛	若雄牛と若雌牛育成	子牛スターター濃厚飼料	子牛代用乳	最大濃度(全種類)
	>400	<8	8-13	13-18	>18						
	500	<11	11-17	17-23	>23						
	600	<14	14-21	21-29	>29						
	>700	<18	18-26	28-35	>35						
飼料 No	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	最大値	
粗蛋白質 %	13.0	14.0	15.0	16.0	11.0	8.5	12.0	16.0	22.0	-	
エネルギー											
NE ^l Mcal/kg	1.42	1.52	1.62	1.72	1.35	-	-	-	-	-	
NE ^m Mcal/kg	-	-	-	-	-	1.20	1.26	1.90	2.40	-	
NE ^g Mcal/kg	-	-	-	-	-	-	0.60	1.20	1.55	-	
ME Mcal/kg	2.36	2.53	2.71	2.89	2.23	2.04	2.23	3.12	3.78	-	
DE Mcal/kg	2.78	2.95	3.13	3.31	2.65	2.47	2.65	3.53	4.19	-	
TDN %	63	67	71	75	60	56	60	80	95	-	
粗繊維 %	17	17	17	17	17	15	15	-	-	-	
A D F %	21	21	21	21	21	19	19	-	-	-	
エーテル抽出物 %	2	2	2	2	2	2	2	2	10	-	
ミネラル ^b											
カルシウム %	0.43	0.48	0.54	0.60	0.37	0.24	0.40	0.60	0.70	-	
リン %	0.31	0.34	0.38	0.40	0.28	0.18	0.26	0.42	0.50	-	
マグネシウム %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.16	0.18	0.16	0.07	0.07	-	
カリ %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	-	
ナトリウム %	0.18	0.18	0.18	0.18	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	
食塩 ^d %	0.46	0.46	0.46	0.46	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	5	
イオウ ^d %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.17	0.11	0.18	0.21	0.29	0.35	
鉄 ^{de} ppm	50	50	50	50	50	50	50	100	100	1,000	
コバルト ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	10	
銅 ^{df} ppm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
マンガン ^d ppm	40	40	40	40	40	40	40	40	40	1,000	
亜鉛 ^{dg} ppm	40	40	40	40	40	40	40	40	40	500	
ヨウ素 ^h ppm	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	50	
モリブデン ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
セレン ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	5	
フッ素 ^j ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	
ビタミン ^k											
ビタミンA IU/kg	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	2,200	2,200	3,800	-	
ビタミンD IU/kg	300	300	300	300	300	300	300	300	600	-	
ビタミンE ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-	

- 粗繊維 17%で エネルギー飼料を処方することは難しい。しかし粗繊維 17%以下或いは ADF 20%以下の飼料を泌乳牛に与えると乳脂率低下をおこす。
- 上表に示したミネラルの数値は飼料の配合設計担当者用の指針としてあげたものである。ミネラルの数値に関する要因は多いので、これらの数値は公認又は確定したものととして、示したものでなく、又そのように使うべきでない。
- グラスメタニーが心配される条件下では 0.25%以上にあげるべきである。
- ミネラル元素の多くについての最大安全量はあまり明らかではない。特にイオウ、食塩、鉄、銅、亜鉛、マンガンについては非常に限定されたデータから推定した数値をあげたものであり、安全量は個々の飼育条件により実質的に左右されると思われる。
- いくつかの形態での添加した鉄の最大安全量は、実質的には 1000ppm以下である。硫酸第一鉄として鉄を僅か 400ppm添加して増体低下の報告がある。(Standishら 1969)
- 銅の量が高いと乳質が酸化臭を受け易くなる。
- 亜鉛の成乳牛に対する最大安全量は 1000ppmである。
- 抗甲状腺性の強い原料の配合割合が乾物ベースで 2.5%にもなる場合、ヨウ素の添加量は 2倍以上にふやすべきである。
- 十分量の銅が含まれている場合、乳牛は実質上 6 ppm以上のモリブデンを許容する。
- 若雄牛、若雌牛のフッ素安全量は他の乳用牛よりも低い。リン酸塩のように有効性の低いフッ素の給源の場合にはいくらか高い量を許容する。
- 代用乳単位当りのビタミンB群最小推奨量は次の通り。ニコチン酸 2.6ppm, パントテン酸 13ppm, ビタミンB₂ 6.5ppm, ビタミンB₆ 6.5ppm, ビタミンB₁ 6.5ppm, 葉酸 0.5ppm, 葉酸 0.5ppm, ビオチン 0.1ppm, ビタミンB₁₂ 0.07ppm, コリン 0.26%, これらのビタミンは子牛がルーメン機能を持たず(通例 6週令), ルーメン合成と天然原料の協力でその十分量は供給されると思われる。

乳用牛飼育用配合飼料は、生後18カ月令を過ぎた乳用牛の飼育に用いる飼料である。

乳牛の場合は、粗飼料の給与量が多く、しかも粗飼料の品質に差が大きいこと、乳牛の体重、泌乳量、乳質（乳脂率）に固体差が大きいことを考慮に入れて飼料の配合設計する必要がある。

ブラジルで使用されている飼料は、粗蛋白質17～20%、TDN60～68%の中蛋白、中エネルギーのものが多く。

この項では配合飼料の設計例に止どめ、粗飼料との組合わせによる具体的な給与量などについては、他の項に示す。

乳用牛のNRC飼養標準を表20に、乳用牛飼育用飼料の配合設計例を表21-1～表21-5に各々示した。

表 2 1 乳用牛飼育用配合飼料の基本配合例

表 2 1 - 1 TDN68%の配合設計例

原料名	DCP(%)			
	10	12	14	16
とうもろこし	22.3 %	19.3 %	17.5 %	15.5 %
マ イ ロ	16.4	15.4	13.4	12
大 麦	16	15	13.1	10
大豆油粕(45%)	4.2	10.2	16	21.5
ふ す ま	17	17	17	16
脱脂米ぬか	3	3	3	3
アルファルファミール	13	12	12	13
糖 み つ	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.7	1.7	1.7	1.7
リン酸三石灰	0.7	0.7	0.6	0.6
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	13.1	15.2	17.3	19.4
粗脂肪	3.1	2.9	2.8	2.7
粗繊維	6.0	6.0	6.1	6.4
粗灰分	7.1	7.3	7.4	7.7
カルシウム	1.16	1.17	1.15	1.17
リン	0.57	0.60	0.60	0.60
D C P	10.2	12.2	14.2	16.2
T D N	68.4	68.5	68.5	68.4

表 2 1 - 2 TDN70%の配合設計例

原料名	DCP(%)				
	10	12	14	16	18
とうもろこし	29 %	26 %	24 %	23 %	19.6 %
マ イ ロ	21	19	17	14.5	12.5
大 麦	14.3	13.8	12	10	10
大豆油粕(45%)	7	12.5	18	20	24.4
" (50%)	—	—	—	3.5	4
ふ す ま	9	9	10	10.5	0
脱 脂 米 ぬ か	7	7	6.3	5.3	5.3
アルファルファミール	4.3	4.4	4.4	5	6
糖 み つ	5	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	2.2	2.3	2.3	2.2	2.3
リン酸三石灰	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗 た ん 白 質	13.1	5.1	17.1	19.3	21.2
粗 脂 肪	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5
粗 糠 維	4.2	4.4	4.5	4.7	5.0
粗 灰 分	6.9	7.0	7.2	7.3	7.6
カ ル シ ウ ム	1.17	1.16	1.17	1.16	1.18
リ ン	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58
D C P	10.3	12.2	14.2	16.3	18.1
T D N	70.3	70.3	70.3	70.4	70.1

表 2 1 - 3 TDN72%の配合設計例

原料名	DCP(%)			
	12	14	16	18
とうもろこし	33 %	30 %	28.7 %	28 %
マ イ ロ	21	20	18	16
大 麦	13	11.2	9	5
大豆油粕(45%)	14	15	20	28
" (50%)	—	4	4.6	2.3
ふ す ま	6.3	7.3	7.3	8
アルファルファミール	4.2	4	4	4.3
糖 み つ	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.5	1.7	1.7	1.8
リン酸三石灰	1.3	1.1	1.0	0.9
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
粗 た ん 白 質	14.8	16.9	18.9	20.9
粗 脂 肪	2.9	2.8	2.7	2.6
粗 糠 維	3.7	3.8	3.9	4.1
粗 灰 分	6.5	6.7	6.8	7.1
カ ル シ ウ ム	1.16	1.18	1.17	1.19
リ ン	0.58	0.57	0.57	0.57
D C P	12.2	14.2	16.2	18.1
T D N	72.4	72.2	72.3	72.2

表 2 1 - 4 各種植物性油かす及びそうこう類の利用例

	例17	例18	例19	例20	例21	例22	例23	例24	例25	例26
とうもろこし	26%	24%	24%	28%	27%	26%	27.3%	24%	24.6%	22%
マ イ ロ	18	17	17	16.4	17	16	15	17	15	12
大 麦	12	12	11.3	9	9	10	8	12	12	12
大豆油粕(45%)	18	15	12	15	15	16	17	3.4	19.1	17
サフラワー油かす	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ごま油かす	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-
あまね油かす	-	-	10	-	-	-	-	10.5	-	-
なたね油かす	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-
綿実油かす	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
落花生油かす	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
やし油かす	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
ふ す ま	9.3	10	9	10	8	11	11	9.6	7.6	15.3
脱脂米ぬか	-	6.7	4.3	3.3	3.3	6.4	4.1	-	-	-
麦ぬか	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
米ぬか	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
アルファルファミール	4.3	4.3	4.1	5	5.3	4.3	4.3	5.4	4.1	8.5
糖 み つ	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.8	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	1.7	1.8	2.0
リン酸三石灰	0.9	0.1	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	17.1	17.2	17.3	17.1	17.3	17.2	17.1	17.2	17.1	17.2
粗 脂 肪	2.7	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	3.1	2.9	3.5
粗 纖 維	5.3	4.6	4.7	4.7	4.9	4.6	4.7	5.3	4.8	5.4
粗 灰 分	6.8	7.1	7.1	7.0	7.1	7.2	7.2	6.9	6.9	7.3
カルシウム	1.18	1.13	0.17	1.18	1.20	1.16	1.16	1.01	1.16	1.17
リ ン	0.55	0.58	0.57	0.58	0.57	0.60	0.58	0.50	0.52	0.57
D C P	14.2	14.2	14.3	14.1	14.3	14.1	14.2	14.1	14.2	14.2
T D N	70.4	70.4	70.4	70.3	70.3	70.1	70.3	70.3	70.2	70.4

表 2 1 - 5 各種製造副産物の利用例

	例27	例28	例29	例30	例31	例32	例33	例34
とうもろこし	24.6%	25.1%	22%	26.6%	25.3%	28.7%	23.7%	24%
マ イ ロ	14	17	15	16	14	17	15	15.5
大 麦	9	12	8	8	10	8	11	10
大豆油粕(45%)	15.7	8	14.4	17	21.3	16	19	18.8
ふ す ま	9.7	10	10.9	12	6.7	8	7.6	7
脱脂米ぬか	4.3	8.6	-	5.2	-	4.3	3	2
アルファルファミール	5.4	4	6.4	4.4	4.3	4.3	4.4	4.4
コーングルテンフィード	9	-	-	-	-	-	-	-
コーングルテンミール	-	7	-	-	-	-	-	-
コーンジャームミール	-	-	15	-	-	-	-	-
しょう油かす	-	-	-	3	-	-	-	-
デンプンかす	-	-	-	-	10	-	-	-
发芽根	-	-	-	-	-	5	-	-
大豆皮	-	-	-	-	-	-	8	-
スクリーニングベレット	-	-	-	-	-	-	-	10
糖 み つ	5	5	5	5	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	-	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	2.3	2.5	1.9	2.2	1.9	2.2	1.8	1.7
リン酸三石灰	0.3	0.1	0.7	0.4	0.2	0.5	0.8	0.9
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	17.1	17.4	17.4	17.3	17.1	17.2	17.5	17.1
粗 脂 肪	2.8	3.0	2.8	3.0	2.4	2.7	2.8	3.1
粗 纖 維	5.0	4.2	5.3	4.8	5.3	4.6	6.2	5.2
粗 灰 分	7.3	7.0	6.8	6.9	6.7	7.1	7.1	7.3
カルシウム	1.19	1.15	1.18	1.18	1.17	1.19	1.18	1.17
リ ン	0.57	0.55	0.58	0.58	0.57	0.57	0.58	0.58
D C P	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	14.2	14.2
T D N	70.3	70.1	70.3	70.3	70.2	70.2	70.3	70.2

・肉用牛配合飼料

ブラジルの肉牛飼育方式は、極めて粗放的であり、人為的に与えているのは塩とある種のミネラル類だけと言う場合が多い。従って、その肥育効率は諸外国に比べると非常に劣っている。

しかし最近、肉牛の肥育が盛んになってきており、肉牛用の配合飼料についても関心が持たれている。詳細は肉牛の短期肥育の項で述べているため、ここでは肉牛の飼養標準を表24に、配合飼料の設計例を表22-1~表22-7に、および鶏糞利用の配合例を表23に各々示した。

表 2 2 - 1 肉用牛肥育用配合飼料の基本配合例 TDN 71% の配合設計例

原料名	DCP(%)		
	9	10	11
とうもろこし	34%	33%	32%
マ イ ロ	24	23	21.6
大 麦	10	10	10
大豆油粕(45%)	4.3	7.3	10
ふ す ま	10	9	9
脱脂米ぬか	6.8	6.8	6.5
アルファルファミール	3	3	3
糖 み つ	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.8	2.0	1.9
リン酸三石灰	0.4	0.2	0.3
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	12.0	13.0	14.0
粗 脂 肪	3.1	3.0	2.9
粗 糠 維	3.8	3.9	3.9
粗 灰 分	6.1	6.2	6.3
カルシウム	0.97	0.98	0.98
リ ン	0.55	0.54	0.54
D C P	9.2	10.3	11.2
T D N	71.3	71.3	71.4

表 2 2 - 2 TDN 72% の配合設計例

原料名	DCP(%)		
	9	10	11
とうもろこし	35%	34%	32%
マ イ ロ	24.9	22.5	21.9
大 麦	12	13	13
大豆油粕(45%)	4.3	7.4	10.4
ふ す ま	10.8	10	9.6
脱脂米ぬか	2	2.1	2.1
アルファルファミール	3	3	3
糖 み つ	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.4	1.5	1.5
リン酸三石灰	0.9	0.8	0.8
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	11.6	12.8	13.8
粗 脂 肪	3.1	3.0	2.9
粗 糠 維	3.6	3.7	3.7
粗 灰 分	5.8	5.9	6.0
カルシウム	0.97	0.98	0.99
リ ン	0.54	0.53	0.54
D C P	9.1	10.1	11.2
T D N	72.1	72.3	72.1

表 2 2 - 3 TDN 74% の配合設計例

原料名	DCP(%)	
	10	11
とうもろこし	38.6%	36.4%
マ イ ロ	27.9	27.5
大 麦	13	13
大豆油粕(45%)	9.4	12.4
ふ す ま	1	1
アルファルファミール	2	1.6
糖 み つ	5	5
食 塩	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.1	1.1
リン酸三石灰	1.3	1.3
ミネラル混合物	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1
粗たん白質	12.6	13.7
粗 脂 肪	2.9	2.9
粗 糠 維	2.8	2.9
粗 灰 分	5.5	5.6
カルシウム	0.96	0.97
リ ン	0.52	0.52
D C P	10.2	11.3
T D N	74.1	74.1

表 2 2 - 4 各種植物性油かすの利用例

	例38	例39	例40	例41	例42
とうもろこし	34%	35%	34.4%	33.4%	34.8%
マ イ ロ	22.	22.5	23.5	23.5	23
大 麦	13	12	13	13	14
大豆油粕(45%)	4.	6	6	7	1.6
ごま油かす	3	—	—	—	—
あまに油かす	—	3	—	—	5
綿実油かす	—	—	3	—	3
やし油かす	—	—	—	3	—
なたね油かす	—	—	—	—	3.
ふ す ま	10	8	7	7	4.3
脱脂米ぬか	2.2	2.5	2.1	2.1	—
アルファルファミール	3	3	3	3	3
糖 み つ	5	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6
リン酸三石灰	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	12.8	12.9	12.8	12.8	12.9
粗脂肪	3.3	3.0	3.0	3.0	2.9
粗繊維	3.8	3.7	3.8	3.7	3.9
粗灰分	6.0	5.9	5.9	5.9	5.5
カルシウム	1.01	0.98	0.98	0.98	1.08
リ ン	0.53	0.54	0.53	0.54	0.56
D C P	10.2	10.3	10.1	10.1	10.3
T D N	72.2	72.2	72.2	72.1	72.0

第 2 2 - 5 各種製造副産物の利用例

	例43	例44	例45	例46
とうもろこし	34.3%	32%	33%	35.1%
マ イ ロ	21.2	20.5	22.5	21
大 麦	12	12.	11	12
大豆油粕(45%)	6.4	8.2	5.4	7.9
ふ す ま	8	9.2	5	8
脱脂米ぬか	2.1	2.4	2.1	—
アルファルファミール	3	3	3	3
コングルテンフィード	5	—	—	—
ミカンジュースかす	—	5	—	—
コーンジャームミール	—	—	10	—
スクリーニングベレット	—	—	—	5
糖 み つ	5	5	5	5
食 塩	0.5	0.5	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.6	1.2	1.6	1.2
リン酸三石灰	0.7	0.8	0.7	1.1
ミネラル混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
ビタミン混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
粗たん白質	12.8	12.9	12.9	2.7
粗脂肪	3.0	2.9	3.0	3.2
粗繊維	3.8	4.0	3.9	4.0
粗灰分	6.0	5.9	5.8	5.9
カルシウム	0.97	0.99	0.99	1.00
リ ン	0.52	0.53	0.52	0.53
D C P	10.2	10.2	10.1	10.2
T D N	72.2	72.2	72.2	72.1

表 2 2 - 6 肉牛肥育用尿素飼料の配合設計例

とうもろこし	36%
マ イ ロ	26.4
大 麦	13
大豆油粕(45%)	2
ふ す ま	3.5
脱脂米ぬか	1.9
アルファルファミール	3
コングルテンフィード	5
糖 み つ	5
食 塩	0.5
炭酸カルシウム	1.4
リン酸三石灰	1.0
ミネラル混合物	0.2
ビタミン混合物	0.1
尿 素	1.0
粗たん白質	13.6
粗脂肪	3.0
粗繊維	3.4
粗灰分	5.8
カルシウム	0.99
リ ン	0.52
D C P	10.3
T D N	72.0

表 2 2 - 7 対象飼料が含むことができる飼料添加物の量 (飼料 1 トン)

