پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

گروه علوم دامی

تغذیه ۳

جیره نویسی (طیور)

تهیه و تدوین:

دکتر مجتبی زاغری

۱۳۸۸

فهرست **صفحه**

- مراحل جیره نویسی
- روش های عملی تنظیم جیره
- آزمون وخطا
- مربع پیرسون
- معادلات چند مجهولی
- استفاده از دترمینان و ماتریس جهت حل دستگاه معادلات
- برنامه خطی
- نرم افزار جیره نویسی UFFDA
- معیارهای جیره نویسی طیور
- محدودیت ها و ویژگیهای مواد خوراکی
- تعیین ارزش اقتصادی مواد خوراکی
- معیارهای تامین مواد معدنی
- نسبت انرژی به پروتئین
- معیارهای تامین انرژی
- معیارهای تامین پروتئین
- معیارهای تامین ویتامین ها
- منابع مورد استفاده

مراحل جیره نویسی:

۱. تعیین احتیاجات (آزمایشهای بیولوژیکی، جداول Rhon Poulenc, Feed Stuff, ARC, NRC و...)

۲. تعیین ترکیب مواد خوراکی (تجزیه شیمیایی و بررسی بیولوژیکی از لحاظ Bioavailability مواد مغذی محتوی مواد خورا کی)

۳. تنظیم جیره (روش ها: آزمون و خطا، مربع پیرسن، محاسبه جبری یا معادلات چند مجهولی و برنامه خطی)

- احتیاجات تابع عوامل مختلفی‌از جمله سن، گونه، جنس و... است.
- ترکیب مواد خوراکی تابع عوامل مختلفی از جمله عمل آوری، واریته، تاریخ کشت و... است.

ویژگیهای جیره غذایی مطلوب:

I. به طورآزاد قابل عرضه به حیوان باشد

II. خوش خوراک باشد

III. مواد خوراکی‌آن متنوع باشد

IV. تاثیر سوء بر حیوان نگذارد

V. قابل هضم باشد. مواد مغذی محتوی آن قابل استفاده در متابولیسم باشد

VI. ازلحاظ قیمت بهترین قیمت برای حداکثر بازده باشد (حداقل قیمت برای حد اکثر عملکرد)

VII. از لحاظ مواد مغذی متوازن باشد

VIII. از لحاظ حجم متناسب با نیاز مواد مغذی و ظرفیت دستگاه گوارش باشد

IX. مدت زمان نگهداری آن تقریبا طولانی باشد

X. تا حدودی ملین باشد

سیستم نامگذاری بین المللی IFI مواد خوراکی (International Feed Institute)

Origin –1

Variety –2

Part eaten –3

Process –4

Stage Maturity –5

Cropping –6

Quality grade –7

Classification –8 :

۱. خشبی خشک

۲. علوفه مراتع (قصیل)

۳. مواد سیلو شده

٤. مواد پرانرژی (کمتر از ۲۰٪ CP وکمتر از ۱۸٪ الیاف)

۵. مکمل پروتئینی (CP بیشتر از ۲۰٪ و الیاف کمتر از۱۸٪)

٦. مکمل معدنی

۷. ویتامین

۸. افزودنی (feed additive)

مثال : آرد ماهی، کپور، تمام، raw ، – ، – ، ٦٤٪ ،۵

↑

CP

روش های عملی تنظیم جیره (Diet Formulation)

I. روش آزمون و خطا (Trial & Error)

مثال: تنظیم جیره برای مرحله آغازین جوجه گوشتی (**مرحله اول**)

مواد خوراکی	٪	مواد مغذی محتوی مواد خوراکی										مواد مغذی تأمین شده توسط مواد خوراکی									
		AME_n	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Cys	Lys	AME_n	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Met+Cys	Lys
ذرت	**٤٠/٥٤**	٣٣٥٠	٨/٥	٢/٢	٠/٠٢	٠/٢٨	٠/٠٨	٠/٠٢	٠/١٨	٠/١٨	٠/٢٦	١٣٥٨/١	٣/٤٤	٠/٨٩	٠/٠٠٨	٠/١١	٠/٠٣	٠/٠٠٨	٠/٠٧	٠/١٤	٠/١٠
آرد ماهی	**٦/٦٤**	٢٥٨٠	٦٤/٢	١	٣/٧٣	٢/٤٣	٢/٤٣	٠/٦٥	١/٩٥	٠/٦٥	٥/٠٧	١٧١/٣١	٤/٢٦	٠/٠٦	٠/٢٤	٠/١٦	٠/١٦	٠/٤٣	٠/١٢	٠/١٧	٠/٣٣
کنجاله سویا	**٤٠/٨٣**	٢٢٣٠	٤٤	٧	٠/٢٩	٠/٦٥	٠/٢٧	٠/٠١	٠/٦٢	٠/٦٦	٢/٦٩	٩١٠/٥١	١٧/٩٧	٢/٨٦	٠/١٢	٠/٢٧	٠/١١	٠	٠/٢٥	٠/٥٢	١/١
روغن ذرت	**٨/١٢**	٨٨٠٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–	٧١٤/٥٦	–	–	–	–	–	–	–	–	–
دی کلسیم فسفات	**١/٥٧**	–	–	–	٢٢	١٨/٧	١٦/٨٣	٠/٠٦	–	–	–	–	–	–	٠/٣٥	٠/٢٩	٠/٢٦	–	–	–	–
صدف	**١/١٧**	–	–	–	٣٨	–	–	٠/٢	–	–	–	–	–	–	٠/٤٤	–	–	٠	–	–	–
نمک	**٠/٤٤**	–	–	–	٠/٣	–	–	٣٩	–	–	–	–	–	–	٠	–	–	٠/١٧	–	–	–
مکمل معدنی	**٠/٢٥**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مکمل ویتامینه	**٠/٢٥**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
دی ال متیونین	**٠/١٩**	٣٦٨٠	٥٨/٦٩	–	–	–	–	–	٩٨	٩٨	–	٦/٩٩	٠/١١	–	–	–	–	–	٠/١٩	٠/١٩	–
ال لیزین هیدرو کلراید	–	٤٦٠٠	١١٩/٧٥	–	–	–	–	–	–	–	٧٤/٤٢	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مواد مغذی مورد نیاز	**١٠٠**											**٣٢٠٠**	**٢٣**	–	**١**	–	**٠/٤٥**	**٠/٢**	**٠/٥٥**	**٠/٩**	**١/١**
توازن	**٠**											–٣٨/٥٣	٢/٧٨	٣/٨١	٠/١٥٨	٠/٨٣	٠/١١	٠/٤١	٠/٠٨	٠/١٢	٠/٤٣

با توجه به اینکه در مرحله اول جیره تنظیم شده متوازن نبود، لذا با تجربه کسب شده از مرحله اول مجددا با تغییر درصد مواد خوراکی اقدام به تنظیم مجدد و بررسی میزان مواد مغذی تامین شده می‌پردازیم.

تنظیم جیره برای مرحله آغازین جوجه گوشتی **(مرحله دوم)**

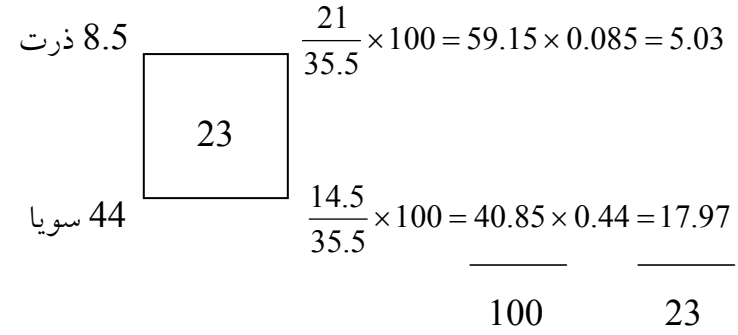
مواد خوراکی	٪	مواد مغذی محتوی مواد خوراکی										مواد مغذی تأمین شده توسط مواد خوراکی									
		AME_n	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Cys	Lys	AME_n	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Met+Cys	Lys
ذرت	**٤٥/٥٤**	٣٣٥٠	٨/٥	٢/٢	٠/٠٢	٠/٢٨	٠/٠٨	٠/٠٢	٠/١٨	٠/١٨	٠/٢٦	١٥٢٥/٦	٣/٨٧	١	٠/٠١	٠/١٣	٠/٠٤	٠/٠١	٠/٠٨	٠/١٦	٠/١٢
آرد ماهی	**١/٦٤**	٢٥٨٠	٦٤/٢	١	٣/٧٣	٢/٤٣	٢/٤٣	٠/٦٥	١/٩٥	٠/٦٥	٥/٠٧	٤٢/٣١	١/٠٥	٠/٠٢	٠/٠٦	٠/٠٤	٠/٠٤	٠/٠١	٠/٠٣	٠/٠٤	٠/٠٨
کنجاله سویا	**٤٠/٨٣**	٢٢٣٠	٤٤	٧	٠/٢٩	٠/٦٥	٠/٢٧	٠/٠١	٠/٦٢	٠/٦٦	٢/٦٩	٩١٠/٥١	١٧/٩٧	٢/٨٦	٠/١٢	٠/٢٧	٠/١١	٠	٠/٢٥	٠/٥٢	١/١
روغن ذرت	**٨/١٢**	٨٨٠٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–	٧١٤/٥٦	–	–	–	–	–	–	–	–	–
دی کلسیم فسفات	**١/٥٧**	–	–	–	٢٢	١٨/٧	١٦/٨٣	٠/٠٦	–	–	–	–	–	–	٠/٣٥	٠/٢٩	٠/٢٦	–	–	–	–
صدف	**١/١٧**	–	–	–	٣٨	–	–	٠/٢	–	–	–	–	–	–	٠/٤٤	–	–	٠	–	–	–
نمک	**٠/٤٤**	–	–	–	٠/٣	–	–	٣٩	–	–	–	–	–	–	٠	–	–	٠/١٧	–	–	–
مکمل معدنی	**٠/٢٥**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مکمل ویتامینه	**٠/٢٥**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
دی ال متیونین	**٠/١٩**	٣٦٨٠	٥٨/٦٩	–	–	–	–	–	٩٨	٩٨	–	٦/٩٩	٠/١١	–	–	–	–	–	٠/١٩	٠/١٩	–
ال لیزین هیدرو کلراید	–	٤٦٠٠	١١٩/٧٥	–	–	–	–	–	–	–	٧٤/٤٢	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مواد مغذی مورد نیاز	**١٠٠**											**٣٢٠٠**	**٢٣**	–	**١**	–	**٠/٤٥**	**٠/٢**	**٠/٥٥**	**٠/٩**	**١/١**
توازن	**٠**											٠	٠	٣/٨٨	-٠/٠٢	٠/٧٣	٠	٠	٠	٠/٠١	٠/٢

در این مرحله جیره تقریبا متوازن شده است لذا از ادامه کار صرف نظر می‌گردد.

II. روش مربع پیرسن

۱. یک ماده مغذی دو ماده خوراکی

مثال: مخلوطی از ذرت حاوی ۸/۵ درصد پروتئین خام و کنجاله سویا حاوی ٤٤ درصد پروتئین خام تهیه نمائید که حاوی ۲۳ درصد پروتئین خام باشد.



- شرط اصلی درمربع پیرسن این است که یکی از اعداد سمت چپ بزرگتر و دیگری کوچکتر از عدد وسط مربع باشد.

۲. سه ماده خوراکی یک ماده مغذی

شرط : در مورد دو تا از مواد خوراکی باید بصورت فرض اولیه یک نسبت اولیه را در نظر بگیریم.

مثال:جیره غذایی مقداری برای خروس گله مادر در کنجاله سویا دارای ٤٤٪ پروتئین خام، تانکاژ حاوی ٦۰٪ پروتئین خام (نسبت سویا به تانکاژ ۱ : ۳) و جو جیره ای فرموله نمائید که دارای ۱۲ درصد پروتئین خام باشد.

۳ + ۱ = ٤

۳ سویا × ۰/٤٤ = ۱/۳۲

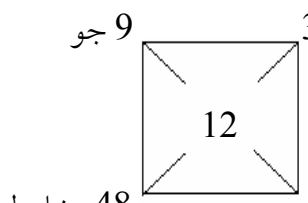
۱ تانکاژ × ۰/٦ = ۰/٦

۱/۹۲

$\Rightarrow$

٤ ۱/۹۲

۱۰۰ X ⟶ ٪٤۸



جو $\frac{36}{39}\times 100 = 92.31$

مخلوط $\frac{3}{39}\times 100 = 7.69$

نتیجه: تانکاژ $۷/۶۹ \times \frac{۱}{۴} = \%۱/۹۲$ سویا $۷/۶۹ \times \frac{۳}{۴} = \%۵/۷۷$ جو: $\%۹۲/۳۱$

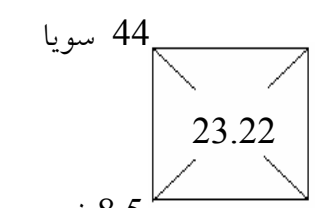
۳. سه ماده خوراکی دوماده مغذی

مواد خوراکی ٪	مواد مغذی محتوی مواد خوراکی										مواد مغذی تأمین شده توسط مواد خوراکی									
	AMEn	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Cys	Lys	AMEn	CP	CF	Ca	Pt	Pa	Na	Met	Met+Cys	Lys
ذرت																				
آرد ماهی	۲۵۸۰	٦٤/۲	۱	۳/۷۳	۲/٤۳	۲/٤۳	۰/٦٥	۱/۹٥	۰/٦٥	٥/۰۷	٤۲/۳۱	۱/۰٥	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۰٤	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۸
کنجاله سویا																				
روغن ذرت																				
دی کلسیم فسفات																				
صدف																				
نمک																				
مکمل معدنی																				
مکمل ویتامینه																				
دی ال متیونین																				
ال لیزین هیدرو کلراید																				
مواد مغذی مورد نیاز ۱۰۰	**۳۲۰۰**	**۲۳**	–	**۱**	–	**۰/٤٥**	**۰/۲**	**۰/٥٥**	**۰/۹**	**۱/۱**										
توازن ۹۸/۳٦	-۳۱٥۷/۷	-۲۱/۹٥	–	-۰/۹۸	–	-۰/٤۱	-۰/۱۹	-۰/٥۱۹	-۰/۸٦	-۱/۰۲										

فضای خالی برای سایر مواد ۳/۸۷

توازن	۹٤/٤۹											۳۱۵۷/۷	۲۱/۹۵	–	۰/۹۸	–	۰/٤۱	۰/۱۹	۰/۵۱۹	۰/۸٦	۱/۰۲
ذرت	٤٤/۹۸	۳۳۵۰	۸/۵	۲/۲	۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲٦	۱۵۰٦/۸۳	۳/۸۲۳	–	۰/۰۰۹	–	۰/۰۳۵	۰/۰۰۹	۰/۰۸	۰/۱٦	۰/۱۱۷
کنجاله سویا	٤۱/۱۸	۲۲۳۰	٤٤	۷	۰/۲۹	۰/٦۵	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/٦۲	۰/٦٦	۲/٦۹	۹۱۸/۳	۱۸/۱۲	–	۰/۱۱۹	–	۰/۱۱۱	۰/۰۰٤	۰/۲۵	۰/۵۲۷	۱/۱
روغن ذرت	۸/۳۲	۸۸۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۳۲/۱٦	–	–	–	–	–	–	–	–	–
جمع	۹٦/۱۲											۳۱۵۷/۳	۲۱/۹٤۳	–	۰/۱۲۸	–	۰/۱٤٦	۰/۰۱۳	۰/۳۳	۰/٦۸۷	۱/۲۱۷
توازن	۳/۸۸-											-۰/٤	-۰/۰۰۷	–	-۰/۸۵۲	–	-۰/۲٦٤	-۰/۱۷۷	-۰/۲۲	-۰/۱۷۳	+۰/۱۱۷
دی ال متیونین	۰/۲۲٤	۳٦۸۰	۵۸/٦۹	–	–	–	–	–	۹۸	۹۸	–	۸/۲٤	۰/۱۳	–	–	–	–	–	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹	–
DCP	۱/۵٦	–	–	–	۲۲	۱۸/۷	۱٦/۸۳	۰/۰٦	–	–	–	–	–	–	۰/۳٤۳	۰/۲۹۲	۰/۲٦۲	–	–	–	–
صدف	۱/۳۳	–	–	–	۳۸	–	–	۰/۲	–	–	–	–	–	–	۰/۵۰۵	–	–	۰/۰۰۲	–	–	–
نمک	۰/٤۵	–	–	–	۰/۳	–	–	۳۹	–	–	–	–	–	–	۰	–	–	۰/۱۷۵	–	–	–
مکمل معدنی	۰/۲۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مکمل ویتامینه	۰/۲۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
جمع	۱۰۰/۱											۳۲۰۷/۹	۲۳/۱۲۳	–	۰/۹۹۲٤	–	–	–	–	–	–
توازن	+۰/۱											+۷/۹	+۰/۱۲۳	–	-۰/۰۰۷						

CP $21.95 \times \frac{100}{94.49} = 23.22$

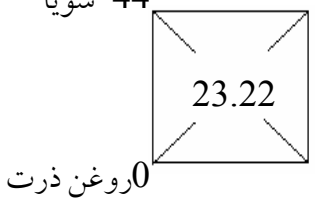


$\frac{14.72}{35.5} \times 0.9449 = 0.392 \times 2230 = 874.16$

$\frac{20.78}{35.5} \times 0.9449 = 0.553 \times 3350 = 1852.55$

94.5%	2726.71

Mix I

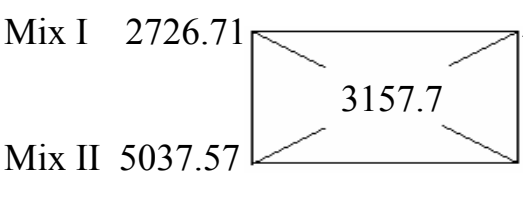


$\frac{23.22}{44} \times 0.9449 = 0.499 \times 2230 = 1112.77$

$\frac{20.78}{44} \times 0.9449 = 0.446 \times 8800 = 3924.8$

94.5%	5037.57

Mix II



$\frac{1879.87}{2310.86} \times 100 = 81.35$

$\frac{430.99}{2310.86} \times 100 = 18.65$

100%

Mix III

	Mix I	Mix II	
سويا ⇒	(٠/٨١٣٥ × ٠/٣٩٢) +	(٠/١٨٦٥ × ٠/٤٩٩) =	٠/٤١١٨
ذرت ⇒	(٠/٨١٣٥ × ٠/٥٥٣) +	(٠) =	٠/٤٤٩٨
روغن ذرت ⇒	(٠) +	(٠/١٨٦٥ × ٠/٤٤٦) =	٠/٠٨٣٢

٪٩٤/٤٨

DCP ۱۰۰ ۱۶/۸۳

۱/۵۶ ⇐ X ۰/۲۶۴

صدف ۰/۵۰۹ = ۰/۳۴۳ – ۰/۸۵۲

۱۰۰ ۳۸

۱/۳۳ ⇐ X ۰/۵۰۹

Met ۱۰۰ ۹۸

۰/۲۲۴ ⇐ X ۰/۲۲

نمک ۱۰۰ ۳۹/۳

۰/۴۵ ⇐ X ۰/۱۷۵

III. معادلات چند مجهولی (روش محاسبه جبری)

۱. دو ماده خوراکی یک ماده مغذی

روش محاسبه جبری از حروف x, y, z و ... به جای مواد خوراکی مصرفی استفاده می‌گردد. با این روش می‌توان جیره را از لحاظ انرژی، پروتئین، کلسیم، فسفر و ... متوازن نمود. در این روش برای حل مسائل باید برای هر مجهول یک معادله نوشت. این روش پایه‌ای برای روش‌های کامپیوتری می‌باشد. برای تشریح بیشتر به مثال زیر توجه شود.

