

# 最佳经济效益的蛋鸡营养

## NUTRITION OF LAYERS FOR OPTIMUM ECONOMIC PERFORMANCE

李逊 博士  
加拿大奎尔富大学  
动物家禽系教授

### 前 言

过去数年以来，家禽工业已走向更专业化，而蛋鸡业生产则朝着壳蛋与加工产品的多样化方向发展。不断加强的专业化意味着对某种类型的鸡再也不能使用单一的饲喂方案，营养学家必须认识到按客户特定需要修改饲喂方案的原则。本文旨在对与特定市场目标有关的蛋鸡饲喂主要原理，加以概述。

由于蛋量的提高和饲料进食量的降低，欲将后备鸡和产蛋母鸡所需的营养素包含在每日的随意进食量中已日益困难。虽然在所有的营养素中能量进食量往往是限制因素，但为达到最高产蛋量，全部营养素必须保持平衡。即使在热应激条件下，能量进食量也往往是维持高产蛋率、达到最佳蛋重和蛋壳质量的限制因素。蛋白质和氨基酸的进食量显然是重要的，但即使在较低的饲料进食量情况下，必需氨基酸的进食量也比较容易满足；而另一方面，保持能量进食量就比较困难，因为饲料进食量本身多半受能量需要量所控制，因此，鸡将依日粮能量水平的改变相当准确地调节饲料进食量。当日粮能量水平提高时鸡采食较少，而低能日粮则相反，所以鸡能保持相当稳定的能量进食量。欲使鸡采食不同于它需要量的能量是相当困难的。高能日粮肯定使鸡采食较多的能量，但鸡对此反应不大，而且“过度采食”的能量往往小于我们对鸡所预期的需要量。表 1 清楚地表示出这种效果，在一个很宽的日粮浓度范围内蛋鸡的日能量进食量变化不大，但是表中数据确实显示了能量进食量随不同环境而变异的重要一面。

在较高的温度下，高能日粮肯定提高每日能量进食量。此项研究（见表 1）约在 30 多年前进行，当今母鸡的饲料采食量降低很多，因而使上述概念显得

格外突出。

表 1 日粮能量水平对代谢能进食量的影响

日粮能量 (千卡代谢能 / 公斤)	18℃		30℃	
	每日饲料 (克)	每日能量 (千卡)	每日饲料 (克)	每日能量 (千卡)
2860	127	363	107	306
3060	118	360	104	320
3250	112	364	102	330
3450	106	365	101	350

From Payne 1967

如今，我们不能仅仅依靠高能日粮作为提高能量进食量的途径，而要考虑用不同的饲料与环境管理措施以刺激能量进食量。

## 育 成 期

育成期的后备母鸡也会以日粮能量水平调节饲料进食量。如果该机制很完善，则育成鸡日粮的能量浓度就不重要，营养学家只须将所有其它营养素平衡到日粮的能量水平。但众所周知，该机制却远远不够完善，好像有一个物理上限制饲料进食量的因素。在最近的研究中，我们已说明了后备母鸡在适宜温度与高温环境条件下对日粮能量水平的反应（表 2）。

表中数据非常清楚地说明两点：第一，在炎热环境条件下培育的后备母鸡体重比在理想条件下的小得多，而这种效果事实上与能量浓度无关；第二，低浓度日粮（<2750 千卡代谢能 / 公斤）导致 20 周龄时较小的体重。本试验所用的全部日粮为 18% 蛋白质，0.36% 蛋氨酸与 0.90% 赖氨酸。如表 2 所示，在蛋白质进食量与体重之间不存在相关。所以，后备母鸡的生长对日粮能量浓度最为敏感，而强迫鸡采食大量蛋白质对生长发育仅有很少的正面影响。这并不是说蛋白质和氨基酸对鸡不重要，实际上早期生长（0—8 周龄）似乎对氨基酸比对代谢能更为敏感。相反，从 14—20 周龄能量进食量的影响似乎更大些，好像有一个因素与该年龄的体成分改变有关。可以得出这样的结论：如果

后备母鸡能在 18 周龄前采食 18 兆卡能量和 1000 克粗蛋白质，那么该后备母鸡的生长是最佳的。无论用什么方法提高它的能量进食量好像会导致较大的后备母鸡，而提高蛋白质进食量 > 1.0 公斤不会产生任何可度量的效果，另一方面，18 周龄前进食的蛋白质 < 1 公斤将产生体形小、胫骨短的后备母鸡。

表 2 莱航后备母鸡育成期对日粮能量水平的反应

	日粮能量 千卡 / 公斤	体重 20 周龄 (克)	能量进食量 0-20 周龄 (兆卡)	蛋白质进食量 0-20 周龄 (公斤)
适宜温度 (22℃)	2650	1320	20.6	1.40
	2750	1378	21.0	1.37
	2850	1422	21.8	1.37
	2950	1489	22.1	1.35
	3050	1468	21.4	1.26
	3150	1486	22.5	1.29
热 - 周期 温度 (22— 32℃)	2650	1293	19.0	1.29
	2750	1306	18.8	1.23
	2850	1391	20.1	1.26
	2950	1380	20.2	1.23
	3050	1373	20.5	1.21
	3150	1376	19.6	1.12