- この表の対象飼料の欄に掲げる飼料以外は、この表に掲げる飼料添加物を含んではならない。
- この表の同一欄内の 2 以上の飼料添加物は同一飼料に用いてはならない。

区 分	対象飼料		牛 用	
	飼 料 添 加 物 名	単 位	ほ乳期用	幼令期間
第 1 欄	アンブロリウム	g		
	エトバベート			
	アンブロリウム	g		
	エトバベート			
	スルファキノキサリン			
	クロビドール	g		
	サリノマイシンナトリウム	g 力価		
	デコキネート	g		
	アイカルバジン	g		
	モネンシンナトリウム	g 力価		
ラサロシドナトリウム	g 力価			
第 2 欄	デストマイシンA	g 力価		
	ハイクロマイシンB	万単位		
第 3 欄	亜鉛バンドラシン	万単位	42~420	168~168
	エンボン酸スピラマイシン	g 力価		
	エンシマイシン	g 力価		
	キタサマイシン	g 力価		
	パージーアマイシン	g 力価		
	フラボフォスフォリボール	g 力価		
	ポリスチレンスルホン酸	g 力価		
	オレアンドマイシン			
	マカルボマイシン	g 力価		
	マンガンバシトラシン	万単位	42~420	168~168
	硫酸フラジオマイシン	g 力価	10~100	10~70
	リン酸タイロシン	g 力価		
	カプリロヒドロキサム酸	g		
第 4 欄	*アルキルメチルアンモウム カルシウムオキシテトラサイクリン	g 力価	5~50	5~50
	*クロルテトラサイクリン	g 力価	10~50	10~50
	ビコザマイシン 硫酸コリスチン オラキンドックス	g 力価 g 力価 g	5~40	
プロピオン酸 プロピオン酸カルシウム プロピオン酸ナトリウム		プロピオン酸としては 0.3% 以下 (対象飼料の限定はない) サイレーンにあっては 1.0% 以下		

※は第 3 欄の両方に属するものでビコザマイシン、硫酸コリスチン、又はオラキンドックスとの併用はできない。

注) 対象飼料とは次のものをいう。

牛用 ほ乳期間: 生後おおむね 3 ヶ月以内の牛用飼料

幼令期間: 生後おおむね 3 月を超え 6 月以内の牛用飼料

表 2 3 乾燥鶏糞利用の肉牛用飼料の配合設計例

	例48	例49
トウモロコシ	641	645
米ヌカ	20	20
ふすま	100	50
大豆粕	30	30
乾燥鶏糞	150	200
糖蜜	50	50
食塩	3	2
炭酸カルシウム	5	2
ビタミン・ミネラルプレミックス	1	1
計	1,000	1,000
粗蛋白質	12.7	13.1
T D N	73.3	73.3
カルシウム	1.46	1.73
リン	0.70	0.78

4. 栄養障害

栄養素の過不足または不均衡によって起こる障害を栄養障害または代謝障害と呼ぶ。

表25に栄養素の欠乏と過剰によって現れる主な症状を示した。また、表26に飼養形式と主な栄養障害を示した。

表24 N. R. C. 飼養標準 - 肉用牛

●ビタミン、ミネラル要求量 (飼料乾物中のパーセント又は1kg中の量)

栄養素		若牛の 育成・仕上げ	妊娠乾乳牛	種雄牛 泌乳牛	推定中毒量 (mg/飼料kg)
ビタミンA	1.U ^{a,b}	2,200	2,800	3,900	
ビタミンD	1.U	275	275	275	
ビタミンE	1.U	15-60	-d	15-60	
ミネラル					
ナトリウム ^b	%	0.06	0.06	0.06	
カルシウム ^b	%	0.18-1.04	0.18	0.18-0.44	
リン	%	0.18-0.70	0.18	0.18-0.39	
マグネシウム	%	0.04-0.10	-d	0.18	
カリ	%	0.6-0.8	-d	-d	
イオウ	%	0.1	-d	-d	
ヨウ素	µm	-c	50-100	50-100	100
鉄	mg	10	-d	-d	400
銅	mg	4	-d	-d	115
コバルト	mg	0.05-0.10	0.05-0.10	0.05-0.10	10-15
マンガン	mg	1.0-10.0	20.0	-d	150
亜鉛	mg	20-30	-d	-d	900
セレン	mg	0.10	0.05-0.10	0.05-0.10	5

- a. ビタミンAかプロビタミンAどちらでもよい。
- b. 詳しくは原文参照。
- c. 不明だが非常に少ない。
- d. 不明、育成・仕上げの数値を使ってみてはどうか。
- e. ミネラルの中毒量は推定値であり、摂取期間、原料又は化合物中のミネラルの利用率、又他のミネラルバランスなどの要因により変わる。

●栄養素要求量 - 子牛、若牛の育成及び仕上げ 飼料乾物中の濃度^a

体重 ^b (kg)	1日 増体重 (kg)	乾物 小量 ^c 摂取量 (kg)	粗飼料 ^c (kg)	総蛋 白質 (%)	可消化 蛋白質 (%)	NE (維持) (Mcal/kg)	NE (増体) (Mcal/kg)	ME (Mcal/kg)	TDN ^d (%)	Cd (%)	P (%)
去勢子牛及び去勢当才牛の育成・仕上げ											
100	0.7	2.7	50~60	14.8	10.7	1.60	1.00	2.5	77	0.86	0.57
150	0.7	3.9	50~60	12.6	8.5	1.60	1.00	2.5	70	0.46	0.36
200	0.7	5.7	70~80	10.8	6.8	1.40	0.78	2.3	64	0.32	0.28
250	0.9	6.2	45~50	11.1	7.1	1.64	1.02	2.6	72	0.35	0.31
300	1.1	7.6	20~25	10.8	6.8	1.81	1.18	2.8	77	0.33	0.29
350	1.1	8.0	20~25	10.4	6.5	1.81	1.18	2.8	80	0.29	0.25
400	1.2	8.5	20~25	10.2	6.3	1.81	1.18	2.8	80	0.27	0.25
450	1.2	10.2	20~25	9.5	5.7	1.81	1.18	2.8	80	0.23	0.22
500	1.1	10.4	20~25	9.2	5.5	1.81	1.18	2.8	80	0.19	0.19
雌子牛及び若雌牛の育成・仕上げ											
100	0.7	2.9	50~60	14.4	10.0	1.56	0.95	2.5	69	0.66	0.48
150	0.7	4.0	50~60	12.4	8.2	1.56	0.95	2.5	69	0.45	0.35
200	0.7	6.0	70~80	10.2	6.5	1.40	0.87	2.3	64	0.30	0.27
250	0.9	5.9	35~45	11.1	7.1	1.81	1.18	2.8	77	0.36	0.29
300	0.9	6.8	35~45	10.4	6.5	1.81	1.18	2.8	77	0.28	0.25
350	0.9	8.1	35~45	9.5	5.7	1.72	1.10	2.7	75	0.21	0.21
400	0.7	8.7	55~65	9.0	5.3	1.56	0.95	2.5	66	0.18	0.18
450	0.5	9.3	70~80	8.6	4.9	1.40	0.78	2.3	64	0.18	0.18

- a. 若牛の仕上げ飼料中のビタミンA濃度はすべて飼料乾物1kg当り2,200I.U.である。
- b. 飼育期間中の平均値。
- c. 乾物摂取量、ME、TDN変動幅はNE要求量及び粗飼料欄に示した飼料の概括的な型による。粗飼料の多くは乾物1kg当り1.9~2.2McalのMEを含み、90~100%の濃厚飼料は1kg当り3.1~3.3McalのMEを有するとみてよい。
- d. TDNはTDN g当り3.6155kcalを仮定して計算した。

表 2 5 栄養素の欠乏と過剰によって現われる主な症状

栄 養 素	症 状
エ ネ ル ギ ー	発育不良、体重減少、受胎率低下、死産率増加、耐病性低下（他の栄養素の欠乏を併発することが多い）
蛋 白 質	食欲減退（エネルギーの欠乏を伴いやすい）、発育不良、発情不整
ナトリウムと塩素	塩けを求めているものをかんだりなめたりする、食欲低下、繁殖能力低下
（食 糧）	
リ ン	食欲減退、増体と飼料利用率低下、異嗜（いろいろなものをなめたり土を食べたりする）、長期にわたると骨の異常がみられ、幼牛ではくる病、成牛では骨軟症
カ ル シ ウ ム	リン欠乏とはほぼ同じだが、欠乏症状は現われにくい
マ グ ネ シ ウ ム	クラスチタニー（食欲低下、充血、神経過敏、けいれん）
カ リ ウ ム	発育不良、食欲減退
オ 鉄	蛋白質の欠乏に同じ
銅	発育不良
症	食欲減退、体重減少、貧血、下痢、被毛は粗く脱毛しやすく光沢を失い褪色、運動失調、心臓まひ
コ バ ル ト	食欲減退、体重減少
亜 鉛	発育不良、被毛粗く脱毛、皮膚の病変（とくに目、口のまわり、肢など）、肢の関節肥大
マン ガ ン	発育不良、肢の異常、繁殖能力低下
ヨ 素	死産か甲状腺の肥大した弱い子が生れる、被毛の発育不全
セ レ ン	歩行困難となり急に倒れて死ぬ、筋肉の白色化（白筋症）
ビ タ ミ ン A	食欲減退、体重減少、下痢、鼻汁、流涙、夜盲症、失明、浮腫
ビ タ ミ ン D	くる病症状、食欲減退、発育不良、消化障害、関節の肥大
ビ タ ミ ン E	白筋症、セレン欠乏と同じ
中 毒 症 状	
銅	黄だん、ヘモグロビン血症、血色素尿
モ リ フ デ ン	銅欠乏と同様
フ シ 素	永久歯のほうろろ質がつかされ、もろくなり、変色する（斑状歯）、食欲減退、体重の減少
セ レ ン	慢性のばあい；被毛、体重の減少、蹄の炎症と変形
	急性のばあい；失明、筋肉の弱体化、無発情、蹄の充血、けいれん

表 2 6 飼養形式と反芻家畜の主な代謝障害

① 濃厚飼料多給のさいに発生しやすい代謝障害（粗飼料不足）

代 謝 障 害	原 因 の 類 別
1. 急性過食症	第1胃発酵の異常
2. 夜盲症	ビタミンA欠乏
3. ルーメン・バクテラトキシ	粗飼料不足、濃厚飼料多給
4. 第1胃炎	第1胃発酵の異常
5. 肝臓・腎臓・尿管・膀胱・尿管	＋化繊菌の侵入
6. 低脂肪乳	リン、マグネシウムなど塩類代謝の混乱
7. 蹄葉炎	第1胃内発酵の変化＋体内代謝の変化
8. 繁殖障害	＋緊い床
9. 鼓脹症	ビタミンA不足、蛋白質過剰、過肥 第1胃発酵の変化

② 粗飼料多給（放牧を含む）のさいに発生しやすい代謝障害

1. くわさ病	コバルト欠乏
2. 微量栄養素の欠乏	銅、鉄、モリブデンなどの不足
3. 鼓脹病	第1胃発酵の変化
4. クラスチタニー	マグネシウム不足
5. 磷酸塩中毒	磷酸塩の過剰摂取
6. 寄生性疾患による栄養低下	ビロプロズマ病など
7. 繁殖障害	カロリー不足、炭不足
8. 乳量低下	カロリー不足

③ 牛乳生産に関連した代謝障害

1. ケトージス	第1胃発酵の変化、内分泌の変化、肝機能の低下
2. 乳熱	無機物代謝の混乱、内分泌の変化
3. 無脂肪固形分の低下、乳量低下	カロリー不足、蛋白質不足、その他
4. 骨軟化症	カルシウム不足
5. 骨脆弱症	カロリー、蛋白質不足
6. (2等乳)乳質低下	無機物代謝、肝機能の低下、内分泌の変化
7. 低脂肪乳	粗飼料不足、第1胃内プロピオン酸の増加、体内の脂肪代謝の変化
8. 繁殖障害	栄養素の過剰または不足

④ 子牛に発生しやすい代謝障害

1. 血色素尿症	大量飲水
2. くる病	ビタミンD不足
3. 発育不良	ビタミンA、B群不足、下痢
4. 鼓脹症	蛋白質不足、カロリー不足 第1胃発酵の変化、炭不足

II 豚の栄養と飼料

1. 栄養と栄養素

① 栄養

動物が体外から必要な物質を取り入れながら健康を保ち、完全な成長や繁殖をし、乳、肉、卵などを生産して生活することを栄養という。この場合、対外から取り入れる物質を栄養素といい、また養分とも言われている。

② 栄養素の種類とその作用

普通、栄養素と呼ばれているものは、蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物およびビタミンの5つである。水や空気も栄養素であるが、生活環境の中で容易に得られるため、特に栄養素としてとりあげない。

なお、飼料の成分分類、飼料成分に含まれる栄養素、栄養素と機能の関係を鶏の栄養と飼料の項に示したので参照のこと。

・蛋白質

蛋白質は、筋肉や各種臓器を構成する基本成分である他、酵素、ホルモン、免疫抗体の主体として生命現象に重要な役割を演じている。

また、動物は植物や微生物のように、日光のエネルギーを利用して蛋白質を合成する能力を持たないため、必ず対外から取り入れなければならない栄養素である。

・蛋白質の構成

蛋白質は、多くのアミノ酸の結合によって出来ており、アミノ酸の種類と結合数によって、性質の違う蛋白質になっている。

多くのアミノ酸のうち、体内で合成できないもの、または合成できてもその量が少なく要求量を満足させられないアミノ酸があり、これらは飼料として必ず体外から取り入れる必要がある。このようなアミノ酸を必須アミノ酸といい、豚ではアルギニン、ヒスチジン、イソロイシン、ロイシン、リジン、メチオニンまたはシスチン、フェニルアラニンまたはチロシン、スレオニン、トリプトファン、バリンの10種類が必須アミノ酸である。

必須アミノ酸に対し、体内で合成される必須でないアミノ酸のことを可欠アミノ酸という。

・蛋白質の栄養価

飼料蛋白質の価値は、アミノ酸の種類と量によって決まる。また、蛋白源の消化率や蛋白質の変性によっても栄養価に差が生じる。

一般に、豚に対して良質な蛋白源となるのは、脱脂粉乳、魚粉、大豆粕などである。

・脂肪

水に溶けず、エーテル、クロロホルム、ベンゼンに溶けるものを総称して、脂肪または脂質と呼んでいる。

脂肪は、グリセリンと脂肪酸が結合したもので、その脂肪酸の種類や性質によって、いろいろ

な脂肪に分けられる。

脂肪の主な働きは、エネルギー源となることと、必要な脂肪酸を供給することである。

脂肪のエネルギー含量は高く、エネルギー源としては蛋白質や炭水化物より効率が良い。

豚用飼料に用いる場合には、体脂肪が軟らかくならないように、融点（脂肪が固体から液体に変化する時の温度）の高いものを選ぶ必要がある。鶏油や綿実粕、カボック油を除く植物性油脂は、融点が低く、体脂肪を軟らかくして商品価値を下げることになるため、肥育豚用飼料には使用すべきでない。

• 炭水化物

飼料中に最も多く含まれる成分であり、エネルギー源として重要である。

炭水化物の種類は多いが、飼料には澱粉として多く含まれている。

炭水化物の栄養価は、種類による本質的な差はないが、その飼料中の消化の難易が差となって現われる。

• 無機物

鉱物質または灰分と呼ばれ、飼料を燃やした時に灰となって残る成分である。

豚が必要とする無機物は、表1に示したように21種類ある。このうち、多量に必要なカルシウム、リン、ナトリウムなどの主要元素と鉄、銅、亜鉛、セレンのように微量必要な微量元素に分けられている。更に、飼料として体外から取り入れる必要があるものを必須無機物と呼んでいる。

表1 豚が必要とする無機物

主要元素	微量元素
カルシウム(Ca)	鉄 (Fe) セレン(Se)
リン(P)	銅 (Cu) クロム(Cr)
マグネシウム(Mg)	マンガン(Mn) ニッケル(Ni)
ナトリウム(Na)	コバルト(Co) ケイ素(Si)
カリウム(K)	亜鉛(Zn) バナジウム(V)
塩素(Cl)	ヨウ素(I) スズ(Sn)
硫黄(S)	モリブデン(Mo) フッ素(F)

• 無機物の特徴

主要な無機物の特徴、性質、欠乏症、所在は表にして、鶏の栄養と飼料の項に示した。

• カルシウム

カルシウムは、豚の体内の無機物の大半を占め、リンと共に骨格形成に重要である他、血液の凝固、筋肉の収縮にも関係している。

カルシウムの吸収率は、リンとの比率やビタミンDの影響を受けるが、テトラサイクリンの添加によってもカルシウムの利用率が低下する。

発育中の幼豚や繁殖豚の場合は、特に要求率が高く、カルシウムが欠乏すると幼豚では発育遅

延、クル病、骨軟症がおこる。繁殖豚では流産、発情周期が不規則になったりする。

飼料原料の中で、主なカルシウム供給源となるのは、石灰岩、リン酸カルシウム、魚粉、肉骨粉などである。

・リン

カルシウムと共に骨格形成、血液凝固、筋肉の収縮、体液の pH 調整の他、炭水化物や脂質の代謝に作用している。

リンが欠乏すると、クル病や骨軟症、成長阻害などがおこる。

植物性原料中のリンは、豚や鶏には利用され難いフィチン態として存在することが多く、その利用率は原料の種類にもよるが、約30%程度である。動物性原料および鉱物質原料中のリンは100%利用されると考えるのが一般的である。

リンの供給源としては、リン酸カルシウム、魚粉、肉骨粉、骨粉、脱脂粉乳などがある。

ブラジルのように、肉骨粉を多く配合するような場合には、リン酸カルシウムを配合しなくてもリンの要求量を満足させられることがある。しかし、幼豚用や繁殖豚用飼料には、細菌汚染や脂肪の変敗などの恐れがある肉骨粉の使用量は、できる限り低くすることが望ましい。

・マグネシウム

マグネシウムは、主として骨に存在する。

通常の豚用飼料には十分量のマグネシウムが含まれており、特に飼料に添加する必要はないが、特殊な地域では土壤中にマグネシウムが欠乏していて、そこでとれた作物にマグネシウムが欠乏していることがある。