– مخلوطی از گندم حاوی ۱۰ درصد پروتئین خام و آرد ماهی حاوی ۶۰ درصد پروتئین خام تهیه نمائید که حاوی ۲۰ درصد پروتئین خام باشد.

– فرض x = گندم y = آرد ماهی و a و b به ترتیب درصد پروتئین خام موجود در گندم و آرد ماهی است. سپس معادلات مربوطه نوشته می‌شود.

$$a_1x + b_1y = N_1$$
$$a_2x + b_2y = N_2$$

با جایگزین کردن ضرایب، معادلات زیر بدست می‌آید

(۱) ۰/۱x + ۰/٦y = ۰/۲

(۲) x + y = ۱

طرفین معادله ۱ بر ضریب x تقسیم و علائم جبری را تغییر می دهیم

$$(-)\frac{0.1}{0.1}x + \frac{0.6}{0.1}y = \frac{0.2}{0.1}$$

-x − ٦y = −۲

x + y = ۱

۰ − ۵y = −۱ ⟶ y = ۰/۲ × ۱۰۰= ۲۰ x = ۱۰۰ − ۲۰ = ۸۰

اگر ۲۰ کیلوگرم آرد ماهی را با ۸۰ کیلوگرم گندم مخلوط نمائیم، مخلوط به دست آمده حاوی ۲۰ درصد پروتئین خام خواهد بود .

۳. سه ماده خوراکی ۲ ماده مغذی

مثال: حل مثال قبل که با استفاده از دوبل پیرسن تنظیم گردید (x ذرت y سویا z روغن ذرت)

معادله پروتئین کیلوگرم ۰/۰۸۵x + ۰/٤٤y + ۰z = ۰/۲۱۹۵

معادله انرژی مگاکالری/کیلوگرم ۳/۳۵۰x + ۲/۲۳۰y + ۸/۸z = ۳/۱۵۷۷

معادله مقدار کیلوگرم x + y + z = ۰/۹٤٤۹

z = (۰/۹٤٤۹ - x - y)

۰/۰۸۵x + ۰/٤٤y = ۰/۲۱۹۵

۳/۳۵۰x + ۲/۲۳y + ۸/۸ (۰/۹٤٤۹ - x - y) = ۳/۱۵۷۷

٦٤/۱۱۷ ⟶ ۰/۰۸۵x + ۰/٤٤y = ۰/۲۱۹۵

−۵/٤۵x −٦/۵۷y = −۵/۱۵۷٤۲

۲۱/٦٤y = ۸/۹۷ y = ٤۱/۱۹ سویا

x = ٤۵/۰ ذرت

z = ۸/۳ روغن

۹٤/٤۹

لازم به ذکر است که با استفاده از ۳ معادله ۳ مجهول نیاز به تبدیل درصد پروتئین خام نیست. چون معادله بر اساس فضای باقیمانده در جیره است

IV. استفاده از دترمینان و ماتریس جهت حل دستگاه معادلات

عده ای از متخصصین تنظیم جیره‌های غذایی معتقد هستند که فرموله کردن جیره‌های غذایی متوازن با استفاده از روش دترمینان و ماتریس ساده‌تر و سریعتر می‌باشد، با این روش می‌توان جیره‌های غذایی مرکب از ۲ یا ۳ ماده خوراکی و یا تعداد بیشتر را برای مواد مغذی از قبیل پروتئین و انرژی متوازن نمود.
برای بیان این روش به نمایش معادلات و حل مسئله مبادرت می‌گردد.

$$a_1x + b_1y = N_1$$
$$a_2x + b_2y = N_2$$

* فرض می‌کنیم x و y دو نوع ماده خوراکی و N_1 و N_2 دو ماده مغذی باشند در این صورت می‌توان دترمینان را بصورت زیرنوشت:
ضرایب a و b میزان مواد مغذی محتوی مواد خوراکی x و y است.

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} N_1 \\ N_2 \end{vmatrix}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} N_1 & b_1 \\ N_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{(N_1b_2 - N_2b_1)}{(a_1b_2 - a_2b_1)} \qquad y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & N_1 \\ a_2 & N_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{(a_1N_2 - a_2N_1)}{(a_1b_2 - a_2b_1)}$$

دترمینان ضرایب: Δ، دترمینان y : Δy، دترمینان x : Δx $\qquad x = \frac{\Delta x}{\Delta} \quad y = \frac{\Delta y}{\Delta} \Rightarrow \Delta \neq 0$

مثال : دستگاه به دست آمده مسئله قبل را به روش بالا حل کنید.

$$\begin{cases} 0.1x + 0.6y = 0.2 \\ x + y = 1 \end{cases}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 0.2 & 0.6 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0.1 & 0.6 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{(0.2 - 0.6)}{(0.1 - 0.6)} = \frac{-0.4}{-0.5} = 0.8$$

$$y=\frac{\begin{vmatrix}0.1 & 0.2\\ 1 & 1\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}0.1 & 0.6\\ 1 & 1\end{vmatrix}}=\frac{(0.1-0.2)}{(0.1-0.6)}=\frac{-0.1}{-0.5}=0.2$$

- استفاده از دترمینان و ماتریس جهت حل دستگاه معادلات (۳ ماده خوراکی و۳ ماده مغذی یـا دستگاه چند مجهولی سه معادله سه مجهول)

برای توضیح این روش به ذکر یک مثال اکتفا می‌شود.

* با استفاده از گلوتن ذرت حاوی ۳۷۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیسم و ٦۰ درصد پـروتئین خام، کنجاله سویا حاوی ۲۲۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیـسم و ٤۸ درصـد پـروتئین خـام و پودر چربی پایدار شده حاوی ٦۸۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم، فرمول کنسانتره‌ای را تنظیم نمائید کـه با افزودن ۱۰ درصد از این کنسانتره به خوراک جوجه‌های گوشتی ۵ درصد پروتئین خام و ٤۰۰ کیلو کالری انرژی قابل‌متابولیسم تامین گردد.

فرض: گلوتن ذرت = x ، کنجاله سویا= y و پودر چربی پایدار شده = z

$$\begin{cases} 0.6x+0.48y+0z=0.05 & \text{معادله CP}\\ 3720x+2230y+6800z=400 & \text{معادله ME}\\ x+y+z=0.1 & \text{معادله وزن مخلوط}\end{cases}$$

$$x=\frac{\Delta x}{\Delta}\quad y=\frac{\Delta y}{\Delta}\quad z=\frac{\Delta z}{\Delta}\quad \text{شرط}\Rightarrow\Delta\neq 0$$

(شرط: دترمینان ضرایب مخالف صفر باشد)

$$\Delta=\begin{vmatrix}0.6 & 0.48 & 0\\ 3720 & 2230 & 6800\\ 1 & 1 & 1\\ 0.6 & 0.48 & 0\\ 3720 & 2230 & 6800\end{vmatrix}\qquad \Delta x=\begin{vmatrix}0.05 & 0.48 & 0\\ 400 & 2230 & 6800\\ 0.1 & 1 & 1\\ 0.05 & 0.48 & 0\\ 400 & 2230 & 6800\end{vmatrix}\qquad \Delta y=\begin{vmatrix}0.6 & 0.05 & 0\\ 3720 & 400 & 6800\\ 1 & 0.1 & 1\\ 0.6 & 0.05 & 0\\ 3720 & 400 & 6800\end{vmatrix}$$

$$\Delta z=\begin{vmatrix}0.6 & 0.48 & 0.05\\ 3720 & 2230 & 400\\ 1 & 1 & 0.1\\ 0.6 & 0.48 & 0.05\\ 3720 & 2230 & 400\end{vmatrix}$$

$$x=\frac{\Delta x}{\Delta}=\frac{[(0.5\times 2230\times 1)+(400\times 1\times 0)+(0.1\times 0.48\times 6800)]-[(0.1\times 2230\times 0)+(0.5\times 1\times 6800)+(400\times 0.48\times 1)]}{[(0.6\times 2230\times 1)+(3720\times 1\times 0)+(1\times 0.48\times 6800)]-[(1\times 2230\times 0)+(0.6\times 1\times 6800)+(3720\times 0.48\times 1)]}=0.0744$$

پودرچربی $z=\frac{\Delta z}{\Delta}=0.0145$ ، کنجاله سویا $y=\frac{\Delta y}{\Delta}=0.0111$ ، گلوتن ذرت $x=\frac{\Delta x}{\Delta}=0.0744$

بنابراین هر ۱۰ کیلوگرم کنسانتره به ترتیب حاوی ۱/۴۵، ۱/۱۱ و ۷/۴۴ کیلوگرم چربی، کنجاله سویا و گلوتن ذرت می‌باشد.

روش بالا مشابه روش ساروس است. با استفاده از این روش فقط دستگاه سه معادله سه مجهول را می‌توان حل کرد برای حل دستگاه‌های ۳ معادله ۳ مجهول و تعداد مجهول بیشتر می‌توان از روش ماتریس استفاده نمود.

$$\begin{cases} a_1x+b_1y+c_1z=N_1 \\ a_2x+b_2y+c_2z=N_2 \\ a_3x+b_3y+c_3z=N_3 \end{cases}$$

دستگاه سه معادله سه مجهول

ماتریس یکه ای که حاصل آن یک است (ماتریس یکه‌ای: ماتریس مربع که کلیه عناصر صفر است به غیر از قطر که یک است)

طرفین را در A^{-1} ضرب می‌کنیم

$$\begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \end{bmatrix} \Rightarrow AB=C \Rightarrow A^{-1}(AB)=A^{-1}C \Rightarrow (A^{-1}A)B=A^{-1}C \Rightarrow \boxed{B=A^{-1}C}$$

ماتریس A ماتریس B ماتریس C

دستور به دست آوردن وارون ماتریس

(شرط : $\det A\neq 0$)

ترانسپوزه ماتریس — ماتریس الحاقی

$$A^{-1}=\frac{{}^{\tau}L}{\det A}$$

ماتریس الحاقی (L)

اگر A ماتریس مربعی $A=[a_{ij}]$ باشد، $(-1)^{i+j}\ A_{ij}$ دترمینانی است که از حذف سطر I و ستون j در ماتریس A به دست می‌آید. ماتریسی که از قرار دادن دترمینان $(-1)^{i+j}\ A_{ij}$ به جای a_{ij} به دست می‌آید ماتریس الحاقی نامیده می‌شود.

$$A=\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \longrightarrow L=\begin{bmatrix} d & -c \\ -b & a \end{bmatrix} \xrightarrow{or} L=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$a_{11} = (-1)^{1+1}\ \mathbf{A}_{11}$$
$$a_{12} = (-1)^{1+2}\ \mathbf{A}_{12}$$
$$a_{21} = (-1)^{2+1}\ \mathbf{A}_{21}$$
$$a_{22} = (-1)^{2+2}\ \mathbf{A}_{22}$$

ترانسپوزه ماتریس $({}^{t}A)$

ترانسپوزه ماتریس A ، ماتریسی است که از تعویض سطرهای ماتریس A با ستون‌های همردیف آن به دست می‌آید.

$$A_{(n,m)} \longrightarrow {}^{t}A_{(m,n)}$$

$$A=\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix} \longrightarrow {}^{t}A=\begin{bmatrix} a & d \\ b & e \\ c & f \end{bmatrix}$$

برای محاسبه دترمینان ماتریس ٤×٤ از طریق بسط یکی از سطرها که دارای تعداد بیشتری صفر (جهت سهولت) است، به شرح زیراقدام می‌گردد:

$$A=\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{bmatrix}$$

$$\det A = A_{11} \times (-1)^{i+j} \times \begin{bmatrix} A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{bmatrix} + A_{12} \times (-1)^{i+j} \times \begin{bmatrix} A_{21} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{43} & A_{44} \end{bmatrix}$$

$$+ A_{13} \times (-1)^{i+j} \times \begin{bmatrix} A_{21} & A_{22} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{44} \end{bmatrix} + A_{14} \times (-1)^{i+j} \times \begin{bmatrix} A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} \end{bmatrix}$$

محاسبه وارون و دترمینان ماتریس‌های بزرگتر از ٤×٤ پیچیده و نیازمند صرف زمان زیادی می‌باشد. لذا جهت محاسبه وارون، دترمینان و ضرب ماتریس‌ها می‌توان از ماشین حساب‌های پیشرفته، نرم افزارهای آماری و ریاضی استفاده نمود.

حل دستگاه معادلات (بیش از ۳ مجهول) سه ماده مغذی، چهار ماده خوراکی توسط ماتریس:

مثال: جیره ای برای مرحله آغازین (Starter) جوجه های گوشتی فرموله نمائید که دارای ۲۳ درصد پروتئین خام، ۳۲۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم و ۱ درصد کلسیم باشد. جهت فرموله کردن جیره از ذرت حاوی ۳۳۵۰، ۸/۵ و ۰/۰۲ درصد، سویا حاوی ۲۲۳۰، ٤٤ و ۰/۲۹ درصد، صدف حاوی ۰ ، ۰ و ۳۸ درصد و روغن ذرت حاوی ۸۸۰۰ ، ۰ و ۰ به ترتیب انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام و کلسیم استفاده نمائید.

فرض: w روغن ذرت

x ذرت

y سویا

z صدف

$$\begin{cases} 0w+0.085x+0.44y+0z=0.23 \\ 8800w+3350x+2230y+0z=3200 \\ 0w+0.0002x+0.0029y+0.38z=0.01 \\ w+x+y+z=1 \end{cases}$$

معادله پروتئین خام Kg

معادله انرژی Kcal/kg

معادله کلسیم Kg

معادله مقدار Kg

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.085 & 0.44 & 0 \\ 8800 & 3350 & 2230 & 0 \\ 0 & 0.0002 & 0.029 & 0.38 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.23 \\ 3200 \\ 0.01 \\ 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس A B = C

$$A \times B = C$$

$$A^{-1}(AB) = A^{-1}C \Rightarrow \overset{1}{\cancel{A^{-1}A}} \times B = A^{-1}C \Rightarrow B = A^{-1}C$$

معکوس نمودن ماتریس **A** و ضرب ماتریس $\mathbf{A^{-1}}$ در ماتریس **C** توسط نرم افزار **SAS**

دستورات در وارد نمودن داده‌ها (Input)

```
proc Iml;
A={0 0.085 0.44 0, 8800 3350 2230 0, 0 0.0002 0.0029 0.380, 1 1 1 1};
C={0.23 3200 0.01 1};
Ainv = inv(A);
CT= C`;
B= Ainv*CT;
print Ainv;
print B;
run;
```

محاسبه وارون ماتریس A

ترانسپوز کردن بردار سطری C به ستونی

ضرب وارون ماتریس A در بردار ستونی C

خروجی (Output)

The SAS System 11:38 Friday, February 28, 2006

AINV

0.59433987	0.0001928	1.8338183	-0.696851
-3.527978	-0.000239	-5.528082	2.1006711
2.9542685	0.0000461	1.0679249	-0.405811
-0.020689	-2.263E-7	2.6263385	0.0019914

CT

0.23
3200
0.01
1

B

0.0752356 ⟵ ٪۷/۵۲۳ روغن ذرت
0.4700748 ⟵ ٪٤۷ ذرت
0.4319174 ⟵ ٪٤۳/۱۹ سویا
0.0227722 ⟵ ٪۲/۲۸ صدف

برنامه خطی (Linear Programming)

بعضی اوقات یک ماده مغذی بخصوص در داخل یک دامنه موردنیازاست، بدین معنی که از یک مقدار حداقل و یک مقدار حداکثر نباید تجاوز کند. درروش آزمون وخطا، روش مربع پیرسون و معادلات چند مجهولی، نامساویها و دامنه ها قابل لحاظ کردن نیست، همچنین در روشهای مذکور حداقل کردن قیمت نیز امکان پذیر نیست.

اگردرمواردی تعداد مواد مغذی مورد نیاز (Nutrient) زیاد و منابع متنوع مواد خوراکی نیز در دسترس باشد و مسئله قیمت نیز مطرح باشد فرموله کردن جیره غذایی با روشهای قبلی امکانپذیر نیست، لذا استفاده از روش برنامه خطی که دامنه ها (حداقل و حداکثر)، تنوع مواد خوراکی و قیمت جیره و متعادل کردن تعداد زیادی ماده مغذی و نسبت بین آنها را میسر می سازد، انکارناپذیر است. در واقع با استفاده از برنامه خطی دستیابی به جیره متعادل و مطلوب ازلحاظ اقتصادی میسر می باشد.

در برنامه خطی چون تعداد مواد خوراکی و مواد مغذی که متعادل می شود زیاد است ماتریس بزرگی ایجاد می شود که حل کردن آن از عهده عملیات دستی خارج است لذا در این روش از یکی از برنامه های کامپیوتری باید استفاده نمود.

تفاوت عمده بین برنامه خطی و دستگاه معادلات چند مجهولی این است که در برنامه خطی ما در یک زمان با معادلات و نامعادلات کار می کنیم، در حالی که در معادلات چند مجهولی فقط با معادلات سروکار داشتیم. بنابراین در برنامه خطی با استفاده از نامعادلات امکان تعیین دامنه، حداقل یا حداکثر نمودن یک ماده مغذی یا قیمت وجود دارد.

مراحل جیره نویسی با استفاده از برنامه خطی :

I. تعیین نیاز مواد مغذی‌حیوان (از جدول احتیاجات مانند NRC)
II. تعیین مواد خوراکی‌در دسترس و ترکیبات آنها
III. تعیین کلیه محدودیت ها (مانند مواد ثابت موجود در جیره)
IV. بیان مسئله در قالب نامعادلات و معادلات

X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{10} X_{11}

مثال۱: به ترتیب از x_1 تا x_{11} مقادیر غیر منفی ذرت، ماهی، سویا، روغن ذرت، دی کلسیم فسفات، صدف، نمک، مکمل معدنی، مکمل ویتامینه، دی ال متیونین، ال لیزین هیدروکلرید می باشند.

معادله مقدار (کیلوگرم)	$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}=۱$
نامعادله پروتئین (کیلوگرم)	$۰/۰۸۵X_1+۰/۶۴۲X_2+۰/۴۴X_3+۰X_4+۰X_5+۰X_6+۰X_7+۰X_8+۰X_9+۰/۵۸۶۹X_{10}+۱/۱۹۷۵X_{11}\geq۰/۲۳$
معادله انرژی	$۳۳۵۰X_1+۲۵۸۰X_2+۲۲۳۰X_3+۸۸۰۰X_4+۰X_5+۰X_6+۰X_7+۰X_8+۰X_9+۳۶۸۰X_{10}+۴۶۰۰X_{11}=$ ۳۲۰۰
نامعادله کلسیم	$۰/۰۰۰۲X_1+۰/۰۳۷۳X_2+۰/۰۰۲۹X_3+۰X_4+۰/۲۲X_5+۰/۳۸X_6+۰/۰۰۳X_7+۰X_8+۰X_9+۰X_{10}+۰X_{11}\geq۰/۰۱$
نامعادله فسفر قابل دسترس	$۰/۰۰۸X_1+۰/۰۲۴۳X_2+۰/۰۰۲۷X_3+۰X_4+۰/۱۶۸۳X_5+۰X_6+۰X_7+۰X_8+۰X_9+۰X_{10}+۰X_{11}\geq۰/۰۰۴۵$
نامعادله سدیم	$۰/۰۰۰۲X_1+۰/۰۰۶۵X_2+۰/۰۰۰۱X_3+۰X_4+۰/۰۰۰۶X_5+۰/۰۰۲X_6+۰/۳۹X_7+۰X_8+۰X_9+۰X_{10}+۰X_{11}\geq۰/۰۰۲$
نامعادله متیونین+ سیستین	$۰/۰۰۳۶X_1+۰/۰۲۶X_2+۰/۰۱۲۸X_3+۰X_4+۰X_5+۰X_6+۰X_7+۰X_8+۰X_9+۰/۹۸X_{10}+۰X_{11}\geq۰/۰۰۹$
نامعادله لیزین	$۰/۰۰۲۶X_1+۰/۰۵۰۷X_2+۰/۰۲۶۹X_3+۰X_4+۰X_5+۰X_6+۰X_7+۰X_8+۰X_9+۰X_{10}+۰/۷۴۴X_{11}\geq۰/۰۱۱$
نامعادله قیمت (کیلوگرم/ ریال)	$۱۸۰۰X_1+۷۰۰۰X_2+۳۱۰۰X_3+۷۵۰۰X_4+۲۰۰۰X_5+۳۵۰X_6+۲۵۰X_7+۹۰۰۰X_8+۹۰۰۰X_9+۳۲۰۰۰X_{10}+۲۹۰۰۰X_{11}\geq۰$

V. تعیین محدودیتها:

$X_8 = ۰/۰۰۲۵$ مکمل معدنی

$X_9 = ۰/۰۰۲۵$ مکمل ویتامینه

$۰/۰۱< X_2 <۰/۰۵$ محدودیت آرد ماهی

نرم افزار جیره نویسی UFFDA

User-Friendly Feed Formulation, Done Again

G.M.Pesti و همکاران

از دانشگاه جورجیا ۱۹۹۲

معیار های جیره نویسی طیور:

محدودیتها و ویژگی‌های مواد خوراکی که در تنظیم جیره غذایی باید رعایت گردد:

جهت انتخاب مواد خوراکی به منظور تنظیم جیره (Diet Formulation) لازم است ازویژگی ها، مزایا، معایب و محدودیت های مواد خوراکی اطلاعات کافی داشته باشیم. در ذیل بعضی از محدودیتهای مواد خوراکی فهرست شده اند، همچنین در جداول یک تا چهار حد مجاز مصرف مواد خوراکی در جیره طیور ارائه شده است.