全部日粮 18% 蛋白质。

对于壳蛋市场，后备母鸡必须以最大营养素进食量为培育方案，该建议因

增加育成费用而常遭受批评。但是，在大多数国家，后备母鸡至 18 周龄的培育成本相当于 15—18 个蛋价。若估计提高饲料费用 10%，因而将增加约 2 个蛋的额外费用。为达到最大营养素进食量，我们必须考虑营养浓度较高的日粮，当然，正如前面所提到的，仅营养浓度本身不能始终确保最佳生长。对于莱亨后备母鸡，尤其在炎热的气候条件下，必须给以较高的蛋白质水平（18—16%）和足够的蛋氨酸（蛋白质的 2%）和赖氨酸（蛋白质的 5%）水平，再加上高能日粮（2800—3000 千卡 / 公斤）。

当今饲喂后备母鸡的最重要概念之一是按鸡群年龄的体重提供配方。例如，传统的方案是饲喂 6 周育雏日粮，接着是生长期和育成期日粮，这样的方案并不考虑每个鸡群的变异，因而对体重不足的鸡群构成最大的危害。使早期达到适应于年龄的体重更为困难，这意味着大多数鸡群在 4—6 周龄时经常体重不足。这种现象可能由一系列因素所引起，诸如营养不佳，热应激，球虫病等。对于这些鸡群，只因已达到规定年龄便任意采用一生长期日粮的做法危害最大。如今，我们必须给雏鸡饲喂高营养浓度的日粮，直至达到年龄的体重目标。

图 1 清楚地显示了这个问题。实际上图中资料取自培育于炎热气候条件下并在 4—5 周龄有球虫挑战的后备母鸡群。

该鸡群在 6 周龄时体重明显不足，如按传统时间更改为低营养浓度的育成日粮会导致继后的生长不佳。事实上，该鸡群一直保持饲喂 18% 蛋白的育雏日粮至 12 周龄，此时小鸡体重已达到种鸡生长曲线的高限。饲喂 18% 蛋白日粮 12 周龄而不是 6 周龄好像是多花两枚鸡蛋钱。可是，与体格小而体重不足者相比，在理想状态下成熟的母鸡的产量将远超过那 2 枚蛋。

显然，育成期要达到的体重将随品系而异。大多数白壳蛋品系的鸡在 6、12 和 18 周龄的体重应分别为 440 克、880 克与 1280 克，而褐壳蛋鸡的相应体重分别为 500 克、1000 克和 1550 克。

