

Señora

Directora de la Dirección de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

E. S. D.

Re.:Expediente No. **NC2023/0011987**

Solicitud de Patente PCT entrada en Fase Nacional, para: **“ALIMENTO PARA GANADO”**

Solicitante: **SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

Yo, **MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al pie de mi firma, obrando en mi calidad de apoderada de la sociedad solicitante del asunto citado en la referencia, en atención a su oficio **No. 4498** notificado electrónicamente el 16 de marzo de 2026, atentamente me permito dar respuesta al mismo de la siguiente manera:

1. Modificación a la Descripción y a las Reivindicaciones

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 34 de la Decisión 486 y en vista de las observaciones realizadas por el Examinador, se presenta en esta oportunidad una nueva descripción y un nuevo pliego reivindicatorio conformado por tres (3) reivindicaciones.

En particular se ha corregido el error amablemente indicado por el Examinador en la tabla 1 de la descripción. Por lo tanto, ahora se presenta el valor con un solo símbolo de separador decimal, concordante con el resto del texto.

En cuanto al pliego reivindicatorio, no se incluye las anteriores reivindicaciones 1, 3, 5 y 7 a 12.

En la nueva reivindicación 1 (anterior reivindicación 2) se ha reemplazado el término “ganado” por “mamífero monogástrico”, conforme a lo mencionado en la descripción, por ejemplo, en el párrafo [0043].

Igualmente, se ha modificado el contenido de las reivindicaciones para presentar la materia de forma más clara y concisa, definiendo los componentes y proporciones del alimento, sin incluir términos que fueron objetados por el Examinador, tales como y/o. Para este propósito se ha incorporado el contenido de la anterior reivindicación 3 en la nueva reivindicación 1.

Por otra parte, el objeto relativo a la relación en peso entre el ácido abscísico, una sal del mismo o el ácido abscísico y una sal del mismo, y la glicina se ha incorporado a la nueva reivindicación 1. La modificación se basa en el objeto definido en la anterior reivindicación 5, y no se incluye el término «aproximadamente».

Considerando las anteriores modificaciones, las reivindicaciones restantes, así como sus dependencias han sido reenumeradas.

Se desea mencionar que ninguna de las modificaciones aquí realizadas amplía el alcance de la protección más allá de lo divulgado en la solicitud tal y como fue presentada originalmente. El solicitante no renuncia a ninguno de los elementos excluidos, sino que se reserva el derecho a reintroducir cualquiera de dichos elementos durante la tramitación posterior de la presente solicitud, o a solicitar la protección de cualquiera de dichos elementos en una o más solicitudes divisionales.

2. Pago por Nuevo Examen de Patentabilidad y por Modificación de Solicitud en Trámite

Teniendo en cuenta lo mencionado en el literal d), de la sección 1.2.2.5.1., del Título X de la Circular Única, así como las modificaciones introducidas a las reivindicaciones en esta oportunidad, se presenta junto con este escrito, copia del recibo de la tasa por un nuevo examen de patentabilidad.

Igualmente, se adjunta recibo por concepto de modificación de solicitud en trámite.

Se solicita atentamente tener en cuenta estos pagos y llevar a cabo un nuevo examen de patentabilidad.

3. Reivindicaciones relativas a un uso

Las anteriores reivindicaciones 8, 9, 10 a 12 no han sido incluidas en esta oportunidad, por lo que la objeción formulada a este respecto se ve superada.

4. Sobre la Claridad y Concisión de las Reivindicaciones

En vista de las modificaciones introducidas al pliego reivindicatorio, el Solicitante considera que las objeciones formuladas han sido superadas por las siguientes razones:

- La anterior reivindicación 1 no ha sido incluida y la anterior reivindicación 2 pasa a constituir la nueva reivindicación 1.
- Las características técnicas definidas en las anteriores reivindicaciones 3 y 5 han sido incorporadas a la nueva reivindicación 1, delimitando de manera más precisa el objeto reivindicado.
- No se incluyen los términos «y/o» y «aproximadamente» en las reivindicaciones.
- El término «ganado» ha sido restringido a «mamífero monogástrico». A juicio del Solicitante, una persona versada en la materia comprendería que los mamíferos monogástricos comparten características fisiológicas relevantes con las ratas utilizadas en los ejemplos experimentales de la presente solicitud, particularmente en relación con los procesos digestivos descritos en la memoria (véase, por ejemplo, el párrafo [0043]).

Con el fin de respaldar esta interpretación, se aporta como Documento de Referencia, una copia del artículo publicado en Animal Science Journal, 52(6): 459-466 (1981), junto con una traducción automática al español.

Tal como se resalta en la documentación aportada, dicho documento indica que los mecanismos digestivos de los animales monogástricos son sustancialmente similares y que existe una alta correlación entre los parámetros de digestibilidad observados en distintas especies monogástricas, incluyendo ratas y cerdos. Asimismo, el documento concluye que, pese a ciertas diferencias en valores absolutos, resulta posible estimar y extrapolar determinados parámetros de digestibilidad entre dichas especies.

Por lo tanto, el Documento de Referencia 1 refleja el conocimiento técnico general disponible para una persona versada en la materia y respalda que los resultados observados en ratas puedan considerarse representativos y extrapolables a mamíferos monogástricos en general, incluyendo las especies objeto de la presente invención.

En consecuencia, el Solicitante considera que la limitación introducida a «mamífero monogástrico» encuentra soporte suficiente en la descripción originalmente presentada y sería comprendida por una persona versada en la materia a la luz de los conocimientos técnicos generales existentes en la fecha de presentación de la solicitud.

Consecuentemente, se considera que las reivindicaciones cumplen con lo exigido por el Artículo 30 de la Decisión 486.

5. Sobre la Descripción

Al introducirse la corrección anteriormente mencionada para la descripción, conforme a la amable sugerencia del Examinador, se supera la objeción relativa al decimal de la tabla 1.

6. Sobre la Novedad

La reivindicación 1, tal y como está modificada actualmente, se refiere a «Un alimento para un mamífero monogástrico, que comprende ácido abscísico, una sal del mismo, o ácido abscísico y una sal del mismo; y glicina, en donde el alimento comprende ácido abscísico, una sal del mismo o ácido abscísico y una sal del mismo en una proporción de 0,01 a 100 ppm, y la relación en peso entre el ácido abscísico, una sal del mismo o el ácido abscísico y una sal del mismo y la glicina es de 1 : 30 a 400.000».

Es decir, la presente invención se caracteriza por un alimento para un mamífero monogástrico que comprende ácido abscísico (ABA), una sal del mismo, o ABA y una sal del mismo, y glicina (Gly), en donde la cantidad de ABA, una sal del mismo, o ABA y una sal del mismo se encuentra entre 0,01 y 100 ppm, y la relación en peso entre el ABA, una sal del mismo o el ABA y una sal del mismo y la glicina (Gly) está comprendida en un intervalo de 1:30 a 1:400.000, lo que permite aumentar eficazmente el peso de los mamíferos monogástricos con una pequeña cantidad del

alimento. Ninguno de los documentos citados divulga el objeto reivindicado en la presente solicitud, tal y como se explica a continuación:

6.1. Documento D1

Cantidad de Gly contenida en el suplemento dietético

D1 divulga que la cantidad de Gly contenida en 100 g de proteína neta en el suplemento dietético es de 4,11 g (véase la Tabla 3). Además, **D1** divulga que la cantidad de proteína contenida en el suplemento dietético es del 8,4 % (véase la Tabla 2). A partir de las descripciones, la cantidad de Gly en 100 g de suplemento dietético se calcula de la siguiente manera:

$$- 100 \times 0,084 \times (4,11/100) = \underline{0,345 \text{ g.}}$$

Cantidad de ABA contenida en el suplemento dietético

El documento **D1** indica que la cantidad de ABA contenida en el complemento alimenticio es de 0,05 mg/l. En este caso, se puede suponer que la densidad aparente del complemento alimenticio es 0,5 g/mL, teniendo en cuenta que el suplemento dietético está compuesto por una mezcla orgánica que contiene polisacáridos, monosacáridos, proteínas de suero y minerales. A partir de estos datos, la cantidad de ABA en 100 g de suplemento dietético se calcula de la siguiente manera:

$$- 100 \div 0,5 \text{ g/ml} = 200 \text{ ml} (= 0,2 \text{ L}) \times (0,05 \text{ mg/L}) = 0,01 \text{ mg.}$$

En resumen, en los 100 g del suplemento dietético descrito en **D1** se contienen 345 mg de Gly y 0,01 mg de ABA.

Cantidad de Gly y cantidad de ABA contenidas en el alimento

D1 revela que, en la prueba de alimentación de un cerdo, se suministra a este un alimento concentrado de 900 g/día + 4,5 L de suero (se sabe que el 9 % del suero está compuesto por componentes sólidos, como proteínas, incluida la albúmina) (véase el ejemplo 4). Es decir, el alimento sólido diario es:

$$- 900 \text{ g} + 4,5 \text{ kg} \times 0,09 = 1,3 \text{ kg}$$

A continuación, partiendo de que el suplemento alimenticio de 20 g/día está presente en aproximadamente 1,3 kg/día de alimento sólido, las cantidades de Gly y la cantidad de ABA por 1 kg de alimento se calculan de la siguiente manera:

- Gly: $(345 \text{ mg} \times (20/100))/1,3 \text{ kg} = 53 \text{ mg/kg}$ de alimento;
- ABA: $(0,01 \text{ mg} \times (20/100))/1,3 \text{ kg} = 0,00154 \text{ mg/kg}$ de alimento.

Comparación de la presente invención con la invención de D1

Como se ha mencionado anteriormente, la cantidad de ABA, una sal de la misma o una combinación de ABA y una sal de la misma contenida en el alimento de la presente invención es de 0,01 a 100 ppm; es decir, la cantidad de ABA, una sal de la misma o una combinación de ABA y una sal de la misma en 1 kg de alimento es de 0,01 a 100 mg/kg. Asimismo, según la presente invención, se ha descubierto que, para aumentar eficazmente el peso de los mamíferos monogástricos con una pequeña cantidad de alimento, el alimento que comprende ABA, una sal del mismo o una mezcla de ABA y una sal del mismo; y Gly, en el que la cantidad de ABA, una sal del mismo o ABA y una sal del mismo es de 0,01 a 100 ppm, y la relación en peso entre ABA (ácido abscísico), una sal del mismo o ABA y una sal del mismo y Gly (glicina) es de 1 : 30 a 400.000.