マグネシウム欠乏で豚は、興奮、痙攣をおこし、死亡することがある。飼料中のマグネシウムが過剰の場合には、カルシウムの利用性が低下する。

マグネシウムの供給源としては、穀類、ぬか類、油粕類などがある。

・ナトリウム

体液中に多く含まれ、体液の pH 調整に作用している。

ナトリウムが欠乏すると、食欲減退、成長低下、飼料摂取量の低下などがおこる。

飼料原料中には多く含まれていないため、ナトリウム源として食塩が飼料に添加される。

適量の食塩は、食欲増進や栄養素の利用度を正常に保つ働きがあるが、過剰の場合には飲水量が増加して下痢をおこす。

・塩素

血液中に主として血漿中に存在する他、細胞内外液中にも存在する。

水分平衡、pH 調整、浸透圧調整を行っており、胃酸として消化や殺菌作用も行っている。豚用飼料には、主として食塩から供給されている。

・カリウム

主として血液や細胞中に存在し、pH 調整や浸透圧調整を行っている。

欠乏すると成長低下や繁殖障害をおこすが、植物性原料に多く含まれるため、飼料に添加する必要はない。

• イオウ

蛋白質に存在する。

メチオニンやシスチンとしてアミノ酸の形で給与した場合には効果があるが、遊離したイオウや無機態のイオウは、栄養上の効果は非常に低いばかりか、過剰の場合には有害となる。

従って、イオウとして飼料に添加する必要はない。

魚粉や油粕類がイオウの供給源になる。

• マンガン

体内では骨や細胞中に存在している。

成長、繁殖、骨格の成長に関係しており、炭水化物、脂肪の代謝にも関係している。

豚では欠乏すると、成長低下や繁殖低下がおこる。

ぬか類が供給源となるが、原料由来のものだけでは不足するため、一般に豚用飼料にはマンガンを添加される。

• 鉄

体内にある鉄の 2/3は血液中にあり、大部分は血中のヘモグロビンの構成成分として存在する。子豚は発育が非常に速く、増血機能がそれに追いつかないため、貧血になり易いため、子豚期の飼料には十分量の鉄が含まれていなければならない。

魚粉や肉骨粉には鉄が多く含まれているが、十分量の供給源とはならないため、硫酸鉄や子豚の吸収率が高いフマル酸鉄を飼料に添加することが多い。しかし、子豚には飼料として取り入れるよりも効率が良い鉄剤注射することが一般化している。

• 銅

体内では肝臓に最も多く、次いで神経組織、血液に存在している。

銅は、血球の造成に関係する酵素の構成成分として、二次的に血球の造成に関係している。その他、骨の形成、繁殖、心機能の維持などに関係している。

欠乏症では、貧血、成長低下、繁殖障害などがおこる。

豚の銅に対する要求量は、それほど高くないが、銅は抗菌作用、抗真菌作用を持っており、発育促進効果があるのと、豚は鶏や牛に比べて銅の毒性発現レベルが非常に高いため、日本やアメリカでは大量に添加されることが多い。ただし、銅だけを増加させるのではなく、銅の利用率に関係する鉄や亜鉛とのバランスを考えて添加量を決定しなければならない。なお、飼料中の銅含量の増加に伴って、糞の色は黒くなる。

銅は、糖蜜、ゴマ粕、ビール酵母などに多い。

• 亜鉛

体内では骨や臓器に存在しており、蛋白質と炭水化物の代謝に作用する酵素の構成成分である。

豚では亜鉛の欠乏でパラケラトシスと呼ばれる皮膚炎がおこり、繁殖豚では分娩時間の延長などがおこる。

肉骨粉や魚粉に多く存在するが、豚の要求量を満足させられないため、飼料に添加しなければならない。

- ヨウ素

ヨウ素は、甲状腺ホルモンの合成に必要であり、甲状腺に多く存在している。

ヨウ素の欠乏で甲状腺腫がおこり、毛の発育不良、成長、繁殖などに障害を受ける。

魚粉などに多く存在するが、原料由来のヨウ素の量は、わずかしかないため飼料には添加する必要がある。

- コバルト

コバルトは、ビタミンB₁₂の構成因子であり、赤血球の生成に関与している。

コバルト欠乏で、貧血、食欲減退、体重減少などがおこるが、反芻動物以外では十分量のビタミンB₁₂があれば特に添加しなくても良い。

- セレン

土壤中にセレンが欠乏している地域でとれた作物を主体に給与した場合にはセレン欠乏症として、筋ジストロフィーなどをおこす。ブラジルでは土壤中のセレン含量が少ない地域があるため、飼料への添加が必要であるが、過剰の場合には中毒をおこすので注意を要する。

飼料へのセレンの添加量は、飼料原料中のセレンの利用率が低いことを考慮に入れて決定しなければならない。

- モリブデン、クローム

過剰に与えると中毒をおこすが、普通の状態では不足することはなく、添加する必要はない。

- その他の微量元素

ニッケル、スズ、ケイ素、バナジウム、フッ素、ヒ素、ホウ素などは、特別な実験環境で飼育された場合には必要と認められているが、一般の飼料を与えていれば不足することはなく、飼料に添加する必要はない。

- ビタミン類

ビタミンは、天然の栄養素であって、微量で体内の諸機能、代謝に不可欠の物質である。また、飼料中に欠乏している時、あるいは吸収や利用が阻害されたような場合には、特異的な欠乏症状が出現する。

- ビタミンの性質

ビタミンによって、その化学組成や代謝機能は異っている。

また、ビタミンは、様々な条件によって破壊されたり変化し易いため、一般に飼料にはその要求量以上のものが添加される。

- ビタミンの分類

脂肪や脂肪溶剤によって溶けるものを脂溶性ビタミン、水に溶けるものを水溶性ビタミンに分類している（鶏の栄養と飼料の項を参照のこと）。

脂溶性ビタミンであるA、D、E、Kは、脂肪と共に吸収されて、体内に貯蔵されるため、急激な欠乏症状は出現し難い。しかし、水溶性ビタミンの場合は、ビタミンB₁₂を除いて、体内に貯蔵されないため、急激な欠乏症状が出現し易い。

<ビタミンの特徴>

主要なビタミンの特徴、性質、欠乏症、所在を表にして、鶏の栄養と飼料の項に示した。

<脂溶性ビタミン>

• ビタミンA

ビタミンAは、粘膜の保護作用があり、不足すると細菌などの侵入を受け易くなる。また、抗体産生にも関与しており、不足すると疾病にもかかり易くなる。

欠乏症状としては、夜盲症、繁殖障害、死産、被毛不良などがおこる。

黄色トウモロコシや緑草に含まれるβ-カロチンは、体内でビタミンAに変化するが、豚では鶏より効率が劣り、1mgのβ-カロチンは、500 IU（国際単位）のビタミンAに相当する。

• ビタミンD

ビタミンDは、カルシウム、リンの代謝に関与している。

ビタミンDが欠乏すると、成長中の子豚ではクル病、軟骨症が生じる。一般に、成長中の子豚以外では欠乏症は出現し難いが、哺乳中、妊娠中の母豚にはビタミンDの不足が生じ易い。

• ビタミンE

ビタミンEは、抗酸化作用を持っており、飼料成分が酸化により破壊されるのを防ぐ作用がある。生草、穀類およびその胚芽などに多く含まれる。

• ビタミンK

血液の凝固作用に関係しており、欠乏すると血液の凝固時間が延長される。

ビタミンKは、腸内細菌によって合成されるため、腸管の短い鳥類以外では欠乏症は出現し難いが、抗生物質やサルファ剤などの使用により、腸内細菌の働きが抑えられたような場合には不足することがある。従って、幼豚用飼料のように薬剤を用いることが多い場合には、要求量よりもかなり多く添加する必要がある。

<水溶性ビタミン>

• ビタミンB₁

ビタミンB₁は、全ての栄養素の中で、食欲に対する影響力が最も大きい。

欠乏症状としては、食欲減退、衰弱、消化不良、心臓機能障害、繁殖障害などがおこる。

ビタミンB₁は、酵母、穀類およびその副産物、大豆粕などに豊富に含まれているため、通常の条件下では欠乏症状は出現し難い。

• ビタミンB₂

ビタミンB₂は、数種の酵素の構成成分であり、全ての動物の代謝に必要である。

欠乏すると、成長の低下、脚の麻痺、皮膚炎、白内障などがおこる。

脱脂粉乳、緑草、魚粉、酵母などに存在するが、原料由来の量では要求量を満足させられないため、飼料に添加する必要がある。

・ビタミンB₆

蛋白質、アミノ酸の代謝に関与している。

ほとんど全ての飼料原料が供給源となるため、特に飼料に添加しなくても欠乏症状は出現し難いが、欠乏した場合には貧血、成長低下、神経障害がおこる。

・ニコチン酸

代謝と呼吸作用に関係する補酵素の成分であり、体内ではトリプトファンから合成される。従って、ニコチン酸の要求量は、飼料中のトリプトファン含量とトリプトファンから合成される際に必要なビタミンB₆含量に影響される。

ニコチン酸の欠乏は、体重減少、下痢、嘔吐などをおこす。

ニコチン酸は、トウモロコシ以外の穀類およびその副産物、魚粉などに広く分布しているが、穀類中のニコチン酸の大部分は利用不能であるため、飼料への添加が必要である。

・パントテン酸

パントテン酸は、炭水化物、脂肪、アミノ酸の代謝に関係している補酵素の構成成分である。

通常の飼料ではパントテン酸が十分量含まれており、不足することはほとんどないが、パントテン酸の要求量は種々の要因によって変化するため、飼料に添加されることが多い。

・ビオチン

ビオチンは、酵母や糖蜜などの飼料原料に多く含まれており、また腸内で微生物から合成されるため、通常の飼料には十分量含まれていることが多い。

しかし、ビオチンの欠乏で、足の底の皮膚炎、蹄の異常、脱毛、皮膚炎などをおこすことがあるため、安全性を見込んで主として種豚用飼料などに添加されることがある。

・コリン

ビタミンB群に属するコリンは、リン脂質レシチンの構成成分であり、メチル基の供給と脂肪の代謝に関係している。

コリンの欠乏によって、成長低下や肝臓に脂肪が過剰に蓄積する脂肪肝などがおこる。

魚粉、酵母、大豆粕などに多く存在するが、豚はコリンの要求量が高いので、飼料に添加する必要がある。

・葉酸

ビタミンB群の一つで、フォール酸、フォクシンとも呼ばれる。

葉酸は、栄養性貧血に関係しており、特に血球の熟成に関係している。

葉酸が欠乏すると、貧血、成長遅延、毛の発育不良などがおこる。

トウモロコシや大豆粕などの飼料原料に十分量含まれているのと、腸内の微生物によって合成されるため、不足することは稀である。しかし、豚用飼料のある期では、原料由来の葉酸量だけでは要求量を満足させられない場合があること、また薬剤投与などで腸内の微生物の働きが抑制されたような場合には、不足をきたすことも考えられるため、飼料に添加することが望ましい。

• ビタミンB₁₂

ビタミンB₁₂は、その分子中にコバルトを含んでいるため、コバラシンとも呼ばれている。

抗貧血作用の他に、アミノ酸代謝、核酸代謝、蛋白質効率の向上などに影響しており、子豚では成長促進作用がある。

ビタミンB₁₂は、他の水溶性ビタミンと異り、肝臓中に貯蔵されるため、欠乏症状が出現するまで長時間を要するが、豚での欠乏症状は、貧血、成長低下、繁殖低下である。

魚粉や肉骨粉などの動物性原料に多く存在するが、ほとんどの場合飼料に添加される。

ビタミンB₁₂の要求量は、コリン、メチオニン、パントテン酸、葉酸の影響を受ける。

• ビタミンC

豚は体内でビタミンCを合成できるため、欠乏することは少ないと考えられるが、欠乏した場合には壊血病になって、成長停止、体重低下、関節の軟化、体の各部からの出血などの症状がおこる。

ビタミンCは、高温ストレス時での繁殖障害の防止や副腎皮質ホルモンの合成に関与していることから、病原微生物による感染ストレス時に効果があるとする報告もある。

必須脂肪酸

脂溶性ビタミン以外の脂肪成分の中に必須脂肪酸と呼ばれ、体内で合成されず、体外から取り入れなければならないものがある。

必須脂肪酸には、リノール酸、リノレン酸アラキドン酸があるが、豚はリノール酸からリノレン酸、アラキドン酸を合成することができる。

一般に、脂肪が存在する飼料を給与していれば、必須脂肪酸が不足することは無いと考えられている。

未知成長因子

既知の栄養素を全て含む飼料に、これを加えると発育が促進されるが、その構造が明らかにされていない物質を未知成長因子（UGF）と呼んでいる。

現在、未知成長因子は、魚因子、醱酵ソリュブル因子、草汁因子に分類されている。

2. 飼料の消化と吸収

① 豚の消化器の構成

豚は単胃動物であり、消化器の構造は人のものとよく似ている（図1）。

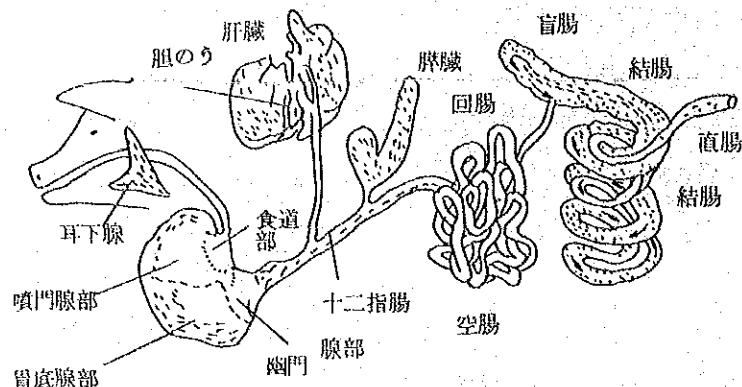


図1 豚の消化管の模式図

豚の消化器を大別すると、口腔、食道、胃、小腸、大腸に分けられる。更に小腸は、十二指腸、空腸、回腸に分けられ、大腸は盲腸、結腸、直腸に分けられる。

② 消化過程

摂取された飼料は、口腔内で噛み砕かれて唾液と混ぜられる。

口腔から送られた食塊は、胃で胃液と混和され、蛋白質はペプシンによって大まかに分解される。胃に一時的に貯蔵された食塊は、少しずつ小腸に送り出される。

小腸では十二指腸と膵腺から膵液が、また十二指腸には胆汁と胆汁酸が分泌され、炭水化物、蛋白質、脂肪の分解が行なわれる。

大腸でも消化液の分泌はあるが、その作用は弱く、微生物による未消化や未吸収の炭水化物や蛋白質が分解される。

③ 栄養素の吸収

小腸で炭水化物、蛋白質、脂肪など大部分の栄養素の吸収が行なわれる。また、無機物やビタミンも主として小腸から吸収される。

水分は大腸において吸収される。

④ 栄養素の代謝

消化吸収された各種の栄養素は、血液やリンパ液によって体内の各部に輸送され、一部は体組織や肉となり、また一部は体温を保ち、運動を行なうためのエネルギー源として消費される。そして、不要となったものは、糞尿中、呼気中に排泄される。

この一連の作用を代謝といい、代謝作用は酵素とホルモンの働きによって行なわれ、それらにビタミンとミネラルが関与している。

3. 豚の飼養標準

豚を飼養する場合に、その豚の持っている成長（産肉）、繁殖能力を十分に発揮させるために必要な栄養素の量を示したものが飼養標準である。

飼養標準は、1つの目安であるから、各々の状況に応じて運用していくことが大切である。

① 飼養標準の種類

各国で、それぞれの国内の研究成果を基に独自の飼養標準を設定している。

ブラジルでは一部の大学で、豚の栄養要求量を示しているが、ビタミンや微量ミネラルについては触れられていないため、ここではアメリカと日本の飼養標準を示した。

NRC飼養標準

アメリカ国家学術研究会議（NRC）が作成したNRC飼養標準は、最も広く利用されている。

(表2)

表2-1 N. R. C. 飼養標準 - 豚

Nutrient Requirements of Swine 1979

●育成・仕上げ豚の栄養素要求量(不断給餌)

(飼料中のパーセント又は飼料1kg中の量)

体 重 (kg)		1~5	5~10	10~20	20~35	35~60	60~100
増体期待値 (g/日)		200	300	500	600	700	800
効率期待値 (増体g/飼料kg)		800	600	500	400	350	270
効率期待値 (飼料/増体)		1.25	1.67	2.00	2.50	2.86	3.75
可消化エネルギー ^b	kcal	3,700	3,500	3,370	3,380	3,390	3,395
代謝エネルギー ^b	kcal	3,600	3,400	3,160	3,175	3,190	3,195
粗蛋白質 ^c	%	27	20	18	16	14	13
必須アミノ酸							
リジン	%	1.28	0.95	0.79	0.70	0.61	0.57
アルギニン	%	0.33	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16
ヒスチジン	%	0.31	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15
イソロイシン	%	0.85	0.63	0.56	0.50	0.44	0.41
ロイシン	%	1.01	0.75	0.68	0.60	0.52	0.48
メチオニン+シスチン ^d	%	0.76	0.56	0.51	0.45	0.40	0.30
フェニルアラニン+チロシン ^e	%	1.18	0.88	0.79	0.70	0.61	0.57
スレオニン	%	0.76	0.56	0.51	0.45	0.39	0.37
トリプトファン ^f	%	0.20	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
バリン	%	0.85	0.63	0.56	0.50	0.44	0.41
ミネラル元素							
カルシウム	%	0.90	0.80	0.65	0.60	0.55	0.50
リン ^g	%	0.70	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
ナトリウム	%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
塩素	%	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
カリウム	%	0.30	0.26	0.26	0.23	0.20	0.17
マグネシウム	%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
鉄	mg	150	140	80	60	50	40
亜鉛	mg	100	100	80	60	50	50
マンガン	mg	40	40	30	20	20	20
銅	mg	60	60	50	40	30	30
ヨウ素	mg	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
セレン	mg	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10
ビタミン							
ビタミンA	IU	2,200	2,200	1,750	1,300	1,300	1,300
又はβ-カロチン	mg	8.8	8.8	7.0	5.2	5.2	5.2
ビタミンD	IU	220	220	200	200	150	125
ビタミンE	IU	11	11	11	11	11	11
ビタミンK	mg	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
ビタミンB ₂	mg	3.0	3.0	3.0	2.6	2.2	2.2
ニコチン酸 ^h	mg	22	22	18	14	12	10
パントテン酸	mg	13	13	11	11	11	11
ビタミンB ₁₂	μg	22	22	15	11	11	11
コリン ⁱ	mg	1,100	1,100	900	700	550	400
ビタミンB ₁	mg	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1
ビタミンB ₆	mg	1.5	1.5	1.5	1.1	1.1	1.1
ビオチン ^j	mg	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
葉酸	mg	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

a. 要求量は強化した穀類-大豆粕飼料を与え、最速な成績を得るに要した各栄養素の概算値を示したものである。但し、1-5kgの子豚の飼料には十分な量の乳製品を配合すべきである。数値は風乾飼料(即ち乾物9%)の単位当りの量をベースとした。

b. これらの数値は絶対的な要求量ではなく、とりもろこし大豆粕(粗蛋白44%)を含む飼料から、導き出したエネルギーの推奨レベルである。

c. 体重5kg以上の豚に強化した穀類-大豆粕飼料を与えた場合、必須アミノ酸要求量を満たすのに要する蛋白質の概算レベル。

d. 要求量全量にメチオニンを当ててよいし、少なくともその50%はシスチンで満たし得る。

e. 要求量全量にフェニルアラニンを当ててよいし、少なくともその50%はチロシンで満たし得る。

f. とりもろこしの有効性トリプトファンの含量は0.05%を超えないものとした。

g. リン要求量の少なくとも30%は無機態又は内加工副産物の原料を当てるべきである。

h. 穀類及びその副産物中に存在するニコチン酸の大部分は結合型であり、豚には利用されないものとした。これらの原料によってもたらされるニコチン酸は表に示した要求量から除外する。蛋白合成のためニコチン酸要求量が増大した場合には、トリプトファンはニコチン酸に転換し得る(トリプトファン50mgでニコチン酸1mg)。

i. 蛋白合成のため、コリン要求量が増大した場合、メチオニンは摂取コリンを節約し得る(メチオニン4.3mgはメチル活量においてコリン1mgに等しい)。

j. 推奨値である。要求量は確定してない。

表 2 - 2

●種豚の栄養素要求量^a

(飼料中のパーセント又は飼料1kg中の量)