后备母鸡至性成熟前的饲喂方案建议如下：

育雏期：18—19% 粗蛋白；2750—2900 千卡代谢能 / 公斤

1 日龄——目标体重

育成期：15——16% 粗蛋白；2750—2900 千卡代谢能 / 公斤

目标体重——成年体重

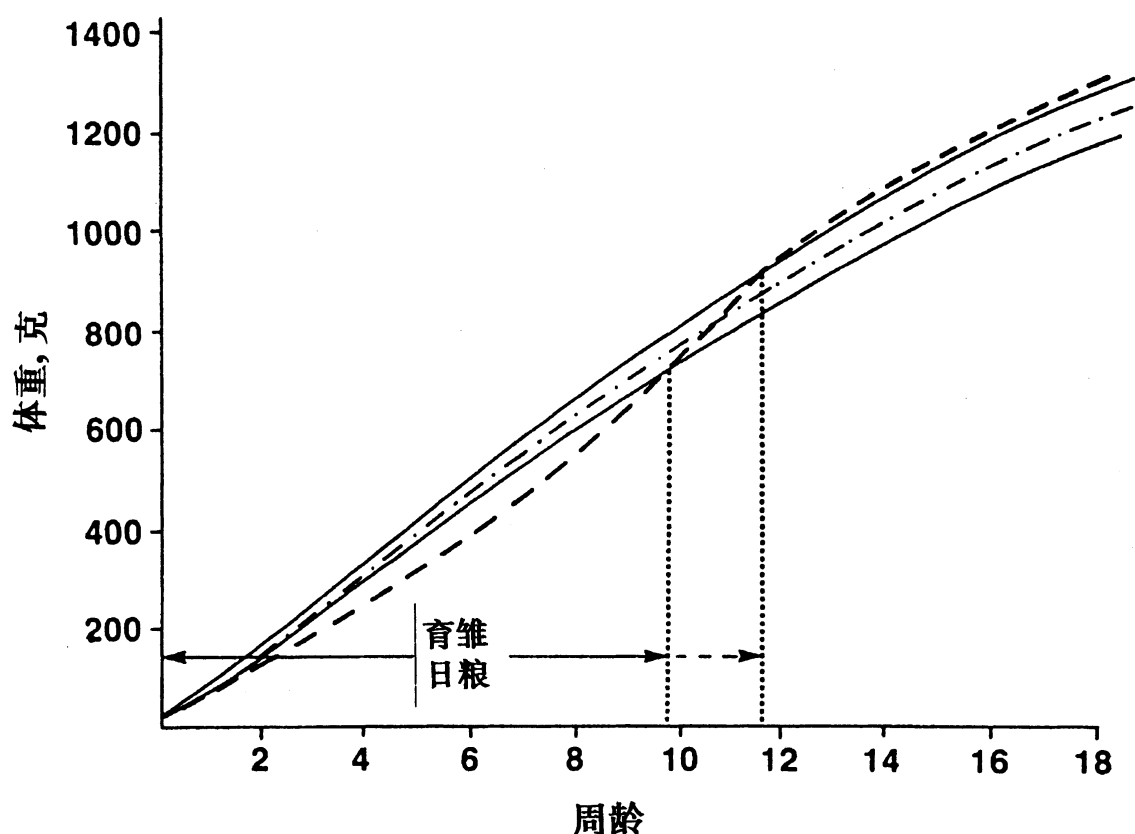


图 1 饲喂方案与后备母鸡生长的关系

由于上述原因，在此不按年龄提出建议量，甚至也不规定应改换日粮的体重，而是建议量灵活地支配需要量，并对每个鸡群作个别处理。例如，育雏日粮将使用至达到适合于年龄的目标体重。希望莱亨鸡在 6—8 周龄能达到 440 克。但每个鸡群会受不同环境条件的影响，因此该指标可能会变化。当鸡群达到理想的目标体重时，我们建议待达到种鸡公司育雏曲线上限时，才更换成营养浓度较低的配方。孤立地在特定的年龄或特定的体重更换日粮可能造成鸡群灾难性的体重不足。

从适合于年龄的体重目标至达到理想的性成熟应饲喂较低营养浓度的育成期日粮。此处，也不对成年体重作特别的规定，因为它可能随后备母鸡饲养者的意愿而异。使用预产日粮应只是为调节鸡群的钙代谢，而不是作为赶上生长的手段，因为在这个年龄不可能有生长的冲刺，而这样的预产日粮只能作为

管理不善的“拐杖”。

有关性成熟体重的作用经常有些争论：有人认为它实际上并不重要，因为在产第一个蛋之前后备母鸡能赶上生长，也就是说，如果后备母鸡较小，它会晚 12 天到达性成熟并在“相同体重”下开产。但实际上这种现象好像不会发生，因为 18 周龄时体重小的鸡在产第一个蛋时仍然较小并在整个产蛋周期保持小体重；不管蛋鸡的饲喂方案如何，这些小后备母鸡将生产小蛋。

## 成年蛋鸡

产蛋鸡对日粮营养规格的反应很受育成方案的影响，因为性成熟时的体重与继后的体格大小以及饲料进食量高度相关。随着母鸡早期产蛋进程中对营养素排出量的计算，表明它在能量平衡方面处于很不稳定的状态。由于产蛋高峰 95—97% 以及随后蛋重的增加与体重的少量增加在能量进食量与消耗量之间存在着一条灵敏的界限。摄入与付出不能平衡便导致短期的利用脂肪储备，因而在高峰产蛋数后立刻出现典型的产蛋率下降，这种下降往往与高峰产蛋量的产出相符合。在生产条件下对于营养浓度也有达到上限的时候，从理论上讲这对于青年产蛋鸡中常见的极低采食量是必然的；例如，当母鸡仅采食 80—85 克 / 日时，满足它们接近高峰产蛋率的营养需要是既困难又昂贵。正如前面所述，这种困难在一定程度上可通过将后备母鸡培育成具有适宜食欲的成年体重而加以缓和。产蛋时，能量和蛋白质进食量都重要，能量可能对最佳产蛋数最重要，而蛋白质进食量对于蛋重的影响更为重要。

由于蛋鸡按日粮能量水平调节饲料进食量，因此若不采用，某种形式的限饲很难进行能量对进食量反应的研究。在此基础上最近我们进行了一系列研究，在这些试验中给鸡提供三个日粮（2400，2800 或 3000 千卡代谢能 / 公斤）中的一个，但全部日粮的蛋白质含量为 17%；或自由采食，或限饲至 100、90 或 75 克 / 只 / 日，产蛋率和蛋重的数据见图 2 和图 3。