Por otra parte, como se ha mencionado anteriormente, el alimento descrito en **D1** contiene solo 0,00154 mg/kg, lo que corresponde a menos de -solo una séptima parte (1/7)- de la cantidad de ABA, una sal del mismo o ABA y una sal del mismo contenida en el alimento de la presente invención. La cantidad de ABA, una sal del mismo o ABA y una sal del mismo de la presente invención no puede considerarse implícitamente divulgada.

Por lo tanto, la invención reivindicada actualmente es claramente novedosa con respecto a **D1**. Las nuevas reivindicaciones 2 y 3 también son novedosas en consecuencia.

De esta manera, la presente solicitud cumple con lo establecido en el Artículo 16 de la Decisión 486.

7. Sobre el Nivel Inventivo

Como se ha expuesto anteriormente, la invención objeto de la presente solicitud se diferencia de **D1**, al menos, en que el alimento descrito en **D1** contiene únicamente 0,00154 mg/kg de ABA, lo que corresponde a menos de una séptima parte (1/7) de la cantidad de ABA, una sal de la misma o una combinación de ambas contenida en el alimento de la presente invención.

Además, **D1** se refiere a un complemento alimenticio derivado de algas marinas y, según **D1**, se ha descubierto que dicho complemento es útil para mejorar la eficacia del alimento; sin embargo, el ABA utilizado en **D1** es meramente un material auxiliar para la formulación en **D1**.

No obstante, tal y como se indica en el párrafo [0032] de la descripción, al mezclar la cantidad específica de ABA, una sal de la misma o ABA y una sal de la misma con Gly, la presente invención permite obtener efectos tales como el aumento de peso y la mayor eficiencia alimentaria.

El problema técnico objetivo subyacente a la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un alimento mejorado para mamíferos monogástricos.

Dicho problema técnico objetivo se ha resuelto efectivamente en la presente invención, tal y como se corrobora en los ejemplos 1 y 2 de la solicitud tal y como fue presentada.

Concretamente, de la descripción (en particular, de los ejemplos prácticos) se desprende que el alimento de la presente invención, el cual presenta las características específicas, puede ejercer efectos superiores a los de la invención descrita en el estado de la técnica, incluidos los documentos citados. Por ejemplo, como se muestra en todos los ejemplos prácticos de la presente solicitud, el efecto obtenido al suministrar ABA y Gly en combinación es superior a la suma de los efectos obtenidos al suministrar ABA o Gly por separado, respectivamente. Se sostiene respetuosamente que ni siquiera un experto en la materia podría predecir fácilmente que se puede ejercer un efecto notablemente ventajoso al contener ABA y Gly en los rangos de proporción particulares de los mismos en el alimento, basándose únicamente en las divulgaciones de **D1**.

Además, según **D1**, la Glicina es uno de los componentes presentes en la proteína derivada de las algas marinas; sin embargo, se sabe que los componentes derivados de las algas marinas incluyen muchos otros componentes. Por consiguiente, ni siquiera un experto en la materia podría concebir fácilmente la adopción de Gly a partir de estos numerosos componentes, y mucho menos establecer los rangos de proporciones específicos en relación con el ABA, una sal del mismo o el ABA y una sal del mismo, preparando así un alimento adecuado capaz de mejorar eficazmente el aumento de peso del ganado con una pequeña cantidad del alimento.

Por lo tanto, un experto en la materia no habría podido llegar a la invención reivindicada basándose únicamente en las enseñanzas de **D1**.

Esta deficiencia no puede subsanarse con el otro documento, por cuanto **D2** no divulga claramente que Gly esté contenido en un alimento, y mucho menos la proporción específica de ABA y Gly contenida en el alimento.

Por lo tanto, en el presente caso no existen razones concluyentes, basadas en pruebas tangibles, que hubieran —y no simplemente pudieran— llevado al experto en la materia a ajustar la cantidad de ABA, una sal de la misma, o de ABA y una sal de la misma, así como la proporción específica de ABA, una sal de la misma, o de ABA y una sal de la misma, y de Gly. Dada la ausencia de una motivación clara para modificar la cantidad de ABA, una sal de la misma o de ABA y una sal de la misma en la composición descrita en **D1** para obtener el alimento objeto de la presente reivindicación, un experto en la materia no habría podido llegar a la materia reivindicada basándose únicamente en las enseñanzas de **D1** y **D2**.

Por otra parte, la presente solicitud demuestra explícitamente la eficacia del alimento para ganado objeto de la presente reivindicación, que proporciona excelentes resultados en cuanto al aumento de peso y la eficiencia alimentaria del ganado. Este efecto ventajoso según la presente invención no es, en efecto, previsible a partir de **D1** y **D2**.

En vista de lo anterior, es evidente que el experto en la materia no habría llegado a la presente invención mediante una mera consideración del estado de la técnica. Por lo tanto, se solicita respetuosamente que se reconozca el nivel inventivo.

Consecuentemente, se considera que la presente solicitud cumple con el requisito de nivel inventivo establecido en el Artículo 18 de la Decisión 486.

8. Conclusión

Considerando las modificaciones introducidas en esta oportunidad y los argumentos que se presentan, es posible establecer que las reivindicaciones cumplen con los requerimientos de la Decisión 486.

9. Anexos

- Nueva descripción.
- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por tres (3) reivindicaciones.
- Animal Science Journal, 52(6): 459-466, 1981), junto con su traducción automática al español.
- Copia del recibo por concepto de un nuevo examen de patentabilidad.
- Copia del recibo por concepto de modificaciones a las reivindicaciones.

Señora Directora,



Margarita Castellanos Abondano

C.C. No. **39.779.654** de Bogotá

T.PÁGINAA. No. **70.819** del C.S.J.

Calle 117 No. 5A-35 - Bogotá, D.C.

Teléfono: 7560770

Bogotá, D.C.
MCA/jms
P5985

豚、鶏およびラットにおける同一飼料による 消化率の比較

古谷 修・高橋正也・亀岡暄一

農林水産省畜産試験場,
茨城県筑波農林研究団地 305

(1980. 12. 5 受付)

要 約 豚、鶏およびラットで、粗蛋白質 (CP) およびエネルギーの消化率を比較した。また、豚による実験で、可消化エネルギー (DE) と可消化養分総量 (TDN) の関係についても検討した。1) CP およびエネルギーの消化率については、CP で鶏がラットに比較して有意 ($P<0.05$) に高く、また、エネルギーでは鶏が豚およびラットよりも有意 ($P<0.05$) に低くなった。12 種類の同じ飼料での豚、鶏およびラットの CP 消化率の平均はそれぞれ、81.4, 84.7 および 82.6% となり、エネルギーの消化率はそれぞれ、88.4, 86.8 および 88.9% となった。2) 飼料の CP およびエネルギーの消化率について、動物間でつぎのような高い相関がみられた: 豚-鶏, 0.98 および 0.99; 豚-ラット, 0.99 および 0.97; 鶏-ラット, 0.99 および 0.99。3) ルーサンミールを多量にふくむ飼料の CP 消化率は豚において著しく低かった。4) 16 種の飼料を用いた豚による実験の成績から、DE (kcal/g 乾物) は可消化粗蛋白質 (DCP, %, 乾物中) および TDN-DCP (%, 乾物中) によって精度よく (重相関係数 0.98) 推定できることが判明した: $DE=0.0425 (TDN-DCP)+0.0597DCP-0.1255$ 。

日畜会報, 52 (6): 459-466, 1981

飼料の栄養価の判定は家畜ごとに行うのが普通で、日本標準飼料成分表¹⁾においても、単体飼料の栄養価は牛、豚および鶏について個々に示されている。ところで、反芻胃を有する牛やめん・山羊などの反芻家畜は一応別としても、単胃動物における消化機構はよく類似しており、消化率の動物間での関係が明らかになれば、飼料の栄養価を相互に推定することが可能になる。著者らは、豚および鶏の配合飼料の消化率が豚小腸液を用いる人工消化試験によりかなり正確に推定できることを明らかにしたが²⁻⁴⁾、このことは、豚と鶏の消化率に高い相関があることを示唆している。

家畜間での消化率を比較した報告は、ヤギ、豚および鶏について行った亀岡ら⁵⁾の例があるもののきわめて少ない。そこで本実験では、主要な飼料原料をふくむ 12 種の単体飼料を種々の割合で配合した 16 種類の飼料について、豚および鶏のほかに、実験動物として栄養試験に繁用されているラットを加えた 3 種の動物で消化試験を行い、飼料の消化率およびその栄養価 (可消化粗蛋白質, DCP, および可消化エネルギー, DE) の動物間での比較を試みた。また、豚については、可消化養分総量

(TDN) も算出し、DE との関係について考察した。

材料および方法

供試飼料

供試飼料の配合割合および一般化学組成を表 1 および表 2 に示した。飼料は A から P までの 16 種で、4 飼料を単位として 1 実験に供試し、実験 1 から実験 4 まで行った。

実験 1 (飼料 A-D) は、トウモロコシを主体に、大豆粕とルーサンミールを配合した。実験 2 (飼料 E-H) では、コーンスターチとカゼインを主体とした精製飼料に近いもので、繊維源としてビートパルプを加えた。実験 3 (飼料 I-L) は麦類を主体とし、粗蛋白質 (CP) 含量を高める目的でカゼインを 4% 配合した。また、実験 4 (飼料 M-P) は、マイロと魚粉を主体とし、CP 含量をコーンスターチで調整したもので、このほかにポテトパルプを含んでいた。以上のように、本実験においては、飼料原料として油脂が含まれていないことを除けば、多種多様なものが用いられ、また、各飼料の一般化学組成をみても、CP 含量は 9.1% から 22.0% まで、粗繊維含量