		経産若雌豚及び成雌豚 若雌豚及び成雄豚 ^b	授乳中の若雌豚 及び成雌豚
可消化エネルギー	kcal	3,400	3,395
代謝エネルギー	kcal	3,200	3,195
粗蛋白質 ^c	%	12	13
必須アミノ酸			
アルギニン	%	0	0.40
ヒスチジン	%	0.15	0.25
イソロイシン	%	0.37	0.39
ロイシン	%	0.42	0.70
リジン	%	0.43	0.58
メチオニン+シスチン ^d	%	0.23	0.36
フェニルアラニン+チロシン ^e	%	0.52	0.85
スレオニン	%	0.34	0.43
トリプトファン ^f	%	0.09	0.12
バリン	%	0.46	0.55
ミネラル元素			
カルシウム	%	0.75	0.75
リン ^g	%	0.60	0.50
ナトリウム	%	0.15	0.20
塩素	%	0.25	0.30
カリウム	%	0.20	0.20
マグネシウム	%	0.04	0.04
鉄	mg	80	80
亜鉛	mg	50	50
マンガン	mg	10	10
銅	mg	5	5
ヨウ素	mg	0.14	0.14
セレン	mg	0.15	0.15
ビタミン			
ビタミンA	IU	4,000	2,000
又はβ-カロチン	mg	16	8
ビタミンD	IU	200	200
ビタミンE	IU	10	10
ビタミンK(メナジオン)	mg	2	2
ビタミンB	mg	3	3
ニコチン酸 ^h	mg	10	10
パントテン酸	mg	12	12
ビタミンB	μg	15	15
コリン ⁱ	mg	1,250	1,250
ビタミンB	mg	1	1
ビタミンB	mg	1	1
ビチオン ^j	mg	0.1	0.1
葉酸 ^j	mg	0.6	0.6

a. 要求量は、強化した穀類-大豆粕を与え、最適な成績を得るに要した各栄養素の概算値を示したものである。数値は風乾飼料(即ち、乾物90%)の単位当りの量をベースとした。

b. 種豚世代の雄豚の要求量は確定してない。経産雌豚の要求量と大して違わないであろうとみた。

c. 強化した穀類-大豆粕飼料を与えた場合の必須アミノ酸要求量を満たすのに要する蛋白質の概算レベル。必須アミノ酸の真の消化率は90%とした。

d. 要求量全量にメチオニンを当ててよいし、少なくともその50%はシスチンで満たし得る。

e. 要求量全量にフェニルアラニンを当ててよいし、少なくともその50%はチロシンで満たし得る。

f. とうもろこしの有効性トリプトファン含量は0.05%を超えないものとした。

g. リン要求量の少なくとも30%は無機態又は肉加工副産物の原料を当てるべきである。

h. 穀類及びその副産物中に存在するニコチン酸の大部分は結合型であり、豚には利用されないものとした。これらの原料によってもたらされるニコチン酸に表に示した要求量から除外する。蛋白質合成のため、ニコチン酸要求量が増大した場合にはトリプトファンはニコチン酸に転換し得る(トリプトファン50mgでニコチン酸1mg)。

i. 蛋白質合成のため、コリン要求量が増大した場合、メチオニンは摂取コリンを節約し得る(メチオニン4.3mgはメチル活性化量においてコリン1mgに等しい)。

j. 推奨値である。要求量は確定してない。

日本飼養標準

日本の農林水産省が中心となった飼養標準研究会が作成したもので、日本の実情に適應したものである。(表3)

表3 日本飼養標準—豚

●子豚・肥育用豚の養分要求量

(風乾飼料中)

体 重	kg	5-10 ^a	10-20	20-35	35-60	60-100
粗 蛋 白 質 (CP) ^b	%	22	18	16	14	13
可消化粗蛋白質 (DCP)	%	19.0	15.0	13.0	11.5	10.0
可消化養分総量 (TDN)	%	75	72	70	70	70
可消化エネルギー (DE) kcal/kg		3,300	3,170	3,080	3,080	3,080
カルシウム (Ca)	%	0.8	0.65	0.65	0.5	0.5
リン (P)	%	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
食 塩 (NaCl) ^c	%	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ビ タ ミ ン A ^d	I.U./kg	2,200	1,750	1,300	1,300	1,300
ビ タ ミ ン D	I.U./kg	220	200	200	130	130
ビ タ ミ ン E	I.U./kg	11	11	11	11	11
チ ア ミ ン	mg/kg	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1
リボフラビン	mg/kg	3.0	3.0	2.6	2.2	2.2
パントテン酸	mg/kg	13.0	11.0	11.0	11.0	11.0
ニコチン酸	mg/kg	22.0	18.0	14.0	10.0	10.0
ビ タ ミ ン B ₆	mg/kg	1.5	1.5	1.1	— ^e	—
コ リ ン	mg/kg	1,100	900	—	—	—
ビ タ ミ ン B ₁₂	μg/kg	22	15	11	11	11

- a. 早期解乳豚に適用する体重の範囲。
- b. CPの消化率は、体重5~20kgの間85%、その他80%とみなす。
- c. ナトリウムおよび塩素としての要求量は確定していない。
- d. ビタミンA 500I.U. はβ-カロチン1mgに相当する。
- e. ナトリウムおよび塩素としての要求量は確定していない。

●繁殖用豚の養分要求量

(風乾飼料中)

区 分		育成豚 ^a	妊娠豚 ^b	授乳豚 ^c	種雄豚 ^d
粗 蛋 白 質 (CP)	%	14	14	15	14
可消化粗蛋白質 (DCP)	%	10.5	10.5	12.0	10.5
可消化養分総量 (TDN)	%	70	70	72	70
可消化エネルギー (DE) kcal/kg		3,080	3,080	3,170	3,080
カルシウム (Ca)	%	0.6	0.6	0.6	0.6
リン (P)	%	0.5	0.5	0.5	0.5
食 塩 (NaCl)	%	0.5	0.5	0.5	0.5
ビ タ ミ ン A		4,100	4,100	3,300	4,100
ビ タ ミ ン D	I.U./kg	280	200	220	280
ビ タ ミ ン E	I.U./kg	11.0	11.0	11.0	11.0
チ ア ミ ン	I.U./kg	1.5	1.5	1.0	1.5
リボフラビン	mg/kg	4.0	4.0	3.5	4.0
パントテン酸	mg/kg	16.5	16.5	13.0	16.5
ニコチン酸	mg/kg	22.0	22.0	17.5	22.5
ビ タ ミ ン B ₆	mg/kg	—	—	—	—
コ リ ン	mg/kg	—	—	—	—
ビ タ ミ ン B ₁₂	μg/kg	14.0	14.0	11.0	14.0

- 注 a. 体重60kg以降120kgまで、雄豚の育成もこれに準ずる。
- b. 妊娠期間は受胎後約115日間。
- c. 授乳期間は分娩後35日以内。
- d. 繁殖豚用はおおむね体重120~300kgの間。
- e. CPの消化率は授乳期80%、その他は75%とみなす。

●子豚・肥育用豚の必須アミノ酸要求量

(風乾飼料中)

体 重	kg	5~10	10~20	20~35	35~60	60~100
粗 蛋 白 質 (CP)	%	22	18	16	14	13
ア ル ギ ニ ン	%	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16
ヒ ス チ ジ ン	%	0.25	0.20	0.18	0.16	0.15
イ ソ ロ イ シ ン	%	0.76	0.63	0.50	0.44	0.41
ロ イ シ ン	%	0.83	0.63	0.60	0.52	0.48
リ ジ ン	%	1.27	0.99	0.74	0.67	0.60
メチオニン+シスチン	%	0.76	0.63	0.54	0.46	0.43
フェニルアラニン+チロシン	%	0.69	0.56	0.50	0.44	0.41
ス レ オ ニ ン	%	0.62	0.51	0.45	0.39	0.37
ト リ ブ ト フ ァ ン	%	0.18	0.15	0.13	0.11	0.11
バ リ ン	%	0.60	0.56	0.50	0.44	0.41

●繁殖用豚の必須アミノ酸要求量

(風乾飼料中)

区 分	育 成 豚	妊 娠 豚	授 乳 豚	種 雄 豚
粗 蛋 白 質 (CP)	%	14	14	15
ア ル ギ ニ ン	%	0.16	—	0.34
ヒ ス チ ジ ン	%	0.15	0.20	0.26
イ ソ ロ イ シ ン	%	0.41	0.37	0.67
ロ イ シ ン	%	0.48	0.66	0.99
リ ジ ン	%	0.57	0.42	0.60
メチオニン+シスチン	%	0.41	0.28	0.36
フェニルアラニン+チロシン	%	0.41	0.52	1.00
ス レ オ ニ ン	%	0.37	0.34	0.51
ト リ ブ ト フ ァ ン	%	0.11	0.07	0.13
バ リ ン	%	0.41	0.46	0.68

4. 養豚用飼料

① 飼料原料

穀類

主な飼料原料の成分を表4に示した。

穀類は、配合飼料に最も多く使用される原料である。

主成分は澱粉であり、繊維が少なく、優れたエネルギー源である。

・トウモロコシ

豚用飼料の中で最も多く使われるもので、最大のエネルギー源である。カロチンを多く含むため、ビタミンA効果もある。

豚のトウモロコシに対する嗜好性は良いが、豚の大きさによって粒の大きさを調整した方が飼育成績が優れる。すなわち、幼豚期には粒を小さくし、成豚には荒砕きにしたトウモロコシの方が嗜好性が良い。

また、最近では嗜好性や消化を高めるためにトウモロコシを炒ったり、加熱した後に圧片化したりしたものを幼豚用飼料に配合することが、日本やアメリカで盛んに行なわれるようになってきた。

水分含量の高いものは、カビが発生し易く、カビが発生したものはビタミンA、Eが破壊されたり、エネルギー価も低下する。従って、トウモロコシ購入時には、水分含量の低いものを選ぶことと貯蔵中の温度差を少なくする工夫が必要である。

・マイロ

マイロは、トウモロコシより粗蛋白質が高く、エネルギー価はやや低い程度であるが、タンニンと呼ばれる苦味を持った色素があるため、嗜好性はトウモロコシより劣る。一般に、色の黒いものほどタンニン含量が高い。アルゼンチンで栽培されているものは、高タンニンマイロとして有名である。

豚は鶏などに比べて、味覚がよく発達しており、苦味には敏感に反応する。高タンニンマイロの配合量の多い飼料を給与すると、飼料摂取量が低下する。

また、マイロの粒は小さくて硬いため、全粒よりも荒びき状態で給与した方が嗜好性が優れる。

○そうこう類

そうこう類とは、食用穀物を精白、製粉する際に発生する副産物の総称である。穀物から食用となる澱粉質が取除かれているため、穀粒と比較して粗蛋白質、粗繊維、ビタミン、ミネラルが多い。

栄養源として用いられる他に、容積重が大きいので飼料容積の調整用および微量栄養成分と均一に混合し易い性質からビタミン剤や薬剤の基材として用いられる。

・米ぬか(生)

生の米ぬかは、脂肪を多く含むためエネルギーは高いが、脂肪が変質し易く貯蔵性が悪い。従って、飼料に用いる場合には新鮮なものでなければならない。

豚用飼料への使い方としては、トウモロコシなどの穀類の一部を代替できるが、多給すると体脂肪が軟かくなったり黄色くなったりするため、飼育期の飼料には配合量を低く制限する必要がある。

また、子豚は新鮮な米ぬかであっても、多給すると下痢をおこす。

微量成分として、ビタミンB群、マンガン、リンなどを多く含むが、リンはフィチン態として存在するため利用率は低い。

・脱脂米ぬか

脱脂米ぬかは、生の米ぬかより脂肪を取除いたものであり、貯蔵性が良くなっている。

脂肪含量が低くなった分、他の成分は生の米ぬかに比べて多くなっている。

脂肪変性の心配が少なくなったため、生ぬかより多給しても悪影響は出にくくなっている。

・ふすま

小麦粉製造時に出る小麦粒の果皮、種皮、外胚乳などが含まれており、製粉歩留りによって品質に差が生じる。

ふすまには、ビタミンB₁、ニコチン酸などが多く、ミネラルではリンが多く含まれている。

エネルギー価が低いため、幼豚用などには適さないが、種豚用飼料のように比較的エネルギーが低くても構わない場合には多く配合できる。また、繊維質が多く便通を良くする働きがあるため、便秘になりがちな分娩前後の種豚用飼料には適している。

○油粕類

植物種実から油を採った粕で、一般に蛋白質が多く、飼料原料として重要である。

成分や栄養価は、採油方法による影響が大きい。すなわち、採油方法によって、粕に残存する脂肪含量に差があることと、処理工程における加熱の程度が栄養価に大きく影響するからである。

加熱することによって、熱に不安定な非栄養性因子、例えば大豆粕中のトリプシン阻害物質およびウレアーゼ、綿実粕中のゴシポールなどが破壊され、不活化されることによって栄養価が高まる。しかし、過度の加熱は、アミノ酸を破壊することになり、かえって栄養価を低下させることになる。

・大豆粕

適当に加熱処理された大豆粕は、トリプシン阻害物質の活性が失われるため、栄養価は高い。

大豆粕は、油粕類の中で最も栄養価が高いだけでなく、他の蛋白質源と比べても品質が安定している。

幼豚用飼料には、大豆の皮の部分を取り除いた脱皮大豆粕の方が、嗜好性、成長とも優れている。

アミノ酸構成では、メチオニンが少ないが、リジンが多い。ビタミンでは、ニコチン酸とコリンは多いが、ビタミンB₂は少ない。ミネラルでは、カルシウム、リン共に少ない。

・綿実粕

製造方法によって、成分および有害物質含量の差が大きい。

綿実粕中には、ゴシポールと呼ばれる有害な色素が含まれている。また、油脂成分中には、環状脂肪酸（シクロプロベン）が多く含まれているため、他の原料と異なり、粗飼料含量が低い方が飼料価値が高い。

ゴシポールの豚に対する有害作用として、腹水蓄積、心臓肥大、心筋弛緩、肺水腫、肝臓、脾臓、リンパ組織の充血などがおこるが、この現象は低蛋白質飼料ほど症状が重くなる。ゴシポールの毒性は、鉄剤の経口投与により緩和される。ゴシポール含量の低い綿実粕は、大豆粕と一部代替でき

る。

また、綿実の油脂成分中には環状脂肪酸が含まれており、鶏では卵黄硬化や孵化率の低下がおこるが、この環状脂肪酸の特性を利用して豚の体脂肪を硬くし、商品価値を高めることも日本では実用化されている。

アミノ酸構成では、リジンが少なく、しかもその利用率は大豆粕などより低い。ビタミンB₁は多いが、加熱処理の温度により、その含量が変動する。

・落花生粕

製造方法によって成分に差が生じるが、大略大豆粕と似ている。しかし、リジンが少ないため、大豆粕より飼料価値は低い。また、トリプシン阻害物質が存在するため、加熱処理をしたものでなければならない。

落花生粕は、豚の嗜好性は良いが、リジン、メチオニン含量が低いため動物性飼料原料と併用することによって、これらのアミノ酸の補給効果が得られる。

落花粕は、カビ毒であるアフラトキシンに汚染され易いため、日本では飼料安全法によって、対象動物、使用量が規制されており、また使用する場合にも、その配合割合を表示しなければならない。すなわち、幼豚用飼料には使用禁止であり、その他の期の飼料でも4%以下と規制されている。

ゴマ粕

粗蛋白質含量は高いが、リジンが不足している。また、リジンを補強してもその栄養価は大豆粕より劣る。

豚用飼料には、リジンの多い飼料原料と組合せて配合すべきであるが、多給すると体脂肪が軟化する。

・やし油

油粕類の中では、粗蛋白質含量が低く、粗繊維含量が高い。また、やし油の蛋白消化率も余り良くないため、豚用飼料への配合限界は低い。

やし油は、リジン含量が低いため、動物性蛋白源と組合せて配合すると有効である。

豚の体脂肪を硬くする作用が、やし油にはある。

・ナタネ粕

ナタネ粕中には、甲状腺や肝臓を肥大させるグルコシノレートおよび成長を阻害するエルシン酸と呼ばれる有害物質があるため、飼料への配合量は低く抑えられてきた。

しかし、主要産地であるカナダでは、有害物質の低い品種の作出に成功しており、これらの品種から製造されたナタネ粕の飼料価値は高い。

・カボック粕

パンヤと呼ばれる繊維をとるカボック種実中の種子から油脂を搾った粕であるがカボック粕は、環状脂肪酸を綿実粕より多く含んでいる。

環状脂肪酸は、豚の体脂肪を硬くする作用があり、豚肉の商品価値を高めるために、カボック粕

およびカポック油を他の原料に吸着させたものを肉豚用飼料に添加することが、日本では行なわれている。

しかし、繁殖障害をおこす恐れがあるので、種豚用飼料には使用すべきでない。

・パパス粕

やし粕とよく似た成分だが、マグネシウム含量が高く、多給すると下痢をおこす。

○動物性飼料原料

一般に、動物性飼料原料には、メチオニン、リジンが多く含まれており、アミノ酸組成も良い。また、ビタミンB₁₂や未知成長因子も含まれているため、その栄養価値は高い。

・魚粉

魚粉は、魚体から油脂を搾った後、乾燥粉末したもので、原料となる魚の種類や製造方法によって、品質、成分に差がある。

一般に、魚粉の飼料価値は、蛋白質含量の高いものが良く、粗灰分の多いものは骨が多く含まれていることになるので良くない。また、脂肪含量の高いものは変質し易いので、保存には注意を要する他サルモネラ菌や大腸菌などの汚染にも注意を要する。