产蛋率随能量进食量的增加而急剧上升，当蛋白质进食量低时尤为如此。例如，图 2 所示为当能量进食量从 184 增加至 312 千卡 / 日，而蛋白质进食量

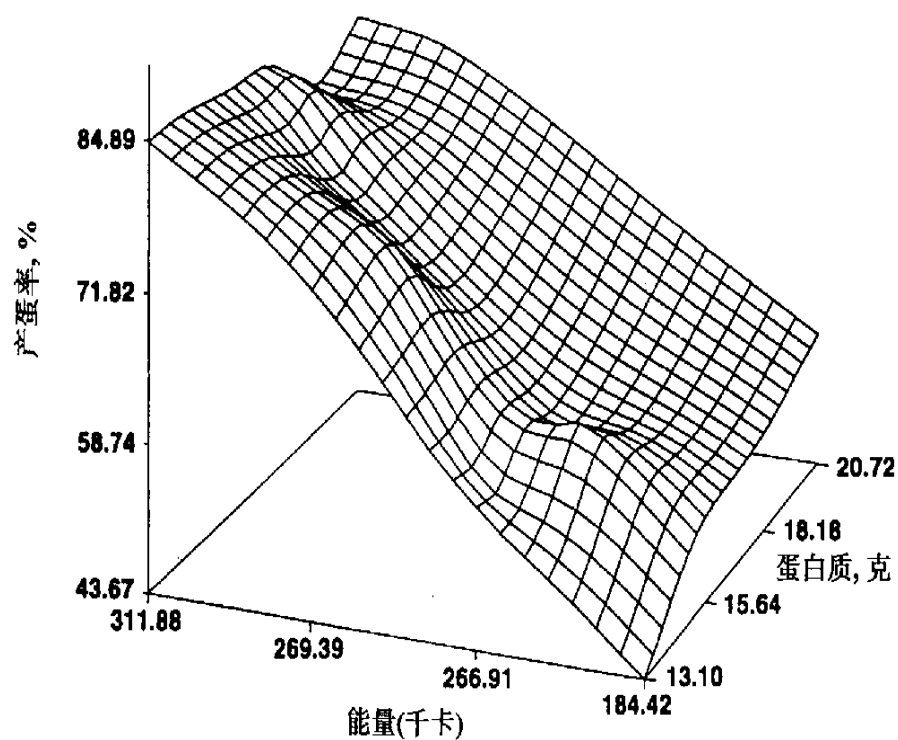


图 2 产蛋率（18—66 周龄）对能量和蛋白质进食量的反应

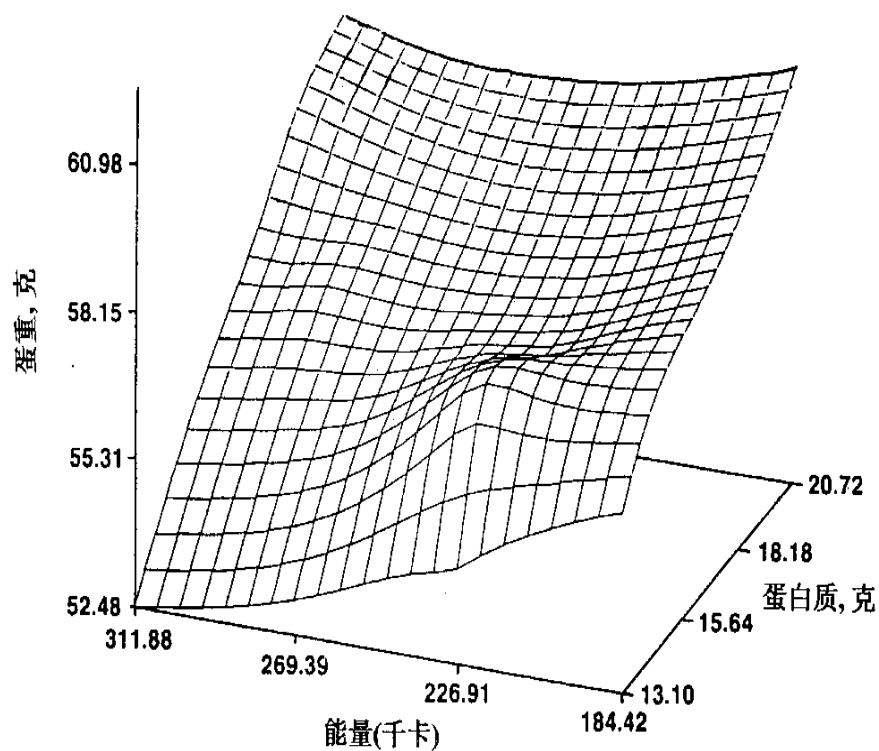


图 3 蛋重（18—66 周龄）对能量和蛋白质进食量的反应

为 13.1 克 / 只时，产蛋率从 45% 提高至 85%。在低能量进食量下当鸡的蛋白质进食量提高时，产蛋率有所改善；但是在能量进食量高时（312 千卡）将鸡的蛋白质进食量从 13.1 提高到 20.7 克 / 日对产蛋率没有多大影响。这些数据表明：能量进食量是对产蛋率最重要的营养素，而对蛋白质进食量的反应只是在能量进食量限制时才显著。对于生长的后备母鸡，并不是说蛋白质可以忽略，相反，正如图 3 所示，当我们考虑蛋重时，那么蛋白质（可能蛋氨酸）进食量是重要的。图 3 表明：不论在哪个能量水平下，当日粮蛋白质进食量从 13.1 克提高到 20.7 克 / 只 / 日时蛋重明显提高。因此，即使对于一只能量缺乏的鸡，184 千卡 / 日，仍然表现出蛋重对蛋白质的传统反应，虽然产蛋率稍受影响（图 3）。图 3 数据表明：能量进食量对蛋重基本上没有影响，实际上在低蛋白进食量下提高能量进食量可能使蛋重减小。如果我们考虑日产蛋量（产蛋率  $\times$  蛋重，即图 2  $\times$  图 3），则产蛋数的效果似乎处于支配地位，而且反应面与图 2 所示相似；因此，再次表明产蛋量显然对能量而不是对蛋白质进食量的反应最大。