Table 1. Ingredients and composition of the experimental diets in experiment 1 (diets A-D) and experiment 2 (diets E-H) (g/100 g or kcal/g for gross energy)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Ingredient								
Ground corn	90	80	70	60	—	—	—	—
Soya-bean meal	—	15.4	5	25.4	—	—	—	—
Alfalfa meal	5.4	—	20.4	10	—	—	—	—
Cornstarch	—	—	—	—	83.4	66.4	74.4	67.4
Casein	—	—	—	—	10	25	15	20
Beet pulp	—	—	—	—	2	4	6	8
CaCO ₃					1.1			
CaHPO ₄					0.6			
KH ₂ PO ₄					1.3			
NaCl					0.5			
Vitamin mixture*					0.5			
Mineral mixture**					0.5			
Cr ₂ O ₃					0.1			
Composition (by analysis)								
Dry matter	86.8	86.8	86.9	87.1	85.9	86.2	86.3	86.2
Crude protein	9.3	14.3	14.4	20.1	9.1	22.0	13.3	17.7
Crude fat	4.0	3.5	3.6	3.1	0.0	0.0	0.1	0.1
Nitrogen-free extract	67.3	62.1	60.2	55.2	73.0	59.7	68.3	63.2
Crude fibre	1.7	2.0	3.0	2.8	0.4	0.7	1.1	1.6
Ash	4.5	4.9	5.7	5.9	3.4	3.8	3.5	3.6
Gross energy	3.81	3.79	3.79	3.82	3.57	3.78	3.64	3.72

*Providing (per kg diet): retinyl palmitate 10,000 I.U., calciferol 800 I.U., thiamin 4 mg, riboflavin 6 mg, nicotinic acid 40 mg, pyridoxine 4 mg, folic acid 2 mg, pantothenic acid 20 mg, cyanocobalamin 4 µg, ascorbic acid 140 mg, α-tocopherol 4 mg, choline 1,000 mg. **Providing (mg per kg diet): MgSO₄·7H₂O 4,740, CoCl₂·6H₂O 4, CuSO₄·H₂O 7, MnSO₄·H₂O 145, KI 0.5, ZnCO₃ 23, FeSO₄·H₂O 82, Na₂SeO₃ 0.3.

は0.4%から4.3%までとかなり広範囲にわたっていた。

消化試験の方法

消化試験の概要を表3に示した。豚、鶏およびラットとも総て同一の飼料を供試したが、鶏においては、糞を多量にふくむ飼料KおよびLを給与すると人工肛門で糞がつまり、採糞不能となる場合が多かったので、糞を配合した実験3(飼料 I—L)は試験成績から除外した。

供試動物は、豚(ランドレース×ハンブシャー)とラット(ウイスター系)では各実験において異なる4頭を供試したが、鶏の試験では4羽の産卵中の人工肛門装着鶏⁹⁾(白色レグホン、体重1.2~1.5 kg)を反復して供試した。

消化試験は各動物とも酸化クロムを指標物質とする方法⁹⁾によって行った。採取した糞は60℃で通風乾燥し、室内に数日間放置した後、粉碎して分析に供した。

測定法および統計処理

酸化クロムの定量は BRISSON の方法⁷⁾、熱量の測定はポンプ自動カロリメーター(島津製作所)により行い、試料の一般化学分析は AOAC 法⁸⁾に準拠した方法⁹⁾によって。動物間の消化率および栄養価の差の有意性は t-検定⁹⁾によって検定した。

結果および考察

動物間の消化率および栄養価の比較

粗蛋白質およびエネルギーの消化率における動物間の比較を図1~3に示した。

豚と鶏の消化率を比較すると(図1)、CPについては鶏の方がカゼイン含有飼料(E~H)を除き高く、とくに、ルーサンミールを含有した飼料C、AおよびDにおいて著しい差が認められた。エネルギーの消化率では両

動物による消化率の比較

Table 2. Ingredients and composition of the experimental diets in experiment 3 (diets I-L) and experiment 4 (diets M-P) (g/100 g or kcal/g for gross energy)

	I	J	K	L	M	N	O	P
Ingredient								
Barley meal	80	50	20	5	—	—	—	—
Wheat meal	6.7	30.7	54.7	63.7	—	—	—	—
Wheat bran	6	12	18	24	—	—	—	—
Casein	4	4	4	4	—	—	—	—
Milo	—	—	—	—	60	45	31.6	20
White-fish meal	—	—	—	—	24	16	15.8	28
Potato pulp	—	—	—	—	2	10	5.3	15
Cornstarch	—	—	—	—	12.4	27.4	45.7	35.4
CaCO ₃	1.1				—	—	—	—
CaHPO ₄	0.6				—	—	—	—
NaCl					0.5			
Vitamin mixture*					0.5			
Mineral mixture**					0.5			
Cr ₂ O ₃					0.1			
Composition (by analysis)								
Dry matter	87.4	87.4	87.3	87.4	86.6	86.0	86.0	86.1
Crude protein	13.6	13.9	14.1	15.4	20.3	15.0	13.3	19.9
Crude fat	1.6	1.7	1.7	1.8	3.5	2.3	1.9	2.2
Nitrogen-free extract	63.3	62.9	63.7	61.9	54.7	60.6	64.4	53.2
Crude fibre	4.3	4.3	3.6	3.7	1.2	1.8	1.1	1.8
Ash	4.6	4.6	4.2	4.6	6.9	6.3	5.3	9.0
Gross energy	3.85	3.89	3.89	3.86	3.90	3.77	3.73	3.67

*, ** See the footnotes given in Table 1.

Table 3. Outline of the digestion trial for pigs, hens and rats

	Pigs	Hens	Rats
Animals	20-30 kg body-weight	Fitted with artificial anus	180-250 g body-weight, male
Numbers of animals in each experiment	4	4	4
Experimental diets	Diets A-P	Diets A-H and K-P	Diets A-P
Feeding regimen	4% of body-weight/day	50 g/day	12 g/day
Experimental design	4×4 Latin square	(4 diets and 4 animals) in each	
Experimental period			experiment
Preliminary	5 days	5 days	5 days
Collection	2 days	3-5 days	3-5 days
Method of determination	Chromic oxide indicator method		

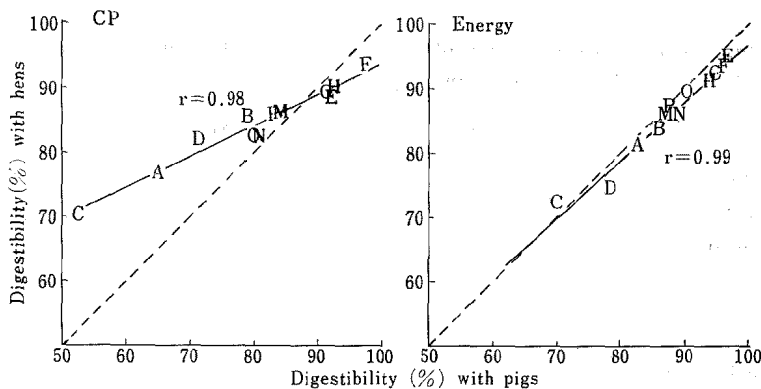


Fig. 1. Relationships between digestibilities by pigs and hens in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

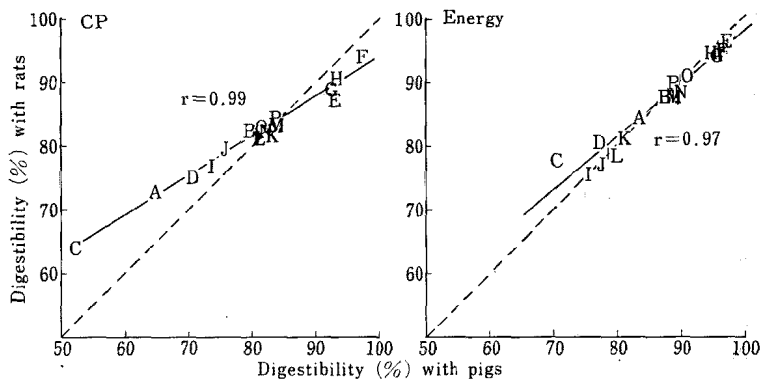


Fig. 2. Relationships between digestibilities by pigs and rats in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

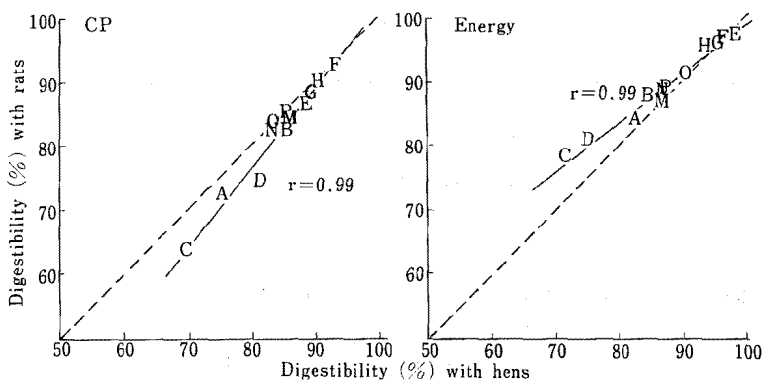


Fig. 3. Relationships between digestibilities by hens and rats in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

者でとくに著しく異なる飼料はなかった。

豚とラットでは(図2), CPについては, 豚と鶏でみられたと同様, ラットの消化率が飼料CおよびAでかなり

高くなった。エネルギーの消化率は飼料Cでややかけ離れた値を示したのを除けば, 極めて類似の値であった。

鶏とラットを比較すると(図3), CPにおいて飼料C

Table 4. Comparison of mean digestibilities of crude protein and energy in the experimental diets for pigs, hens and rats*

	Crude protein	Energy
Pigs	80.7±11.2 ^a (81.4±12.8 ^{ab})	85.9±8.2 ^a (88.4±8.0 ^a)
Hens	— (84.7±6.5 ^a)	— (86.8±7.5 ^b)
Rats	82.1±7.2 ^a (82.6±8.2 ^b)	86.2±7.0 ^a (88.9±5.9 ^a)

* Mean values with their standard deviations for 12 or 16 diets. Values in parentheses indicate the mean digestibilities for 12 diets excluding diets I, J, K and L. ^{a, b} Values in the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

およびDで鶏が高く、また、エネルギーの消化率では飼料CおよびDで逆にラットが高くなった。

各動物における消化率の平均値を表4に示した。CPでは、豚とラットで有意差は認められず、また、鶏のCP消化率の平均値は豚よりも3.3%高かったが、飼料E～Hでは豚よりも低かった(図1)ため、両者間に有意差は認められなかった。鶏とラットのCP消化率には有意差($P < 0.05$)は認められたが、その差は消化率として2.1%とわずかであった。エネルギーの消化率では、鶏が豚あるいはラットよりも有意に($P < 0.05$)低かったが、その差は1.6～2.1%と小さかった。