魚粉は、蛋白源としてだけでなく、必須アミノ酸、ビタミンB群、カルシウム、リン源としても重要である。

豚に対する栄養価は高く、魚粉を飼料に配合することによって、増体量、要求率とも良くなる。しかし、魚粉を多給すると、肉に魚臭がついたり、脂肪が軟かくなり、商品価値が低下する恐れがある。

ブラジル産の魚粉は、品質が安定していないこと、業者間の品質格差が大きいこと、安定供給が難しいこと、大豆粕よりかなり割高になることなどの問題点があるため、その評価が他の国より低く考えられている。

・肉骨粉

ブラジルでは、魚粉の使用量が少なく、植物原料では不足している栄養素を補給するだけでなく、カルシウム、リン源としても重要である。

その栄養価は、魚粉より劣るが、リン源として考えた場合には、リン酸カルシウムを使用するより割安となる場合が多い。ただし、脂肪の変質と細菌汚染には注意が必要であり、肉骨粉を飼料に配合する場合には、サルモネラ菌や大腸菌に対して効果のある薬剤を添加することが望ましい。

豚では肉骨粉の嗜好性は良くないため、魚粉や大豆粕給与の場合と比較して、飼料要求率、増体が劣る。

肉骨粉の飼料価値は、原料となる動物の種類による影響が大きく、一般に豚を原料にした肉骨粉は、牛を原料にしたものより優れている。

・血粉

粗蛋白質が高く、リジン含量も高いが、嗜好性や消化率が悪いために飼料価値は低い。

少量であれば、他の動物性原料と組合せて使用できる。

- フェザーミール

粗蛋白質含量は高いが、リジン、メチオニン、トリプトファンが少なく、良質な蛋白源とは言えない。また、細菌汚染にも注意が必要である。

従って、豚用飼料には少量しか使用できない。

- サナギ

生のサナギは、水分が多く、脂肪含量も高いため貯蔵性が悪い。

飼料に用いられるものは、生のサナギを乾燥したものか、これから搾油した粕である。

一般に、ブラジルで飼料に使われているものは、乾燥サナギであり、脂肪含量が高く、貯蔵性は余り良くない。脂肪が変質すると悪臭を発し、肉にその臭いが移行する。また、多給すると、豚の体脂肪が黄色くなる。

従って、飼料には脱脂したものが適している。

- 脱脂粉乳

子豚を含め、全ての動物に対して嗜好性が良く、栄養価も高い。

蛋白質は良質で、ビタミン類もB₂、B₁₂、ニコチン酸などを多く含み、カルシウム、リン源としても重要である。

特に、幼豚期には栄養価が高く、最も有効な原料であるが、ブラジルでは価格が高いため、余り使われていない。

○製造粕類

原料から食用となる部分を取り除いた残りの部分のうち、油粕類とぬか類以外のものが製造粕類である。

澱粉製造副産物、製糖副産物、醸酵工業副産物などがこれに当る。

飼料価値は余り高くないものが多く、配合飼料には乾燥したものが使われる。

<澱粉製造副産物>

- タピオカ澱粉粕

タピオカ（マンジオカ）から澱粉を製造する際の副産物であり、粗蛋白質、粗脂肪は少なく、粗繊維が多い。

飼料中の穀類の一部を代替できるが、穀類より蛋白質が少ないので、これを調整する必要がある。

- コーン・グルテン・ミール

トウモロコシから澱粉を製造する際に発生する副産物の一つで、澱粉を取り除いた後の蛋白質部分を乾燥したものである。

蛋白質含量は高いが、リジン、トリプトファン含量が少なく、アミノ酸組成は良くない。

豚に対しては、アミノ酸組成が良くないため、栄養価は低い。

- コーン・グルテン・フィード

トウモロコシの外皮や繊維質に他の澱粉製造時の副産物を混合したものである。

コーングルテンミールの混合率が高いものは、蛋白質含量は高いが、アミノ酸の組成が良くないのと、繊維質が多くカサが大きいので多くは配合できない。

<製糖工業副産物>

・廃糖蜜

砂糖を製造する際の副産物で、豚の嗜好性は良い。

糖蜜は嗜好性の改善と共に、飼料をしっとりさせて埃の発生を防止したり、その粘性を利用してペレット製造の際に粘結効果を持たせることなどを目的として使用される。

カリウムと塩素を多く含んでいるため、多給すると下痢をおこす他、エネルギー価が低いため豚用飼料に多くは配合できない。

<醸酵工業副産物>

酒類、アルコールなどの醸酵工業副産物は、生のものは一般に水分が多く変質し易いため、飼料には乾燥したものが用いられることが多い。

・ビール粕

乾燥ビール粕は、嗜好性が良くなく、粗繊維が多くてカサがあるため、豚用飼料には余り使用されない。

また、乾燥したものでもビール粕は、カビが発生し易いので貯蔵に注意を要する。

・ビール酵母

粗蛋白質含量が高く、ビタミンB群を多く含んでいる。また、未知成長因子（UGF）の供給源でもある。

ビール酵母に限らず、酵母類を使用する場合の基本的考え方は、酵母の単一の蛋白源として用いるのではなく、他の飼料原料およびプレミックス中のビタミン類が何らかの原因で破壊され、その効力が失われたような場合にビタミン類を補給して、飼育成績の低下を未然に防ぐことを目的としている。

・アルコール粕

原料や製法によって、成分が大きく左右される。

糖蜜を原料としたものは、ビタミンB群が多いが、カリウムや塩素を多く含むため、多給すると軟便となる。

アルコール粕は、ぬか類の一部と代替できるが、エネルギー価が低いために多くは給与できない。

<農産製造副産物>

・柑きつ加工粕

柑きつ類を原料としてジュースや缶詰を製造する際の副産物で、主として皮や果皮などの残滓である。

粗蛋白質が低く、粗繊維含量が高いため、豚に対する栄養価は低い。また、豚の嗜好性も悪く、

多給すると消化障害をおこし、下痢や軟便となる。

<その他の製造副産物>

・製菓屑およびパン屑

製菓（主としてビスケット）およびパン工場の周辺では、これらの屑が安く入手できる場合がある。

製菓屑およびパン屑とも、穀類に比較して脂肪が多く、粗繊維が少ないため、栄養価は高く、穀類の一部と代替することができる。

パン屑については、水分含量が高い場合が多いため、貯蔵には注意を要する。

○植物茎葉類

・アルファルファミール

天日乾燥したものは、ビタミンA効果のあるカロチンが破壊されるため、人工乾燥品の方が栄養価が高い。

人工乾燥したものは、カロチン、ビタミンB群、ビタミンKを豊富に含んでいる。

豚の嗜好性は良いが、繊維含量が多くエネルギー価が低いため、多くは配合できない。

・タピオカミール

タピオカの皮をむいて乾燥、粉碎したもので、澱粉を多く含むためエネルギー源として用いられる。

青酸の少ないものは、かなり多く配合できる。また、ペレット化したものは、粉碎したものより飼料価値は高い。

○油脂類

油脂は飼料の高エネルギー化、嗜好性の改善、埃の発生防止、ペレット化を容易にすることなどを目的として飼料に添加される。

ブラジルでは、トウモロコシなど他のエネルギー源と比べると、価格が割高であるのと、飼料に均一に添加するためには、油脂を霧状に噴霧する添加装置を必要とするために使用されていない。

豚の場合には、使用する油脂の種類により体脂肪の硬さに変化をきたすので注意が必要である。植物性油脂は、綿実油やカポック油を除いて一般に豚の体脂肪を軟化させる。また、動物性油脂でも肉豚用飼料には、融点（油が固体から液体に変化する時点の温度）が高い牛脂などが適しており、融点の低い鶏油は体脂肪を軟化させるため適さない。

○鉱物類

・炭酸カルシウム

石灰岩を粉碎したもので、最も普通に使われるカルシウム源である。

・骨粉

カルシウムとリンの供給源となる。

骨を蒸煮した後、乾燥粉碎したものが一般に使われる。

・第2リン酸カルシウム

リンとカルシウムの供給源であり、リン酸、リン鉱石、獣骨などから製造される。

一般にリン鉱石中には有害なフッ素が含まれており、脱フッ素したリン酸カルシウムでなければ飼料に使用すべきでない。

ブラジルで市販されているリン酸カルシウムは、製造業者によってフッ素含量にかなり差があるため、フッ素含量の少ない業者のものを選んで使用しなければならない。

・食塩

食塩は、ナトリウムと塩素の供給源である。

多給すると軟便や下痢となるため、食塩添加量を考える場合には豚の嗜好性面と、ナトリウムの要求量を満たす量にする。

○微量原料

天然原料だけでは豚の要求量を満たすことができない栄養素を補給するためのものと、それ自体には栄養価はなくても飼料に微量に添加することによって、飼料価値を向上させて飼育成績を改善する効果のあるものがある。これらを飼料添加物と呼んでいる。

<ビタミン類>

天然原料だけでは不足しているビタミン類を飼料添加物で補給している。

添加するビタミンの種類や量は、豚の要求量と天然原料由来のビタミン量を考慮して決める必要がある。また、要求量は、飼育状態、環境、豚の大きさ、生理状態などによっても変化し、ビタミンは貯蔵条件や貯蔵期間によっても効力が変化するので、これらを考慮して添加量を決めなければならない。

一般に、豚用飼料に添加されるビタミン類は、ビタミンA、D、E、K、B₁、B₂、B₆、パントテン酸、ニコチン酸、ビオチン、葉酸、コリン、B₁₂などである。

<微量ミネラル類>

カルシウム、リン、食塩（ナトリウム、塩素）の他に、微量に必要とするミネラル類が飼料に添加される。

微量ミネラル類の添加量もビタミン類の場合と同様、要求量と天然原料由来のミネラル量を考慮して決める必要がある。

一般に、豚用飼料に添加される微量ミネラル類は、鉄、コバルト、銅、マンガン、亜鉛、セレン、ヨウ素である。

・アミノ酸

飼料中のアミノ酸が十分に利用されるためには、アミノ酸のバランスがとれていることが重要であり、ある種のアミノ酸が不足すると、それ以外のものが無駄になる。この場合、不足するアミノ酸を添加すれば、その他のアミノ酸の無駄がなくなり、飼料価値が高まる。

現在、ブラジルの豚用飼料に添加されることがあるアミノ酸は、メチオニンとリジンである。

・メチオニン

メチオニンは、その構造中にイオウを含んでいるため、含硫アミノ酸と言われる。

その要求量は、飼料中のシスチン、コリン、ビタミンB₁₂などによって影響される。

メチオニンは、動物性蛋白源に多く含まれているが、植物性蛋白源には少ないことから、良質な動物性蛋白源の配合量が少ないブラジルの場合には重要なアミノ酸である。

・リジン

リジンは、筋肉蛋白質中に多く含まれていることから、成長期の豚には必須であり、十分量給与しなければならない。

成長中の子豚は、リジンの要求量が高く、トウモロコシと大豆粕主体の飼料では、リジンが制限アミノ酸（最も不足し易いアミノ酸）になる場合が多い。

肉豚では、リジンの添加によって赤肉量が増加し、肉質が改善される。

リジンの価格は、メチオニンより高いためブラジルでは余り使用されていない。

・その他のアミノ酸

将来、メチオニン、リジン以外のアミノ酸が更に安価に製造されるようになれば、飼料に添加されるアミノ酸の種類が増加する可能性がある。

添加される可能性のあるものとして、トリプトファン、グリシン、アルギニン、グルタミン酸などが考えられるが、日本では既に幼豚用飼料にトリプトファンの添加が行なわれている。

○抗生物質、抗菌剤

豚用飼料に抗生物質や抗菌剤を用いる目的は、子豚の成長促進および特定の病原微生物による生産性低下の防止などである。

抗生物質および抗菌剤による成長促進などの効果は、・腸管内の有害微生物の働きを抑制する・腸管からの栄養素の吸収を促進させる・食欲を増進させる・病原微生物の感染を予防するなどの理由であろうと考えられている。

ブラジルでは、飼料に多くの抗生物質および抗菌剤を制限なく使っているが、日本や欧米などでは公衆衛生上の問題として、薬の種類、使用量、対象動物などが法律で規制されている。すなわち、畜産物を介して抗生物質および抗菌剤を長期間に亘って摂取し続けることによって、知らないうちに薬剤耐性菌が出現し、人間が何らかの病気になった時に治療薬が効かなくなる恐れがあるからである。

参考までに、日本で豚用飼料への添加が認められている薬剤の名称と対象豚および添加量を表5に示した。

この場合の添加量は、発育促進および病原微生物による生産性低下の防止を目的とする量である。

表5 対象飼料が含むことができる飼料添加物の量（抗菌性物質）

農林水産省令第35号、告示750号・752号
 ～昭和58年7月6日付 農林水産省令第23号ら作成

①この表の対象飼料の欄に掲げる飼料及び（産卵中のものは除く）を対象とする飼料以外の飼料はこの表に掲げる飼料添加物を含んではならない。

②この表の同一欄内の2以上の飼料添加物は同一飼料に用いてはならない。

飼料1トン中

区分	対象飼料		豚 用	
	飼料添加物名	単位	母乳期用	子豚期用
第1欄	アンプロリウム	g		
	エトバベート			
	アンプロリウム	g		
	エトバベート			
	スルコキノキサリン			
	クロピドール	g		
	サリノマイシンナトリウム	g力価		
	デコサネート	g		
	ナイカルバジン	g		
	モネンシンナトリウム	g力価		
	ラサロンドナトリウム	g力価		
第2欄	デストマイシンA	g力価	5～10	5～10
	ハイクロマイシンB	万単位	660～1,320	600～1,320
第3欄	亜鉛バントラシン	万単位	42～420	168～168
	エンボン酸スピラマイシン	g力価	5～100	
	エンラマイシン	g力価	2.5～20	2.5～20
	キタサマイシン	g力価	5.6～100	
	チオペブチン	g力価	1～20	1～20
	バージニアマイシン	g力価	10～20	10～20
	フラボフォスフォリボール	g力価	5～2	1～10
	ポリスチレンスルホン酸 オレアンドマイシン	g力価	0.8～40	
	マカルボマイシン	g力価	2～30	2～30
	マンガンバントラシン	万単位	42～420	168～168
	硫酸フラジオマイシン	g力価	10～100	
	リン酸タイロシン	g力価	22～88	
	カブリロヒドロキサム酸	g	25～100	25～100
第4欄	*アルキルトリメチルアンモニウム カルシウムオキシテトラサイクリン	g力価	5～100	
	*クロルテトラサイクリン	g力価	10～100	
	ビコザマイシン	g力価	5～20	5～20
欄	硫酸コリスチン	g力価	2～40	2～20
	オラキンドックス	g	10～50	10～25
	プロピオン酸 プロピオン酸カルシウム プロピオン酸ナトリウム		プロピオン酸としては0.3%以下（対象飼料の限定はない） サイレージにあつては1.0%以下	

*は第3欄と第4欄の両方に属するものでビコザマイシン、硫酸コリスチン、又はオラキンドックスとの併用はできない。

（注）対象飼料とは、次のものをいう。

豚 用 母乳期用：生後おおむね2月以内の豚用飼料

子豚期用：生後おおむね2月を超え4月以内の豚用飼料

○化学的保存剤

飼料の貯蔵性を良くするために使用されるもので、その働きによって抗酸化剤と防カビ剤に分類される。

・抗酸化剤

飼料中の脂肪やビタミン類の酸化を防止し、その効力を守ることを目的として添加されるもので、天然物のビタミンE、C、クエン酸なども抗酸化作用があるが、普通飼料に使われるのはエトキシキンまたはBHTなどの化学的に製造されたものである。

ビタミン類は、ミネラルと一緒に存在することによって破壊が促進されるが、特に豚用飼料にはミネラル類を多く添加することから、抗酸化剤も鶏用飼料より多く添加されていなければならない。

・防カビ剤

飼料のカビの発生を防止する目的で、防カビ剤が添加されることがある。

豚用飼料の場合では、ペレットのようにカビの発生し易い飼料などには、プロピオン酸ナトリウム、プロピオン酸カルシウム、ソルビン酸などが添加されることがある。

○その他の添加物

・フレーバー

飼料に香りをつけて家畜の食欲を増進させるもので、豚用飼料には幼豚用にミルクフレーバーなどが添加される。

・甘味料

豚は甘味を好むため、食欲を増進させるために飼料に添加される。

30～40令の幼豚には、早く飼料に馴れさせ離乳を早くさせる狙いもあって、甘味料が添加されるが、離乳後の子豚の場合には食べ過ぎによる下痢をおこすことがあるので添加量を少なくするか或いは添加しないことが望ましい。

甘味料としては、砂糖、ブドウ糖、人工甘味料のサッカリンの他、ステビアなども効果がある。砂糖やブドウ糖は甘味料としてでなく、エネルギー源としても評価できる。

②豚用飼料の種類

○内容による分類

<完全配合飼料>

豚に対して十分な栄養素を含むものであって、飲水以外の物質を添加しなくても生命を維持し、正常な成長や繁殖ができるものを完全配合飼料という。

<基礎飼料>

これに1種類か2種類くらいの飼料原料を混合すれば完全配合飼料になる。

基礎飼料の内容成分は、蛋白質やミネラルなどの濃度が高くなっており、トウモロコシとぬか類を混合するようになっている。

トウモロコシやめか類との配合比率を変えることによって数種類の完全配合飼料ができるため、トウモロコシ生産地では便利だが、必ずしも全ての時期の豚の生理状態に対応できない欠点もある。そのため、時期によっては栄養素の多少の過不足が生じる恐れがある。

<栄養強化飼料>

豚が何らかのストレスを受けて成長が低下したり、繁殖成績が低下した場合に給与する飼料である。

各種ビタミン、ミネラル、アミノ酸を強化してある。

○対象豚による分類

ここで示す給与期間は、あくまでも目安であって、発育が遅れているような場合には、その給与期間を延長するなどの配慮が必要である。

<肥育豚用飼料>

・幼豚用前期

10日令～30または40日令（離乳まで）

・幼豚用後期

30または40日令～60または70日令

・子豚用

60または70日令～120日令

・肉豚用

120日令～出荷

<種豚用飼料>

・妊娠期用および種雄豚用

・授乳期用

分娩前3または4週間～離乳まで

○飼料形状による分類

・粉餌

配合する原料を粒の細かい粉状にして配合した飼料である。

原料の粒の大きさをある程度揃えることによって、必要な栄養素が均一に混合される利点があるが、油脂や糖蜜を添加しないと埃っぽくなる。

原料の粒の大きさは、豚の大きさに応じて変化させた方が嗜好性および飼育成績が良くなる。

・粒餌

小粒の穀類は粒のまま、トウモロコシのように大粒のものは荒砕きにした飼料である。

微量栄養素が均一に配合され難いこと、子豚では嗜好性および消化が悪く、成長した豚では粒の部分を選んで食べ、粉の部分を食べないなどの栄養素の均一摂取が難しい欠点がある。