## 热应激时的特殊考虑

热应激时最重要的考虑是产蛋能量的可利用性，而使能量利用率达到最佳的途径如下：

### 1. 提高日粮能量规格

就是提高日粮能量水平，如表 1 所示；它可能有助于刺激能量进食量，但不能仅依靠它校正能量平衡不当的问题。为提高日粮能量水平可考虑补充油脂。脂肪有提高适口性的优点，而且在体内利用时可降低“体热”的产生。

### 2. 刺激饲料进食量

可采用各种方法刺激采食量。每日饲喂多次，一般可鼓励采食活动，若有可能，在每天凉爽时饲喂也是常用的增加营养素进食量的方法；在极度炎热的条件下可能有必要在半夜当温度较低、鸡更乐于采食时饲喂。再次强调，当气温极高时提高日粮的适口性可能是有益的。有些措施如在饲料中加植物油、糖密或甚至在料槽上直接加水都能起到鼓励采食的作用。在日粮中使用高水平脂



肪或如上述采用在料槽上添加的措施时，必须注意不能发生酸败现象。最好的预防措施是在饲料中加入抗氧化剂，如乙氧基喹啉，而且在料塔、搅龙或料槽中都不允许有结块现象，在上述条件下饲料的新鲜度至关重要。

### 3. 考虑体能储备

现已认识到为在蛋鸡舍中获得最佳的经济回报必须要有优良的后备母鸡培育方案，在炎热的气候条件下更是至关重要，因为母鸡必须依靠它的体内储备以补充维持产蛋率所需的能量。一般来说，性成熟时体重较大的鸡在整个产蛋过程中的体重也较大，因此，潜在的能量储备也较大。

一般都不希望后备母鸡过肥，但显然体重最佳并有适量脂肪储备的鸡似乎能较好地忍受热应激。遭受热应激而能量储备又低于产蛋需要的后备母鸡无可依赖，只能降低以蛋重和 / 或蛋数表示的蛋量的产出。

在炎热气候条件下制定母鸡饲喂方案时应注意以下几点：

(1) 勿将体重不足的鸡转入产蛋鸡舍，否则它们一直会保持体重小的状态，并没有体脂储备来支撑最大产蛋量。

(2) 通过补充脂肪提高日粮的能量水平（最低为 2850 千卡代谢能 / 公斤），尽可能减少纤维性饲料的使用。

(3) 降低粗蛋白质成分（最高为 17%CP），同时维持蛋氨酸日进食量 370 毫克和赖氨酸 700 毫克。

(4) 随预期饲料进食量的改变提高矿物质—维生素预混料添加水平，保持钙的日进食量 3.5 克和可利用磷 400 毫克。

(5) 当有蛋壳问题时，考虑添加碳酸氢钠，一般可用 30% 碳酸氢钠取代 30% 食盐，此时要监测日粮总钠进食量并考虑防止日粮中的缺乏。

(6) 热应激时补加维生素 C，150 克 / 吨，气候条件正常时撤走。

(7) 增加饲喂次数，并在当天温度较低时喂料。

(8) 尽量降低饮水温度。

（沈慧乐 翻译）

## 褐壳与白壳蛋后备母鸡对日粮能量水平的反应

Response of brown & white egg pullets to diet energy level

	体重(克) <i>Body weight (g)</i>			饲料进食量(克) <i>Feed intake (g)</i>		
	42 天	84 天	126 天	0-42 天	42-84 天	84-126 天
<i>褐壳蛋鸡 Brown egg</i>						
2750						
千卡/公斤	410	1090	1590	1010	2700	3240
kcal/kg						
3030						
千卡/公斤	450	1160	1660	1020	2700	3070
kcal/kg						
<i>白壳蛋鸡 White egg</i>						
2750						
千卡/公斤	380	953	1362	940	2490	3100
kcal/kg						
3030						
千卡/公斤	360	940	1375	910	2360	2790
kcal/kg						

## 日营养素建议量

Daily Nutrient Recommendations

粗蛋白 <i>Crude protein</i>	17克 g
代谢能 <i>Metabolizable energy</i>	280千卡 kcal
蛋氨酸 <i>Methionine</i>	360毫克 mg
蛋+胱 <i>Methionine + Cystine</i>	640毫克 mg
赖氨酸 <i>Lysine</i>	720毫克 mg
钙 <i>Calcium</i>	35克 g
可利用磷 <i>Available phosphorus</i>	0.4克 g
钠 <i>Sodium</i>	0.18克 g