動物間の消化率の相関は、図1～3に示したように、CPおよびエネルギーのいずれにおいても、0.97～0.99ときわめて高かった。この結果は、亀岡ら⁹⁾による品種の異なる2種類の小麦、大麦およびトウモロコシにおける豚および鶏でのCPおよびエネルギーの消化率で、それぞれ0.95および0.99の相関がみられたのとよく一致している。さらに、亀岡らの同じ報告で、CPの消化率では鶏が、また、エネルギーでは豚の方が高い傾向を示したとしているが、この結果も、本実験での成績と類似している。

豚とラットについては、著者ら¹⁰⁾はかつて両者に同一飼料を給与してその消化率を比較したが、成ラットであれば、豚(体重30～45 kg)の値とよく一致することを明らかにした。LIKUSKI *et al.*¹¹⁾も、豚とラットで、CPとエネルギーの消化率はよく一致し、この結果は、ラットによる消化試験の成績が養豚用飼料の配合設計に精度よく使えることを示唆していると報告している。TROELSEN *et al.*¹²⁾は、豚の栄養の研究にマウスをパイロットアニマルとして用いることを目的に実験を行っているが、エネルギーの消化率は豚とマウスでそれぞれ平均68.4%と71.8%となり、マウスの方がやや高い消化率を示したものの、両動物での相関はきわめて高かったと報告している。

このように、従来の知見および本実験での成績に基づけば、動物間の消化率には絶対値としては若干の差はみられるものの、ある種の換算式を用いることにより相互の消化率の推定は可能であると考えられる。

本実験において、ルーサンミールを含有する飼料A、CおよびDでは、豚のCPの消化率が鶏に比較してかなり低くなり、ルーサンミールが最も多かった飼料Cでは、鶏のCP消化率が70.1%であったのに対し豚では53.3%となった。消化器の構造および機能から考えれば、ルーサンミールをふくんだ飼料の消化率がとくに豚において劣る理由はなく、このことは、エネルギーの消化率では豚と鶏で大差なかったことによっても裏づけられる。CPの消化率が豚で低くなった可能性の1つとしては、代謝性糞中窒素量が糞全体の窒素量に占める割合の違い、すなわち、豚においてはルーサンミールを飼料に配合したことによって内因性の窒素量が増加、あるいは大腸での微生物の活動が盛んとなった結果として微生物由来の糞中窒素含量が増加し、見かけ上CPの消化率が低くなったことが考えられる。このことに関連して、豚においては、飼料中の粗繊維含量を高めると主として微生物由来の代謝性糞中窒素が増加し、これがCPの見かけの消化率を低めることがよく知られている¹³⁻¹⁵⁾。もし、代謝性糞中窒素の増加によって豚と鶏におけるCP消化率の差が説明できるとすれば、粗繊維含量の多い麦類主体の飼料I～Lでも豚と鶏のCPの消化率に差があってもよいはずである。しかし、本実験では、鶏については人工肛門の糞づまりのためこれらの飼料における成績はえられなかった。既述の亀岡らの成績⁹⁾では、とくに粗繊維含量の多い大麦で、鶏のCP消化率は豚に比較して約11%高くなり、粗繊維含量の比較的少ない小麦やトウモロコシにおいては両家畜のCP消化率の差は0～3.5%と小さかった。以上のことから推察すれば、飼料中の粗繊維含量が高まると豚においては微生物由来の代謝性糞中窒素量が多くなり、このことが、豚と鶏のCP

Table 5. Comparison of digestible crude protein (DCP) and digestible energy (DE) for pigs, hens and rats and total digestible nutrients (TDN) for pigs in the experimental diets on a dry matter basis*

Diet	DCP (%)			DE (kcal/g)			TDN
	Pigs	Hens	Rats	Pigs	Hens	Rats	Pigs
A	7.0	8.2	7.8	3.67	3.63	3.71	86.4
B	13.2	14.2	13.7	3.79	3.72	3.82	87.9
C	8.9	11.7	10.7	3.10	3.14	3.39	74.9
D	16.3	18.8	17.3	3.41	3.28	3.54	79.1
E	9.8	9.4	9.3	4.03	4.00	4.00	94.2
F	24.8	23.9	23.9	4.26	4.17	4.21	93.6
G	14.2	13.9	13.6	4.05	3.94	3.99	93.1
H	19.1	18.7	18.6	4.13	3.98	4.07	92.8
I	11.6	—	12.0	3.33	—	3.36	75.6
J	12.0	—	12.6	3.47	—	3.46	77.5
K	13.4	—	13.4	3.59	—	3.58	80.6
L	14.4	—	14.5	3.52	—	3.46	79.7
M	19.8	20.3	19.8	3.96	3.92	3.93	86.9
N	14.5	14.6	14.4	3.92	3.80	3.86	87.5
O	12.7	13.0	13.0	3.93	3.91	3.95	89.0
P	19.4	20.0	19.7	3.75	3.74	3.80	83.5
Means	14.4 ^a	—	14.7 ^a	3.74 ^a	—	3.76 ^a	85.2
	(15.0 ^{ab})	(15.6 ^a)	(15.2 ^b)	(3.83 ^a)	(3.77 ^b)	(3.86 ^a)	

*Values in parentheses indicate the mean values for 12 diets excluding diets I, J, K and L. ^{a,b}Values in the same row of DCP or DE with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). The following relationships were obtained: $DCP_{pig} = 1.058 DCP_{hen} - 1.483$ (n 12, r 0.98, residual standard deviation (RSD) 1.16). $DCP_{pig} = 1.069 DCP_{rat} - 1.215$ (n 16, r 0.99, RSD 0.63). $DCP_{hen} = 0.992 DCP_{rat} + 0.531$ (n 12, r 1.00, RSD 0.46). $DE_{pig} = 1.059 DE_{hen} - 0.158$ (n 12, r 0.99, RSD 0.05). $DE_{pig} = 1.183 DE_{rat} - 0.702$ (n 16, r 0.97, RSD 0.08). $DE_{hen} = 1.304 DE_{rat} - 1.258$ (n 12, r 0.99, RSD 0.05).

消化率の差となって現れたと考えられる。鶏は、非反芻家畜の中では比較的大腸が発達している豚に比べて、大腸での微生物の作用は大きくない¹⁶⁾ため、粗繊維含量によって見かけの CP の消化率は大きな影響は受けないものと思われる。しかしながら、本実験のルーサンミール配合飼料でみられた豚と鶏における CP 消化率の差が総てこのルーサンミールの配合に基づく代謝性糞中窒素の増加で説明されるか否かは明らかではない。

表 5 に、各供試飼料について、各動物で測定した DCP および DE を示し、また、豚の場合には TDN も測定したので併せて示した。各動物での平均値を比較すると、DCP については鶏の値が豚およびラットよりやや高く、鶏とラットでは有意差 ($P < 0.05$) が認められた。DE では逆に鶏の方がわずかに低く、豚あるいはラットとの間に有意差 ($P < 0.05$) が認められた。表 5 には、各動物に

おける CP および DE の値から動物間での関係式を導いて示した。各式とも相関は高く、回帰からの標準偏差 (RSD) は DCP で 0.46~1.16%, また、DE で 0.05~0.08 kcal/g となり、動物間の栄養価は精度よく推定できる。

豚における TDN と DE の関係

わが国では豚のエネルギー要求量は TDN で示されているが¹⁷⁾、1967 年に NRC (米国国家研究会議) が DE を採用して以来、DE の測定が広く行われるようになった。DE は、直接的なエネルギーの表示単位であること、測定が迅速かつ簡便なことなどの理由で、将来広く普及する可能性があると考えられる。現在のところ、単体飼料を材料とした DE の研究は十分でなく、日本標準飼料成分表¹⁾では、牛、豚共通して TDN(%) に 0.0441 の換算係数を乗じて DE (Mcal/kg) を算出している。

この TDN と DE の関係については、わが国では高橋・森本の研究がある¹⁸⁾。この報告によれば、22 種類の単体飼料を 4 つのグループ、すなわち、穀類・いも類、魚粕類、油粕類およびぬか類に分類し、TDN と DE を豚で実測しその関係をみており、各々のグループ内では 0.98 程度の高い相関が認められたが、グループ間で TDN と DE の関係をみるとかなりの差があり、魚粕あるいは油粕のように CP 含量が高い飼料では DE が TDN よりも相対的に著しく高くなった。また、MORGAN *et al.*¹⁹⁾も 19 種の単体飼料における TDN と DE の関係について調べ、蛋白質飼料では DE の測定値が相対的に高くなるため、TDN と DE の相関は 0.92 と比較的低い値にとどまったことを報告している。

本実験において供試した 16 種の配合飼料の豚における TDN (%)、乾物中)と DE (kcal/g 乾物)の実測値(表 5)からつぎのような関係式がえられた。

$$DE = 0.0467TDN - 0.2324, r = 0.956 \dots\dots\dots(1)$$

この(1)式によって TDN から DE を推定した場合には、既述の知見^{18,19)}と同様に、CP 含量の低い飼料での DE は実測値よりも高く、逆に CP 含量の高い飼料の DE は実測値よりも低く推定される。例えば、CP 含量 9.3% の飼料 A の実測 DE は 3.67 (kcal/g) であったが、(1)式による推定値は 3.80 となり、また、CP 含量の最も高かった飼料 F では、4.26 の実測値に対し推定値は 4.14 となって 0.12 だけ低く推定された。これらの事実は、DE が単に消化されるエネルギーの総量であるのに対し、TDN では CP については可消化養分のうち尿成分としての損失などを考慮して炭水化物と同等、すなわち、実際の CP の可消化エネルギーよりも低く評価していることに起因している。MORGAN *et al.*¹⁹⁾の報告によれば、TDN と代謝エネルギー (ME) には 0.98~0.99 の高い相関がみられたが、ME が TDN と同様に尿中へのエネルギーの損失を差し引いているものであることから当然の結果であろう。