・ペレット

粉状にした原料を混合し、ペレット製造機のペレットダイを通して円筒状などに成型した飼料である。

ペレットは、製造経費が高くなること、製造過程の熱でビタミンが破壊されることがあること、カビが発生し易いこと、軟便になり易いこと、ペレットの崩れたものは嗜好性が劣るなどの欠点があるが、一般に豚の嗜好性は良く、栄養素を均一に摂取できるため飼料効率が優れるなどの利点がある。

・クランブル

ペレットを更に小さな粒状に砕いたものがクランブルである。

ペレットより粒が小さく、食べ易いために幼豚用に適している。また、幼豚期には粒の大きさと共に粒の軟かさも嗜好性に及ぼす影響が大きい。

③飼料の配合と配合設計の方法

この項は、鶏の飼料と栄養の同項を参照のこと。

養豚用飼料を配合設計する際の主な原料の配合制限を表6に示した。

表6 主な飼料原料の使用範囲

	肥 育 豚 用				種 豚 用	
	幼豚前期	幼豚後期	子豚期	肉豚期	妊 娠・ 空 胎 期	授 乳 期
トウモロコシ			500~	400~	300~	300~
マ イ ロ	×	×				
脱 脂 米 ぬ か	×	×			~50	~50
そ う こ う 類	×	×	~50	~100	~300	~200
大 豆 粕						
綿 実 粕	×	×				
落 花 生 粕	×	×	~20	~20	~30	~30
ゴ マ 粕	×	×	~20	~20	×	×
ヤ し 粕	×	×	~20	~20	×	×
ナ タ ネ 粕	×	×	~20	~30	×	×
魚 粉	20~	20~	~50	~50	~50	~50
肉 骨 粉	×	×	10~50	5~50	×	×
フ ェ ザ ー ミ ー ル	×	×	~10	~20	×	×
脱 脂 粉 乳						
コーングルテンミール	×	×	~30	~30	~30	~30
糖 蜜	×	×	~20	~50	~50	~50
ビ ー ル 酵 母	~20	~20	~20	~20	~30	~30
ア ル コ ー ル 粕	~20	~20	~20	~20	~30	~30
ア ル フ ェ ル フ ェ	×	×	×	×	~30	~30
小 麦 粉						
油 肪	~30	~30	~20	~20		

注) ワク内の左端の数値は配合量の下限を示し、右端の数値は上限を示した。
空白の場合は制限なく使用できることを示しており、×印は使用禁止を示している。

④養豚用飼料の配合例

豚用飼料を配合設計する場合の基本的考え方を示すと共に、各期の配合例を表7に示した。

表7 豚用飼料の配合例

	肥 育 豚 用				種 豚 用	
	幼豚前期	幼豚後期	子豚期	肉豚期	妊娠期、 種雄豚	授乳期
トウモロコシ	476	693	780	794	660.5	614.5
ふすま	0	0	0	50	100	220
大豆粕	250	250	150	100	170	120
魚粉 (CP60%)	20	20	10	10	10	10
肉骨粉 (CP45%)	0	0	50	35	0	0
脱脂粉乳	150	0	0	0	0	0
大豆油	20	0	0	0	20	0
砂糖	50	0	0	0	0	0
炭酸カルシウム	10	10	2	3	10	12
第2リン酸カルシウム	14	18	0	0	20	14
食塩	3	3	3	3	4.5	4.5
DL-メチオニン	1	1	0	0	0	0
塩酸リジン	1	0	0	0	0	0
各種添加剤	5	5	5	5	5	5
計	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
粗蛋白質(%)	22	18	16	14	15	14

○肥育豚用飼料

・幼豚用前期

幼豚用前期飼料は、成長の早い子豚の栄養要求を満足させて順調な発育をさせると共に、まだ哺乳中の子豚を飼料に馴れさせ早く離乳を可能にして母豚の分娩回転率を高めることを目的としている。

この時期の子豚は、消化管の発達や消化力がまだ不十分なため、消化の良い原料を用いなければならない。また、病原菌や寒さなどに対する抵抗力も弱く、下痢や消化不良をおこし易いため、病原菌の汚染や変敗していない新鮮な原料を厳選して用いなければならない。

幼豚用前期飼料に用いる原料としては、蛋白源として脱脂粉乳、良質魚粉、大豆粕ならば脱皮したもの、きな粉などが良く、エネルギー源として大豆油、トウモロコシ油、良質牛脂、小麦粉などが良く、トウモロコシなどの穀類は加熱して澱粉を消化し易くしたものが良い。食いつきをよくするための甘味料として、砂糖、ブドウ糖、サッカリンなどを配合することは効果がある。また、香料としてミルクフレーバーなども用いられることがある。酵母はビタミン類の補給と共に、未知成長因子の供給源として用いられることがある。リン源としては、肉骨粉は子豚の嗜好性が悪く、病原菌に汚染され易いため、なるべくならばこの期の飼料には使用しない方が望ましい。

・幼豚用後期

離乳後に給与する飼料である。この時期になると子豚の消化能力がかなり向上し、使用できる原料の種類も多くなるが、引き続き消化の良い原料を使用することが望ましい。

ただし、この時期には甘味料として砂糖などが配合されていると、食べ過ぎによる下痢をおこす恐れがあるので配合割合に加えない方がよい。

ブラジルのように離乳が遅い場合には、この飼料から餌付してもよい。

・子豚用

この期では、肉豚用と同様の飼料原料を用いて配合設計できる。すなわち、肉骨粉をはじめ、エネルギー要求量および蛋白質要求量も低下してくるので、ふすまなども配合できる。

・肉豚用

この期では、肉質や脂肪の付着具合などを考慮に入れた配合設計が必要である。

エネルギーの高い飼料の場合には厚脂になり易く、また商品価値を高めるために肉や脂肪のしまりを良くする飼料原料を用いるようにするとよい。

○種豚用飼料

種豚用飼料は、繁殖成績の向上に重点を置いて配合設計しなければならない。

種豚は、肥り過ぎると繁殖成績が低下するため、飼料給与量を制限し、妊娠、授乳などの生理状態に応じて給与量を調整する方法がとられてきた。しかし、最近の研究で、授乳期の飼料のエネルギーを油脂の添加などで高めると、子豚の離乳時体重が大きくなり、斉一性も高まることが認められている。従って、種豚の生理状態に応じて、授乳期用と育成期および妊娠期用に分けることが望ましい。

更に、種豚用飼料配合設計時の具体的な注意点を以下に示す。

・蛋白質の質と必須アミノ酸のバランス

授乳期には特に、乳汁中に含まれる蛋白質を生産するために必要な良質の蛋白質と必須アミノ酸のバランスについて配慮しなければならない。

・カルシウムとリンの含量および比率

授乳期には、哺乳子豚の骨格を形成するために、乳汁中にカルシウムとリンが多量に含まれている。従って、授乳期用飼料には妊娠期用飼料に比べて、カルシウム、リン含量を高めなければならない。また、カルシウムとリンの比率は1.2～1.5：1くらいが良い。

・粗繊維含量

種豚用飼料の給与量は、体重との比率で見ると他の期よりも少なく、便秘となり易い。また、分娩前後は便秘になり易いため、配合設計時に粗繊維含量を高める配慮が必要である。飼料中の粗繊維含量は、3.5%以上が望ましい。

・ビタミン類および微量ミネラル類

種豚のビタミン類および微量ミネラル類の要求量は高く、また不足した場合の影響が大きい。

め、安全性を見込んで十分量添加する必要がある。

原料面でも、酵母などのビタミン類や未知成長因子を多く含むものを配合するなどの配慮が必要である。

⑤養豚用飼料の給与体系と飼料給与量

養豚用飼料の給与体系と飼料給与量の例として、肥育豚用飼料の場合を図2と表8に示した。種豚用飼料の場合を表9に示した。

図2 肥育豚用飼料の給与体系

1 令10日	30~40日	60~70日	120日	出荷
母乳	幼豚用前期	幼豚用後期	子豚用	肉豚用

図3 種豚用飼料の給与体系と標準給与量

1 カ月令	交配開始 9 カ月令	分娩3週間前	分娩	離乳	交配
肉豚用飼料	妊 娠 期		授 乳 期	空 胎 期	
	妊 娠 期 用 飼 料		授 乳 期 用 飼 料		
	標準給与量 2.5~3 kg/頭/日		5.5~6 kg/頭/日	2.5~3 kg/頭/日	

表8 肥育豚用飼料の標準給与量

飼 料 名	日 令	標 準 給 与 量	期 間 給 与 量
幼 豚 用 前 期	20日	100~200 g/頭/日	3~4 kg/頭
	30日	300~400 "	
幼 豚 用 後 期	40日	500~800 "	2.5~3.0 "
	50日	800~1,000 "	
	60日	1,100~1,300 "	
子 豚 用	80日	1,600~1,800 "	110~120 "
	100日	1,900~2,100 "	
肉 豚 用	120日	2,100~2,300 "	150~160 "
	140日	2,300~2,500 "	
	160日	2,400~2,600 "	
	180日	2,500~2,700 "	

Ⅲ 鶏の栄養と飼料

1. 栄養と栄養素

① 鶏の栄養の特徴

動物が体外から必要な物質を取り入れながら健康を保ち、完全な成長や繁殖をし、乳、肉、卵などを生産して生活することを栄養という。この場合、体外から取り入れる物質を栄養素といい、また養分とも言われている。

栄養の概念は、すべての動物に共通しているが、その過程を考えると動物の種類によってかなりの相違が見られる。例えば、哺乳動物では蛋白質の最終代謝産物は尿素として排泄されるが、鳥類で尿酸が最終代謝産物である。

まだ、鳥類は菌を持たないこと、消化過程が非常に速いなど、消化器の構造や消化、吸収の機序にも哺乳動物と相違が見られる。

② 栄養素の種類とその作用

普通、栄養素と呼ばれているものは、蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物およびビタミンの5つである。水や空気も栄養素であるが、生活環境の中で容易に得られるため、特に栄養素としてとりあげない。

なお、飼料の成分分類を図1に、飼料成分に含まれる栄養素を表1に、栄養素と機能の関係を図2に各々示した。

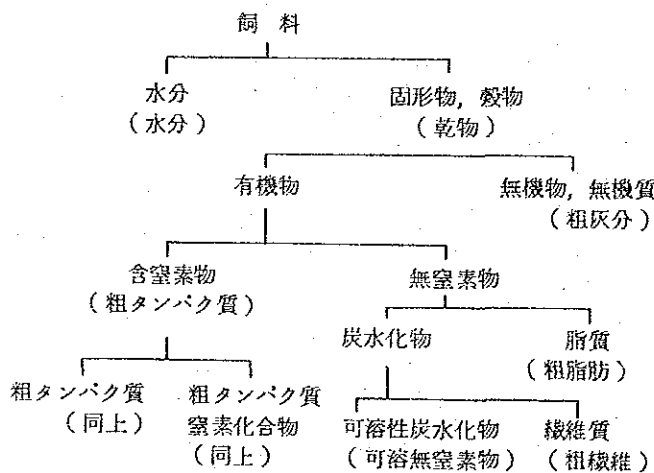


図1 飼料の成分分類
()内は分析成分としての呼称

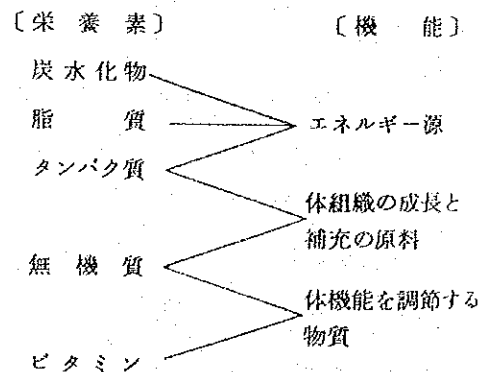


図2 栄養素と機能の関係

表1 飼料の各成分に含まれる栄養素

飼料の成分	含まれる栄養素
水分	水分のほかに揮発性の酸や塩基が含まれることがある
粗蛋白質	蛋白質, アミノ酸, アミン, 硝酸, 含窒素配糖体, 糖脂質, ビタミンB類, 核酸
粗脂肪	油脂, ろう, 有機酸類, 色素類, ステリン, ビタミンA, D, E, K
可溶無窒素物	セルロース, ヘミセルロース, リグニン, 糖類, フラクタン, 澱粉, 有機酸類, 樹脂類, タンニン, 色素類, 水溶性ビタミン類
粗繊維	セルロース, ヘミセルロース, リグニン
粗灰分	必須元素: カルシウム, リン, マグネシウム, 鉄, 銅, マンガン, コバルト, 亜鉛, ヨウ素, モリブデン, セレン, クロム 非必須元素: ニッケル,* アルミニウム, ナタン, ケイ素,* ホウ素, パナジン,* 鉛, スズ,* など

注 *最近微量ながら動物に必須だともいわれている。

イ 蛋白質

蛋白質は体の主要な構成成分であり、動物の体は約17~18%の蛋白質から成り立っている。脳、神経、筋肉、内臓、毛、皮、血液などは、蛋白質が主成分であるばかりでなく、肉、卵、乳などの生産物に蛋白質が多く含まれていることから、生命の維持や畜産物の生産のためにはなくてはならない栄養素である。

また、動物は植物や微生物のように、日光のエネルギーを利用して蛋白質を合成する能力を持たないため、必ず体外から蛋白質を取り入れなければならない。

蛋白質の構成

蛋白質は多くのアミノ酸の結合によってできており、アミノ酸の種類とその結合数によって性質の違う蛋白質になっている。

従って、動物の栄養に影響を与えるのは、蛋白質そのものではなく、蛋白質を構成しているアミノ酸の種類や量である。

・必須アミノ酸

多種のアミノ酸のうち、動物の体内で合成できないもの、または合成量が少なく要求量を十分満たすことのできないアミノ酸があり、これらは飼料として必ず体外から取り入れる必要のあるアミノ酸である。このようなアミノ酸を必須アミノ酸と呼び、動物によって必須アミノ酸は異なっている。鶏では、メチオニン、バリン、ロイシン、イソロイシン、トリプトファン、フェニルアラニン、ヒスチジン、リジン、スレオニン、アルギニンの10種とされている。この他、グリ

シンやセリンの給与も必要とされ、場合によってはプロリンも必要とされる。

必須アミノ酸に対し、体内で合成されるため必須でないアミノ酸のことを可欠アミノ酸と呼び、体蛋白質中の約40%を占めている。

・蛋白質の栄養価

蛋白質の価値はアミノ酸の種類と量によって決まるが、それらが有効に利用されるかどうかは、蛋白質の消化率、蛋白質の変性などの種々の要因に影響される。

・脂肪

水に溶けず、エーテル、クロロホルム、ベンゼンなどに溶けるものを総称して、脂肪または脂質と呼んでいる。

脂肪はグリセリンと脂肪酸が結合したもので、その脂肪酸の種類や性質によっていろいろな脂肪に分けられる。

脂肪の鶏体内での主な働きは、エネルギー源となることと、栄養状態を正常に保つために必要な脂肪酸を供給することである。脂肪は炭水化物や蛋白質に比べると、エネルギー含量が2.25倍もあり、エネルギー源として効率が良い。

鶏は脂肪の多給によく耐えるので、日本や欧米では鶏用飼料のエネルギー含量を高める時に脂肪の添加が行なわれる。ブラジルでは、脂肪の価格が高かったり、均一配合するための設備上の問題があって、余り使用されていないのが実情である。

・炭水化物

飼料中に最も多い成分で、栄養素の60~70%を占めている。

鶏に摂取された炭水化物は、エネルギー源として利用される他、脂肪に合成される。また、アミノ酸合成の材料にも利用される。

鶏をはじめ動物は、体内で炭水化物の形を変化させることはできないので、植物が光合成で作出したものを飼料として取り入れなければならない。

炭水化物の種類は非常に多く、その構造から単糖類、少糖類、多糖類に分類される。

二. 無機物

・無機物の性質と作用

無機物は骨格の主要成分であり、卵、乳などの生産物にも多く含まれているため重要な栄養素である。

その主な作用としては、骨格の形成、体液のPH調整、酵素作用の促進、血液の形成などがある。

○無機物の分類

体外から飼料として取り入れなければならない無機物を必須無機物という。

必須無機物は、カルシウム、リン、マグネシウムのように大量に必要な主要元素とマンガン、鉄、銅のように微量に必要な微量元素に分類される(表2)。

表2 必須無機物

主要元素		微量元素	
カルシウム	りん	マンガン	コバルト
マグネシウム	塩素	鉄	モリブデン
ナトリウム	硫黄	銅	セレン
カリウム		ヨウ素	クローム
		亜鉛	スズ
		フッ素	ニッケル
		バナジウム	ケイ素
			ヒ素

○無機物の特徴

主要な無機物の特徴、性質、欠乏症、所在について表3に示した。

・カルシウム

カルシウムはリンと共に骨の形成に重要な働きをする。

雛では大部分が骨の形成に使われるが、産卵鶏では主として卵殻形成に使われる。また、血液凝固や筋肉の収縮にも関与している。カルシウムが欠乏すると、雛では骨の形成不完全、クル病、発育遅延、脚弱となり、産卵鶏では卵殻が薄くなり、産卵が低下する。

カルシウムの要求量は、雛では1%前後だが、産卵鶏では卵殻形成のために大量に必要である。カルシウムとリンは、吸収およびその作用上お互いに影響し合っているため、両者の比率にも考慮しなければならない。また、薬剤の中にはテトラサイクリンのように、カルシウムの吸収を阻害するものがあるので注意を要する。

石灰岩、カキガラ、リン酸カルシウム、魚粉、肉骨粉が主な供給源となる。

・リン

リンは骨の形成、炭水化物や脂質の代謝に作用しており、体液のPH調整にも関与している。

リンが欠乏すると、雛では食欲減退、クル病、成長阻害がおこる。産卵鶏のリン要求量は、かつてはかなり高く考えられていたが、最近では比較的低い方が卵殻質が丈夫になることが解ってきた。供給源としては、リン酸カルシウム、魚粉、肉骨粉、ふすま、米糠などがある、しかし、鉱物性および動物性原料中のリンは100%利用されるが、植物性原料中のリンは鶏などには利用できないフィチン態のリンとしての含有量が多く、その利用率は約30%と考えられている。

・ナトリウム

体液中にアルカリイオンとして存在し、体液のpH調整、浸透圧調整に重要な働きをしている。ナトリウムが欠乏すると、雛の発育低下、産卵鶏の産卵低下、カンニバリズムなどがおこるが、過剰の場合には飲水量が増加して下痢となる。