ماده خوراکی	محدودیت و عوارض ناشی از مصرف
ذرت	کیفیت پایین پلت، قابلیت آلودگی‌قارچی، پایین بودن لیزین
گندم	چسبندگی نوک، چسبندگی مدفوع، مرطوب شدن بستر، وجود گزیلان ها
یولاف	الیاف زیاد، مرطوب شدن بستر، انرژی پایین
جو	چسبندگی و افزایش رطوبت مدفوع به واسطه داشتن فیبر خام و بتاگلوکان
برنج	وجود ممانعت کننده آنزیم تریپسین
سبوس گندم	الیاف زیاد، انرژی پایین، مرطوب شدن بستر
مایلو(سورگوم)	تانن
ضایعات نانوایی	قابلیت فساد اکسیداتیو، مقدار نمک
ملاس	K زیاد، مدر،رطوبت زیاد (موجب کپک زدگی دان می شود)
کنجاله سویا	افزایش بروز زخمهای کف پا، گردوغبار ،بازدارنده تریپسین، K زیاد، پائین بودن متیونین
کنجاله کانولا(منداب،کلزا) Rapeseed	انرژی کم، گلوکوزینولات، طعم ماهی در تخم مرغ های قهوه ای
کنجاله گلوتن ذرت(CGM)	زرد شدن پوست و زرده تخم مرغ، کمبود لایزین
خوراک گلوتن ذرت(CGF)	انرژی‌کم ، زرد شدن پوست و زرده تخم مرغ
کنجاله تخم پنبه	الیاف خام زیاد ،گسیپول
کنجاله آفتابگردان	الیاف خام زیاد ، لیزین کم
پودر پر	عدم تعادل آمینواسیدها
پودر خون	عدم تعادل آمینواسیدها

برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب های تغذیه دام و طیور مراجعه شود

جدول۱. محدودیتهای موادخوراکی برای پرندگان جوان در سنین ٤-۰ هفتگی (بر حسب درصد جیره)

ماده خوراکی	حداقل	حداکثر
ذرت زرد	۲۰	٦۰
گندم		۲۰
یولاف		۱۰
جو		۱۰
برنج		۱۰
سبوس گندم		۸
نرمه گندم		۱۰
زبره گندم		۱۵
ضایعات بوجاری‌گندم		۱۰
سبوس برنج		۱۵
سبوس داخلی‌برنج		۱۵
مایلو		٤۰
چاودار		۰
تریتیکاله		۲
ضایعات نانوایی		۱۰
ملاس		۱
یونجه خشک		۵
کنجاله کانولا		۰
دانه کانولای‌پر چربی		۰
کنجاله سویا (٤۸٪)	۱۰	۳۰
کنجاله سویا (٤٤٪)	۱۰	۲۵
دانه سویا پر چربی		۱۵
کنجاله گلوتن ذرت		۱۵
خوراک گلوتن ذرت		۱۵
کنجاله تخم پنبه		۵
کنجاله بادام زمینی		۸
نخود		۵
کنجاله گلرنگ		۸
کنجاله کنجد		۸
کنجاله آفتابگردان		۸
پودر گوشت		۷
پودر ماهی(٦۰٪)		۵
پودر ماهی(۷۰٪)		۵
پودر خون		۲
پودر پر		۱
موادحاصل ازتقطیر ذرت		۵
آب پنیر خشک شده		۵
پیه		۰
چربی خوک		۰
چربی طیور	۱	۵
روغن ماهی	۱	۵
روغنهای گیاهی	۱	۵
روغن نارگیل		۰
روغن نخل		۰
روغنهای صابون سازی	۱	۵
مخلوط چربیهای حیوانی و گیاهی	۱	۵

جدول۲. محدودیتهای موادخوراکی برای پرندگان جوان در سنین ۱۸—٤ هفتگی (بر حسب درصد جیره)

ماده خوراکی	حداقل	حداکثر
ذرت زرد	۲۰	۷۱
گندم		۲۵
یولاف		۲۵
جو		۱۵
برنج		۲۰
سبوس گندم		۲۰
نرمه گندم		۲۰
زبره گندم		۲۰
ضایعات بوجاری‌گندم		۲۰
سبوس برنج		۲۰
سبوس داخلی‌برنج		۲۰
مایلو		۵۰
چاودار		۱۰
تریتیکاله		۱۵
ضایعات نانوایی		۱۵
ملاس		۵
یونجه خشک		۱۰
کنجاله کانولا		۵
دانه کانولای‌پر چربی		۱۰
کنجاله سویا (٤۸٪)	۱۰	۳۰
کنجاله سویا (٤٤٪)	۱۰	۲۵
دانه سویا پر چربی		۲۰
کنجاله گلوتن ذرت		۲۰
خوراک گلوتن ذرت		۲۰
کنجاله تخم پنبه		۱۰
کنجاله بادام زمینی		۱۰
نخود		۱۰
کنجاله گلرنگ		۱۰
کنجاله کنجد		۱۰
کنجاله آفتابگردان		۱۰
پودر گوشت	۱	۷
پودر ماهی(٦۰٪)		۵
پودر ماهی(۷۰٪)		۵
پودر خون		۲
پودر پر		۱
موادحاصل ازتقطیر ذرت		۱۰
آب پنیر خشک شده		۱۰
پیه	۱	۵
چربی خوک	۱	۵
چربی طیور	۱	۷
روغن ماهی	۱	۱-۵
روغنهای گیاهی	۱	۵
روغن نارگیل	۱	۵
روغن نخل	۱	۵
روغنهای صابون سازی	۱	۷
مخلوط چربیهای حیوانی و گیاهی	۱	۷

جدول۳. محدودیتهای موادخوراکی برای مرغان تخمگذار بالغ و مادر (بر حسب درصد جیره)

ماده خوراکی	حداقل	حداکثر
ذرت زرد	۲۰	۷۰
گندم		۲۰
یولاف		۲۵
جو		۲۰
برنج		۲۵
سبوس گندم		۱۵
نرمه گندم		۲۵
زبره گندم		۲۵
ضایعات بوجاری‌گندم		۲۰
سبوس برنج		۲۰
سبوس داخلی‌برنج		۱۵
مایلو		۵۰
چاودار		۵
تریتیکاله		۱۵
ضایعات نانوایی		۱۵
ملاس		۵
یونجه خشک		۵
کنجاله کانولا		۵
دانه کانولای‌پر چربی		۱۰
کنجاله سویا (۴۸٪)	۱۰	۳۰
کنجاله سویا (۴۴٪)	۱۰	۳۰
دانه سویا پر چربی		۲۰
کنجاله گلوتن ذرت		۲۵
خوراک گلوتن ذرت		۲۰
کنجاله تخم پنبه		۱۰
کنجاله بادام زمینی		۱۵
نخود		۱۰
کنجاله گلرنگ		۱۵
کنجاله کنجد		۱۵
کنجاله آفتابگردان		۱۵
پودر گوشت		۱۰
پودر ماهی(۶۰٪)		۸
پودر ماهی(۷۰٪)		۸
پودر خون		۲
پودر پر		۲
موادحاصل ازتقطیر ذرت		۱۰
آب پنیر خشک شده		۱۰
پیه	۱	۲
چربی خوک	۱	۳
چربی طیور	۱	۵
روغن ماهی	۱	۵
روغنهای گیاهی	۱	۵
روغن نارگیل	۱	۲
روغن نخل	۱	۲
روغنهای صابون سازی	۱	۵
مخلوط چربیهای حیوانی و گیاهی	۱	۵

جدول٤. محدودیتهای موادخوراکی برای مرغان تخمگذار و مادر نابالغ در سنین ۲۰-٤ هفتگی (بر حسب درصد جیره)

ماده خوراکی	حداقل	حداکثر
ذرت زرد	۲۰	۶۰
گندم		۲۰
یولاف		۲۰
جو		۱۵
برنج		۲۰
سبوس گندم		۱۰
نرمه گندم		۲۰
زبره گندم		۲۰
ضایعات بوجاری‌گندم		۱۵
سبوس برنج		۱۵
سبوس داخلی‌برنج		۱۵
مایلو		۴۰
چاودار		۵
تریتیکاله		۱۰
ضایعات نانوایی		۱۰
ملاس		۵
یونجه خشک	۱	۵
کنجاله کانولا		۰
دانه کانولای‌پر چربی		۰
کنجاله سویا (۴۸٪)	۱۰	۲۵
کنجاله سویا (۴۴٪)	۱۰	۲۰
دانه سویا پر چربی		۲۰
کنجاله گلوتن ذرت	۲	۲۰
خوراک گلوتن ذرت		۲۰
کنجاله تخم پنبه		۱۰
کنجاله بادام زمینی		۱۰
نخود		۱۰
کنجاله گلرنگ		۱۰
کنجاله کنجد		۱۰
کنجاله آفتابگردان		۱۵
پودر گوشت	۲	۷
پودر ماهی(۶۰٪)	۱	۵-۲
پودر ماهی(۷۰٪)	۱	۵-۲
پودر خون		۲
پودر پر		۱
موادحاصل ازتقطیر ذرت	۱	۵
آب پنیر خشک شده	۱	۵
پیه	۱	۵
چربی خوک	۱	۵
چربی طیور	۱	۵
روغن ماهی	۱	۲-۱
روغنهای گیاهی	۱	۸
روغن نارگیل	۱	۵
روغن نخل	۱	۵
روغنهای صابون سازی	۱	۸
مخلوط چربیهای حیوانی و گیاهی	۱	۷

تعیین ارزش اقتصادی مواد خوراکی در جیره نویسی:

برای تعیین ارزش اقتصادی مواد خوراکی باید قیمت موادخوراکی نسبت به مواد مغذی محتوی آنها سنجیده شود. درروش معمول ماده خوراکی که در منطقه بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد به عنوان معیار در نظر گرفته شده و قیمت هر گرم ماده مغذی یا هر کیلو کالری انرژی مشخص می‌گردد، سپس سایر مواد خوراکی بر اساس میزان ماده مغذی و انرژی محتوی آن قیمت گذاری می‌شوند.

I تعیین مواد خوراکی پایه یا معیار

II تعیین مواد مغذی مورد نظر در ارزشیابی قیمت

III تعیین قیمت هر واحد ماده مغذی

IV تعیین یا برآورد قیمت ماده خوراکی مورد سؤال

مثال:

I سویا و ذرت به عنوان ماده خوراکی پایه

II سویا به عنوان منبع پروتئین خام و ذرت به عنوان منبع انرژی قابل متابولیسم

III تعیین قیمت هر گرم پروتئین و هر کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم

x پروتئین خام، y انرژی قابل متابولیسم

معادله ذرت $۸۵x + ۳۳۵۰y = ۲۰۰۰$ Rials

معادله سویا $٤٤٠x + ۲۲۳۰y = ۳۵۰۰$ Rials

$$-٤٤٠x - ۱۷۳٤۰/۹٤y = -۱۰۳٤۹/۲$$

$$٤٤٠x + ۲۲۳۰y = ۳۵۰۰$$

$y = ۰/٤۵۳$ Rials/KcalMEn ← ریال ۰/٤۵۳ = قیمت هر کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم

$x = ۵/٦۷٦$ Rials/grCP ← ریال ۵/٦۷٦ = قیمت هر گرم پروتئین خام

IV تعیین قیمت مناسب گندم (گندم حاوی۳۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم MEn و۱۰۰ گرم پروتئین خام در کیلوگرم است.)

$(۱۰۰×۵/٦۷٦) + (۳۱۰۰×۰/٤۵۳) = ۱۹۷۱/۹$ Rials/Kg

در این روش می‌توان تعداد زیادی ماده مغذی و یا مواد ضدتغذیه‌ای را (بـا ارزش منفـی) در ارزشـیابی قیمت مورد استفاده قرار داد. به عنوان نمونه در مثال زیر ارزش یک گرم پروتئین، یک کیلوکالری انـرژی قابل سوخت و ساز، یک گرم متیونین، لیزین، کلسیم و فسفر تعیین شده است. در این مثال ماده خوراکی پایه برای پروتئین کنجاله سویا، برای انرژی ذرت، برای لیـزین ال لیـزین هیدروکلریـد مـصنوعی، بـرای متیونین دی ال متیونین مصنوعی، برای فسفر دیکلسیم فسفات و برای کلسیم صدف در نظر گرفتـه شـده است. با استفاده از اطلاعات زیر قیمت مواد خوراکی را می‌توان دقیق‌تر و واقعی‌تر برآورد نمود.

۸۵ P + ۳۳۵۰E + ۱/۸ M + ۲/۶ L + ۰/۲ C + ۰/۸ F = ۳۰۰۰	ذرت (کیلوگرم/ریال)
۴۴۰ P + ۲۲۳۰E + ۶/۲ M + ۲۶/۹ L + ۲/۹ C + ۲/۷ F = ۶۳۰۰	سویا (کیلوگرم/ریال)
۱۱۹۰P + ۴۶۰۰E + ۰ M + ۷۹۰ L + ۰ C + ۰ F = ۲۲۰۰۰	لیزین (کیلوگرم/ریال)
۸۵۶ P + ۳۶۸۰E + ۹۹۰ M + ۰ L + ۰ C + ۰ F = ۸۵۰۰۰	متیونین (کیلوگرم/ریال)
۰ P + ۰ E + ۰ M + ۰ L + ۲۲۰ C + ۱۶۸/۳ F = ۱۰۰۰۰	دی کلسیم فسفات (کیلوگرم/ریال)
۰ P + ۰ E + ۰ M + ۰ L + ۳۸۰ C + ۰ F = ۶۰۰	صدف (کیلوگرم/ریال)

حل معادله از طریق تشکیل ماتریس و با استفاده از نرم افزار SAS:

```
PROC IML;
A= {85 3350 1.8 2.6 0.2 0.8, 440 2230 6.2 26.9 2.9 2.7, 1190 4600 0 790 0 0
, 856 3680 990 0 0 0 ,0 0 0 0 220 168.3,0 0 0 0 380 0};
C= {3000 6300 22000 85000 10000 600};
Ainv= inv(A);
CT = C`;
B= Ainv * CT;
PRINT B;
RUN;
```

ارزش یک گرم پروتئین (ریال)	P = ۹/۲۱۱
ارزش یک کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز (ریال)	E = ۰/۵۹۹
ارزش یک گرم متیونین (ریال)	M = ۷۵/۶۶۶
ارزش یک گرم لیزین (ریال)	L = ۱۰/۴۸۲
ارزش یک گرم کلسیم (ریال)	C = ۱/۵۷۸
ارزش یک گرم فسفر (ریال)	F = ۵۷/۳۵۳

معیارهای تأمین مواد معدنی:

تعادل الکترولیت ها درتغذیه طیور:

لاوازیه: حیات روندی شیمیایی است. *"La vie est une function chimique"*

عناصر معدنی نقش های بسیاری در بدن ایفا می کنند. از جمله این وظایف می توان به استحکام، واکنش به محرکها، فعالیت آنزیمها، نقش کاتالیزوری، الکتروشیمیایی و هوموستاز اسید و باز اشاره نمود. نقش اولیه الکترولیت ها در بدن حفظ آب و تعادل یون ها است. از اینرو تأمین نیاز K، Na و Cl به تنهایی مطرح نیست، بلکه تعادل مجموع آنها مهم می باشد. واژه تعادل الکترولیت ها مترادف با تعادل اسید و باز است. تعادل اسید و باز در بدن توسط سه عامل اصلی تحت تاثیر قرار می گیرد:

۱. تعادل الکترولیتها در جیره غذایی
۲. تولید اسید با منشأ داخلی (آندوژنوس)
۳. میزان تصفیه کلیوی

در حالت کلی بدن حیوان در جهت حفظ تعادل بین کاتیون ها و آنیون ها به منظورحفظ pH فیزیولوژیک تلاش می نماید. اگرشرایط بدن به سمت اسیدی یا بازی سوق پیدا کند، مکانیسم دفاع فیزیولوژیکی بدن روندهای متابولیکی را نسبت به حالت عادی تغییر می دهد. درحقیقت به دلیل وجود این سیستم دفاعی، عدم تعادل الکترولیت‌ها و نتیجتاً تغییر pH و اسمولاریته به ندرت اتفاق می‌افتد.

به عبارت صحیح‌تر می توان گفت عدم تعادل الکترولیت ها در بدن به طور مداوم درجهت حفظ pH فیزیولوژیک رخ می دهد. در شرایط دشوار (یعنی تغیرات شدید) مکانیسم تنظیم قادر به تعدیل نبوده، تأثیر معکوس گذاشته و اختلال در هوموستاز بدن ایجاد می‌شود.

تغییرات مختصری در غلظت یون هیدروژن خون نسبت به مقدار طبیعی آن می‌تواند موجب تغییراتی زیادی در سرعت واکنش های شیمیایی سلول گردد. به همین دلیل تنظیم غلظت یون هیدروژن یکی از مهمترین جنبه های تعادل فیزیولوژیکی (هوموستازی) است. بنابراین وقتی تعادل اسید- باز به سمت اسیدوز یا آلکالوز میل می کند اغلب مسیرهای متابولیکی دیگر تحت شرایط بهینه کار نکرده و بیشتر درگیر تنظیم هوموستازی هستند تا روند رشد و تولید

حالت اسیدو باز در طیور انعکاسی از تعادل یونی در جیره است.