蛋白質の単位当りの可消化エネルギーが炭水化物よりも高いとすれば、DE の推定は、TDN から DCP を差引いた部分 (TDN-DCP) と DCP の 2 つの測定値に分けて行った方がより精度が高くなると考えられる。そこで、本実験での成績から、DE (kcal/g 乾物)を従属変数、TDN-DCP (%)、乾物中)と DCP (%)、乾物中)を独立変数として重回帰によってつぎの関係式を導いた。

$$DE = 0.0425 (TDN - DCP) + 0.0597 DCP - 0.1255, R = 0.983 \dots\dots\dots(2)$$

この式によれば、前述の飼料 A および F の DE の推定

値は、それぞれ、3.67 と 4.28 となり、実測のそれぞれ、3.67 と 4.26 とほぼ等しく、DE の推定の精度は(1)式によるよりもかなり高くなった。しかしながら、この DE の推定式は、16 種の配合飼料の成績から導いたものであるため、おのずと適用限界があると考えられる。すなわち、一般化学組成が著しく偏った単体飼料にまで(2)式を当てはめることには無理があり、また、油脂原料を配合した飼料を供試しなかったため、油脂をふくむ飼料についてもこの式が適用できるか否かは明らかでない。

この(2)式では、CP を除いた成分の可消化養分 (TDN-DCP) 1 g 当りの可消化エネルギーは 4.25 kcal、また、DCP 1 g は 5.97 kcal となった。このように可消化エネルギーがかなり異なる成分を TDN として 1 つにまとめ、換算係数により DE を推定する現行の方式には問題がないわけではなく、今後の検討が必要であろう。なお、本実験での 16 種の飼料における DE および TDN の平均値はそれぞれ、3.74 および 85.2 で、これから、DE/TDN は 0.0439 となり、現行の換算係数 0.0441 が飼料全体の平均的な数値として妥当なものであることが確かめられた。

終りに、本稿の校閲を賜った農林水産省畜産試験場栄養第 3 研究室長の窪田大作博士、鶏の消化試験でご援助をいただいた同栄養第 3 研究室の関係諸氏、試料の調製をお願いした臼井房子技官、豚の管理を担当された同動物第 3 管理室の各位に対して謝意を表します。

文 献

- 1) 農林水産技術会議、日本標準飼料成分表、中央畜産会。東京。1975。
- 2) FURUYA, S., K. SAKAMOTO and S. TAKAHASHI, *Br. J. Nutr.*, **41**: 511-520. 1979.
- 3) SAKAMOTO, K., T. ASANO, S. FURUYA and S. TAKAHASHI, *Br. J. Nutr.*, **43**: 389-391. 1980.
- 4) FURUYA, S., *JARQ*, **14**: 52-55. 1980.
- 5) 亀岡暉一・堀井 聡・高橋 正也・窪田 大作・針生 程吉・山崎 昌良・伊藤 稔・田野 良衛・岩崎和雄・安藤幹男、*畜試研報*, **31**: 81-88. 1976.
- 6) 森本 宏 (監修)、動物栄養試験法、192-298。養賢堂。東京。1971。
- 7) BRISSE, G. J., *Can. J. Agr. Sci.*, **36**: 210-212. 1956.
- 8) AOAC, *Official Methods of Analysis*, 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 1970.
- 9) 吉田 実、畜産を中心とする実験計画法、65-66。養賢堂。東京。1975。
- 10) 高橋正也・古谷 修、*畜試研報*, **14**: 63-67. 1967.

- 11) LIKUSKI, H. J. A., J. P. BOWLAND and R. T. BERG, Can. J. Anim. Sci., **41**: 89-101. 1961.
- 12) TROELSEN, J. E. and J. M. BELL, Can. J. Anim. Sci., **43**: 294-302. 1963.
- 13) LLOYD, L. E. and E. W. CRAMPTON, J. Anim. Sci., **14**: 693-699. 1955.
- 14) WHITING, F. and L. M. BEZEAU, Can. J. Anim. Sci., **37**: 95-105. 1957.
- 15) FARRELL, D. J. and K. A. JOHNSON, Anim. Prod., **14**: 209-217. 1972.
- 16) 中村亮八郎, 新飼料学(上), 76-78. チクサン出版社. 東京. 1977.
- 17) 農林水産技術会議, 日本飼養標準(豚), 中央畜産会. 東京. 1975.
- 18) 高橋正也・森本 宏, 畜試研報, **20**: 75-78. 1969.
- 19) MORGAN, D. J., D. J. A. COLE and D. LEWIS, J. Agr. Sci., **84**: 7-17. 1975.

A Comparative Study of the Digestibility by Pigs, Chickens and Rats Using Identical Rations

Shu FURUYA, Seiya TAKAHASHI and Kenichi KAMEOKA

National Institute of Animal Industry, Tsukuba
Norindanchi P. O. Box 5, Ibaraki 305

Digestibility of crude protein (CP) and energy in various rations was compared for growing pigs weighing 20-30 kg, chickens fitted with artificial anus weighing 1.2-1.5 kg and rats weighing 180-250 g. Also, the relationship between digestible energy (DE) and total digestible nutrients (TDN) was examined in the pig experiment. 1) The relative response in digestibility of the three species was indicated by the following correlation coefficients for CP and energy; pigs-chickens 0.98 and 0.99, pigs-rats 0.99 and 0.97 and chickens-rats 0.99 and 0.99, respectively. 2) The digestibility of CP by chickens was significantly ($P < 0.05$) higher than that by rats and the digestibility of energy by chickens was significantly ($P < 0.05$) lower than that by pigs and rats. The mean digestibility for 12 rations by pigs, chickens and rats was 81.4, 84.7 and 82.6% in CP, respectively and 88.4, 86.8 and 88.9% in energy, respectively. 3) The CP digestibility of rations containing high levels of lucern meal was considerably reduced in pigs. 4) The result of pig experiment using 16 rations indicated that DE (kcal/g DM) was closely related to digestible crude protein (DCP, % DM) and TDN-DCP (% DM) with a multiple correlation coefficient of 0.98: $DE = 0.0425 (TDN - DCP) + 0.0597 DCP - 0.1255$

Jpn. J. Zootech. Sci., **52** (6): 459-466, 1981

Estudio comparativo de la digestibilidad en cerdos, pollos y ratas utilizando raciones idénticas

Shu FURUYA, Seiya TAKAHASHI y Kenichi KAMEOKA

Instituto Nacional de Industria Animal, Tsukuba Norindanchi, Apartado de correos 5, Ibaraki 305

(Recibido el 5 de diciembre de 1980)

Resumen

Se comparó la digestibilidad de la proteína bruta (PB) y la energía en cerdos, pollos y ratas. Además, se examinó la relación entre la energía digestible (DE) y los nutrientes digestibles totales (TDN) en el experimento con cerdos. 1) En cuanto a la digestibilidad de la PC y la energía, la digestibilidad de la PC fue significativamente ($P < 0,05$) mayor en los pollos que en las ratas, y la digestibilidad de la energía fue significativamente ($P < 0,05$) menor en los pollos que en los cerdos y las ratas. Las digestibilidades medias de la PC de 12 dietas idénticas para cerdos, pollos y ratas fueron del 81,4 %, 84,7 % y 82,6 %, respectivamente, y las digestibilidades medias de la energía fueron del 88,4 %, 86,8 % y 88,9 %, respectivamente. 2) Se observaron altas correlaciones entre los animales en cuanto a las digestibilidades de la proteína bruta y la energía en las dietas, como se indica a continuación: cerdos-pollos, 0,98 y 0,99; cerdos-ratas, 0,99 y 0,97; pollos-ratas, 0,99 y 0,99. 3) La digestibilidad de la proteína bruta (PB) de las dietas que contenían una gran cantidad de harina de alfalfa fue notablemente baja en los cerdos. 4) A partir de los resultados del experimento con cerdos en el que se utilizaron 16 dietas, se observó que la energía digestible (kcal/g de materia seca) podía estimarse con precisión (coeficiente de correlación múltiple de 0,98) a partir de la proteína bruta digestible (PBD, %, en materia seca) y el TDN-PBD (%, en materia seca): $DE = 0,0425 (TDN - DCP) + 0,0597 DCP - 0,1255$.

Jpn. J. Zootech. Sci., 52 (6): 459-466, 1981

El valor nutritivo de los piensos se evalúa habitualmente para cada especie ganadera, y en las Tablas Estándar de Composición de Piensos de Japón ¹⁾, los valores nutritivos de los piensos individuales se muestran por separado para el ganado vacuno, porcino y avícola. Sin embargo, excluyendo a los rumiantes como el ganado vacuno, ovino y caprino, que poseen rumen, los mecanismos digestivos en los animales monogástricos son bastante similares. Si se aclara la relación entre las digestibilidades de los distintos animales, será posible estimar de forma recíproca el valor nutritivo de los piensos. Los autores han

aclarado que la digestibilidad de las raciones formuladas para cerdos y pollos puede estimarse con bastante precisión mediante una prueba de digestión artificial que utiliza líquido intestinal de cerdo ²⁻⁴⁾, lo que sugiere que existe una alta correlación entre las digestibilidades en cerdos y pollos.

Existen muy pocos informes que comparen la digestibilidad entre especies ganaderas, salvo un estudio de Kameoka et al. ⁵⁾ realizado con cabras, cerdos y pollos. Por lo tanto, en este experimento, se llevaron a cabo ensayos de digestión utilizando tres especies animales: cerdos, pollos y ratas, que se utilizan con frecuencia como animales de laboratorio en estudios nutricionales. Se prepararon dieciséis raciones mezclando 12 tipos de ingredientes alimenticios individuales en diversas proporciones, y se compararon entre los animales la digestibilidad de las raciones y sus valores nutritivos (proteína bruta digestible, PBD, y energía digestible, ED). Además, en el caso de los cerdos, también se calculó el total de nutrientes digestibles (TND) y se analizó la relación con la ED.

Materiales y métodos

Dietas experimentales

Las proporciones de mezcla y las composiciones químicas generales de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 1 y la Tabla 2. Hubo 16 dietas, de la A a la P, y el experimento se llevó a cabo desde el Experimento 1 hasta el Experimento 4, utilizando 4 dietas como unidad.