飼料には原料由来のナトリウム量だけでは不十分なため、食塩を添加してナトリウムを補給している

• カリウム

主として細胞中に存在し、pH調整や浸透圧調整を行なっている。また、正常な心臓活動にも必要である。

カリウム欠乏によって、鶏の死亡率が高まり成長阻害をおこすが、カリウムは植物性原料に多く含まれているので通常の鶏用飲料では不足することはない。特に飼料に添加する必要はない。むしろ、糖蜜のようにカリウムを多く含む原料を多量に飼料に配合した場合には下痢がおきるので注意を要する。

表3 主要ミネラル一覧表

名称	生物学的性質	欠 乏 症	所 在	そ の 他
カルシウム	骨および歯の主成分血液の凝固に必要	クル病、骨軟症、不妊症、流産、子牛の発育不良	魚粉、脱脂粉乳、アルファルファミール	植物中のCaは、蓂飯の存在により利用率が悪くなる。乳牛ではルーノ内で分解されるので問題はない。
リン	主として、骨および歯に存在する。レンチン、核たん白質および助酵素の構成成分	Ca:Pの比が、1:1から2:1がよいとされバランスがくずれるとクル病、骨軟症となる。	油粕類、ふすま、ぬか、魚粉、脱脂粉乳	有機りんは無機りんに比べ、利用率が悪い。
マグネシウム	主として骨に含まれる	興奮マヒー死、骨の石灰沈着が悪くなる	穀実類、油粕類、ぬか類	Caの代謝に関係するpH値、浸透圧を維持する
ナトリウム	体液中に含まれる	養分の利用率が低下し、成長、繁殖が妨げられる鶏では産卵率の低下、体重の減少	食 塩	心臓の興奮と筋肉の弛緩を促進する
塩 素	主として血液、その他細胞外液に存在する。胃液中に遊離または無機塩の形で存在し消化や殺菌等の作用をする。			食 塩
カリウム	血液、細胞の成分	成長、繁殖の低下	草類	植物中に含まれるので、ほとんど不足することはない。
イ オ ウ	たん白質中に存在する。		油粕類、魚 粉	遊離や無機態で与えても利用されず過剰に与えると有害
マンガン	骨の形成または、ヘモグロビンの合成に関与	鶏=ペロ-シス：発育、産卵、卵殻形成率に影響 牛豚=繁殖力の低下	ぬか、豆類、胚芽	CaとPが多すぎるとMnの利用が妨げられる
鉄	ヘモグロビン、およびチトクローム、カタラーゼ等の助酵素の成分	栄養性貧血、子豚、産卵鶏に起り易い	豆類、穀類、肉類、魚粉	過剰に与えたりりの吸収が悪くなる
銅	ヘモグロビンの合成に必要な体内酵素の成分	貧血、成長不振、不妊	フィッシュ・ソリュブル、コーン・ジステラズ・ドライド、グレイン・ソリュブル	
亜 鉛	結晶インシュリンおよび炭酸アンヒドラーゼの構成成分、酵素ジペプチターゼを活性化する	成長障害、毛の発生不良、不全角化症	骨 粉、鮮 母	
ヨウ素	チロキソンの成分	甲状腺腫、代謝、発育の低下、妊娠は死産または感弱な子を生む、豚=被毛が発達しない	海産物	地理的に不足する所がある
コバルト	抗悪性貧血性ビタミンB ₁₂ の構成成分	食欲減退、異嗜、反すう停止、くわす症	魚粉	
セレン		過剰の中毒症、蹄の脱落、肢、食欲減退		ビタミンE不足による筋肉白化症、滲出性炎の防止効果がある 最大許容量(飼料中)豚 8.5 ppm
モリブデン	キサンチンオキシターゼの成分	過剰の中毒症：下痢、泌乳量の減少		特定地域にモリブデン過剰土壌がある 最大許容量 極く微量に必要 乳牛(飼料中) 0.002%
クロム				鼠において、三価のクロムは、砂糖を過剰に与えた場合、利用率を最大にするとの報告がある
ケイ素	動物の組織中に含まれる		一般植物	
フッ素		過剰の症状：歯・骨が軟化する 過剰の過剰：飼料摂取量、成長および泌乳量の減退		最大許容量(飼料中) 乳牛、豚、めんよう、0.1%, 鶏 0.035~0.053%
ヒ素	有機態のヒ素は、雛や子豚の成長を促進する	過剰に摂取すると中毒となる		致死量(1頭当たり)並ヒ酸後口投与 牛 15~30g、ウマ、ヒツジ、ヤギ 10~15g、鶏 0.1~0.15g

・塩素

主として血漿中に存在する他、細胞の内外液中にも存在する。また、胃液中にも存在し、消化や殺菌などの作用を行なっている。

塩素が欠乏すると、雛では成長低下、高い死亡率、神経過敏となるが、鶏の要求率は比較的
低く、飼料に塩素を特別添加しなくても要求量を満足させられることが多い。しかし、飼料にはナトリウムを供給する目的で食塩が添加されるため、食塩由来で塩素も供給されることになる。

・イオウ

蛋白質構成成分として、メチオニンやシスチンなどの含硫アミノ酸中に存在する。

アミノ酸の形で給与した場合には効果があるが、遊離のイオウや無機態のイオウは、栄養上の効果は非常に低いばかりか、過剰の場合には有害である。

従って、イオウとして特別に飼料に添加する必要はない。

供給源としては、魚粉、油粕類が主である。

・マグネシウム

体内では骨や細胞中に存在しているが、その量は少量である。卵殻中にも存在している。

マグネシウム欠乏で、雛は成長遅延や痙攣をおこし、高い死亡率を示す。産卵鶏では、急激な産卵低下、卵黄低下、卵殻質の悪化がおこる。

通常の鶏用飼料の場合、原料から十分量のマグネシウムが供給されているため不足することはない。むしろ、マグネシウム含量の高い石灰岩を飼料に配合することによって、マグネシウム過剰症となることに注意しなければならない。マグネシウム過剰症になると、成長遅延、産卵低下、卵殻質の悪化、下痢などがおこる。

・マンガン

体内では骨に多く存在している。

成長、繁殖、骨格の成長に関係しており、炭水化物、脂肪の代謝にも関係している。

マンガンの欠乏で、雛は成長低下やペローシスと呼ばれる脚弱症がおこる。産卵鶏や種鶏では産卵低下、孵化率低下、薄殻卵や無殻卵が増加する。

ほとんどの場合、鶏用飼料のマンガン含量は不十分のため、添加する必要がある。

・亜鉛

体内では骨や臓器に存在しており、蛋白質と炭水化物の代謝に作用する酵素の構成成分である。

亜鉛の欠乏で、雛は成長遅延、足関節の肥大、羽毛不良、食欲減退をおこす。産卵鶏や種鶏では、産卵低下、孵化率低下、胚の発生異常が見られる。また、孵化した雛は虚弱である。

亜鉛は魚粉や肉骨粉に多く含まれるが、飼料原料由来だけでは十分量を供給できないため、飼料への添加が必要である。

・鉄

赤血球のヘモグロビンの構成成分であり、欠乏すると栄養性貧血がおこる他、着色羽毛鶏では羽毛の退色がおこる。

生体には過剰な鉄の吸収を抑制する能力があるため、鉄過剰症は出現しにくい。

・銅

体内では肝臓に最も多く、次いで神経組織、血液に存在している。

銅はいくつかの蛋白質や金属酵素、ある種の色素の必須構成成分である。

銅の欠乏によって、貧血、発育遅延、羽毛の脱色や羽毛の異常や骨がもろくなったりする。また、形や大きさの異常なしわのよった卵が多く生産されたり、無殻卵の生産が増加する。

カビ性肺炎や腸炎の治療に硫酸銅が使われているが、鶏は銅に対して他の動物より敏感であり、過剰に与えると毒性が発現し易い。銅として50PPM（飼料t当り50g）でも筋胃びらんをおこし、死亡率がたかくなることがあるので、添加量と添加期間には注意が必要である。

・ヨード

体内では甲状腺に多く存在しており、甲状腺ホルモンの合成に必要なものである。

ヨードの欠乏によって、甲状腺の肥大がおこり、産卵率の低下や卵殻質が悪化する。種鶏では孵化率の低下や孵化期間の延長などがおこる。

ブラジルではヨードを多く含む魚粉の使用量が少ないため、飼料への添加が必要である。

・セレン

土壤中にセレンが欠乏している地域でとれた作物を主体とした飼料を給与された鶏は、セレン欠乏症状を示す。ブラジルでも土壤中のセレン含量が少ない地域があり、飼料への添加が必要であるが、過剰の場合は有害となるので添加量には注意を要する。日本のように飼料原料の多くを外国からの輸入に頼っていて、その供給先が広範囲に分散しているような場合には、セレン欠乏となる可能性は少なく、むしろセレン過剰による毒性の方を重視して、飼料への添加が禁止されている国もある。

セレンとビタミンEは、互いに要求量を節約する作用を持っており、共に雛の浸出性素質を防止する。

セレンの良質な供給源としては、魚粉、酵母などがあるが、飼料原料中のセレンの利用率が悪いことにも配慮しなければならない。

・コバルト

コバルトはビタミンB₁₂の構成成分で、赤血球の生成に関与している。

コバルトの欠乏によって、食欲減退、体重減少、貧血がおこるが、鶏では飼料中に十分量のビタミンB₁₂があれば、特にコバルトを添加しなくてもよい。

・モリブデン、クローム

過剰に与えると中毒をおこすが、通常は不足することはない。

・その他の微量元素

ニッケル、スズ、ケイ素、バナジウム、フッ素、ヒ素、ホウ素などは、特別な実験環境で飼育された場合のみ必要と認められているが、一般の飼料をあたえていれば不足することはない。

ホ. ビタミン

○ビタミンの定義

- ・ 天然の栄養素であって、蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物、水などの従来認められている栄養素とは異なるもの。
- ・ 微量で動物の栄養を支配し、正常な組織の発達、健康、成長、体の維持のために必須のもの。
- ・ 飼料中に欠乏している時、あるいは吸収や利用が阻害されたような場合には、特異的な欠乏症状が出現する。
- ・ 一部の例外を除き、動物によって合成されず、飼料から摂取しなければならない有機化合物である。

○ビタミンの性質

ビタミンによって、その化学組成や代謝機能は異っている。

また、ビタミンは様々な条件によって、破壊されたり変化し易いものが多いので、一般にその要求量以上に添加される。

○ビタミンの分類

脂肪および脂肪溶剤に溶けるもの、または水に溶けるもの、以上のどちらからの性質によって分類される(表4)。

表4 家畜が必要とするビタミン

水溶性ビタミン	脂溶性ビタミン
B群ビタミン	ビタミンA
チアミン(B ₁)	ビタミンD
リボフラビン(B ₂)	ビタミンE
ナイアシン(ニコチン酸)	ビタミンK
ビタミンB ₆	
パントテン酸	
ビオチン	
コリン	
葉酸	
コバラミン(B ₁₂)	
イノシトール	
パンケミノ安息香酸	
アスコルビン酸(ビタミンC)	

脂溶性ビタミンであるA、D、E、Kは、脂肪と共に吸収されて、体内に貯蔵される性質を持っている。これに対し、水溶性ビタミンはB₁₂を除いて、体内に貯蔵されないために、不足した

場合には急激な欠乏症状が出現する。

○鶏のビタミン要求量

鶏はビタミン欠乏に対して敏感であるが、その理由として次のことが考えられる。

- 鶏は腸管が短いため、微生物による十分なビタミン合成が行なわれない。
- 鶏は生命維持に必要な代謝反応に関与する補酵素の構成成分であるビタミンの要求量が高い。
- 高密度飼育が一般化しており、ストレスのためにビタミン要求量が高くなっている。

具体的なビタミン要求量については、飼養標準の項で示す。

○ビタミンの特徴

主要なビタミンの特徴、性質、欠乏症、所在については表5に示した。

• ビタミンA

ビタミンAには粘膜の保護作用があり、不足すると細菌などの侵入を受け易くなる他、抗体産生にも関与しており、不足すると病気にかかり易くなる。また、ビタミンAの不足は、コクシウム症にかかった場合の死亡率を高めたり、産卵率や孵化率の低下をおこす。

黄色トウモロコシやアルファルファなどに含まれるβカロチンは、体内でビタミンAに変化するが、鶏の場合には1mgのβカロチンは1.667 IU（国際単位）のビタミンAに相当すると換算される。

稀であるが、非常に大量にビタミンAが投与された場合、黄色トウモロコシなどに含まれ卵黄着色効果のあるキサントフィルの吸収が阻害されて、プラチナエッグと呼ばれる卵黄がプラチナ（白金）色になることがある。

• ビタミンD

ビタミンDは、カルシウム、リンの代謝に関与している。

欠乏すると、クル病になったり、着色羽毛種では羽毛が黒色化する。産卵鶏や種鶏では、産卵低下、孵化率の低下、卵殻質の悪化がおこる。うずらでは卵殻表面のモザイク模様が鮮明でなくなる。

• ビタミンE

ビタミンEは抗酸化作用を持っており、飼料中の成分が酸化により破壊されるのを防ぐ作用がある。

雛はビタミンEの欠乏で、脳軟化症や滲出性素質になる。成鶏では外見上の症状は出ないが、孵化率が低下し、雄鶏では精巣が退化する。

原料では穀類やその他の種実、胚芽に多く含まれている。

表 5-1 主要ビタミン一覧表 1

(日本化学会編 化学便覧)

名 称	生物学的性質	欠 乏 症*	所 在*	そ の 他
ビタミンA Vitamin A	<ul style="list-style-type: none"> 視紫紅形成 暗適応増進 上皮細胞の代謝 抗眼乾燥炎 抗夜盲症 成長促進作用 細菌に対する抵抗力増進作用 抗結石形成 抗皮膚乾と抗角化症 	<ul style="list-style-type: none"> 夜盲症 眼に障害がおこり2次的に細菌の感染を受けやすい 乾性眼炎(牛では涙を多く出す様な症状、鶏では涙腺の分泌がとまる) 表皮組織の角化 眼、呼吸器、消化器、生殖器等の病気にかかりやすくなる 鶏=産卵が低下、孵化率が悪化 牛=繁殖能力が衰える 	牛乳 卵黄 肝臓 肝油 緑色の葉 まめ科の草 アルファルファ 黄色とうもろこし	蛍光下で青色 エステル形の方が安定 $C_{20}H_{30}O \cdot H_2O$ の融点 $7.5 \sim 8^\circ C$ 単位 純粋なビタミンA アセテート 0.344 $\mu g = 1$ 単位 1国際単位(I.U.) = β -カロチン 0.6 μg
ビタミンD Vitamin D	<ul style="list-style-type: none"> カルシウムおよびリンの吸収、代謝増進 抗クル病 	<ul style="list-style-type: none"> クル病 骨軟症(カルシウムとリンの比率に関係する) 過給の害 各種の臓器にカルシウムの沈着を起す、臓器や組織に病的変化が起る 	卵黄、牛乳、角粉 肝油 乾草では乾燥過程の日光照射によってD効力の大きくなっているものもある	単位 1国際単位(I.U.) = 0.025 μg の結晶 ビタミンD ₃ = 1 U.S.P 単位 1糶単位 = 0.025 μg の結晶ビタミン D ₃ の雌に対する効力 他にD ₂ ~ D ₇ まである
ビタミンE Tocopherol	<ul style="list-style-type: none"> ビタミンAおよび脂肪酸の酸化防止作用 抗不妊症 抗貧血(鉄の利用増進作用) 成長促進 抗麻痺症 	<ul style="list-style-type: none"> 生殖能力を失う(胎児の死亡、コウルの組織が破壊され退化) 子めんようにおける筋肉の変化 雌=栄養性脳軟化症、滲出性素質 	小麦胚芽、生草、 生葉類、アルファルファ、 穀類、種実、胚芽、 綿実油、小麦胚芽油	紫外線に不安定、 中性では酵素に安定 dl- α -トコフェロール 1mg = 1.1 I.U. dl- α -トコフェリル アセテート 1mg = 1 I.U.
ビタミンK Vitamin K	<ul style="list-style-type: none"> 血液凝固作用 グルコース-6-リン酸、リボース-5-リン酸などの酵素による酸化を促進 乳酸、コハク酸、ピルビン酸の酵素的酸化を促進 	<ul style="list-style-type: none"> 血液中のプロスロンビン量の低下 血液の凝固に長時間を要する 欠乏症は家畜に起り一般家畜には欠乏症は少ない 	K ₁ = アルファルファ K ₂ = 魚粉 K ₃ = とうもろこしの毛中 緑の葉(生および乾物) 肝臓、魚粉	光に不安定 腸内で合成される。 鶏は腸が短いので不足する事がある
チアミン (ビタミンB ₁) Thiamine	<ul style="list-style-type: none"> ピルビン酸並びにα-ケト酸の脱炭酸および酸化の触媒 補酵素コカルボキシラーゼの成分 糖代謝の触媒 抗多発性神経炎 抗脚気 抗便秘 抗胃腸障害 	<ul style="list-style-type: none"> 炭水化物の代謝に支障をきたす 心臓の障害、消化器の障害、食欲の減退 人間=脚気 鳥類=神経炎、食欲の減退、垂弱 消化不良およびマヒ 豚=食欲の減退、体重減少、嘔吐、脈拍数の低下、体温の低下 生殖作用の障害 	穀類(胚芽および穀粒の外側) 米ぬか ふすま 酵母 良質の乾草	

* 欠乏症及び所在は青木宏著 家畜栄養学より引用

表 5-2 主要ビタミン一覧表 2

(日本化学会編 化学便覧)