اثبات این مساله به شکل زیر است :

– اسیدیته خالص مصرفی به وسیله تفاوت بین آنیونها و کاتیونهای تثبیت شده اندازه گیری می‌شود:

$$(\text{An-Cat})_{in}$$

– اسیدیته خالص دفعی به وسیله تعادل یونهای دفع شده از راه ادرار اندازه گیری می‌شود:

$$(\text{An-Cat})_{out}$$

– مقداری اسید در بدن تولید می شود که عمدتاً از طریق متابولیسم پروتئین ها می باشد. پس واژه اسید آندوژنوس معرفی می‌شود:

$$(H^{+}_{endo})$$

وقتی که مجموع اسیدیته خالص مصرفی به علاوه اسید تولیدی با منشأ داخلی مساوی اسیدیته دفع شده از راه ادرار باشد حیوان در حالت ثابتی است که این حالت به صورت زیر نشان داده می شود:

$$(\text{An-Cat})_{in} + H^{+}_{endo} - (\text{An-Cat})_{out} = 0$$

تحت این شرایط pH خون ۷/٤ ، بیکربنات پلاسما ۲۵ میلی اکی والان در لیتر و باز اضافی وجود ندارد. اگر اسید خالص مصرفی به علاوه اسید تولیدی آندوژنوس متفاوت از اسیدیته خالص دفعی باشد، به این حالت باز اضافی یا Alkali reserve گویند که خون به جهت قرار گرفتن حیوان در یک حالت ثابت با استفاده سیستم‌های موجود این وضعیت را بهبود می بخشد. این حالت ثابت را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$(\text{An-Cat})_{in} + H^{+}_{endo} - (\text{An-Cat})_{out} + BE = 0$$

مقداری از باز اضافی که می‌تواند خنثی شود به وسیله رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$(\text{Cat-An})_{in} - (\text{Cat-An})_{out} - H^{+}_{endo} = BE$$

اگر به دلیلی دفع اسید افزایش یابد بدون اینکه تغییری در جیره ایجاد شود بنابراین $(\text{Cat-An})_{out}$ کاهش یافته و باعث افزایش سمت چپ معادله می گردد، از اینرو باز اضافی افزایش می‌یابد و نتیجتاً حیوان دچار آلکالوز می شود.

اگر کربنات کلسیم جیره توسط کلرید کلسیم جایگزین شود، $(\text{Cat-An})_{in}$ کاهش می‌یابد. به دلیل اینکه تنها کلر جزء آنیون‌های تثبیت شده است و جذب می‌شود ولی کلسیم جذب نمی شود (کلر با بیکربنات در ایلئوم تبادل شده و کربنات کلسیم تشکیل شده و دفع می شود) در نتیجه BE کاهش یافته و پرنده دچار اسیدوز می شود.

در شرایط عملی تغذیه طیور اندازه گیری مواد دفعی و اسید تولیدی آندوژنوس مشکل است. از اینرو روشهای آزمایشی جهت اندازه‌گیری تعادل اسید و باز حیوان و حالتی که باز اضافی (BE) مساوی صفر می‌شود است.

در جیره نویسی برای طیور فقط $(Cat\text{-}An)_{in}$ مورد توجه است. اگرچه این مورد بسیار پیچیده است ولی به وسیله معادله زیر بیان می شود:

$$(Cat\text{-}An)_{in} = meq(Na^{+}+K^{+}+Ca^{++}+Mg^{++}) - meq(cl^{-}+SO_4^{--}+H_2PO_4^{-}+HPO_4^{--})$$

در عمل اندازه گیری این ۸ جزء معادله مشکل است. به عنوان مثال آنیون فسفات که در اشکال آلی فسفولیپید و فسفوپروتئین و به شکل معدنی D.C.P یا M.C.P و یا فیتات است، نقشی در تعادل آنیون‌ها و کاتیون‌ها ندارد. به عنوان مثال فسفر دی بازیک تأثیر چندانی بر تعادل اسید و باز نداشته و این مسئله به دلیل خاصیت بافری فسفات است. چون PK_2 اسید فسفریک معادل ۷/۱۲ ، یعنی در دامنه PH فیزیولوژیک است. متشابهاً سولفات آنیونی است که به منظور تأمین گوگرد و یا جلوگیری از تجزیه متیونین می‌باشد و اثر اسیدزایی سولفات به مراتب کمتر از کلر می باشد و یا کلسیم به فرم نمک کربنات و در ارتباط با اسکلت حیوان است و نقش زیادی در تعادل فیزیولوژیکی اسید و باز بدن ندارد. ظاهراً فقط K، Na و Cl مهمترین تعیین کننده‌های تعادل اسید و باز هستند پس معادله را به شکل زیر نمایش می دهیم:

$$(Cat\text{-}An)_{in} = meq(Na+K-Cl) + meq(Ca+Mg-SO_4-H_2PO_4-HPO_4)$$

و نهایتاً با حذف قسمت دوم معادله و افزودن اسید تولیدی آندوژنوس معادله به شکل زیر در می‌آید:

$$(Na+K-Cl)_{in} = (Cat\text{-}An)_{out} + H^{+}_{endo} + BE$$

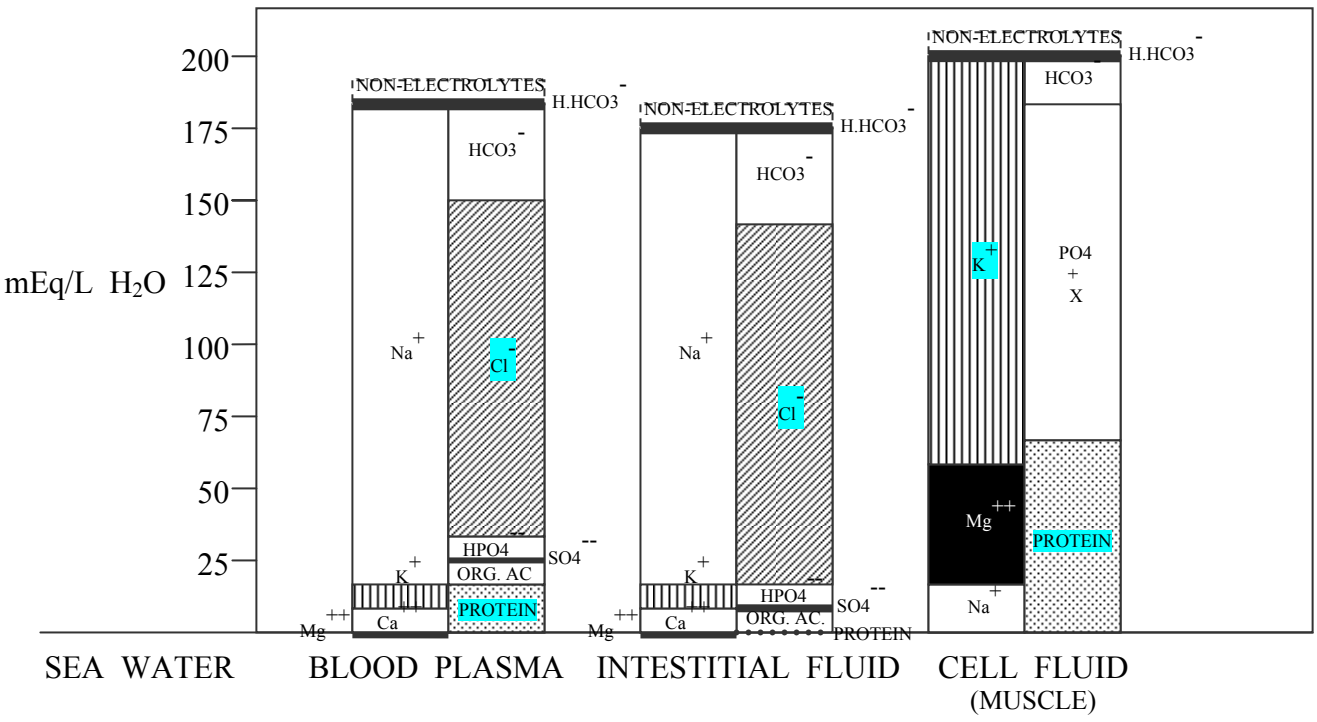
تولید اسید آندوژنوس بستگی به ماهیت پروتئین جیره دارد، چرا که ترکیب محصولات ازته متفاوت است. به عنوان مثال پروتئین سویا ۹/۳ میلی اکی والان به ازای هر گرم ازت H^{+} تولید می‌کند.

حالت تعادل یعنی حالتی که باز اضافی مساوی صفر است. در جیره مرغ اگر $Na + K - Cl$ بالاتر یا پایین‌تر از ۲۵ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم جیره باشد آلکالوز یا اسیدوز ایجاد می نماید که در این حالت بدن بیشتر درگیر تنظیم تعادل فیزیولوژیکی است تا روند رشد. به عنوان مثال اگر قسمتی از سویا توسط پودر ماهی جایگزین شود تعادل از ۱۷/٤ به ۱۳/۱ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم کاهش می یابد. البته این جایگزینی با این فرض است که تغییر دیگری در فرمول و آنالیز جیره ایجاد نگردد. در نتیجه BE افزایش یافته و در این صورت با افزایش نسبت پودر ماهی در جیره نیاز به افزودن یونهایی مانند بیکربنات برای کاهش باز اضافی ضروری است. منابع پروتئین حیوانی حاوی مقدار متفاوتی از آنیون سولفات هستند، از اینرو در صورتیکه از منابع حیوانی پروتئین استفاده می‌شود، می‌بایست تعادل به صورت $Na+K-Cl-SO_4$ مورد ارزیابی قرار گیرد. منبع و ترکیب سولفات در اسیدوژنیکی آن مؤثر است. به عنوان مثال اگر به صورت $CaSO_4$ و K_2SO_4 باشد، نسبت به کلر ۵۸٪ اسیدوژنیک است و اگر به فرم Na_2SO_4 باشد، این مقدار نسبت به اسیدوژنیکی کلر ۸٤ ٪ است.

از بین غلات مایلو کمترین تعادل و گندم بیشترین تعادل را نشان می دهد، اما مهمترین و بیشترین تفاوت بین منابع پروتئین است. مثلاً در جیره ای که حاوی ٦٥٪ مایلو و ٢٥٪ سویا است تعادل ٢١ و در جیره‌ای که حاوی ٧٥٪ مایلو و ١٠٪ پودر ماهی است تعادل ٧/٥ میلی اکی والان در صد گرم خوراک است. بنابراین افزودن $NaHCO_3$ به این جیره مفید است (جدول ١).

تعادل الکترولیتها می‌تواند بر روی متابولیسم بعضی از اسیدهای آمینه بازی به خصوص لیزین و آرژنین تأثیر بگذارد. لیزین و سایر اسیدهای آمینه بازی در صورت کمبود پتاسیم در بافت‌ها تجمع می‌یابند که بستگی به درجه کمبود پتاسیم دارد. در این خصوص لیزین در بافتهای عضلانی تجمع می یابد. البته این تجمع لیزین همراه با کاهش رشد به دلیل کمبود پتاسیم است. افزایش لیزین در سلول تقریبا معادل کمبود پتاسیم در بافت است. از اینرو به نظر می رسد در این مقوله اسید آمینه با توان بافری خودش در جهت حفظ تعادل یونها عمل نموده است. همانطور که می‌دانید لیزین با آرژنین آنتاگونیست است و لیزین موجب فعال شدن آرژیناز کلیوی و افزایش نیاز آرژنین می شود. نتایج تحقیقات نشان می دهد که افزودن پتاسیم جیره تا حدی اثر منفی این پدیده بر روی رشد را کاهش می دهد. در صورتی که کلر بر عکس آن عمل می کند(جدول٢).

سطوح بالای کلر صرف نظر از تعادل اسیدهای آمینه موجب کاهش رشد می گردد. همانطور که در جدول ٢ مشاهده می شود، کاهش رشد در حالتی که آنتاگونیسم لیزین و آرژنین بروز نموده بسیار مشهود است و این اثر با افزایش کلر نیز شدت گرفته است. با استفاده از لیزین نشاندار (C^{14}) مشخص شده است که اثر کلر در تجزیه لیزین نیست بلکه در ارتباط با تعادل الکترولیت‌هاست.



جدول ۱- الکترولیت‌های موجود در مواد غذایی				
ماده غذایی	درصد ماده غذایی			سدیم+ پتاسیم- کلر (میلی اکی والان در کیلوگرم)
	سدیم	پتاسیم	کلر	
ذرت	۰/۰۵	۰/۳۸	۰/۰٤	۱۰۸
گندم	۰/۰۹	۰/۵۲	۰/۰۸	۱۵۰
جو	۰/۰۲	۰/۵٦	۰/۱۸	۱۰۱
مایلو	۰/۰٤	۰/۳٤	۰/۰۸	۸۲
کنجاله سویا	۰/۰۵	۲/٦۱	۰/۰۵	٦۷۵
کنجاله کانولا	۰/۰۹	۱/٤۷	۰/۰۵	٤۰۰
پودر گوشت	۰/۵۵	۱/۲۳	۰/۹۰	۳۰۰
پودر ماهی	۰/٤۷	۰/۷۲	۰/۵۵	۲۳۰
کنجاله تخم پنبه	۰/۰۵	۱/۲۰	۰/۰۳	۳۲۰
کنجاله آفتابگردان	۰/۰۲	۱/۰۰	۰/۰۳	۲۵۵

جدول ۲- اثر کلر موجود در جیره بر روی رشد جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای آمینه بازی					
تیمار	درصد لیزین	درصد آرژینین	افزایش وزن (گرم/ روز)		
			۰/۰۵٪ کلر	۱/۰٪ کلر	۱/۵٪ کلر
۱	۰/۸	۱/۰	۵/۵۰bc	٤/۸۰cd	٤/۲۰d
۲	۱/۲۰	۱/۰	۷/۵۰a	۷/۱۰a	۵/۳۰bc
۳	۲/۵۰	۱/۰	۳/۳۰e	۲/۲۰f	۱/۷ f
٤	۲/۵۰	۲/۳۰	۷/٦۰a	۷/۲۰a	٦/۰b

نحوه محاسبه تعادل الکترولیت‌ها یا تعادل کاتیون- آنیون در یک ماده خوراکی یا جیره

(Dcab = Dietary Cation & Anion Balance)

$$\text{میلی اکی والان الکترولیت در کیلوگرم خوراک (meq/kg)} = \frac{\text{وزن عنصر در جیره mg/Kg}}{\frac{\text{وزن مولکولی عنصر}}{\text{ظرفیت عنصر (والانس)}}} = \frac{\text{Mwt}}{\text{Eq}}$$

مثال: جیره ای حاوی ۰/۱۷ درصد سدیم، ۰/۸ درصد پتاسیم، ۰/۲۲ درصد کلر است، تعادل یونها را محاسبه کنید.

سدیم ٪۰/۱۷ ⟵ = ۱۷۰۰ mg/Kg ⟵ $\frac{۱۷۰۰}{\frac{۲۳}{۱}}$ = ۷۳/۹ meq/Kg

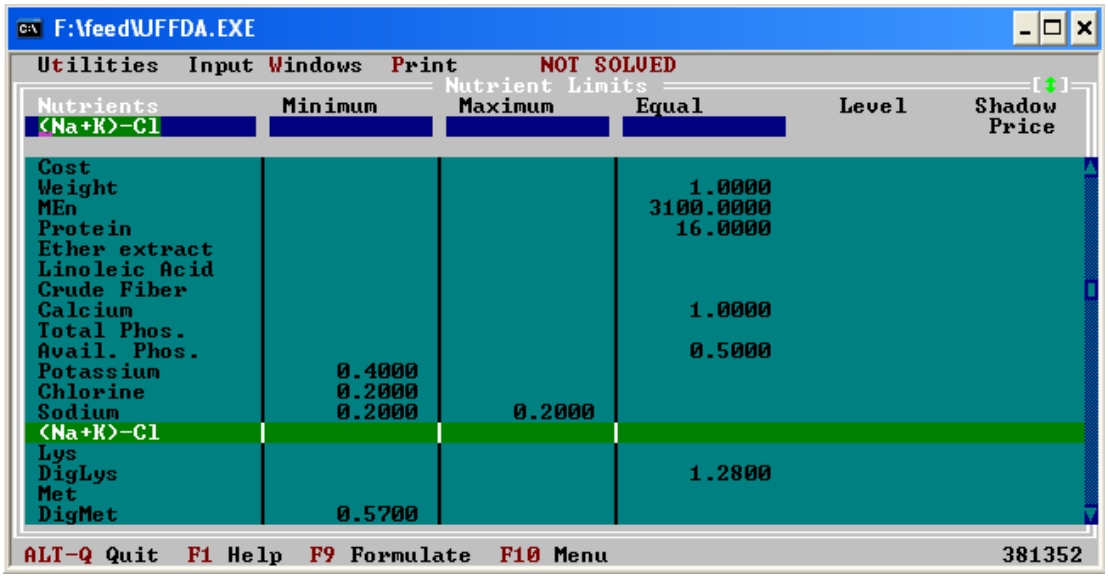
پتاسیم ٪۰/۸ ⟵ = ۸۰۰۰ mg/Kg ⟵ $\frac{۸۰۰۰}{\frac{۳۹/۱}{۱}}$ = ۲۰٤/٦ meq/Kg

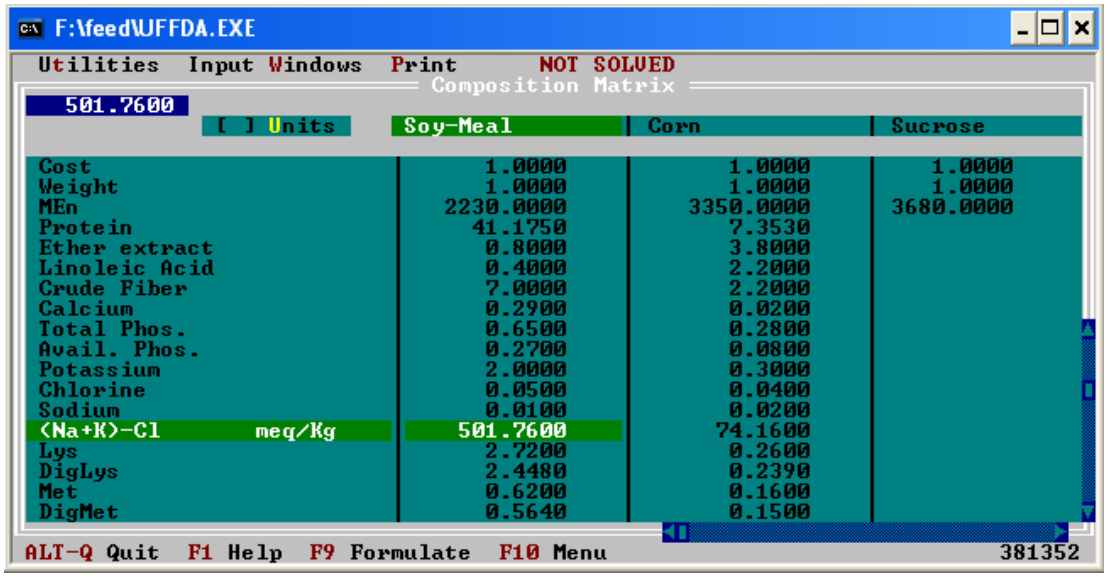
کلر ٪۰/۲۲ ⟵ = ۲۲۰۰ mg/Kg ⟵ $\frac{۲۲۰۰}{\frac{۳۵/۵}{۱}}$ = ٦۲ meq/Kg

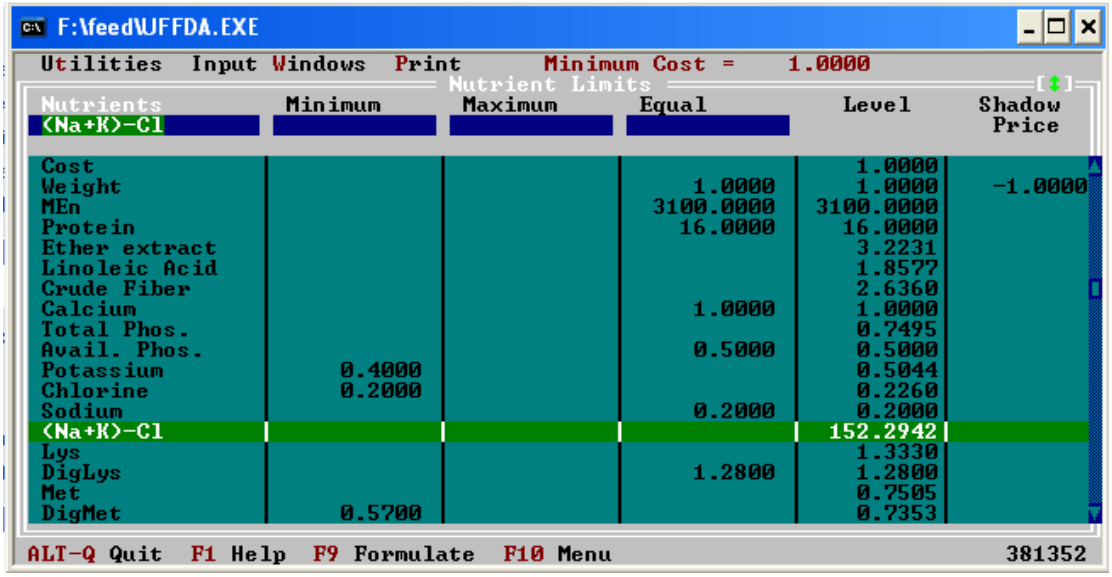
$$Na + K - Cl = ۷۳/۹ + ۲۰٤/٦ - ٦۲ = ۲۱٦/۵ \text{ meq/Kg}$$

نحوه محاسبه تعادل الکترولیت‌ها یا تعادل کاتیون- آنیون جیره توسط نرم افزار UFFDA

ابتدا در صفحه عملیاتی F3 معیار محاسبه تعادل یون ها را به صورت (Na+K-Cl) وارد می کنیم. سپس در صفحه عملیاتی F5 ضمن وارد نمودن مقیاس محاسبات (meq/kg) مقادیر محاسبه شده کاتیون ها منهای آنیون هر ماده خوراکی را در ذیل نام ماده خوراکی وارد می نمائیم.