El Experimento 1 (dietas A-D) se compuso principalmente de maíz, mezclado con harina de soja y harina de alfalfa. El Experimento 2 (dietas E-H) se asemejó a una dieta purificada compuesta principalmente por almidón de maíz y caseína, con pulpa de remolacha añadida como fuente de fibra. El Experimento 3 (dietas I-L) se compuso principalmente de cebada, con un 4 % de caseína añadida para aumentar el contenido de proteína bruta (PB). El Experimento 4 (dietas M-P) se compuso principalmente de mijo y harina de pescado, y el contenido de PB se ajustó con almidón de maíz; también contenía pulpa de patata. Como se ha descrito anteriormente, en este experimento se utilizó una amplia variedad de ingredientes alimenticios, salvo que no se incluyeron grasas ni aceites. Al observar la composición química general de cada dieta, el contenido de PC osciló ampliamente entre el 9,1 % y el 22,0 %, y el contenido de fibra bruta entre el 0,4 % y el 4,3 %.

Table 1. Ingredients and composition of the experimental diets in experiment 1 (diets A-D) and experiment 2 (diets E-H) (g/100 g or kcal/g for gross energy)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Ingredient								
Ground corn	90	80	70	60	—	—	—	—
Soya-bean meal	—	15.4	5	25.4	—	—	—	—
Alfalfa meal	5.4	—	20.4	10	—	—	—	—
Cornstarch	—	—	—	—	83.4	66.4	74.4	67.4
Casein	—	—	—	—	10	25	15	20
Beet pulp	—	—	—	—	2	4	6	8
CaCO ₃					1.1			
CaHPO ₄					0.6			
KH ₂ PO ₄					1.3			
NaCl					0.5			
Vitamin mixture*					0.5			
Mineral mixture**					0.5			
Cr ₂ O ₃					0.1			
Composition (by analysis)								
Dry matter	86.8	86.8	86.9	87.1	85.9	86.2	86.3	86.2
Crude protein	9.3	14.3	14.4	20.1	9.1	22.0	13.3	17.7
Crude fat	4.0	3.5	3.6	3.1	0.0	0.0	0.1	0.1
Nitrogen-free extract	67.3	62.1	60.2	55.2	73.0	59.7	68.3	63.2
Crude fibre	1.7	2.0	3.0	2.8	0.4	0.7	1.1	1.6
Ash	4.5	4.9	5.7	5.9	3.4	3.8	3.5	3.6
Gross energy	3.81	3.79	3.79	3.82	3.57	3.78	3.64	3.72

* Providing (per kg diet): retinyl palmitate 10,000 I.U., calciferol 800 I.U., thiamin 4 mg, riboflavin 6 mg, nicotinic acid 40 mg, pyridoxine 4 mg, folic acid 2 mg, pantothenic acid 20 mg, cyanocobalamin 4 µg, ascorbic acid 140 mg, α-tocopherol 4 mg, choline 1,000 mg. ** Providing (mg per kg diet): MgSO₄·7H₂O 4,740, CoCl₂·6H₂O 4, CuSO₄·H₂O 7, MnSO₄·H₂O 145, KI 0.5, ZnCO₃ 23, FeSO₄·H₂O 82, Na₂SeO₃ 0.3.

Table 2. Ingredients and composition of the experimental diets in experiment 3 (diets I-L) and experiment 4 (diets M-P) (g/100 g or kcal/g for gross energy)

	I	J	K	L	M	N	O	P
Ingredient								
Barley meal	80	50	20	5	—	—	—	—
Wheat meal	6.7	30.7	54.7	63.7	—	—	—	—
Wheat bran	6	12	18	24	—	—	—	—
Casein	4	4	4	4	—	—	—	—
Milo	—	—	—	—	60	45	31.6	20
White-fish meal	—	—	—	—	24	16	15.8	28
Potato pulp	—	—	—	—	2	10	5.3	15
Cornstarch	—	—	—	—	12.4	27.4	45.7	35.4
CaCO ₃	1.1				—	—	—	—
CaHPO ₄	0.6				—	—	—	—
NaCl					0.5			
Vitamin mixture*					0.5			
Mineral mixture**					0.5			
Cr ₂ O ₃					0.1			
Composition (by analysis)								
Dry matter	87.4	87.4	87.3	87.4	86.6	86.0	86.0	86.1
Crude protein	13.6	13.9	14.1	15.4	20.3	15.0	13.3	19.9
Crude fat	1.6	1.7	1.7	1.8	3.5	2.3	1.9	2.2
Nitrogen-free extract	63.3	62.9	63.7	61.9	54.7	60.6	64.4	53.2
Crude fibre	4.3	4.3	3.6	3.7	1.2	1.8	1.1	1.8
Ash	4.6	4.6	4.2	4.6	6.9	6.3	5.3	9.0
Gross energy	3.85	3.89	3.89	3.86	3.90	3.77	3.73	3.67

*, ** See the footnotes given in Table 1.

Método del ensayo de digestión

El esquema del ensayo de digestión se muestra en la Tabla 3. Se administraron las mismas dietas a cerdos, pollos y ratas. Sin embargo, en el caso de los pollos, cuando se administraron las dietas K y L, que contenían una gran cantidad de salvado, las heces obstruyeron el ano artificial, lo que provocó que en muchos casos fuera imposible recoger las heces. Por lo tanto, el Experimento 3 (Dietas I-L), que contenía salvado, se excluyó de los resultados de la prueba.

Los animales de experimentación fueron 4 cerdos (Landrace x Hampshire) y 4 ratas (cepa Wistar) para cada experimento, y se utilizaron repetidamente en los experimentos con pollos 4 gallinas ponedoras provistas de un ano artificial 6) (White Leghorn, peso corporal de 1,2-1,5 kg).

Los ensayos de digestión se llevaron a cabo mediante el método indicador con

óxido crómico para todos los animales ⁶⁾ . Las heces recogidas se secaron al aire a 60 ° C, se dejaron en la sala durante varios días y, a continuación, se molieron para su análisis.

Table 3. Outline of the digestion trial for pigs, hens and rats

	Pigs	Hens	Rats
Animals	20-30 kg body-weight	Fitted with artificial anus	180-250 g body-weight, male
Numbers of animals in each experiment	4	4	4
Experimental diets	Diets A-P	Diets A-H and K-P	Diets A-P
Feeding regimen	4% of body-weight/day	50 g/day	12 g/day
Experimental design	4 × 4 Latin square (4 diets and 4 animals) in each		
Experimental period	experiment		
Preliminary	5 days	5 days	5 days
Collection	2 days	3-5 days	3-5 days
Method of determination	Chromic oxide indicator method		

Métodos de medición y análisis estadístico

La determinación del óxido crómico se realizó mediante el método de Brisson ⁷⁾ , la medición de la energía bruta se llevó a cabo con un calorímetro automático de bomba (Shimadzu Corporation) y el análisis químico general de las muestras se realizó mediante el método ⁶⁾ basado en el método AOAC ⁸⁾ . El significado de las diferencias en la digestibilidad y los valores nutritivos entre los animales se comprobó mediante la prueba t ⁹⁾ .

Resultados y discusión

Comparación de la digestibilidad y los valores nutritivos entre los animales

Las comparaciones de la digestibilidad de la proteína bruta y la energía entre los animales se muestran en las figuras 1 a 3.

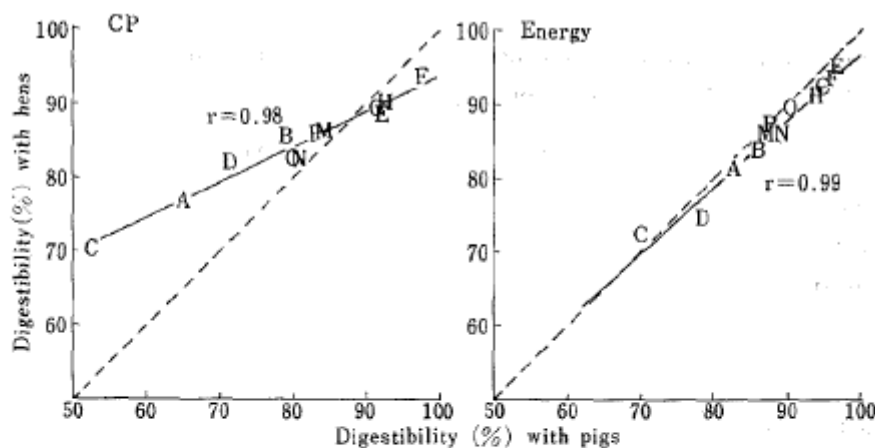


Fig. 1. Relationships between digestibilities by pigs and hens in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

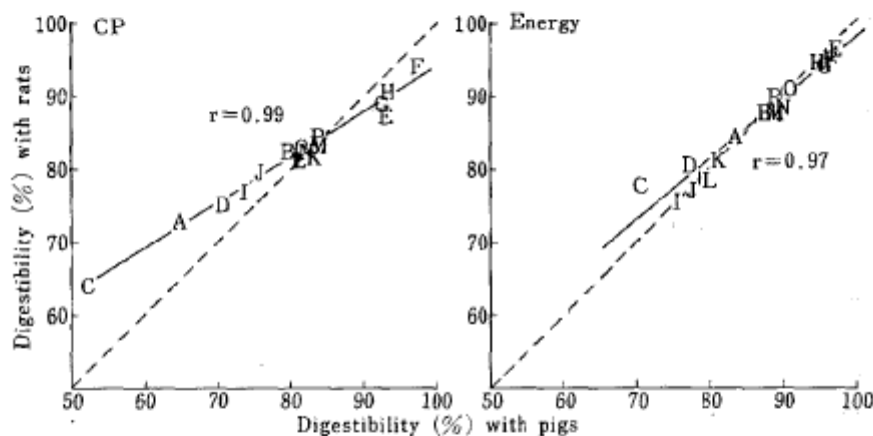


Fig. 2. Relationships between digestibilities by pigs and rats in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

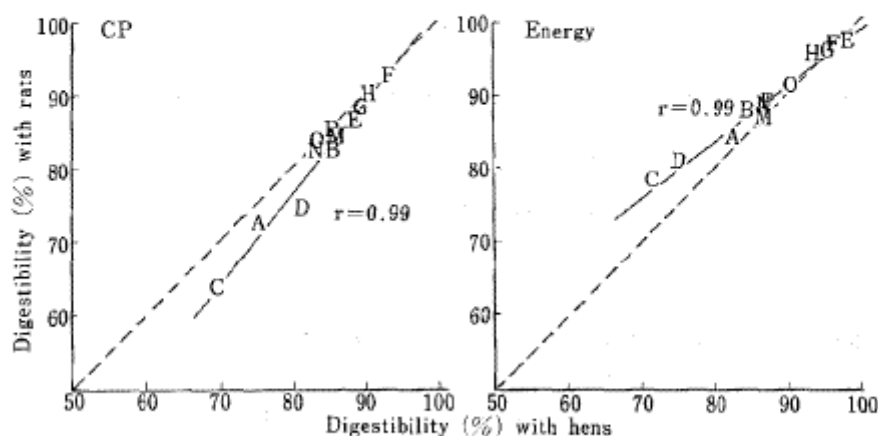


Fig. 3. Relationships between digestibilities by hens and rats in crude protein (CP) and energy. Mean values for four animals. The broken lines indicate an equation of $y=x$.