## 日粮规格与日饲料进食量

Diet specifications and daily feed intake

	110克	100克	90克	80克	70克
粗蛋白当量 (%) Crude protein equivalent (%)	15.5	17.0	19.0	20.5	22.1
代谢能 (千卡/公斤) Metabolizable energy (kcal/kg)	2700	2800	2915	3025	3080
钙 (%) Ca (%)	3.4	3.5	3.6	3.8	4.0
可利用磷 (%) Available phosphorus (%)	0.38	0.40	0.45	0.50	0.55
氨基酸 (%) : Amino Acids (%) :					
赖氨酸 Lysine	.68	.72	.77	.84	.91
蛋氨酸 Methionine	.32	.36	.41	.47	.56
蛋+胱 Met+Cy	.55	.64	.71	.80	.91
色氨酸 Tryptophan	.14	.15	.17	.18	.20

## 水温对产蛋率的影响 (%)

Effect of water temperature on egg production (%)

周龄 Age (wks)	环境温度32℃ Environmental temperature 32°C	
	水温32℃ Water at 32°C	水温27℃ Water at 27°C
25	64	74
26	74	79
27	77	86
28	76	84
29	88	93
平均 Mean	76	83
饲料进食量 (克/只/日) Feed intake (g/b/d)	83克 g	90克 g

## 引起啄肛与脱肛的问题：

Problems that can lead to pickouts or blowouts:

- 光照过亮（阳光照入鸡舍）  
lights too bright (or sunlight streaming into buildings)
- 鸡舍温度过高（通风不佳）  
pen temperature too high (poor ventilation)
- 断喙不当 improper beak trimming
- 后备母鸡体脂过多 pullets carrying an excess of body fat
- 入舍时羽毛生长不良 poor feathering at time of housing
- 光照刺激过早 too early a light stimulation
- 日粮中蛋白质/氨基酸水平过高，引起早期产相对于体重的大蛋  
too high protein/amino acid in the diet causing early large egg size in relation to body and frame size

## 高峰产蛋量后主要营养素的阶段饲喂 （日饲料进食量100克）

Phase feeding of major nutrients after peak egg mass (daily feed intake at 100g)

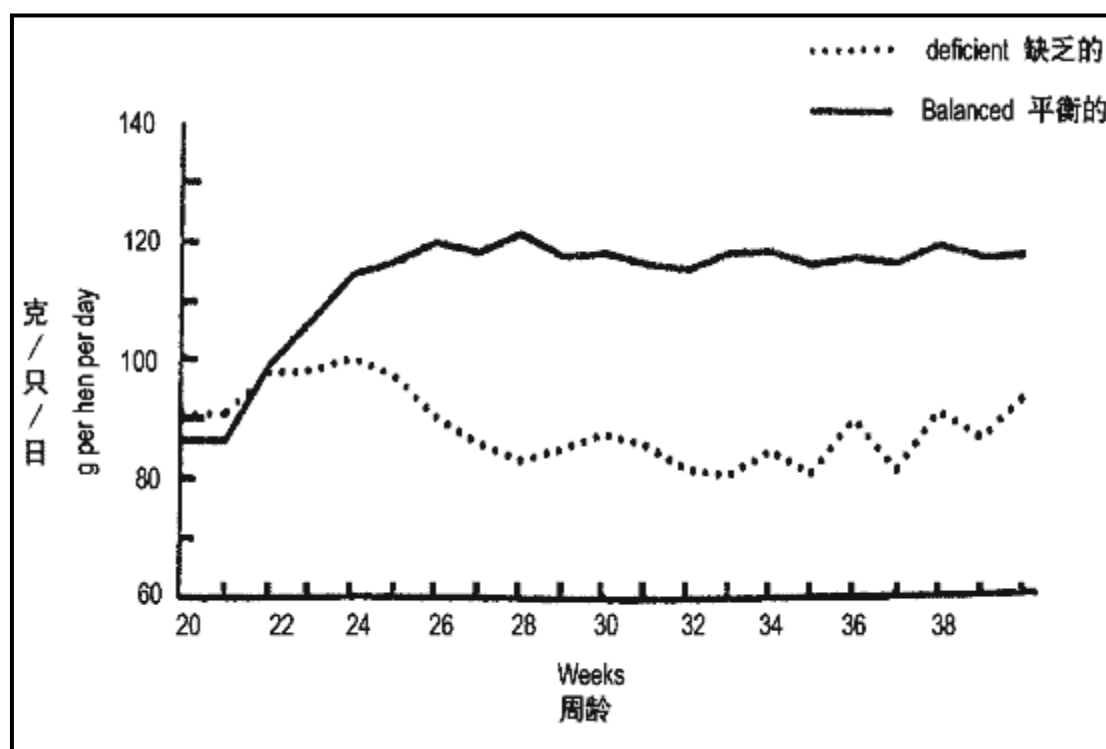
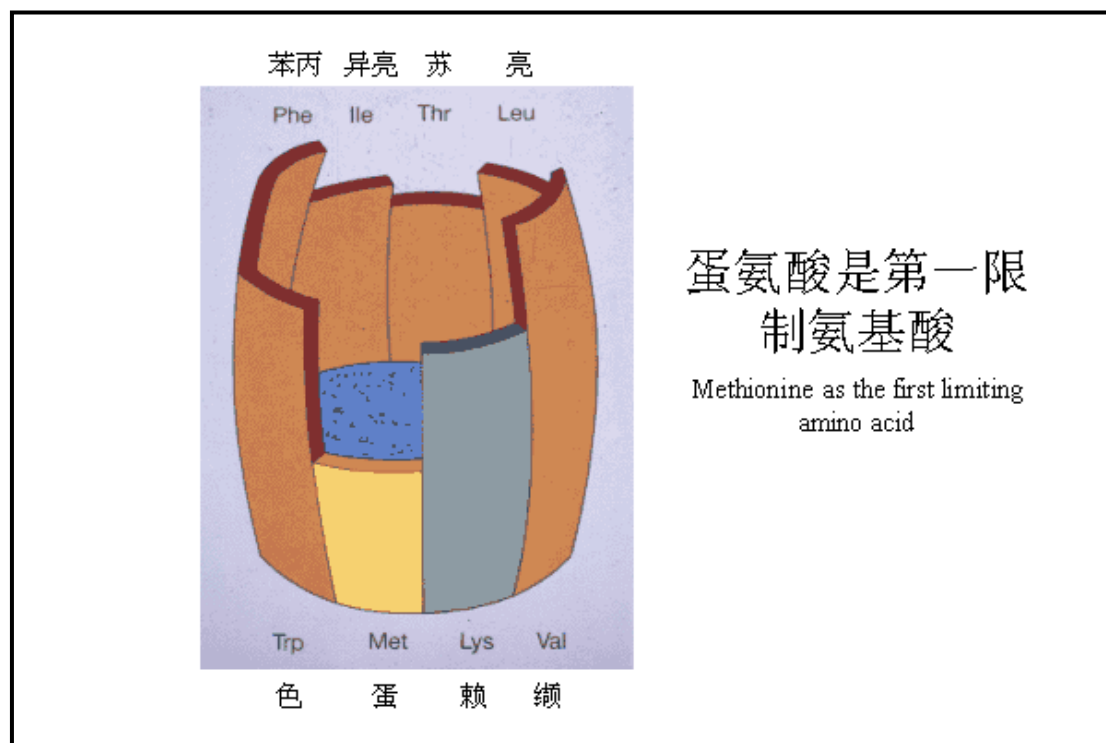
母鸡特性