F:\feed\UFFDA.EXE
Utilities Input Windows Print NOT SOLVED
Nutrient Limits
Nutrients Minimum Maximum Equal Level Shadow Price
(Na+K)-Cl
Cost
Weight 1.0000
MEn 3100.0000
Protein 16.0000
Ether extract
Linoleic Acid
Crude Fiber
Calcium 1.0000
Total Phos.
Avail. Phos. 0.5000
Potassium 0.4000
Chlorine 0.2000
Sodium 0.2000 0.2000
(Na+K)-Cl
Lys
DigLys 1.2800
Met
DigMet 0.5700
ALT-Q Quit F1 Help F9 Formulate F10 Menu 381352


F:\feed\UFFDA.EXE
Utilities Input Windows Print NOT SOLVED
Composition Matrix
501.7600
[ ] Units Soy-Meal Corn Sucrose
Cost 1.0000 1.0000 1.0000
Weight 1.0000 1.0000 1.0000
MEn 2230.0000 3350.0000 3680.0000
Protein 41.1750 7.3530
Ether extract 0.8000 3.8000
Linoleic Acid 0.4000 2.2000
Crude Fiber 7.0000 2.2000
Calcium 0.2900 0.0200
Total Phos. 0.6500 0.2800
Avail. Phos. 0.2700 0.0800
Potassium 2.0000 0.3000
Chlorine 0.0500 0.0400
Sodium 0.0100 0.0200
(Na+K)-Cl meq/Kg 501.7600 74.1600
Lys 2.7200 0.2600
DigLys 2.4480 0.2390
Met 0.6200 0.1600
DigMet 0.5640 0.1500
ALT-Q Quit F1 Help F9 Formulate F10 Menu 381352


F:\feed\UFFDA.EXE
Utilities Input Windows Print Minimum Cost = 1.0000
Nutrient Limits
Nutrients Minimum Maximum Equal Level Shadow Price
(Na+K)-Cl
Cost 1.0000
Weight 1.0000 1.0000 -1.0000
MEn 3100.0000 3100.0000
Protein 16.0000 16.0000
Ether extract 3.2231
Linoleic Acid 1.8577
Crude Fiber 2.6360
Calcium 1.0000 1.0000
Total Phos. 0.7495
Avail. Phos. 0.5000 0.5000
Potassium 0.4000 0.5044
Chlorine 0.2000 0.2260
Sodium 0.2000 0.2000
(Na+K)-Cl 152.2942
Lys 1.3330
DigLys 1.2800 1.2800
Met 0.7505
DigMet 0.5700 0.7353
ALT-Q Quit F1 Help F9 Formulate F10 Menu 381352

مواد معدنی

جذب حقیقی و متابولیسم در موجود زنده (Bioavailability)

پرورش دام و طیور با بازده مطلوب و حفظ سلامتی آنها مستلزم تأمین مواد مغذی به مقدار کافی و به شکلی که از لحاظ بیولوژیی قابل استفاده باشند است. کمبود یک ماده مغذی در جیره‌ای که حاوی یک ماده خوراکی خاصی است باید از طریق افزودن آن ماده به جیره غذایی برطرف گردد. قابلیت استفاده یا قابلیت دسترسی Bioavailability[1] نه تنها بر نیاز یک ماده مغذی در جیره بلکه بر حد تحمل آن نیز تأثیر دارد. از این رو ضرورت آگاهی از قابلیت دسترسی مواد مغذی در مواد خوراکی و شکل‌هایش از پیش روشن است. اطلاعات زیادی در خصوص قابلیت دسترسی مواد مکمل در دسترس است اما در مورد مواد خوراکی اطلاعات محدود است.

واژه‌هایی که در ارتباط با قابلیت دسترسی مواد مغذی مطرح هستند عبارتند از: Bioavailability، availability، Biological availability، Bioactivity، Biopotency و Bioefficiency، که این واژه‌ها بصورت مترادف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

طبق تعریف قابلیت دسترسی Bioavailability عبارت است از مقداری از یک ماده مغذی از یک منبع بخصوص که جذب شده و قابل استفاده در متابولیسم باشد. سایر محققین از جمله Fox و O'Dell قابلیت استفاده (Utilization) مواد مغذی را در روند متابولیسم حیوان قابلیت دسترسی (Bioavailability) می‌نامند. در مورد بعضی از مواد مغذی اندازه‌گیری قابلیت دسترسی واقعی آنها بسیار مشکل است از این رو محققین قابلیت دسترسی این مواد را بصورت تخمینی بدست می‌آورند که با تعریف قابلیت دسترسی مغایرت دارد.

در زمینه تعیین متغیرهای مناسب به عنوان معیارهای مطالعه قابلیت دسترسی ذکر مطلبی از Fair weatber-Tait در ارتباط با بررسی قابلیت دسترسی آهن در خوراکها و تغیرپذیری قابلیت دسترسی مواد مغذی بی‌مناسبت نیست، «بنظر می‌رسد قابلیت دسترسی آهن در خوراک خصوصیت ذاتی نیست بلکه مقدار برآورد شده تحت تأثیر جذب و قابلیت استفاده در شرایط آزمایش است».

ارقام مربوط به قابلیت دسترسی غالباً بصورت درصد بیان می‌شود. در اغلب موارد قابلیت دسترسی مواد مغذی نسبت به عکس‌العمل حیوان در مقابل حدود استاندارد (Standard reference material) بیان می‌شود که عدد بدست آمده از این روش را Relative Bioavailability Value (RBV) گویند. معمولاً ماده استاندارد که قابلیت دسترسی نسبت به آن سنجیده می‌شود حلال ساده‌ای است که با استفاده از

[1]- به منظور اجتناب از کاربرد عبارت طولانی جذب حقیقی و متابولیسم در موجود زنده (Bioavailability) از عبارت قابلیت دسترسی استفاده می‌شود.

آن نیاز ماده مغذی حیوان برآورد شده است. در صورت استفاده از ماده استانداردی که نیاز ماده مغذی حیوان با آن برآورد شده است ارزش مقدار برآورد شده ارتقاء می‌یابد.

قاعدتاً ماده استاندارد باید قابلیت دسترسی بالایی داشته باشد گرچه در بعضی مواقع با اهداف خاصی از ماده استاندارد با قابلیت دسترسی پائین استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به استفاده از دی کلسیم فسفات به جای فسفات سدیم که قابلیت انحلال بالایی دارد اشاره نمود. بنابراین وقتی از دی کلسیم فسفات به عنوان ماده استاندارد استفاده می‌شود قابلیت دسترسی بعضی از منابع بالاتر از ۱۰۰٪ می‌شود. در مورد اسیدهای آمینه ماده استاندارد اسیدهای آمینه کریستاله است که قابلیت جذب حقیقی آنها ۱۰۰٪ است. برعکس در مورد تعیین قابلیت دسترسی منگنز از $MnSO_4.H2O$ استفاده می‌شود که قابلیت جذب حقیقی آن بسته به گونه حیوان و نوع جیره ۲ تا ۸٪ است و این مثال که بیانگر تفاوت زیادی در قابلیت جذب حقیقی و RBV برای مواد استاندارد نظیر اسیدهای آمینه کریستاله و عناصر معدنی کم نیاز است نشان می‌دهد که یک ماده با قابلیت هضم پائین می‌تواند قابلیت دسترسی بالایی داشته باشد.

قابلیت دسترسی تحت تأثیر گونه حیوان و نیاز مواد مغذی نسبت به میزان مصرف خوراک است. اعمال و حالات مختلف فیزیولوژیکی (نظیر رشد، توسعه استخوانها، آبستنی، شیردهی، بیماری و ...) می‌تواند موجب افزایش نیاز مواد مغذی و افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی بخصوص در حالتی که میزان آن ماده مغذی در جیره کمتر از میزان نیاز است شود. میزان مصرف یک ماده مغذی نسبت به نیاز حیوان می‌تواند قابلیت دسترسی آن ماده مغذی را افزایش یا کاهش دهد. اثر متقابل بین مواد مغذی و سایر ترکیبات موجود در جیره از قبیل داروها (مثل ترکیب اکسالات با کلسیم و تشکیل ملح نامحلول یا آنتاگونیست داروهای سولفامیدی و نبرتین...) می‌توانید بر قابلیت دسترسی مواد مغذی تأثیر بگذارد. اینگونه اثرات چه قبل از جذب و در روده و چه بعد از جذب در بافتها رخ می‌دهد. یکی دیگر از عوامل مؤثر بر قابلیت دسترسی مواد مغذی نحوه عمل‌آوری جیره غذایی و اندازه ذرات آن است. در خصوص مواد معدنی، ترکیب شیمیایی و قابلیت انحلال تأثیر به سزایی در قابلیت دسترسی آن منبع دارد. تأثیر عوامل ذکر شده بر قابلیت دسترسی مواد مغذی بطور کامل روشن شده است اما تأثیر این عوامل بر RBV ماده مغذی مشابه، می‌تواند حداقل مقدار ممکن باشد. از اینرو طراحی و روشهای آزمایش و تفسیر نتایج حاصل از بررسی قابلیت دسترسی بسیار مهم و ظریف است.

ارزشیابی و تعیین

جذب حقیقی و متابولیسم مواد معدنی در موجود زنده (Bioavailability)

قابلیت دسترسی یک ماده مغذی از یک ماده مورد آزمایش نسبت به یک ماده استاندارد عبارت است از نسبت مقدار ماده استاندارد و مورد آزمایش که عکس‌العمل یکسانی را در حیوان ایجاد می‌کند. گرچه از لحاظ کلی به نظر ساده می‌رسد اما تعیین واقعی آن مشکلات زیادی دارد. بعضی از مشکلات آماری و در ارتباط با modeling، طرح آزمایشی و برآوردها است. در این قسمت به تشریح فرضیات و نقاط قوت و ضعف روشهای تعیین قابلیت دسترسی می‌پردازیم. روشهایی که تشریح می‌شود در ابتدا توسط Finney پیشنهاد شده است که بطور اختصار تحت عنوان RBV Relative Bioavailability Value معروف است.

قبل از شروع بحث آماری دو مطلب باید مورد بررسی قرار گیرد. اول اینکه متغیر مستقل در این مقوله چیست. در اغلب موارد میزان ماده مغذی مصرفی و یا غلظت ماده مغذی در خوراک به عنوان متغیر مستقل مطرح می‌گردد. اگر مقدار خوراک مصرفی در تمامی تیمارها مساوی باشد استفاده از هر یک از متغیرهای فوق به عنوان متغیر مستقل قابل قبول است. اما اگر میزان مصرف خوراک متفاوت باشد لازم است عکس‌العمل حیوانی را در مقابل مقدار مصرفی از ماده مغذی در نظر بگیریم. این حالت در زمانی که جیره پایه قسمت عمده‌ای از ماده مغذی مورد نظر را تأمین می‌کند اهمیت بیشتری می‌یابد. دومین مسئله مهم که باید مد نظر قرار بگیرد نوع عکس‌العمل حیوان و یا به عبارت آماری متغیر وابسته است. دو مثال بارز از متغیر وابسته افزایش وزن و خاکستر استخوان است. انتخاب متغیر وابسته، بستگی به ماده مغذی که مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد دارد. در بعضی از مواقع به منظور حصول همگنی واریانس(مساوی بودن واریانس‌ها) و یا سایر معیارها جهت افزایش صحت تعیین، لازم است متغیر وابسته تبدیل گردد.

روش آماری تعیین قابلیت دسترسی استفاده از روش تابعیت (regression) است. در روش بدست آوردن تابعیت لازم است متغیر وابسته و مستقل تعریف گردد. در قسمتهای بعدی از x به عنوان متغیر مستقل و از y به عنوان متغیر وابسته استفاده می‌شود. X_s و X_t بترتیب مقدار ماده استاندارد و ماده مورد آزمایش است که عکس‌العمل یا y یکسانی را بدست می‌دهند. در نتیجه $RBV = \frac{x_s}{x_t}$ است. ممکن است نسبت $\frac{x_s}{x_t}$ بستگی به مقدارy داشته باشد. در اینگونه موارد مقادیر مختلف RBV مطابق با مقادیر متفاوت y خواهد بود پس تعریف کامل RBV در مورد آن صدق نمی‌کند. در بعضی از شرایط RBV مستقل از مقادیر y است و مقدار واحدی را به خود اختصاص می‌دهد. این مورد حاصل از روشهای تعیین که نسبت شیب (Slope Ratio) و خطوط موازی (Parallel lines) نامیده می‌شوند است.

چون روشهای تعیین بر اساس مدل های تابعیت است از اینرو می‌توان با استفاده از آماره‌های خاص چگونگی تطابق مدل با داده‌ها را ارزیابی نمود. آماره سازگاری مدل تابعیت R^2 است این شاخص در کلیه منابعی که تجزیه و تحلیل تابعیت را بررسی نموده‌اند تشریح شده است. فلسفه R^2 طبق معادله زیر از تقسیم‌بندی کل واریانس به دو قسمت منشاء می‌گیرد.

SS کل = SS تابعیت + SS اشتباه

SS در واقع مجموع مربعات (Sum of Squares) است. SS تابعیت قسمتی از SS کل است که مربوط به ارتباط بین متغیر وابسته و مستقل است و SS اشتباه قسمتی از SS کل است که مربوط به رابطه بین متغیر وابسته و مستقل نمی‌شود. R^2 از تقسیم SS تابعیت به SS کل بدست می‌آید بنابراین مشخص کننده قسمتی از واریانس کل در متغیر وابسته که به علت ارتباط با متغیر مستقل است می‌باشد. روشن است که مقدار R^2 بین ۰ و ۱ است و هر چه به یک نزدیکتر باشد ارزش مدل بالاتر است.

R^2 یک شاخص کامل نیست. مقدار R^2 می‌تواند بطور مصنوعی با افزودن متغیرهای بی‌ارتباط به مدل به عدد ۱ نزدیک شود. همچنین R^2 در حالتی که مقادیر مختلف متغیر مستقل مقدار یکسان از متغیر وابسته را حاصل می‌نماید نیازمند دقت زیادی است. معهذا R^2 آماره مناسبی برای ارزشیابی در بررسی قابلیت دسترسی است.

رقم واحدی از R^2 که دلالت بر شایستگی مدل داشته باشد وجود ندارد. البته تا حدودی می‌توان براساس نوع عکس‌العمل متغیرها و نوع آزمایش مواردی که R^2 بالاتری را بدست می‌دهند طبقه‌بندی نمود. به عنوان مثال R^2 در مطالعات تعیین قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه بزرگتر از ویتامین‌ها و در مورد ویتامین‌ها بزرگتر از مواد معدنی است.

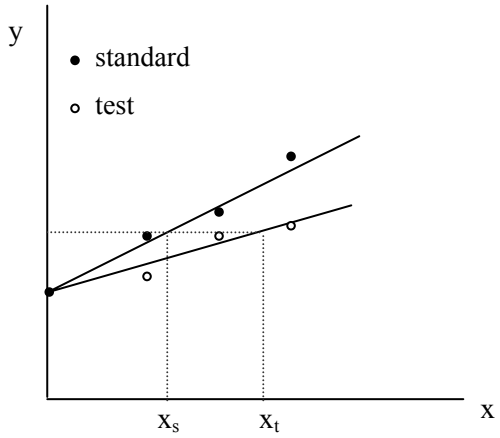
مهمترین روشهای تعیین و ارزشیابی قابلیت دسترسی (Bioavailability) روش نسبت شیب (Slope Ratio) و خطوط موازی (Parallel lines) است. سایر روش‌ها در اصل با تغییراتی در این دو روش ایجاد شده‌اند و در واقع مشتقاتی از این دو روش هستند که در قسمت بعدی به تشریح این روشها می‌پردازیم.

تعیین قابلیت دسترسی براساس داده‌های آزمایشی است که در قابلیت یک طرح جمع‌آوری شده است. در اینگونه آزمایش‌ها سطوح مختلف ماده مورد آزمایش و ماده استاندارد به جیره پایه افزوده می‌شود، شایان ذکر است که یکی از سطوح شامل سطح صفر یا جیره پایه است. در نهایت ترکیبی از سطوح مختلف و منابع ماده مغذی بصورت فاکتوریل، تیمارها را تشکیل می‌دهند. تیمارها در قالب طرح آزمایشی مناسب نظیر طرح کامل تصادفی، طرح بلوکهای کامل تصادفی قرار می‌گیرند. واحدهای آزمایشی، یک حیوان یا یک قفس ازحیوانات یا درمورد طرحهای Cross over حیواناتی در دوره زمانی بخصوص است. انتخاب

ساختار تیمارها، طراحی تیمارها و واحدهای آزمایشی بستگی به موضوع مورد مطالعه، دانش قبلی نسبت به مدل آماری و ماهیت مواد آزمایشی دارد.

روش نسبت شیب (Slope Ratio)

آزمایشهایی که اخیراً در مورد تعیین قابلیت دسترسی انجام شده است عمدتاً از این روش استفاده نموده‌اند. در این روش مقادیر متغیر مستقل و وابسته (y,x) در هر واحد آزمایشی تعیین می‌گردد. فرض بر این است که رابطه y,x در هر دو مورد ماده مورد آزمایش و ماده استاندارد خطی است. سپس معادله خطوط تابعیت برای ماده استاندارد $y = a_s + b_s x$ و ماده مورد آزمایش $y = a_t + b_t x$ محاسبه می‌گردد (شکل ۳).



شکل ۳- تعیین قابلیت دسترسی به روش نسبت شیب

فرض بر این است که در سطح صفر x، عکس‌العمل حیوان یکسان است بنابراین $a_s = a_t$ است. چون دو خط یکدیگر را در نقطه $x = 0$ قطع می‌کند بنابراین مقدار عرض از مبداء یا a (Intercept) برای هر دو ماده استاندارد و مورد آزمایش یکسان بوده و معادله خط استاندارد بصورت $y = a + b_s x$ و معادله خط مورد آزمایش بصورت $y = a + b_t x'$ در می‌آید. طبق تعریف RBV، x_s و x_t مقداری از ماده استاندارد و ماده مورد آزمایش هستند که عکس‌العمل (y) یکسانی را ایجاد می‌کنند. بنابراین $a + b_s x_s = a + b_t x_t$ است. با حل این معادله $RBV = \frac{x_s}{x_t} = \frac{b_t}{b_s}$ می‌شود که نسبت شیب دو خط تابعیت است. که وجه تسمیه این روش یعنی نسبت شیب (Slope Ratio) از همین مسئله منشاء می‌گردد. شایان ذکر است که RBV یک نسبت تخمینی است بنابراین برآورد اشتباه استاندارد (Standard error) آن بسیار مشکل است.