Al comparar la digestibilidad entre cerdos y pollos (Fig. 1), la digestibilidad de la proteína bruta fue mayor en los pollos, excepto en las dietas que contenían caseína (E-H), y se observó una diferencia notable, en particular, en las dietas C, A y D que contenían harina de alfalfa. En cuanto a la digestibilidad de la energía, no hubo diferencias notables entre las dietas de ambos grupos.

Entre cerdos y ratas (fig. 2), al igual que entre cerdos y pollos, la digestibilidad de la PC de las ratas fue considerablemente mayor en las dietas C y A. La digestibilidad energética mostró valores extremadamente similares, salvo en la dieta C, que presentó un valor ligeramente diferente.

Al comparar pollos y ratas (Fig. 3), la proteína bruta fue mayor en los pollos para las dietas C y D, y, por el contrario, la digestibilidad energética fue mayor en las ratas para las dietas C y D.

La tabla 4 muestra los valores medios de digestibilidad en cada animal. En cuanto a la proteína bruta (PB), no se observaron diferencias significativas entre cerdos y ratas, y el valor medio de digestibilidad de la PB en los pollos fue un 3,3 % superior al de los cerdos, pero fue inferior al de los cerdos en las dietas E-H (fig. 1), por lo que no se observaron diferencias significativas entre ambos. Se observó una diferencia significativa ($P < 0,05$) en la digestibilidad de la PC entre pollos y ratas, pero la diferencia fue solo del 2,1 % en cuanto a digestibilidad. En cuanto a la digestibilidad de la energía, los pollos obtuvieron valores significativamente ($P < 0,05$) más bajos que los cerdos o las ratas, pero la diferencia fue pequeña, del 1,6 al 2,1 %.

Table 4. Comparison of mean digestibilities of crude protein and energy in the experimental diets for pigs, hens and rats*

	Crude protein	Energy
Pigs	80.7 ± 11.2 ^a (81.4 ± 12.8 ^{ab})	85.9 ± 8.2 ^a (88.4 ± 8.0 ^a)
Hens	— (84.7 ± 6.5 ^a)	— (86.8 ± 7.5 ^b)
Rats	82.1 ± 7.2 ^a (82.6 ± 8.2 ^b)	86.2 ± 7.0 ^a (88.9 ± 5.9 ^a)

* Mean values with their standard deviations for 12 or 16 diets. Values in parentheses indicate the mean digestibilities for 12 diets excluding diets I, J, K and L. ^{a, b} Values in the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Las correlaciones de las digestibilidades entre los animales fueron extremadamente altas, de 0,97 a 0,99 tanto para la PC como para la energía, como se muestra en las Figuras 1-3. Este resultado concuerda bien con el informe de Kameoka et al. ⁽⁵⁾, que muestra correlaciones de 0,95 y 0,99 para las digestibilidades de la PC y la energía en cerdos y pollos

para dos variedades de trigo, cebada y maíz. Además, en el mismo informe de Kameoka et al., los pollos tendían a mostrar una mayor digestibilidad de la proteína bruta y los cerdos tendían a mostrar una mayor digestibilidad de la energía, y este resultado es similar a los resultados del presente experimento.

En cuanto a cerdos y ratas, los autores ¹⁰⁾ alimentaron previamente a ambos con las mismas dietas y compararon sus digestibilidades, revelando que, si se utilizan ratas adultas, los valores concuerdan bien con los de los cerdos (peso corporal de 30 a 45 kg). Likuski et al. ¹¹⁾ también informaron de que las digestibilidades de la proteína bruta (PB) y la energía de coincidían bien entre cerdos y ratas, lo que sugiere que los resultados de los ensayos de digestión con ratas pueden utilizarse con gran precisión para diseñar dietas porcinas. Troelsen et al. ¹²⁾ llevaron a cabo experimentos con el objetivo de utilizar ratas como animales piloto para la investigación sobre nutrición porcina, y señalaron que, aunque las digestibilidades energéticas eran del 68,4 % y del 71,8 % de media para cerdos y ratas, respectivamente —lo que muestra una digestibilidad ligeramente superior en las ratas—, la correlación entre ambos animales era extremadamente alta.

Como se ha descrito anteriormente, basándose en los conocimientos previos y en los resultados de este experimento, aunque existen ligeras diferencias en los valores absolutos de digestibilidad entre los animales, se considera posible estimar mutuamente las digestibilidades utilizando ciertas fórmulas de conversión.

En este experimento, las digestibilidades de la proteína bruta (PB) de las dietas A, C y D, que contenían harina de alfalfa, fueron considerablemente más bajas en los cerdos que en los pollos, y en el caso de la dieta C, que contenía la mayor cantidad de harina de alfalfa, la digestibilidad de la PB fue del 70,1 % en los pollos, mientras que en los cerdos fue del 53,3 %. Teniendo en cuenta la estructura y la función de los órganos digestivos, no hay razón para que la digestibilidad de las dietas que contienen harina de alfalfa sea particularmente inferior en los cerdos, y esto se ve respaldado por el hecho de que no hubo diferencias significativas en la digestibilidad energética entre cerdos y pollos. Una posible razón de la menor digestibilidad de la proteína bruta en los cerdos es la diferencia en la proporción de nitrógeno fecal metabólico respecto al nitrógeno fecal total. Es decir, en los cerdos, la inclusión de harina de alfalfa en la dieta aumenta el nitrógeno endógeno, o bien la actividad microbiana en el intestino grueso se activa, lo que da lugar a un aumento del nitrógeno fecal de origen microbiano, lo que se cree que reduce la digestibilidad aparente de la proteína bruta. En relación con esto, es bien sabido que en los cerdos, el aumento del contenido de fibra bruta en la dieta incrementa principalmente el nitrógeno fecal metabólico derivado de los microbios, lo que reduce la digestibilidad aparente de la PC ¹³⁻¹⁵⁾. Si la diferencia en la digestibilidad de la PC entre cerdos y pollos puede explicarse por el aumento

del nitrógeno fecal metabólico, debería existir una diferencia en la digestibilidad de la PC entre cerdos y pollos incluso en las dietas I-L, que se componen principalmente de cebada y tienen un alto contenido en fibra bruta. Sin embargo, en este experimento, no se pudieron obtener resultados para estas dietas en pollos debido a la obstrucción del ano artificial. En los resultados mencionados anteriormente de Kameoka et al. ⁵⁾, la digestibilidad de la PC de los pollos fue aproximadamente un 11 % superior a la de los cerdos, especialmente en la cebada con alto contenido en fibra bruta, mientras que la diferencia en la digestibilidad de la PC entre las dos especies ganaderas fue tan pequeña como del 0-3,5 % en el trigo y el maíz con un contenido relativamente bajo en fibra bruta. A partir de lo anterior, se considera que, a medida que aumenta el contenido de fibra bruta en la dieta, la cantidad de nitrógeno fecal metabólico derivado de los microbios aumenta en los cerdos, y esto se manifiesta como una diferencia en la digestibilidad de la PC entre cerdos y pollos. Dado que los pollos tienen un intestino grueso relativamente menos desarrollado en comparación con los cerdos, y la acción de los microbios en el intestino grueso no es significativa ¹⁶⁾, parece que la digestibilidad aparente de la proteína bruta no se ve afectada de manera significativa por el contenido de fibra bruta. Sin embargo, no está claro si la diferencia en la digestibilidad de la proteína bruta entre cerdos y pollos observada en las dietas formuladas con harina de alfalfa en este experimento puede explicarse enteramente por el aumento del nitrógeno fecal metabólico debido a la inclusión de harina de alfalfa.

La tabla 5 muestra la PCD y la ED medidas en cada animal para cada dieta experimental, y en el caso de los cerdos, también se midió y se muestra el TDN. Al comparar los valores medios de cada animal, el valor de la DCP fue ligeramente superior en los pollos que en los cerdos y las ratas, y se observó una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los pollos y las ratas. En cuanto a la DE, por el contrario, fue ligeramente inferior en los pollos, y se observó una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los pollos y los cerdos o las ratas. La Tabla 5 muestra también las expresiones relacionales entre los animales derivadas de los valores de DCP y DE en cada animal. Las correlaciones son elevadas para todas las ecuaciones, y las desviaciones estándar residuales (RSD) de la regresión son de 0,46-1,16 % para el DCP y de 0,05-0,08 kcal/g para el DE, lo que indica que los valores nutritivos entre los animales pueden estimarse con gran precisión.

Table 5. Comparison of digestible crude protein (DCP) and digestible energy (DE) for pigs, hens and rats and total digestible nutrients (TDN) for pigs in the experimental diets on a dry matter basis*

Diet	DCP (%)			DE (kcal/g)			TDN
	Pigs	Hens	Rats	Pigs	Hens	Rats	Pigs
A	7.0	8.2	7.8	3.67	3.63	3.71	86.4
B	13.2	14.2	13.7	3.79	3.72	3.82	87.9
C	8.9	11.7	10.7	3.10	3.14	3.39	74.9
D	16.3	18.8	17.3	3.41	3.28	3.54	79.1
E	9.8	9.4	9.3	4.03	4.00	4.00	94.2
F	24.8	23.9	23.9	4.26	4.17	4.21	93.6
G	14.2	13.9	13.6	4.05	3.94	3.99	93.1
H	19.1	18.7	18.6	4.13	3.98	4.07	92.8
I	11.6	—	12.0	3.33	—	3.36	75.6
J	12.0	—	12.6	3.47	—	3.46	77.5
K	13.4	—	13.4	3.59	—	3.58	80.6
L	14.4	—	14.5	3.52	—	3.46	79.7
M	19.8	20.3	19.8	3.96	3.92	3.93	86.9
N	14.5	14.6	14.4	3.92	3.80	3.86	87.5
O	12.7	13.0	13.0	3.93	3.91	3.95	89.0
P	19.4	20.0	19.7	3.75	3.74	3.80	83.5
Means	14.4 ^a	—	14.7 ^a	3.74 ^a	—	3.76 ^a	85.2
	(15.0 ^{ab})	(15.6 ^a)	(15.2 ^b)	(3.83 ^a)	(3.77 ^b)	(3.86 ^a)	

*Values in parentheses indicate the mean values for 12 diets excluding diets I, J, K and L. ^{a,b}Values in the same row of DCP or DE with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). The following relationships were obtained: $DCP_{pig} = 1.058 DCP_{hen} - 1.483$ (n 12, r 0.98, residual standard deviation (RSD) 1.16). $DCP_{pig} = 1.069 DCP_{rat} - 1.215$ (n 16, r 0.99, RSD 0.63). $DCP_{hen} = 0.992 DCP_{rat} + 0.531$ (n 12, r 1.00, RSD 0.46). $DE_{pig} = 1.059 DE_{hen} - 0.158$ (n 12, r 0.99, RSD 0.05). $DE_{pig} = 1.183 DE_{rat} - 0.702$ (n 16, r 0.97, RSD 0.08). $DE_{hen} = 1.304 DE_{rat} - 1.258$ (n 12, r 0.99, RSD 0.05).