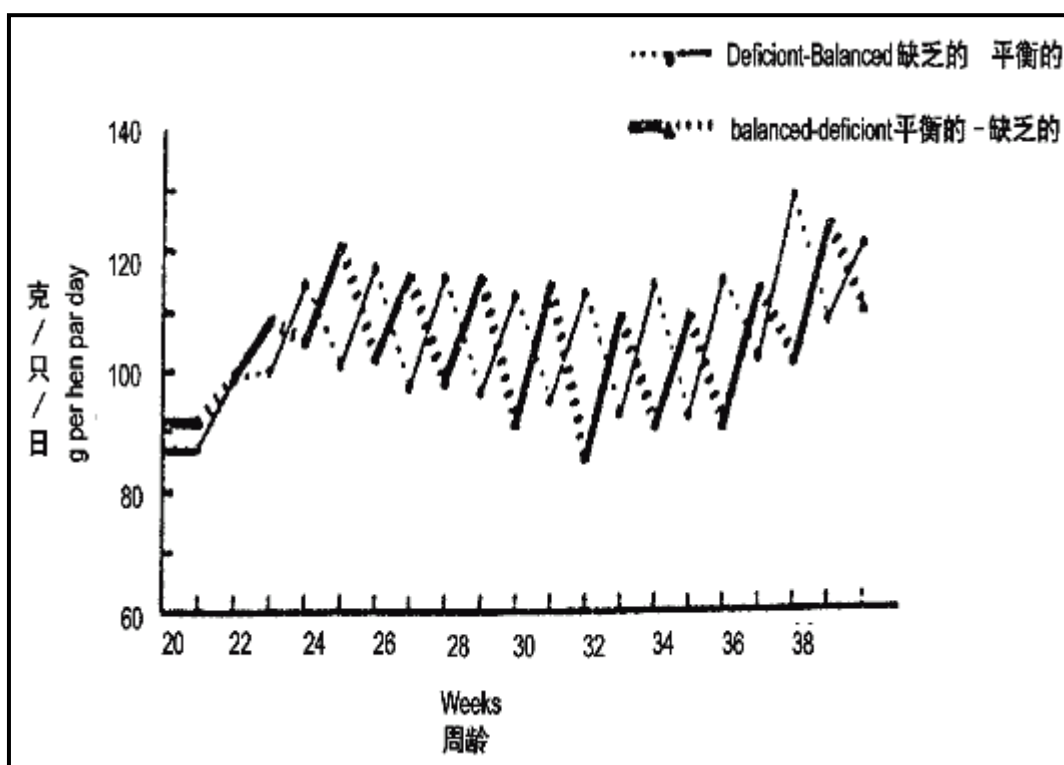
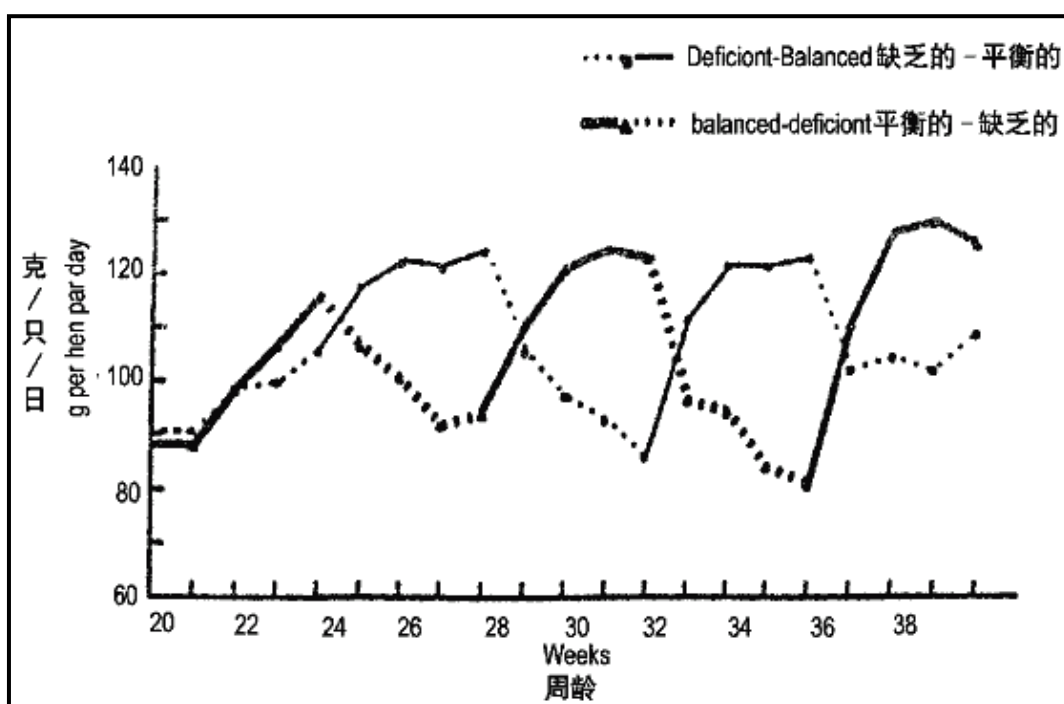
日粮水平（%）