با استفاده از این روش قابلیت دسترسی منابع مختلف برآورد می‌گردد. قابلیت دسترسی هر ماده مورد آزمایش نسبت به ماده استاندارد مقایسه می‌گردد. در واقع شیب خط تابعیت ماده مورد آزمایش تقسیم بر شیب خط ماده استاندارد معادل RBV ماده مورد آزمایش است.

برای ارزشمند بودن روش نسبت شیب آزمون آماری و تأیید سه فرضیه زیر ضروری است:

۱- عکس‌العمل منبع ماده مغذی استاندارد و مورد آزمایش بصورت خطی باشد.

۲- عرض از مبداء برای کلیه خطوط یکسان باشد.

۳- عکس‌العمل در برابر سطح صفر (که blanks نامیده می‌شود) معادل عرض از مبداء خط باشد.

روش آزمون فرضیات فوق توسط Finney تشریح شده است. بعضی از برنامه‌ها نظیر PROC GLM در نرم‌افزار SAS قابلیت محاسبه تابعیت و برآورد اشتباه استاندارد *RBV* را دارد.

در جداول ضمیمه ۱ تا ۵ *RBV* منابع کلسیم، فسفر و منگنز برای طیور، خوک، گاو و گوسفند ارائه شده است.

جدول ۱-ضمیمه – RBV منابع مکمل کلسیم

منبع	طیور	خوک	گاو	اسب
کربنات کلسیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
Aragonite	–	۹۵	–	–
پودر استخوان	۱۰۰	–	۱۱۰	۷۰
کلرید کلسیم	–	۹۰	۱۲۵	–
سیترات کلسیم	–	۹۰	–	–
گلوکونات کلسیم	۱۰۰	–	–	–
اکسالات کلسیم	–	٦۵	–	۵
سوکسینات کلسیم	–	۹۵	–	–
سولفات کلسیم	۹۵	۹۵	–	–
فسفات فلئورزدایی شده	۹۵	–	–	–
دی کلسیم فسفات	–	–	۱۱۰	۷۵
پودر سنگ	۹۵	–	۹۰	۷۰
پودر سنگ(دولومیتی)	٦۵	۸۰	–	–
rock pHospHate (حاوی کمی فلئور)	۹۰	–	–	–
(marble dust) گرد سنگ مرمر	–	۱۰۰	–	–
مونوکلسیم فسفات	–	–	۱۳۰	–
صدف	۱۰۰	۱۰۰	–	–
Soft rock pHospHate	۷۰	–	–	–
تری کلسیم فسفات	۱۰۰	–	–	–

جدول۲ –ضمیمه –RBV منابع مکمل منگنز

منبع	طیور	گوسفند
سولفات منگنز	۱۰۰	۱۰۰
کربنات منگنز	۵۵	۳۰
دی اکسید منگنز	۳۰	۳۵
منگنز- متیونین	۱۲۰	۱۲۵
مونو اکسید منگنز	۷۵	۶۰
منگنز پروتئینه شده	۱۱۰	–
کلرید منگنز	۱۰۰	–

جدول ضمیمه ۳ –RBV منابع مکمل فسفر

منبع	طیور	خوک
فسفات سدیم یا پتاسیم	۱۰۰	۱۰۰
فسفات آمونیوم	۹۵	–
پودر استخوان	۹۵	۸۰
فسفات فلوئورزدایی شده	۹۰	۸۵
فسفات دی آمونیوم	۹۵	–
دی کلسیم فسفات	۹۵	۱۰۰
منو کلسیم فسفات	۱۰۰	–
Soft rock pHo.	۴۰	–

جدول ضمیمه ٤- RBV منابع فسفر برای مرغ

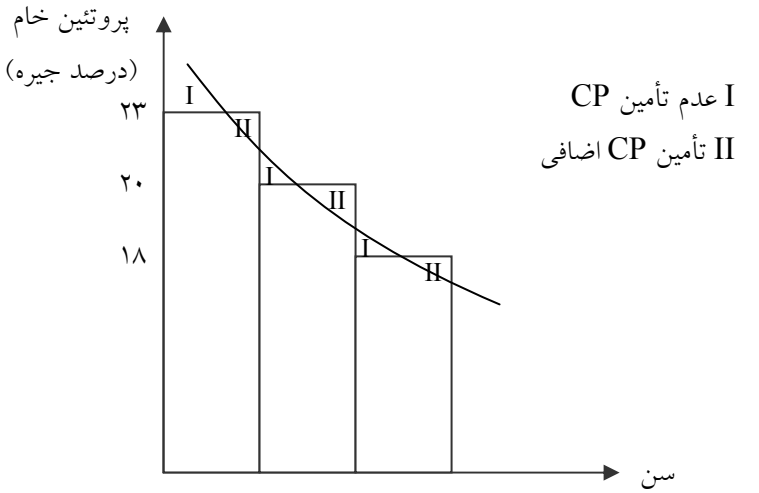
منبع	RV	ماده استاندارد	روش آزمایش	نوع جیره	عکس العمل
سویا	٥٠	دی کلسیم فسفات	SC	طبیعی	خاکستر استخوان
کنجاله سویا (٤٤٪)	٤٠	مونو کلسیم فسفات	SR	طبیعی	خاکستر استخوان
فیتین ذرت	٠	دی سدیم فسفات	SC	SP	خاکستر استخوان
کنجاله آفتابگردان	٢٣	فسفات پتاسیمMB	SC	P	خاکستر استخوان
گندم	٣٨	مونو سدیم فسفات	SR	طبیعی	خاکستر استخوان
سبوس گندم	٢٣	فسفات پتاسیمMB	SR	P	خاکستر استخوان
سورگوم	٣٦	مونوسدیم فسفات	SR	طبیعی	خاکستر استخوان

جدول ضمیمه ٥ –RBV منابع فسفر برای گاو

منبع	RV	ماده استاندارد	روش آزمایش	نوع جیره	عکس العمل
برمودا گراس	٢٤	–	–	طبیعی	جذب ظاهری
پودر استخوان	٣٠	–	–	SP	ابقاء
دی کلسیم فسفات	٣٣	–	–	SP	ابقاء
اسید فسفریک	٧٦	–	–	SP	جذب حقیقی
Soft rock Pho.	١٧	دی کلسیم فسفات	TP	طبیعی	رشد
شبدر	٤٤	–	–	طبیعی	جذب ظاهری
فسفات فلوئورزدایی شده	١٠٠	دی کلسیم فسفات	MR	طبیعی	خاکستر استخوان ورشد

نسبت انرژی به پروتئین(Energy Protein Ratio)

I. نیاز پروتئین جوجه‌های گوشتی با افزایش سن بر حسب درصد در جیره کاهش می‌یابد و البته میزان پروتئین مصرفی در کل افزایش می‌یابد چون میزان Intake خوراک افزایش می‌یابد.



مقایسه نیاز واقعی (ـــــ) جوجه‌های گوشتی به پروتئین خام و مقدارتأمین شده به روش متداول (□) یعنی ارایه جیره در سه مرحله

II. جوجه‌های گوشتی می‌توانند با تغییر مقدار مصرف خوراک (Intake) نیاز انرژی خود را در دامنه 3400 ↔ 2600 کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم در کیلوگرم تأمین نمایند، گرچه باید توجه داشت که این رابطه خطی نیست و جوجه‌هایی که جیره با انرژی ۲۶۰۰ دریافت می‌کنند نسبت به جوجه‌هایی که خوراک حاوی ۳۲۰۰ $Kcal/Kg$ انرژی دریافت می‌کنند حدود ۳۰٪ بیشتر خوراک مصرف می‌کنند. لذا جیره کم انرژی موجب می‌شود، جوجه سایر مواد مغذی را بیشتر مصرف نماید مگر اینکه جیره کم انرژی از لحاظ مواد مغذی دیگر نیز رقیق گردد.

درجه حرارت محیط تأثیر زیادی بر روی انرژی مورد نیاز و متقابلاً میزان مصرف دارد. در محیط گرمتر میزان مصرف خوراک کاهش می‌یابد. به ازای هر ۱ درجه سانتیگراد افزایش دما بالاتر از منطقه خنثی حرارتی (Thermoneutral Zone) میزان مصرف خوراک ۱/۵٪ کاهش می‌یابد. بر عکس این قضیه نیز صادق است. بنابراین غلظت مواد مغذی در جیره بستگی پیدا می‌کند به درجه حرارتی که جوجه در معرض آن قرار دارد. عوامل دیگری از جمله شکل فیزیکی خوراک، استرس ، اندازه بدن، پوشش پر، میزان رشد یا تولید تخم مرغ در میزان نیاز انرژی یا مصرف انرژی مؤثر هستند.

III. اگر نسبت انرژی به پروتئین متعادل نباشد بازده خوراک کاهش می‌یابد. اگر E:P بالا باشد انرژی مازاد بصورت چربی ذخیره می گردد. اگر نسبت انرژی به پروتئین (E : P) پائین باشد اسیدهای آمینه مازاد باید دی آمینه شده عامل آمینی آنها حذف شود و اسکلت کربنی آنها صرف تولید انرژی و یا بصورت چربی

ذخیره می‌شود که در هر دو صورت بازده غذایی کاهش می‌یابد. از اینرو برای کلیه پرنده‌ها برقراری نسبت متعادل انرژی به پروتئین ضروری است. در مورد جوجه‌های گوشتی نسبت انرژی به پروتئین با افزایش سن بالاتر (wide) می‌رود.

مثال: Starter Broiler (NRC 94) $\frac{3200}{23} = 139.1$

نتیجه: در جیره غذایی برای طیور بر حسب شرایط، نسبت متعادل انرژی به پروتئین باید رعایت گردد.

برآورد میزان انرژی مورد نیاز:

I. تعیین دقیق در آزمایش بیولوژیکی

II. برآورد توسط معادلات تابعیت

III. برآورد با استفاده از جداول احتیاجات (مانند NRC، ARC، Rhone Poulenc و...)

برآورد توسط معادلات تابعیت:

مورد نیازمرغ تخم گذار (Leghorn) $ME_{Kcal/d} = BW_{kg}^{0.75}(173 - 1.95T^{\circ C}) + 5.5\Delta W_{g/d} + 2.07\,E_{gr/d}$

مورد نیاز مرغ مادر گوشتی $ME_{Kcal/d} = (1.78 - 0.12T^{\circ}C)(1.45W_{gr}^{0.0653}) + 3.13\Delta W_{gr/d} + 3.15E_{gr/d}$

محاسبه انرژی مورد نیاز مرغ مادر گوشتی (روش فاکتوریل) :

I $\quad NE_m = 83BW_{kg}^{0.75}$

II $\quad ME_m = NE_m / 0.82$

III $\quad ME_{ac} = ME_m \times 0.5 \rightarrow \begin{matrix} 0.5 & for\ litter \\ 0.37 & for\ cage \end{matrix}$

IV $\quad ME_{Pro} = \%EP \times 86\,(Kcal)$

V $\quad ME_{gain} = (gain_{gr/d} \times 0.15 \times 9_{Kcal/gr}) + (gain_{gr/d} \times 0.18 \times 4_{Kcal/gr})$

افزایش وزن حاوی ۱۵ درصد چربی و ۱۸ درصد پروتئین خام است.

مثال: مقدار جیره سرانه یک مرغ مادر گوشتی (با مشخصات زیر) را از یک خوراک حاوی ۲۷۵۰ $Kcal/Kg$ انرژی قابل سوخت وساز محاسبه نمائید.

- وزن بدن ۳/۳۰۰
- درصد تولید تخم مرغ ٪۷۰
- افزایش وزن روزانه ۵ گرم
- سیستم پرورش قفس

$NE_m = ۸۳(۳/۳)^{۰/۷۵} = ۲۰۳/۲۱$

$ME_m = ۲۰۳/۲۱ \div ۰/۸۲ = ۲۴۷/۸۱۷$

$ME_a = ۲۴۷/۸۱۷ \times ۰/۳۷ = ۹۱/۶۹$

$ME_P = ۸۶ \times ۰/۷ = ۶۰/۲$

$ME_{gain} = (۵ \times ۰/۱۵ \times ۹) + (۵ \times ۰/۱۸ \times ۴) = ۱۰/۳۵$

$ME_{req} = ۲۴۷/۸۱۷ + ۹۱/۶۹ + ۶۰/۲ + ۱۰/۳۵ = ۴۱۰\ \ Kcal/d$

1000 gr 2750 kcal

x 410 ⟶ 149 خوراک روزانه / گرم

معیارهای تأمین انرژی

- میزان انرژی مورد نیاز یا انرژی محتوی یک ماده خوراکی را به طرق مختلف می‌توان بیان نمود.
(NE , ME , DE , GE)
- ۱ کالری حرارت لازم برای افزایش دمای ۱ گرم آب از $^{\circ}C$ ۱۶/۵ به $^{\circ}C$ ۱۷/۵ است. گرچه گرمای ویژه آب با میزان دمای آن تغییر می‌کند.

یک کالری معادل 4.184 ژول است.

- در پرندگان مدفوع و ادرار به داخل کلوآک ریخته می‌شود، لذا اندازه گیری قابلیت هضم و DE مشکل است.
- ME : اگر انرژی خام مواد دفعی (از انرژی حاصل از گازها به دلیل ناچیز بودن صرف نظر می‌شود) را از انرژی خام مصرف شده کسر نمائیم انرژی قابل سوخت و ساز حاصل می گردد.

Apparent Metabolizable Energy ⟶ AME انرژی قابل متابولیسم ظاهری

Apparent Metabolizable Energy (Corrected for Zero Nitrogen Retention) ⟶ AME_n

انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر اساس ذخیره صفرازت

True Metabolizable Energy ⟶ TME

انرژی قابل متابولیسم حقیقی (انرژی خام غذا منهای انرژی خام مواد دفعی با منشأ غذا)

True Metabolizable Energy (Corrected for Zero Nitrogen Retention) ⟶ TME_n

انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده بر اساس ذخیره صفرازت

- ماهیت اندیس n : ازت در شرایط فیزیولوژیکی در نهایت تبدیل به محصولاتی مانند اسید اوریک شده و دفع می‌شود که این محصولات حاوی انرژی هستند در صورتی که در شرایط فیزیکی (در بمب کالری متر) تبدیل به NO_2 می‌شود. لذا میزان انرژی حاصل از سوختن پروتئین در شرایط فیزیولوژیکی (در داخل بدن حیوان) و شرایط فیزیکی متفاوت است. بر این اساس انرژی بر پایه ذخیره صفر ازت تصحیح می‌شود.

Correction Factor $\Rightarrow$ 34.4 KJ/gr of Nitrogen retained

$$\boxed{ME_n = DE - UE \pm (34.4\ NR)}$$

$$AME_n = 0.009 + 0.948\ AME \leftarrow \text{I.R.Sibbald}$$

$$AME_n / \text{g of feed} = \frac{[(F_i \times GE_F) - (E \times GE_E)] - (NR \times K)}{F_i}$$

Where $NR = (F_i \times N_F) - (E \times N_e)$ E = Excreta K = constant (34.4)

مدل **Sakomura** (۲۰۰۳)

(3 to 8 wk)

$$\mathbf{ME_{kcal/d} = W^{0.75}(186.52 - 1.94\ T) + 2.47\ WG_{g/d}}$$

مثال ۱:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ٦۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$130_{kcal/d} = 0.6^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.47 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ٤۷ گرم ←	xgr	130 kcal

مثال ۲:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ۷۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$142_{kcal/d} = 0.7^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.47 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ۵۱ گرم ←	xgr	142kcal

مدل **Sakomura** (۲۰۰۳)

(9 to 14 wk)

$$\mathbf{ME_{kcal/d} = W^{0.75}(186.52 - 1.94\ T) + 2.69\ WG_{g/d}}$$

مثال۱:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ۱۲۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$198_{kcal/d} = 1.2^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.69 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ۷۲ گرم ←	xgr	198 kcal

مثال۲:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ۱۳۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$208_{kcal/d} = 1.3^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.69 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ۷۵ گرم ←	xgr	208kcal

مدل **Sakomura** (۲۰۰۳)

(15 to 20 wk)

$$\mathbf{ME_{kcal/d} = W^{0.75}(186.52 - 1.94\ T) + 2.76\ WG_{g/d}}$$

مثال ۱:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ۱۸۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$256_{kcal/d} = 1.8^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.76 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ۹۳ گرم ←	xgr	256 kcal

مثال ۲:

افزایش وزن روزانه ۱٤ گرم، وزن بدن ۱۹۰۰ گرم، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$265_{kcal/d} = 1.9^{0.75}(186.52 - 1.94 \times 24) + 2.76 \times 14$$

	1000 gr	2750 kcal
خوراک مصرفی روزانه ۹٦ گرم ←	xgr	265kcal

مدل Rabello *et al* (۲۰۰٦)

(دوره تولید ۳۱ تا ٤٦ هفتگی)

$$\mathbf{ME_{KJ/d} = W^{0.75}(806.53 - 26.45\ T + 0.5\ T^2) + 31.90\ G_{g/d} + 10.04\ EM_{g/d}}$$

مثال ۱:

تولید تخم مرغ ۸۸ درصد، وزن تخم مرغ ۵۹/۲ گرم، افزایش وزن روزانه ۲/۸ گرم، وزن بدن ۳/٤۳۰ گرم، سن ۳۲ هفته، دما $^{\circ}C$ ۲٤

$$1771_{KJ/d} = 3.43^{0.75}(806.53 - 26.45 \times 24 + 0.5 \times 24^2) + 31.90 \times 2.8_{g/d} + 10.04 \times 52.09_{g/d}$$

$$1771 / 4.186 = 423\ kcal$$

خوراک مصرفی روزانه ۱٥٤گرم	1000 gr	2750 kcal
	xgr	423 kcal

قسمت بندی انرژی طبق مدل Rabello *et al* (۲۰۰٦)

(Energy Partitioning)

$(1156) / 1771 = 0.652$ ⟶ 65% Maintenance

$(10.04 \times 52.09) / 1771 = 0.295$ ⟶ 30% Egg production

$(31.90 \times 2.8) / 1771 = 0.05$ ⟶ 5% Gain

مثال۲:

تولید تخم مرغ ٦٥/١ درصد، وزن تخم مرغ ٦٤/٥ گرم، افزایش وزن روزانه ٢/٨ گرم، وزن بدن ٣/٧١٠ گرم، سن ٤٦ هفته، دما $^{\circ}C$ ٢٤

$$1739_{KJ/d} = 3.71^{0.75}(806.53 - 26.45 \times 24 + 0.5 \times 24^2) + 31.90 \times 2.8_{g/d} + 10.04 \times 41.98_{g/d}$$

$$1739 / 4.186 = 415 \text{ kcal}$$

خوراک مصرفی روزانه ۱۵۰گرم	1000 gr	2750 kcal
	xgr	415 kcal

قسمت بندی انرژی طبق مدل Rabello *et al* (۲۰۰٦)

(Energy Partitioning)

$(1229) / 1739 = 0.706$ ⟶ 71% Maintenance

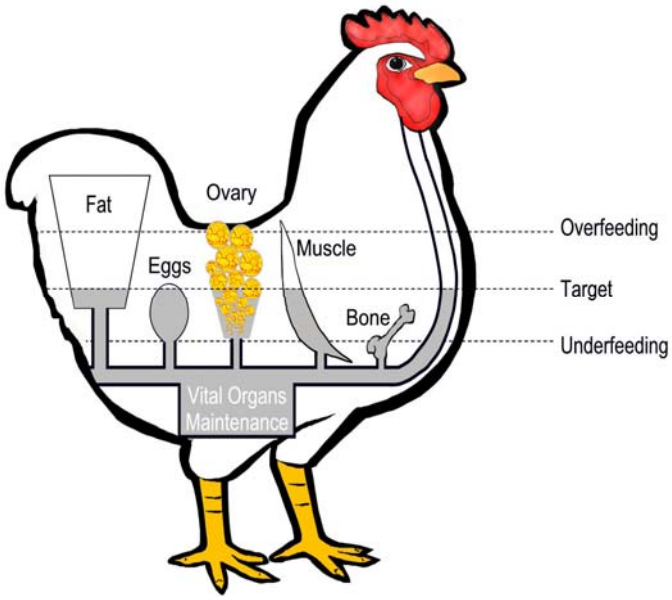
$(10.04 \times 41.98) / 1739 = 0.242$ ⟶ 25% Egg production

$(31.90 \times 2.8) / 1739 = 0.05$ ⟶ 5% Gain

مدل هیدرواستاتیک تقسیم بندی مواد مغذی در مرغ مادر گوشتی

(Hydrostratic nutrient partitioning model of a broiler breeder hen)

فرض کنید مواد مغذی مشابه آب است. اگر به داخل بدن پرنده ریخته شود، ابتدا اندام های حیاتی پر می شوند. استخوان ها و عضلات اولویت بعدی هستند و پس از آن ها دستگاه تولیـد مثـل در اولویت بعدی است. مقدار مازاد مواد مغذی (Oversupply) سبب چاقی و افزایش تعداد فولیکـول ها می شود.