名 称	生物学的性質	欠 乏 症	所 在	そ の 他
リボフラビン (ビタミンB ₂) Riboflavin	<ul style="list-style-type: none"> 成長促進作用 呼吸促進作用、フラビン補酵素の構成成分 抗口角炎、舌炎、眼炎 生殖促進 疲労回復作用 	<ul style="list-style-type: none"> 成長率の低下、飼料の利用率の低下 鶏=脚弱症、下痢、産卵率=産卵率の低下 孵化率低下、豚=脚のマヒ、皮フ炎、白内障、反すう動物=体内で合成されるので欠乏症はみこらない 	<ul style="list-style-type: none"> 脱脂乳 ホエー アルファルファの乾草 部の多い草類 油かす類 ブタノール発酵副産物 	光に不安定
ピリドキシン (ビタミンB ₆) Pyridoxine	<ul style="list-style-type: none"> アミノ基転移反応などの脱炭酸補酵素の成分(ピリドキサール) 抗皮フ炎作用 	<ul style="list-style-type: none"> 鶏=異常な興奮、マヒをおこし衰弱 豚=成長が悪くなり、食欲が衰退 子豚=貧血と成長低下、神経障害 反すう動物=欠乏症はみこらない 	<ul style="list-style-type: none"> 酵母 肝臓 牛乳 穀類およびその副産物 植物油類 	
ニコチン酸 (ナイアシン) Nicotinic acid	<ul style="list-style-type: none"> 酸化還元の触媒 ジホスホピリジンヌクレオチドなどの成分 抗皮フ炎 抗ペラグラ 抗神経障害 抗消化障害 	<ul style="list-style-type: none"> ペラグラ 犬の黒舌病 豚=成長が悪える、口腔の障害、羽毛の生え方が悪化、皮フ炎 豚=体重の低下、下痢、嘔吐、皮フ炎 反すう動物=第1胃内でニコチン酸が合成されるので欠乏症はみこらない 	<ul style="list-style-type: none"> 落花生油かす アルファルファの葉 魚粉 	
パントテン酸 Pantothenic acid	<ul style="list-style-type: none"> 抗皮フ炎作用 微生物の増殖作用 補酵素CoA 成分として脂肪酸代謝などに重要な役割りを果たす 	<ul style="list-style-type: none"> 豚=成長の低下、羽毛の生え方が悪化、皮フ炎、肝臓の異常 成鶏=孵化率の低下 豚=皮フのよじれ、毛の減少、成長の低下、歩行困難、消化器の障害 	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥酵母、肝臓、ホエー 糖みつ、ぬか、ふすま アルファルファ、卵黄 キャベン 	活性炭によく吸着
コリン Choline	<ul style="list-style-type: none"> 抗脂肪肝作用(脂肪代謝に関与) 乳化作用 	<ul style="list-style-type: none"> 脂肪性肝臓 	<ul style="list-style-type: none"> 肝臓、魚粉、酵母、小麦胚芽、大豆油粕、穀類、草類 	
葉 酸 Folic acid	<ul style="list-style-type: none"> 核たん白質の代謝に対して重要な役割を果す 抗悪性貧血 	<ul style="list-style-type: none"> 栄養性貧血 豚=成長が悪える、羽毛の劣悪悪化、血球中のヘモグロビン量の減少、貧血 反すう動物=第1胃内で合成するので欠乏はみこらない 	<ul style="list-style-type: none"> 一般の飼料中に多少含まれている 	光に不安定 pH7で、1.5g/100ml 溶解 pH3で0.002g/100ml 溶解
シアノコバラミン (ビタミンB ₁₂) Cyanocobalamin	<ul style="list-style-type: none"> 体たん白質合成作用 増血作用 活性メチル基の合成 メチル基転移作用 悪性貧血の治療 産卵率増進 酸化率増大 	<ul style="list-style-type: none"> 悪性貧血 飼料のたん白質の生物価の低下 孵化率の低下 豚の成長低下 反すう動物では体内で合成される 	<ul style="list-style-type: none"> 魚粉、動物性飼料、発酵副産物 	
ビタミンH (ビオチン) Biotin		<ul style="list-style-type: none"> 皮フ炎、筋肉の硬化、成長の停止または低下 豚=成長の低下、皮フ炎 成鶏=孵化率の低下 豚=後肢のマヒ、脚部の亀裂、皮フ炎 	<ul style="list-style-type: none"> 肝臓、腎臓、酵母 牛乳、卵黄 	
イノシトール (イノシトール) Inositol	<ul style="list-style-type: none"> 人間に対する作用不明 ネズミの抗脱毛性因子 ネズミの成長促進作用 ネズミの催乳作用 	<ul style="list-style-type: none"> 豚の成長に対して有効 マウスの脱毛症に有効 	<ul style="list-style-type: none"> ぬめか、ふすま、飼料中に十分含まれている 	イソイノシトールのみ生理的に活性
ビタミンC (アスコルビン酸) Ascorbic acid	<ul style="list-style-type: none"> 生体内の酸化還元を触媒 抗壊血病 	<ul style="list-style-type: none"> 壊血病 成長の停止、体重減少 関節が軟かくなる、歯根がゆるんで体の各部に出血し貧血する 	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮な茎葉類、もやし、いも類、その他根菜類 	酸量の高その他の触媒存在下で不安定

・ビタミンK

血液の凝固作用に関与しており、欠乏すると血液の凝固時間が長くなる。

鶏は腸管内でのビタミンKの合成が少なく、飼料への添加が必要である。

コクシジウム症にかかると、ビタミンKの要求量が高まり、更にスルファキノキサリンで治療する場合には、要求量が約10倍高まる。

ビタミンKの供給源としては、アルファルファや魚粉があるが、両者ともブラジルの鶏用飼料への配合量は少ないことから、飼料への添加が必要である。

・ビタミンB₁

ビタミンB₁は全ての栄養素の中で、食欲に対する影響力が最も大きい。

ビタミンB₁の欠乏で、食欲減退、脚弱、更に欠乏が続くと、筋肉が麻痺し、多発性神経炎がおこる。

しかし、酵母、穀類とその副産物、大豆粕などに豊富に含まれているので、通常の条件下では十分量のビタミンB₁が飼料中に存在している。

・ビタミンB₂

ビタミンB₂は全ての動物の代謝作用に必要なものであるが、これを十分量含む原料はほとんどないため、飼料に添加しなければならない。

欠乏症状は、雛では成長低下と「指曲り」と呼ばれる特徴的な脚弱症がおこる。産卵鶏や種鶏では、産卵率の低下と孵化率の低下がおこる。

原料の中では、魚粉、酵母、油粕類に多く存在する。

・ニコチン酸

代謝と呼吸作用に関係する補酵素の成分であり、体内ではトリプトファンから合成される。

従って、ニコチン酸の要求量は、飼料中のトリプトファン含量とトリプトファンから合成される際に必要なビタミンB₆含量の影響を受ける。

ニコチン酸は、トウモロコシ以外の穀類とその副産物、魚粉などに広く分布しているが、穀類中のニコチン酸の大部分は利用不可能な形態で存在するため、飼料への添加が必要である。

雛はニコチン酸欠乏で、成長低下、口腔の炎症、皮膚炎、羽毛の発育不良、関節肥大などがおこるが、成熟した鶏では体内での合成能力が高まるために、欠乏症状は出現しない。

・パントテン酸

パントテン酸は、炭水化物、脂肪、アミノ酸の代謝に関係している補酵素の構成成分である。

通常の飼料には十分量のパントテン酸が含まれており、不足してることはないが、雛や種鶏では要求量が高いことや種々の因子によって要求量が高まるため、ほとんどの場合に飼料に添加される。パントテン酸が欠乏すると、雛では口の周囲に黒いかさぶたができたり、足底の皮膚炎、羽毛の損失がおこる。産卵鶏や種鶏では、産卵率や孵化率が低下する。

酵母、ふすま、アルファルファなどに多く含まれる。

・ビタミンB₆

ビタミンB₆は、蛋白質、アミノ酸の代謝に関与している。

筋肉、肝臓、緑草、穀類に多く含まれ、鶏用飼料に用いられるほとんど全ての飼料原料がビタミンB₆の供給源となるので、通常の飼料を給与していれば不足することはない。

雛の欠乏症は、食欲減退、成長遅延、脚の痙攣をおこし羽をバタつかせて走り回る特徴的な神経症状をおこす他、筋胃びらんをおこすこともある。産卵鶏や種鶏では、産卵率や孵化率が低下する。

・ビオチン

ビオチンは、脂肪合成に関与している。

酵母、糖蜜などに多く含まれるが、穀類や魚粉にはあまり含まれていない。通常の鶏用飼料には十分量含まれているが、酸化の進んだ飼料や小麦を主原料とした飼料などを給与した場合には、欠乏症が出現することがある。

雛のビオチン欠乏は、パントテン酸欠乏と類似した症状を示す他、脂肪肝症候群をおこす。成鶏では、産卵率は変化しないが、孵化率は低下する。従って、種鶏用飼料にはビオチンを添加することが多い。

・コリン

コリンは、メチル基の供給と脂肪の体内移動に関係している。

コリンの要求量は、飼料中のメチオニン、葉酸、ビタミンB₆やある種のホルモンの量と密接な関係がある。

コリンが欠乏すると、雛では成長低下、ペローシスとなる。成鶏では体内でかなり合成されるため、欠乏症状は出現しにくい。

原料中では、魚粉、酵母、大豆粕などに多く含まれる。

・葉酸

葉酸は栄養性貧血に関係しており、特に血球の熟成に関係がある。

トウモロコシや大豆粕などに十分量含まれており、通常の飼料では不足することは少ないが、サルファ剤の投与によって要求量が高まる。

葉酸が欠乏すると、貧血、成長低下、羽毛の発育不良や、ペローシスおよび着色羽毛鶏の羽毛の脱色がおこる。また、葉酸の欠乏で、胚の孵化率が著しく低下する。

・ビタミンB₁₂

ビタミンB₁₂は、抗貧血作用の他に、アミノ酸代謝、核酸代謝、蛋白質効率の向上に影響があり、雛の成長促進作用がある。

ビタミンB₁₂の要求量は、パントテン酸、コリン、メチオニン、葉酸の影響を受ける。

欠乏症状は、成長遅延、飼料効率の低下、孵化率の低下、卵重の減少などである。

ビタミンB₁₂は、他の水溶性ビタミンと異り、肝臓中に貯蔵されるため、欠乏症状が出現す

るまでに長時間を要する。

魚粉や肉骨粉などの動物性原料中に多く含まれる。

・ビタミンC

鶏の場合には、ビタミンCを体内で合成できるため、特に必要であるとされていないが、夏の暑い時期には甲状腺機能を促進したりして、卵殻質が悪くなるのを防止する効果があるとされているが、その効果は明確にされていない。

ホ、未知成長因子 (Unidentified Growth Factor)

未知成長因子とは、既知の栄養素を全て含んでいる飼料に、これを加えると発育が促進されるが、その構造などが明らかにされていない物質のことである。

未知成長因子は、次の様に分類されている。

魚因子—魚粉、フィッシュ・ソリュブル、牛乳副産物などに存在するもの。

醗酵ソリュブル因子—醗酵副産物、酵母などに存在するもの。

草汁因子—新鮮青草の汁、アルファルファなどに存在するもの。

○必須脂肪酸

脂溶性ビタミン以外の脂肪成分の中に鶏体内で合成されず、雛の成長や成鶏の産卵率、孵化率等に影響する成分が含まれており、これらを必須脂肪酸という。

必須脂肪酸の中、リノール酸については、NRC標準で鶏の要求率が示されている。

リノール酸は、トウモロコシなどの植物油の中に多く含まれている。

リノール酸の欠乏によって、成長遅延や呼吸器病にかかり易くなる。成鶏では、産卵率の低下、卵重の減少、受精率の低下、孵化率の低下などがおこる。

③栄養に関する諸因子

飼料それ自体の栄養価以外に、鶏の栄養に大きな影響を及ぼしている因子が存在する。これらの因子を検討することは、最も効率の良い飼料の給与に繋がる。

・鶏の遺伝による影響

鶏の品種、系統、銘柄によって、栄養素の要求量に差がある。産卵鶏の育成やブロイラーの栄養素の要求量には銘柄間の差が大きい。

・環境温度による影響

気温の変化によって、摂餌量に差が出る。すなわち、高温時には摂餌量が減少し、低温時にはエネルギー要求量を満足させるため摂餌量が増加する。

ブラジルでは、高温時に摂餌量が低下し、栄養素の摂取不足がおり易い。

・飼育管理による影響

飼育方法の影響、例えば平飼いとケージ飼いとの違い、単飼と複飼の違いによっても栄養要求に差が生じる。

・ストレスや疾病による影響

鶏に何らかのストレスが加わると、栄養素の吸収が阻害されるため、ストレスにさらされる飼育環境では飼料中の栄養素を高めなければならない。

また、特定の疾病や寄生虫にかかった場合には、特定の栄養素要求量が高まる他、特定の栄養素が欠乏すると疾病に対する抗体産生能力が低下する。

2. 飼料の消化と吸収

① 鶏の消化器の特徴と機能

鶏の消化器を図3に示したが、鶏の消化器官の構造は、哺乳動物と非常に異っている。

嘴、口腔、咽頭、食道、嗉のう、腺胃、筋胃、十二指腸、小腸、盲腸、直腸、総排泄腔の順で消化器が構成されている。

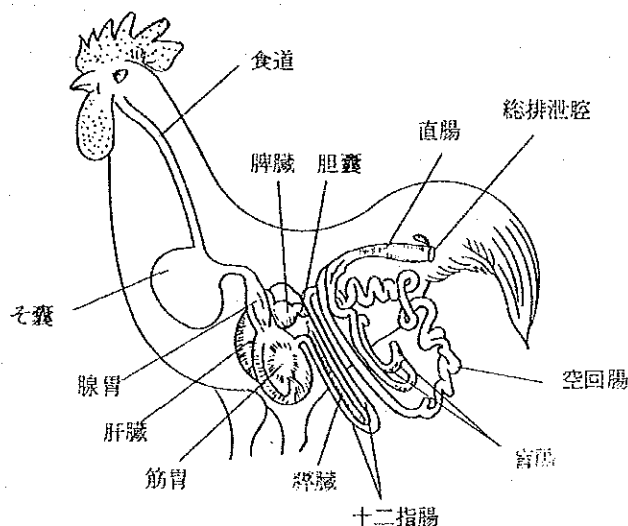


図3 鶏の消化器（藤岡）

摂取された飼料は、嗉のうに一時貯蔵され、少しずつ胃に送り出される。腺胃では胃液とよく混合され、筋胃で強力な圧縮運動により飼料が砕かれる。十二指腸で胆汁と膵液が分泌され、小腸で腸液が分泌されて消化分解され、かつ吸収される。盲腸では体内で不用になったものを排泄する作用があるものと考えられている。直腸では主として水分が吸収され、最後に残ったものが糞である。消化吸収された栄養素は、体内で利用された後、老廃物である尿となるが、糞は尿と同じ総排泄腔から排泄される。糞に見られる白色の付着物は、尿中に含まれる尿酸が空気に触れて凝固したものである。

歯の存在しない鶏の消化器官の最大の特徴は、筋胃の役割である。筋胃の働きは、飼料をすりつぶしたり、砕いたりすることであり、筋胃が非常に発達している。これらの働きを助けるために、グリットと呼ばれる小石を給与することがある。

②飼料の消化

胃腺から蛋白質分解酵素のペプシンが分泌され、同時に分泌される塩酸と共に、蛋白質の第一段階の消化が行なわれる。続いて、膵臓から分泌されるトリプシン、キモトリプシンの作用で強力な分解を受けてペプチドができ、ペプチダーゼによってアミノ酸まで分解される。

澱粉の消化は、小腸内で膵臓中のアミラーゼと腸液中のマルターゼによって、グルコースまで分解される。

脂肪は、胆汁酸の働きによって乳化した後、腸液中のリパーゼによって、脂肪酸とグリセロールに分解される。

③栄養素の代謝

消化吸収された栄養素は、血液、リンパ液によって体内の各部に運ばれ、一部は体組織や卵、肉となり、また一部は体温を保ち運動を行なうためのエネルギー源として消費される。そして、不要になったものは、尿中と呼吸中に排泄される。この一連の作用を代謝といい、代謝作用は酵素とホルモンの働きによって行なわれるが、それらにビタミンや無機物が関与している。

蛋白質、脂肪、炭水化物の代謝過程を図4に示した。

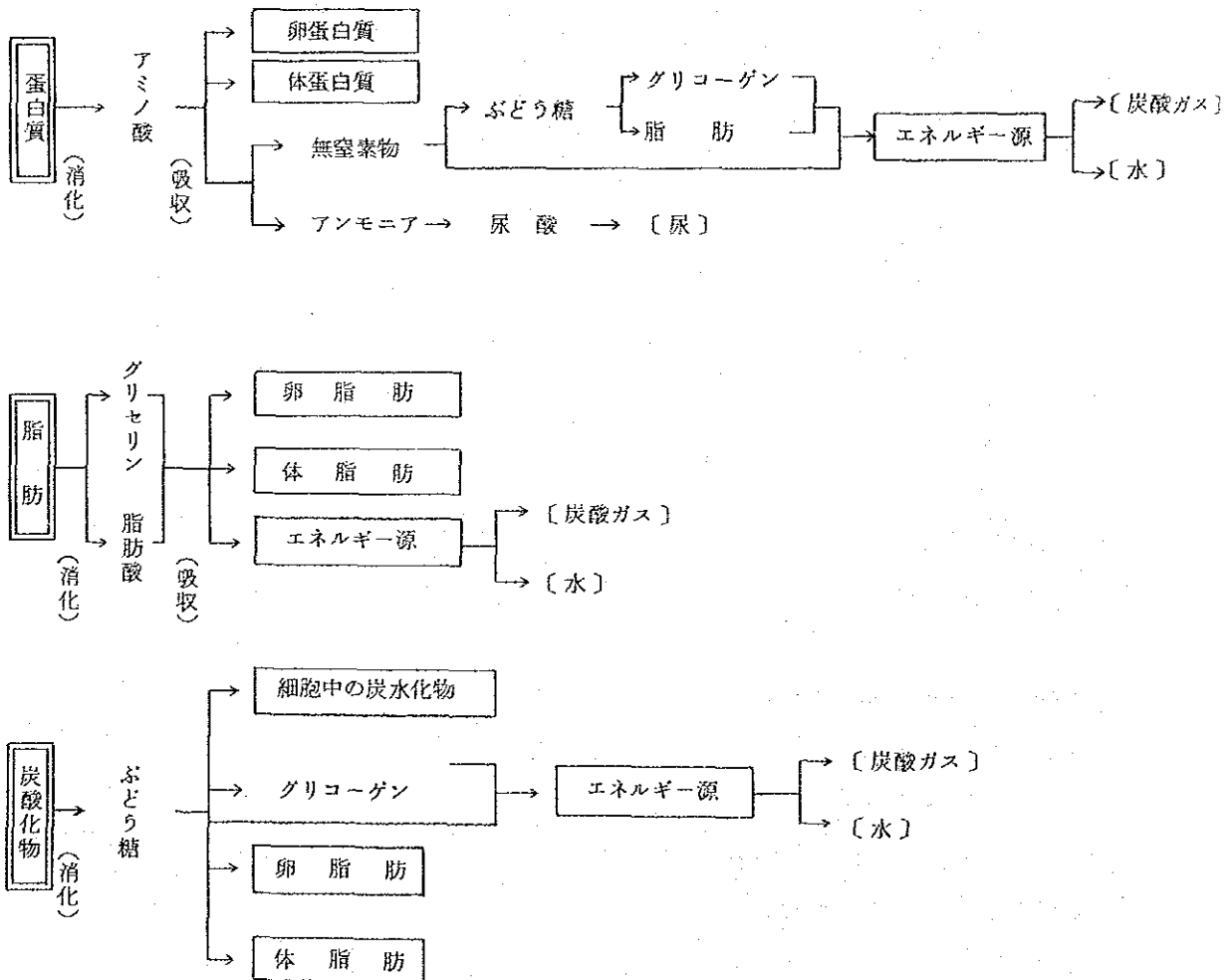


図4 代謝作用の過程