Bird Characteristics

Diet levels (%)

周龄 Age (wks)	产蛋率(%) Egg production (%)	粗蛋白 Crude protein	蛋氨酸 Methionine	钙 Calcium	可利用磷 Available phosphorus
<35	90	17.0	0.35	3.8	.42
45	85	16.0	0.32	4.0	.40
55	80	15.5	0.31	4.1	.38
70	75	15.0	0.30	4.2	.36
80	70	14.5	0.29	4.3	.34





## 蛋氨酸来源对蛋鸡生产性能的影响

Effect of methionine source on layer performance

蛋重 (克) Egg weight (g)

日粮蛋氨酸 (%) Diet methionine (%)	试验 1 Exp #1		试验 2 Exp #2	
	DL	艾利美	DL	艾利美
0.228 (基础 basal)	54.5	54.5	51.5	51.5
0.256	56.2	55.3	53.2	52.7
0.254	56.8	56.8	55.1	56.2
0.311	57.6	57.2	55.9	55.7
0.366-378	58.0	57.5	57.0	56.8

<sup>1</sup> 平均产蛋率80% <sup>1</sup>Mean 80% egg production

Harms and Russell, 1994

## 降低日粮蛋白水平对60周老龄鸡蛋重的影响 (2个28天周期的平均数)

Effect of reducing dietary protein level on egg size of 60 wk old layers  
(avg. for 2, 28-day periods)

日粮蛋白水平 (%) Dietary protein level (%)	产蛋率 (%) Egg production (%)	平均饲料进食量 (克) Avg. feed intake/d (g)	蛋重 (克) Egg wt. (g)	日蛋量 (克) Daily egg mass (g)	平均蛋白质进食量/日 (克) Avg. protein intake/day (g)
17	78.8	114	64.8	51.0	19.4
15	77.5	109	64.3	49.7	16.4
13	78.3	107	62.2	49.1	13.9
11	72.7	108	61.7	45.1	11.9
9	54.3	99	58.2	36.1	8.9

所有日粮为2800千卡/公斤 all diets 2800 kcal ME/kg