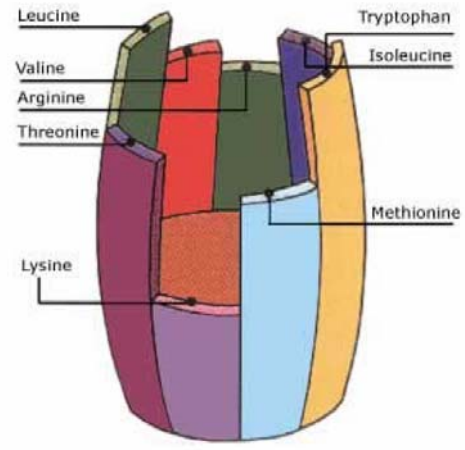


معیارهای تأمین پروتئین

پروتئین‌ها فراوان‌ترین مولکولهای آلی در سلول‌های زنده هستند و افزون بر ۵۰ درصد وزن خشک سلولها را تشکیل می‌دهند. تا بیش از نیم قرن پیش جیره طیور براساس پروتئین خام متوازن می‌شد. اولین بار در سال ۱۹٤٦ میشل و بلاک متوجه اهمیت ترکیب پروتئین خام شدند و فرضیه توازن کامل آمینواسیدهای جیره غذایی را ارائه نمودند. بر این اساس میشل روش امتیاز شیمیایی Chemical Score را برای ارزشیابی خوراک‌ها پیشنهاد نمود. در این روش کیفیت پروتئین بوسیله آمینواسید ضروری موجود که در مقایسه با پروتئین استاندارد کمترین مقدار باشد سنجیده می‌شود. پروتئین تخم‌مرغ عموماً به عنوان امتیاز در نظر گرفته می‌شود. مقدار هر آمینو اسید ضروری موجود در پروتئین به صورت درصدی از همان آمینو اسید در پروتئین استاندارد بیان می‌شود و یا پائین‌ترین نسبت را به عنوان امتیاز اختیار می نمایند. در اواخر دهه پنجاه و اوایل دهه شصت میشل و اسکات از دانشگاه ایلینویز فرضیه پروئین ایده‌آل را که از تغییر امتیاز شیمیایی بدست آمده بود ارائه نمودند. این محققین دریافتند که مهمترین عامل مؤثر بر بازدهی مصرف پروتئین برای گوشت و تخم‌مرغ، توازن آمینواسیدهای خوراک می‌باشد و طبق قانون حداقل‌های لیبیگ کمبود یک آمینواسید ضروری از عملکرد سایر آمینواسیدها که تعداد آنها کافی باشد ممانعت خواهد کرد.

در هر حال امتیاز شیمیایی نقطه شروع توجه به الگوی اسیدهای آمینه بود و با پیشرفت علم و فن‌آوری و گسترش تحقیقات در این زمینه در حال حاضر نسبت ایده‌آل آمینواسیدها که توسط دانشگاه ایلینویز ۲۰۰۳ ارائه شده است پیش رو داریم (Illinois Ideal Chick Protein IICP). در معیار IICP آمینواسید لیزین به عنوان آمینواسید مرجع انتخاب شده و نیاز سایر آمینواسیدها به صورت نسبتی از لیزین ارائه شده است.

از مقدار آمینواسیدهای موجود در یک ماده خوراکی تنها بخشی از آن برای پرنده قابل دسترسی می‌باشد چون قابلیت هضم آمینواسیدهای محتوی مواد خوراکی۱۰۰٪ نیست، لذا جهت تأمین نیاز آمینواسیدها باید آمینواسیدهای قابل هضم ملاک جیره‌نویسی باشد. از اینرو نسبت‌های ایده‌آل جدید 2003 IICP بر اساس آمینواسیدهای قابل هضم ارایه شده است.



The Liebig barrel

نسبت ایده‌آل آمینواسیدهای قابل هضم برای جوجه‌های گوشتی ارایه شده توسط دانشگاه ایلینویز

آمینواسید	۰ تا ۲۱ روزگی	۲۱ تا ٤۲ روزگی	٤۲ تا ٥٦ روزگی
لیزین	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میتونین+ سیستین	۷۲	۷٥	۷٥
متیونین	۳٦	۳۷	۳۷
سیستین	۳٦	۳۸	۳۸
ترئونین	٦۷	۷۰	۷۰
والین	۷۷	۸۰	۸۰
آرژنین	۱۰٥	۱۰۸	۱۰۸
تریپتوفان	۱٦	۱۷	۱۷
ایزولوسین	٦۷	٦۹	٦۹
لوسین	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹
هستیدین	۳٥	۳٥	۳٥
فنیل آلانین+ تیروزین	۱۰٥	۱۰٥	۱۰٥

نسبت ایده‌آل آمینواسیدهای قابل هضم برای مرغ مادر گوشتی ارایه شده توسط فیشر ۱۹۹۸

آمینواسید	۲۹ هفتگی	۳۱ هفتگی	٦٤ هفتگی
لیزین	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میتونین+ سیستین	۷۱	۷۳	۷۱
متیونین	٤۲	٤۳	٤۲
ترئونین	٦۳	٦٤	٦۳
والین	۷۹	۸۱	۷۸
آرژنین	۹۰	۹۰	۸۹
تریپتوفان	۲۱	۲۲	۲۱
ایزولوسین	٦۸	۷۰	٦۸
لوسین	۱۱۲	۱۱٤	۱۱۱
هستیدین	۳٤	۳٤	۳۳
فنیل آلانین+ تیروزین	۱۱۷	۱۲۰	۱۱٦

ساخت آمينواسيدها در بافت هاي حيواني

مرغ پروتئين هايي را كه حاوي بيست آمينواسيد هستند مي سازد. بر خلاف گياهان مرغ قادر نيست تمام آمينواسيدها را در حد رفع نياز خود بسازد. لذا آمينواسيدها يي كه در بدن حيوان ساخته نمي شود بايد از طريق غذا تامين شود، از اينرو آمينواسيدهاي ضروري نام دارند و آمينواسيدها يي كه توسط حيوان ساخته مي شود آمينواسيدهاي غيرضروي نام دارند. بعضي از آمينواسيدها از آمينواسيدهاي ضروري ساخته مي شوند كه آمينواسيدهاي نيمه ضروري نام دارند. در جدول زير آمينواسيدهاي مورد نياز مرغ نشان داده شده است.

آمينواسيدهايي كه به عنوان آمينواسيدهاي غير ضروري شناخته مي شوند به ميزان زيادي از طريق انتقال عامل آمين به تركيبات واسطه به دست آمده از گليكوليز و چرخه كربس ساخته مي شوند، البته بايد توجه نمود كه تامين گروه آمين به اندازه كافي، براي ساختن آنها ضروري مي باشد (۱۳) . سرين و گليسين از اسيد ـ۳ـ فسفو گليسريك و آلانين از اسيد پايرويك حاصل مي شود. اين مواد از تركيبات حد واسط در سوخت و ساز قند ها هستند. اگزالواستات و آلفا ـ كتوگلوتارات از مواد حد واسط در چرخه اسيد سيتريك هستند و به ترتيب به اسيد آسپارتيك و اسيد گلوتاميك تبديل مي شوند . اسيد گلوتاميك نيز پيش ماده پرولين وهيدروكسي پرولين است . معذالك براي استفاده كامل از نيتروژن موجود در خوراك، انتقال عامل آمين يك عمل حياتي است. براي مثال، اگر جيره حاوي مقدار زيادي فنيل آلانين باشد، بنيان آميني اين آمينواسيد دريك فعل و انفعال جابجايي آمين جهت تشكيل اسيد گلوتاميك منتقل مي شود. اين بنيان آمين مي تواند از اسيدگلوتاميك به اسيد پايرويك منتقل و آلانين را تشكيل دهد. به اين طريق نيتروژن موجود در آمينواسيدهاي مازاد در غذا مي تواند جهت تشكيل آمينواسيدهاي غيرضروري مورد استفاده قرار گيرند (۱۴).

آمينواسيدهاي مورد نياز مرغ

آمينواسيدهاي ضروري	آمينواسيدهاي نيمه ضروري	آمينواسيدهاي غيرضروري
ليزين	تيروزين	آلانين
آرژنين	سيستين	آسپارتيك اسيد
متيونين	هيدروكسي ليزين	گلوتاميك اسيد
هيستيدين		گليسين
لوسين		سرين
ايزولوسين		پرولين
والين		آسپارژين
ترئونين		هيدروكسي پرولين
تريپتوفان		
فنيل آلانين		

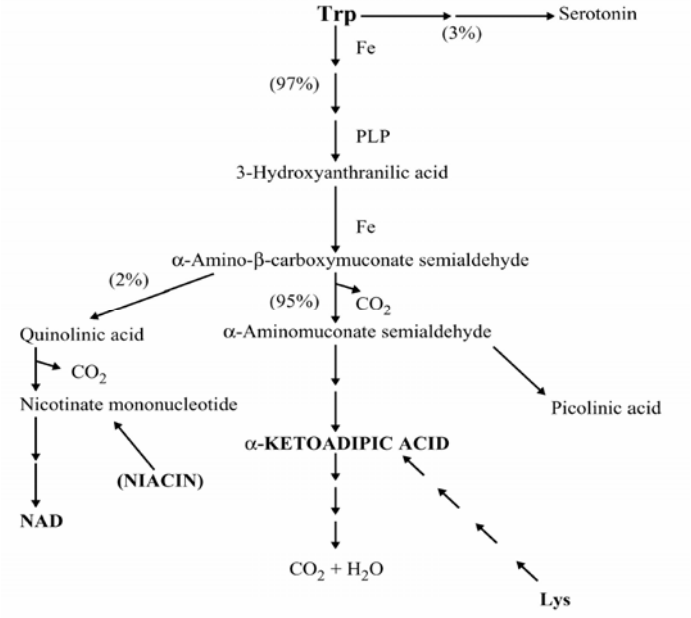
روابط بین آمینواسیدها که در جیره‌نویسی باید مد نظر قرار گیرد

Toxicity سمیت: مازاد مصرف موجب کاهش رشد و مصرف خوراک، کاهش قابلیت استفاده مواد مغذی و نهایتاً مرگ می‌شود.

Antagonist تضاد: مازاد یک اسیدآمینه بر متابولیسم اسیدآمینه دیگر تأثیر می‌گذارد (مثال Arg -Lys که نسبت آنها نباید بیشتر از ۱/۲ باشد، Val –Leu -Ile)

Imbalance عدم تعادل: تغییر در الگوی آمینواسیدهای خوراک که موجب کاهش رشد و مصرف خوراک می‌شود و با افزودن اولین آمینواسید (aa) محدودکننده اثرات منفی تخفیف می‌یابد. در اینگونه موارد رعایت نسبت بین آمینواسیدها برای افزایش بازده غذایی ضروری است.

تبدیل داخلی { Cys ← Met ; Tyr ← Phe ; Ser ← Gly } ا این آمینواسیدها علاوه بر اینکه بصورت انفرادی مورد توجه قرار گرفته و تأمین می‌شوند بصورت مجموع نیز مورد توجه قرار گرفته و تأمین می‌شوند.



تبدیل تریپتوفان به نیاسین و اثر لیزین بر نیاز نیاسین (Augspurger 2007)

برآورد میزان پروتئین خام مورد نیاز

I. تعیین دقیق در آزمایش بیولوژیکی

II. برآورد با استفاده از جداول احتیاجات

III. برآورد توسط معادلات تابعیت

محاسبه پروتئین خام مورد نیاز مرغ به روش فاکتوریل :

I پروتئین مورد نیاز برای رشد بافت

$$CP_{gain/gr/d} = \frac{gain_{gr/d} \times 0.18}{E.C.}$$

Efficiency Coefficient
- ٪۵۵ راندمان استفاده از پروتئین خوراک در مادر و تخم گذار
- ٪٦١ راندمان استفاده از پروتئین خوراک در پولت
- ٪٦٧ راندمان استفاده از پروتئین خوراک در جوجه گوشتی

II پروتئین مورد نیاز برای نگهداری بدن

$$CP_{m/gr/d} = \frac{\left(BW_{Kg} \times 250_{endo.N/mg/d} \times 6.25\right) \div 1000}{E.C.}$$

III پروتئین مورد نیاز برای رشد پر

$$CP_{F/gr/d} = \frac{gain_{gr/d} \times 0.07 \times 0.82}{E.C.}$$

- ۷ درصد افزایش وزن مربوط به رشد پر است
- پر حاوی ۸۲ درصد CP است

IV پروتئین مورد نیاز برای تولید تخم مرغ

$$CP_{P/gr/d} = \frac{Egg_{gr} \times \%Egg\ \mathrm{Pr}oduction \times 0.12}{E.C.}$$

- تخم مرغ حاوی ۱۲ درصد CP است

پروتئین مورد نیاز gr/d = I + II + III + IV

مدل Hurwitz و Bornstein برای مرغ مادر گوشتی

$$CP_{gr/d} = 1.858 W_{Kg} + (0.21 \Delta W_{gr}) + (0.174 \times E_{gr/d})$$

آمینو اسیدهای مورد نیاز را می‌توان توسط مدل هارویتز و بورنستین و لویلی و همکاران برآورد نمود.

تنظیم عملی جیره بر اساس نسبت ایده آل آمینو اسیدها

(توسط نرم افزار UFFDA)

در این روش در صفحه عملیاتی F6 نسبت انرژی به پروتئین به عنوان اولین نسبت وارد می شود. در این صورت با تغییر میزان انرژی خوراک، به همان نسبت میزان پروتئین خام تغییر می یابد. در این شرایط می توان اقتصادی ترین فرمول خوراک را با توجه به سطح انرژی خوراک تعیین نمود. این مسئله در مورد جیره نویسی برای مرغ های مادر گوشتی مصداق دارد.

در قدم دوم برای تعیین مقدار لیزین موجود در خوراک نسبت مناسب بین این آمینواسید و پروتئین خام طبق نیاز سویه مورد نظر برقرار می گردد. بدین ترتیب با تغییر میزان پروتئین خام، میزان لیزین خوراک تغییر می یابد. از این رو همواره مقدار ازت غیر پروتئینی (البته به شکل گروه آمین) جهت ساخت آمینواسیدهای غیر ضروری به یک نسبت حفظ می گردد.

در مرحله سوم نسبت ایده آل بین آمینواسیدهای ضروری و نیمه ضروری با آمینواسید مرجع (لیزین) بر قرار می گردد. بنابر این متعاقب تغییر میزان لیزین خوراک، سایر آمینواسید ها با نسبت بهینه تغییر می یابند. شایان ذکر است که در جیره نویسی عملی فقط نسبت آمینو اسیدهای محدود کننده خوراک که به شکل مصنوعی در دسترس هستند می توان به صورت مطلق وارد نمود و در مورد سایر آمینواسیدها نسبت ها را باید به صورت حداقل وارد نمود. در غیر این صورت به دلیل تنوع نسبت آمینواسیدهای محتوی مواد خوراکی با نسبت های ایده آل، نرم افزار قادر به تنظیم و ارایه فرمول خوراک نخواهد بود.

تنظیم نسبت تمامی آمینو اسیدها به صورت مطلق، فقط در جیره های نیمه خالص (Semi purified) و خالص(Purified)، به دلیل دسترسی به کلیه آمینو اسیدهای ضروری، به شکل مصنوعی امکان پذیر است.

در مرحله آخر در صفحه عملیاتی F3 حداقل و حداکثر سطح انرژی خوراک را وارد نموده و بر اساس قیمت هر کیلو گرم خوراک سطح بهینه انرژی را انتخاب می نمائیم. در نهایت بر اساس میزان انرژی و با رعایت نسبت انرژی به پروتئین، لیزین به پروتئین و سایر آمینواسید ها به لیزین فرمول خوراک تنظیم می گردد. در این روش با آگاهی از مقدار حداقل ازت غیر پروتئینی مورد نیاز (به شکل گروه آمین) ضمن تنظیم جیره متوازن از لحاظ آمینواسیدها، امکان کاهش پروتئین خام جیره فراهم می گردد.

مهمترین مزیت این روش علاوه بر کاهش قیمت خوراک، افزایش قابلیت استفاده آمینواسیدها و کاهش دفع ازت و در نتیجه تولید گاز آمونیاک کمتر در آشیانه خواهد بود.

با توجه به اینکه نسبت های ایده آل آمینو اسیدها در منابع مختلف برای جوجه گوشتی، مرغ تخم گذار و مرغ های مادر بر اساس قابل هضم ذکر شده است لذا ضروری است در صفحه عملیاتی F6 و F5 نسبت ها و مقادیر بر اساس قابل هضم وارد گردد. بدیهی است رعایت معیار قابلیت هضم یکسان در کلیه صفحات عملیاتی ضروری می باشد. استفاده از معیار های متفاوت در صفحه های عملیاتی F5 F3 و

F6مانند قابلیت هضم مدفوعی، قابلیت هضم ایلئومی، قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده و به شکل ظاهری یا حقیقی سبب تغییر توازن جیره و عملکرد پرنده خواهد شد.

مثال:

مطلوب است تنظیم جیره مرغ مادر گوشتی با شرایط زیر:

(سن:۳۲ هفته، تولید تخم مرغ ۸۸ درصد، انرژی قابل متابولیسم مورد نیاز ٤٢٣ کیلوکالری در روز، پروتئین خام ۲۳/۵ گرم در روز، لیزین قابل هضم مورد نیاز ۹٦٦/٦ میلی گرم در روز).