Relación entre el TDN y el DE en cerdos

En Japón, los requisitos energéticos de los cerdos se expresan en TDN ¹⁷⁾, pero desde que el NRC (Consejo Nacional de Investigación, EE. UU.) adoptó el DE en 1967, la medición del DE se ha generalizado. Es probable que el DE se utilice ampliamente en el futuro, ya que es una unidad directa para expresar la cantidad de energía y su medición es rápida y sencilla. En la actualidad, la investigación sobre la DE utilizando ingredientes de pienso individuales no es suficiente, y en las Tablas Estándar de Composición de Piensos de Japón ¹⁾, la DE (Mcal/kg) se calcula multiplicando el TDN (%) por un factor de conversión de 0,0441, común para el ganado vacuno y porcino.

En cuanto a la relación entre el TDN y la DE, existe un estudio de Takahashi y Morimoto ¹⁸⁾ en Japón. Según este informe, cuando se clasificaron 22 tipos de ingredientes

alimenticios individuales en 4 grupos: cereales/patatas, harinas de pescado, harinas oleaginosas y salvados, y se examinó la relación entre el TDN y la DE en cerdos, se observó una alta correlación de aproximadamente 0,98 dentro de cada grupo. Sin embargo, al analizar la relación entre el TDN y la DE entre los distintos grupos, se observó una diferencia considerable, y en las raciones con alto contenido en proteína bruta (PB), como la harina de pescado o la harina de aceite, la DE fue notablemente superior a la del TDN. Morgan et al. (19) también investigaron la relación entre el TDN y la DE en 19 piensos individuales e informaron de que la correlación entre el TDN y la DE se mantuvo en un valor relativamente bajo de 0,92, ya que el valor medido de la DE era relativamente alto en los piensos proteicos.

A partir de los valores medidos de TDN (% en materia seca) y DE (kcal/g de materia seca) en cerdos para las 16 raciones formuladas analizadas en este experimento (Tabla 5), se obtuvo la siguiente expresión relacional:

$$DE = 0,0467 \text{ TDN} - 0,2324, r = 0,956 \dots\dots\dots (1)$$

Cuando se estima el DE a partir del TDN utilizando esta ecuación (1), de forma similar a los hallazgos mencionados anteriormente ^{18, 19}, se estima que el DE en las dietas con bajo contenido en PC es superior al valor medido y, a la inversa, se estima que el DE en las dietas con alto contenido en PC es inferior al valor medido. Por ejemplo, el DE medido de la dieta A, con un contenido de PC del 9,3 %, fue de 3,67 (kcal/g), pero el valor estimado mediante la ecuación (1) fue de 3,80. Asimismo, para la dieta F, con el mayor contenido de PC, el valor estimado fue de 4,14 frente al valor medido de 4,26, lo que supone una diferencia de 0,12 a la baja. Estos datos se deben a que, mientras que la DE es simplemente la cantidad total de energía digerida, el TDN evalúa el PC por debajo de la energía digestible real del PC, tratándolo de igual a igual con los carbohidratos al considerar las pérdidas como componentes urinarios entre los nutrientes digestibles. Según el informe de Morgan et al. ¹⁹, se observó una alta correlación de 0,98-0,99 entre el TDN y la energía metabolizable (ME), lo cual es un resultado natural, ya que la ME resta la pérdida de energía en la orina al igual que el TDN.

Si la energía digestible por unidad de proteína es superior a la de los hidratos de carbono, se considera que la estimación de la ED sería más precisa si se realizara dividiendo los valores medidos en dos: la parte obtenida restando el DCP del TDN (TDN - DCP) y el DCP. Por lo tanto, a partir de los resultados de este experimento, se derivó la siguiente expresión relacional mediante regresión múltiple con la ED (kcal/g de materia seca) como variable dependiente y el TDN - PCD (% en materia seca) y el PCD (% en materia seca) como variables independientes:

$$DE = 0,0425 (\text{TDN} - \text{DCP}) + 0,0597 \text{ DCP} - 0,1255, R = 0,983 \dots\dots\dots (2)$$

Según esta ecuación, los valores estimados de DE para las dietas A y F mencionadas anteriormente son 3,67 y 4,28, respectivamente, que son casi iguales a los valores medidos de 3,67 y 4,26, respectivamente, y la precisión de la estimación de DE es considerablemente mayor que la obtenida mediante la ecuación (1). Sin embargo, dado que esta ecuación de estimación de la DE se derivó de los resultados de 16 dietas formuladas, naturalmente tiene límites de aplicación. Es decir, no sería razonable aplicar la ecuación (2) a ingredientes de pienso individuales con composiciones químicas generales extremadamente sesgadas, y dado que no se analizaron dietas que contuvieran ingredientes grasos, no está claro si esta ecuación puede aplicarse a dietas que contengan grasas.

En esta ecuación (2), la energía digestible por 1 g de nutrientes digestibles excluyendo la proteína bruta (PC) (TDN - DCP) fue de 4,25 kcal, y por 1 g de DCP fue de 5,97 kcal. Por lo tanto, el método actual de combinar componentes con energías digestibles considerablemente diferentes en una sola como TDN y estimar la DE mediante un factor de conversión no está exento de problemas, y será necesario seguir investigando en el futuro. Por cierto, los valores medios de DE y TDN para las 16 dietas de este experimento fueron 3,74 y 85,2, respectivamente, de lo que se deduce que DE/TDN es 0,0439, lo que confirma que el factor de conversión actual de 0,0441 es un valor válido como valor medio para toda la dieta.

Agradecimientos

Nos gustaría expresar nuestro agradecimiento al Dr. Daisaku Kubota, jefe del Laboratorio de Nutrición 3 del Instituto Nacional de Industria Animal del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, por revisar este manuscrito; a los miembros del Laboratorio de Nutrición 3 por su ayuda en los ensayos de digestión de pollos; a la técnica oficial Fusako Usui por preparar las muestras; y a los miembros de la Sala de Manejo Animal 3, que se encargaron del manejo de los cerdos.

Referencias

1. Consejo de Investigación de Agricultura, Silvicultura y Pesca, Tablas estándar de composición de piensos en Japón, Asociación Central de la Industria Ganadera. Tokio. 1975.
2. FURUYA, S., K. SAKAMOTO y S. TAKAHASHI, Br. J. Nutr., 41: 511-520. 1979.
3. SAKAMOTO, K., T. ASANO, S. FURUYA y S. TAKAHASHI, Br. J. Nutr., 43: 389-391. 1980.
4. FURUYA, S., JARQ, 14: 52-55. 1980.
5. KAMEOKA, K., S. HORII, S. TAKAHASHI, D. KUBOTA, H. HARIU, M. YAMAZAKI, M. ITO, R. TANO, K. IWASAKI y M. ANDO, Bull. Nat. Inst. Anim.

- Ind., 31: 81-88. 1976.
6. MORIMOTO, H. (Supervisor), Métodos experimentales de nutrición animal, 192-298. Yokendo. Tokio. 1971.
 7. BRISSON, G. J., Can. J. Agr. Sci., 36: 210-212. 1956.
 8. AOAC, Métodos oficiales de análisis, 11.^a ed. Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, Washington, DC. 1974.
 9. YOSHIDA, M., Métodos de diseño experimental centrados en la ganadería, 65-66. Yokendo. Tokio. 1975.
 10. TAKAHASHI, S. y S. FURUYA, Bull. Nat. Inst. Anim. Ind., 14: 63-67. 1967.
 11. LIKUSKI, H. J. A., J. P. BOWLAND y R. T. BERG, Can. J. Anim. Sci., 41: 89-101. 1961.
 12. TROELSEN, J. E. y J. M. BELL, Can. J. Anim. Sci., 43: 294-302. 1963.
 13. LLOYD, L. E. y E. W. CRAMPTON, J. Anim. Sci., 14: 693-699. 1955.
 14. WHITING, F. y L. M. BEZEAU, Can. J. Anim. Sci., 37: 95-105. 1957.
 15. FARRELL, D. J. y K. A. JOHNSON, Anim. Prod., 14: 209-217. 1972.
 16. NAKAMURA, R., New Feed Science (Vol. 1), 76-78. Chikusan Shuppansha, Tokio. 1977.
 17. Consejo de Investigación de Agricultura, Silvicultura y Pesca, Norma japonesa de alimentación para cerdos, Asociación Central de la Industria Ganadera. Tokio. 1975.
 18. TAKAHASHI, S. y H. MORIMOTO, Bull. Nat. Inst. Anim. Ind., 20: 75-78. 1969.
 19. MORGAN, D. J., D. J. A. COLE y D. LEWIS, J. Agr. Sci., 84: 7-17. 1975.
-



**Superintendencia de
Industria y Comercio**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2023/0011987
Recibo: 26-264538
Fecha: 01/06/2026

CASTELLANOS Y CO SAS
OT: 8.001.746.411
Pago PSE No: 1266911
CUS: 355703189

Patente PCT
ALIMENTO PARA GANADO

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-01	Solicitud examen de patentabilidad Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 1,599,500	\$ 1,599,500
2	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 236,000	\$ 236,000
TOTAL					\$ 1,835,500