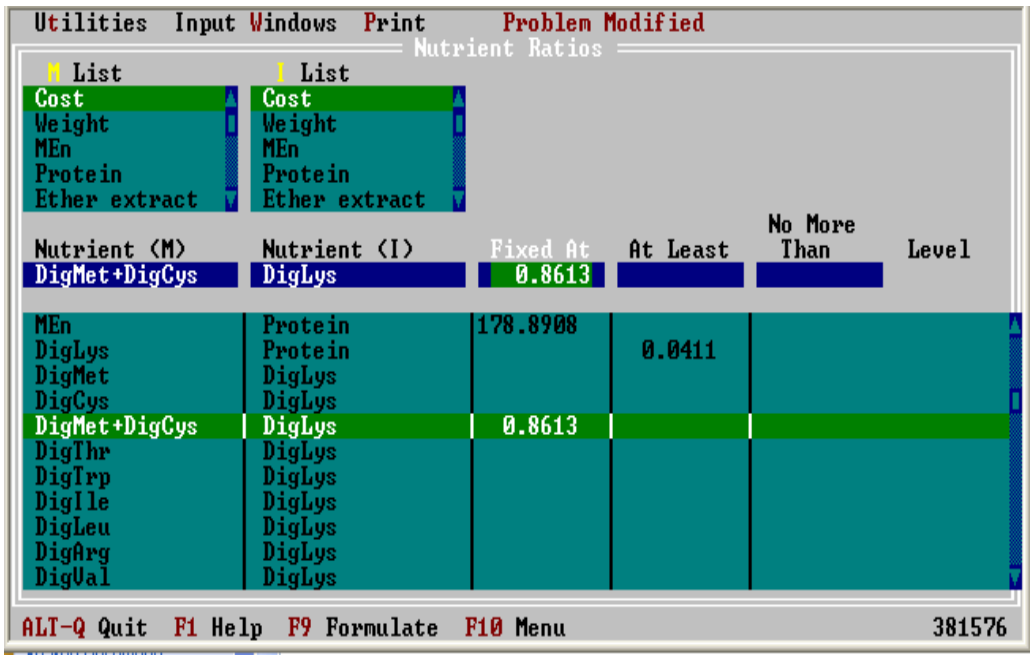
حل:

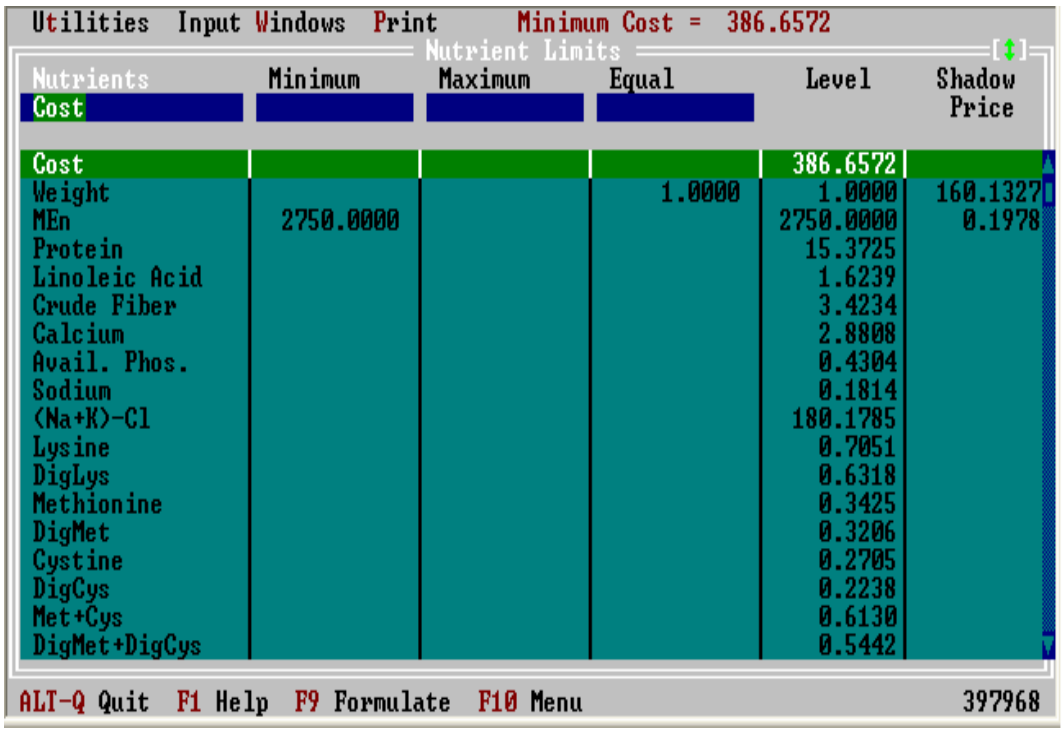
٤٢٣ ÷ ٢٧٥٠ =١٥٣ gr/feed/d

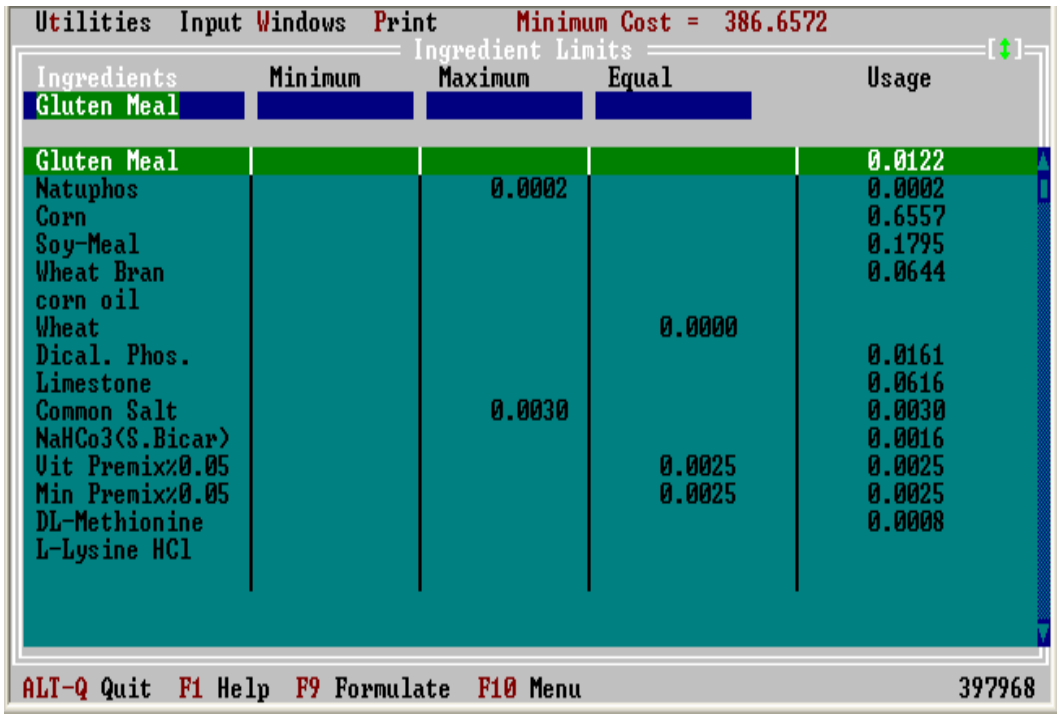
٢٣/٥ ÷ ١٥٣ = ١٥/٣٧ %CP

٠/٩٦٦٦ ÷ ٢٣/٥ = ٠/٠٤١١ Lys/Cp

نسبت سایر آمینو اسیدها به لیزین بر اساس نسبت های ارایه شده توسط فیشر ۱۹۹۸ تنظیم می گردد.




Utilities Input Windows Print Minimum Cost = 386.6572
Nutrient Limits
Nutrients Minimum Maximum Equal Level Shadow Price
Cost
Weight 1.0000 1.0000 160.1327
MEn 2750.0000 2750.0000 0.1978
Protein 15.3725
Linoleic Acid 1.6239
Crude Fiber 3.4234
Calcium 2.8808
Avail. Phos. 0.4304
Sodium 0.1814
(Na+K)-Cl 180.1785
Lysine 0.7051
DigLys 0.6318
Methionine 0.3425
DigMet 0.3206
Cystine 0.2705
DigCys 0.2238
Met+Cys 0.6130
DigMet+DigCys 0.5442
ALT-Q Quit F1 Help F9 Formulate F10 Menu 397968


Utilities Input Windows Print Minimum Cost = 386.6572
Ingredient Limits
Ingredients Minimum Maximum Equal Usage
Gluten Meal 0.0122
Natuphos 0.0002 0.0002
Corn 0.6557
Soy-Meal 0.1795
Wheat Bran 0.0644
corn oil
Wheat 0.0000
Dical. Phos. 0.0161
Limestone 0.0616
Common Salt 0.0030 0.0030
NaHCo3(S.Bicar) 0.0016
Vit Premix%0.05 0.0025 0.0025
Min Premix%0.05 0.0025 0.0025
DL-Methionine 0.0008
L-Lysine HCl
ALT-Q Quit F1 Help F9 Formulate F10 Menu 397968

معیارهای تأمین ویتامین‌های مورد نیاز:

ویتامین: ترکیبات آلی که به مقادیر کم برای رشد طبیعی و ادامه حیات حیوان ضروری می‌باشند. ویتامین‌ها در مقایسه با سایر مواد غذایی به مقدار بسیار کمتری مورد نیاز حیوان می‌باشند با این وجود تداوم کمبود آنها در غذا منجر به اختلال در متابولیسم و سرانجام بیماری می‌گردد.

– ویتامین‌ها به دو دسته محلول در آب (Vit C & BComplex) و محصول در چربی(K و A, D, E) تقسیم می‌شوند. ویتامین‌ها در مقابل شرایط محیطی از قبیل نور، دما، رطوبت و ... حساس هستند از اینرو در طبیعت به شکل پیش مولکول هستند. این پیش مولکول‌ها به شرایط محیطی مقاوم‌تر هستند.

– احتیاج به اغلب ویتامین‌ها بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک بیان می‌شود به غیر از ویتامینهای A,D,E که بر حسب واحد بیان می‌شوند. چون اشکال مختلف پیش مولکول این ویتامین‌ها میزان فعالیت بیولوژیکی متفاوتی دارند لذا نیاز به این ویتامین‌ها براساس واحد بیان می‌شود.

Vit A– نیاز ویتامین A برحسبIU یا U.S. Pharmacopeia unit در کیلوگرم خوراک بیان می‌شود.

استانداردهای بین‌المللی برای فعالیت ویتامین A :

فعالیت ویتامین A الکلی کریستاله (رتینول) به میزان ۰/۳ میکروگرم = 1 Iu Vit A

یا

۰/۳٤٤ میکروگرم ویتامین A استات یا ۰/۵۵ میکروگرم ویتامین A پالمیتات

– یک واحد بین‌المللی ویتامین A معادل ۰/٦ میکروگرم بتا کاروتن است. در واقع ۱ میلی‌گرم بتاکاروتن معادل IU ۱٦٦۷ ویتامین A برای طیور است.

ViT D– نیاز به ویتامین D براساس International Chick Unit (ICU) بیان می‌شود که براساس فعالیت D_3 در تعیین به روش بیولوژیکی توسط جوجه است. پرنده‌ها بطور مؤثر از D_3 محتوی روغن ماهی و استرول حیوانی استفاده می‌کنند. طیور نمی‌توانند از D_2 یا استرول گیاهی مانند موش یا سایر پستانداران استفاده کنند.

1 ICU = ۰/۰۲۵ μgr ویتامین D_3 (کوله کلسیفرول)

برای اندازه‌گیری ویتامین D یک ماده خوراکی فقط باید از جوجه استفاده نمود.

گیاه ارگسترول $\xleftarrow{U.V.}$ ارگوکلسیفرول D_2 $\xleftarrow{\text{کبد}}$ ۲۵ هیدروکسی D_2 $\xleftarrow{\text{کلیه}}$ ۲۵،۱دی هیدروکسی D_2

حیوان ۷دی هیدروکلسترول ← کوله کلسیفرول D_3 ← ۲۵ هیدروکسی D_3 ← ۱،۲۵دی هیدروکسی D_3

– هر گونه نقصی در جذب چربی‌ها مانع جذب ویتامین D می‌شود. همچنین نقص صفرا و پانکراس نیز در جذب ویتامین D تأثیر منفی می‌گذارد.

– در گوسفندهایی که در معرض U.V. هستند سطح ۲۵ هیدروکسی D_3 در پلاسمای آنها بیشتر از حالتی است که در جیره D_3 اضافه شود. این مسئله نشان می‌دهد که قابلیت استفاده D_3 از راه دهان ۱۰۰٪ نیست چون در شکمبه تجزیه می‌شود.

– میزان فعالیت این ویتامین در جیره کامل و یا مکمل‌ها که به مدت ٤ تا ٦ ماه در دمای $22^{\circ}C$ نگهداری شدند حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. در غذای انسان بعد از پخش میزان فعالیت (Potency) ویتامین D به شدت کاهش می‌یابد. از اینرو خوراک طیور صرف نظر از مقدار ویتامین‌های محتوی مواد خوراکی، ویتامین‌ها بطور جداگانه از طریق مکمل‌های ویتامینی (Vit Supplement) تأمین می‌شوند.

پیشرفت‌های اخیر در تأمین نیاز به ویتامین D در جوجه‌های گوشتی

برآورد نیاز ویتامین D با معیارهای مختلف (عملکرد جوجه، رسوب مواد معدنی در استخوان‌ها و پوسته تخم‌مرغ. .... و بوسیله اثر متقابل آن با مقدار کلسیم موجود در جیره صورت می‌گیرد. بهترین تخمین میزان مورد نیاز جوجه‌های گوشتی تا سال ۱۹۸۲، ٤۰۰ ICU/Kg بوده است. یافته‌های اخیر توسط ادواردز و همکاران در سال ۱۹۹٤ حاکی از این است که این مقدار برای رشد کفایت می‌کند اما برای حداقل کردن بروز ریکتز نیاز ویتامین D ۸۰۰ ICU/Kg می‌باشد. مقایسه مقادیر ٤۰۰ ICU/Kg و ۸۰۰ که اخیراً توسط وایت‌هد انجام شده نشان می‌دهد که ۸۰۰ ICU/Kg از ویتامین D موجب رشد بهتر و غلظت بیشتر ۲۵- هیدروکسی ویتامین D در پلاسما می‌شود. بنابراین برآورد ۱۹۹٤ NRC که ۲۰۰ ICU/Kg می‌باشد کمتر از مقدار مورد نیاز است و به احتمال زیاد نیاز ویتامین D حدود ۸۰۰ ICU/Kg می‌باشد. طی ده سال گذشته نیاز ویتامین D مرغ تخمگذار، بوقلمون و مرغ مادر مورد ارزیابی مجدد قرار نگرفته است.

تحقیقات جدید نشان می‌دهد که ویتامین D موجود در جیره قادر نیست نیاز متابولیکی سویه‌های جدید جوجه گوشتی را بطور کامل برآورده نماید. این نظریه از آنجا منشأ می‌گیرد که افزودن متابولیت‌های ویتامین D به جیره جوجه‌های گوشتی از بروز نقائص پا بخصوص T.D. (Tibial Dyschondroplasia) جلوگیری می‌کند و این بدین معنی است که سنتز داخلی (Endogenous Synthesis) متابولیتهای ویتامین D در جوجه‌های گوشتی جدید به اندازه کافی نیست از اینرو تغذیه متابولیت‌های ۱- هیدروکسیلیت (مثل ۱- هیدروکسی ویتامین D و ۱و۲۵- هیدروکسی ویتامین D) به میزان ۲ تا ۵ میکروگرم در کیلوگرم جیره بطور مؤثری از بروز T.D جلوگیری می‌کند اما خطر سمیت نیز بدلیل روابط درونی با سایر مواد مغذی (از جمله کلسیم و احتمالاً

ویتامینD) وجود دارد. تغذیه ۲۵- هیدروکسی ویتامین D نیز می‌تواند از بروز T.D جلوگیری کند. البته مقدار مورد نیاز آن بیشتر است (۷۵ میکروگرم در کیلوگرم) اما سمیت آن مشاهده نشده است. اگر محصول تجارتی مناسبی از متابولیتهای ویتامین D تهیه گردد این متابولیتها می‌تواند به همراه ویتامین D و یا جایگزین ویتامین D در جیره می‌گردد. مدارکی دال بر افزودن متابولیتهای ویتامین D در جیره مرغهای تخمگذاری وجود ندارد.

Vit E– یک واحد بین‌المللی ویتامین E معادل فعالیت ۱ میلی گرم دی- ال- الفا توکوفریل استات سنتیک
یا ۰/۷۳۵ میلی گرم دی- الفا- توکوفریل استات یا ۰/٦۷۱ دی- الفا- توکوفرول
و یا ۰/۹۰۹ میلی گرم دی- ال- الفا توکوفرول است

نیاز به ویتامین E در خوراک بسیار متغیر و تحت تأثیر عوامل زیر است:

I. غلظت چربی جیره
II. نوع چربی جیره
III. میزان سلنیوم موجود در جیره
IV. حضور آنتی اکسیدان

Vit K– فعالیت ویتامین K توسط تعدادی از ترکیبات طبیعی و سنتتیک با قابلیت‌های حل متفاوت در آب و چربی نشان داده شده است.

* منادیون K_3 (۲ متیل- ۱و٤ نفتوکوئینون) قابل حل در آب و ترکیبات سنتتیک هستند که به عنوان استاندارد بکار می‌روند.

* اشکال طبیعی ویتامین K
  - I K_1 فیلوکوئینون (۲ متیل ۳ فنیل ۱و٤ نفتوکوئینون) منشاء گیاهی دارد
  - II K_2 فلاکوئینون (K_1 جایگزین شده با ۲ تا ۷ واحد ایزوپرن) با منشاء میکروفلور روده

* اشکال قابل حل در آب
  - منادیون سدیم بی‌سولفات (MSB)
  - منادیون سدیم بی‌سولفات کمپلکس (MSBC)
  - منادیون دی متیل پریمیدول بی سولفات (MPB)

از نظر تئوری میزان فعالیت این ترکیبات بر اساس نسبت حضور منادیون در مولکول محاسبه می‌گردد.
توجه: نوع کربوهیدراتها، میزان پروتئین و تعادل آمینواسیدها از عوامل اصلی تعیین کننده احتیاج به ویتامین‌ها هستند.

منابع:

1.National Research Council (NRC), 1994. Nutrient Requirement of poultry (9th Ed.) National Academy Press, Washington, DC.

2. Leeson, S. , Diaz, G. & Summers, J.D. (2001). Scott Nutrition of the chicken. 4th ed.

3. Leeson, S. , Diaz, G. & Summers, J.D. (1991). Commercial poultry nutrition.

4. Leeson, S. , Diaz, G. & Summers, J.D. (1995). Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins.

5. Cole, D.J.A. , Haresign, W.(1989) - Recent Development in Poultry Nutrition.

6. Wiseman,J. & P.C. Gransworthy (1999) – Recent Development in Poultry Nutrition2.

7. Ammerman,C.B., Baker, D.H. & lewis, A.J (1995). Bioavailability of nutrients for animals, amino acids, minerals and vitamin.

8. Rhone-Poulenc Animal Nutrition (1993). Rhodmet nutrition guide. 2nd edition.

9. SAS Institute. 2001. SAS/STAT User Guide. Release 8.02 ed. SAS Institute Inc.,Cary, NC

10. Rabello, C.B.V., Sakumura, N.K., Longo, F.A., Couto, H.P., Pacheco, C.R. and Fernandes, J.B.K (2006). Modelling energy utilization in broiler breeder hens. British Poultry science 74:622-631.

11. Sakumura, N.K., Silva, R., Couto, H.P., Coon, C. and Pacheco, C.R. (2003). Modelling metabolizable energy utilization in broiler breeder pullet. Poultry science 82:419-427.

12. Fisher, C. (1998). Amino acid requirements of broiler breeders. Poultry science 77:124-133.

13. Augspurger, N.R. and Baker, D.H. (2007). Excess dietary lysine increase growth of chicks fed niacin deficient diets, but dietary quinolic acid has no niacin sparing activity. Poultry science 86:349-355.

13- D'Mello, J. P. F. 1994. Amino Acids in Farm Animal Nutrition. PP.37-113: 185-245.

14- Scott, M. L., M. C. Nesheim and R. J. Young, 1982. Nutrition of the Chicken. third edition.

۱۵. پرورش مرغ مادر گوشتی(۱۳۸۲). زاغری م. جعفری اروری ع.جهاد دانشگاهی واحد تهران ، موسسه فرهنگی و انتشاراتی آیه.