

10~21 和 32~43 日龄 肉仔鸡的可消化氨基酸需要量

DIGESTIBLE AMINO ACID REQUIREMENTS FOR 10~21 AND 32~43 DAY-OLD BROILERS

Milan Hrubý, Korin Leske 和 Craig Coon

前 言

将肉仔鸡氨基酸需要量分解为维持和生长需要量两部分是必要的。近 10 年来，为选育能满足不同市场要求的肉仔鸡，许多商品肉仔鸡品系的生长曲线和胸肉产量在遗传上发生了巨大的变化。从遗传上已选育出这样的肉用种鸡，它能生产增重快的适合于整鸡和分割鸡市场的后代，或者能繁殖满足深加工需要，在育雏期增重较慢而在生长与肥育期蛋白质和胸肉生长迅速的后代。用于生产去骨肉的肉仔鸡，在生长初期，需要较长的时间以发育能支撑较大体重的骨骼系统。氨基酸维持需要与最佳增重所需的氨基酸含量不同(1)。幼雏期，氨基酸维持需要量在每日氨基酸总需要量中所占比例最小。而随雏鸡的生长，维持需要所占比例上升。将氨基酸需要量分成维持需要和生长需要可允许营养学家为不同的肉鸡品系以及依日龄、遗传生长速率、胴体组成和体重而定的销售状况研究不同的氨基酸需要量。研究人员已开发出猪的氨基酸维持和增重需要量，并且已成功地将它应用于测定营养需要量的一系列商业模型中。

已经用生长参数(变量)(2)、胴体分析(3)、放射性同位素研究(4)和血浆氨基酸分析(5)等方法测定了肉仔鸡氨基酸需要量，但它们中的大多数在数量大的鸡群中应用时，费时而且费用昂贵。

Wang 和 Fuller(6)应用删除方法(deletion method)测定氮存留的变化开发了

生长猪的理想氨基酸增重和维持需要量。他们将日粮中的每种氨基酸的比例减少，而后测定尿氮的变化。在此之前，Bender(7)用同样技术测定了大白鼠氨基酸需要。氨基酸删除概念的最终目的是除去多余的氨基酸，以便使每种必需氨基酸以及非必需氨基酸的总量成为同等限制性的。用鸡做的相似研究非常有限，并且没有作为预测氨基酸需要量的方法来使用(8)。这种状况部分地是因禽类的尿液收集困难所致。大体上，可以假定在给肉仔鸡饲喂理想蛋白质(即满足动物需要的氨基酸完全平衡)时，排泄物中的氮含量将最低(9)。

日粮中氨基酸组成与氨基酸维持及生产需要相匹配得更接近时，可提高氮的沉积效率并降低氮的排泄。Baker 和 Han(10)报道，氨基酸需要量不可能适用于所有日粮、性别以及不同体成分状况的鸡。研究人员建议，将氨基酸需要量用对赖氨酸的理想比例(百分比)来表示。多样化的日粮、不同的环境以及遗传因素的存在可影响肉仔鸡的氨基酸需要量，但必需氨基酸对赖氨酸的理想比例在大多数情况下应不受上述因素的影响。

本文旨在应用性能参数、比较屠宰方法以及氮排泄物分析法对两个不同日龄组的生长肉仔鸡的氨基酸维持需要和组织生长需要的模式做出直接的评定。

最佳性能的可消化氨基酸需要量

应用排泄物氮分析、蛋白质沉积以及生长性能的资料建立了 10~21 日龄肉仔鸡需要的必需氨基酸对赖氨酸的百分比。在随后的研究中，应用蛋白质沉积与生长性能数据也建立了 32~43 日龄肉仔鸡的必需氨基酸对赖氨酸的百分比(11)。两个不同日龄组的等氮测试日粮(表 1)中所含每种可消化氨基酸水平范围约为 NRC(12)推荐水平(消化系数为 0.89)的 60%~105%。

5 只个体笼养的肉仔鸡分别饲喂每种测试氨基酸的 4 个不同水平中的一种。10~21 和 32~43 日龄肉仔鸡的非测试氨基酸水平范围分别约为 NRC(12)推荐的育雏和育成期水平的 105%。氮排泄物法、比较屠宰测定的蛋白质沉积以及生长性能法对确定饲喂半合成、等氮玉米—豆粕日粮的 10~21 日龄肉仔鸡所需的最佳氨基酸对赖氨酸的百分比是可比的。10~21 和 32~43 日龄肉仔鸡所需氨基酸对赖氨酸的百分比列于表 2(11)。两个日龄组肉仔鸡可消化赖氨

酸需要量的估测值分别为 1.07%和 0.96%。

其他研究者报道的育雏和育成期的氨基酸需要量如表 3 所示。Schutte(13)指出,不同研究者报道的比例间存在着大的差异,这可能是某些数值来自氨基酸总量(12, 14),而不是可消化氨基酸。Schutte(13)还指出,导致差异的第二个原因可能部分地是因测试日粮中赖氨酸的含量不同造成的。Baker 等(15)和 Baker(16)报道的 0~21 日龄和 21~42 日龄肉仔鸡的氨基酸比例是在可消化赖氨酸分别为 1.07%和 0.81%基础上获得的;NRC(12)的报道是根据 0~21 日龄与 21~42 日龄的赖氨酸水平分别为 1.10%和 1.00%而获得;Austic(14)的氨基酸比例是基于 1.3%的总赖氨酸水平;CVB(17, 1996)的氨基酸需要量是基于 0~14 日龄肉仔鸡饲喂 1.05%可消化赖氨酸, 14~28 日龄饲喂 1.00%可消化赖氨酸以及 28~42 日龄时饲喂 0.95%可消化赖氨酸而测得的;Mack 等(18)的研究是利用 1.15%的真可消化赖氨酸进行的。在比较不同作者报道的需要量时,主要差别之一是精氨酸对赖氨酸的比值(表 2, 3)。许多报道中的精氨酸对赖氨酸的比值低于 NRC 的推荐值,但 Austic(14)和列于表 2 中的研究报道则表明,该比值可能更接近 1:1。Austic(14)报道的全程氨基酸需要量几乎与我们的报道相同,但是,他们的研究是基于饲喂 1.3%的总赖氨酸(假设消化率为 89%,相当于 1.15%的可消化氨基酸),而我们的研究则以 1.07%可消化赖氨酸为基础(10~21 日龄肉仔鸡)。

饲喂理想氨基酸包括可消化蛋氨酸水平适宜的日粮时,肉仔鸡排出的尿酸量几乎与饲喂无氮日粮(图 1)的肉仔鸡产生的尿酸量相同。饲喂蛋白质为 21%的玉米—豆粕对照日粮的肉仔鸡,每日排出的尿酸几乎比饲喂理想氨基酸的鸡高 3 倍。研究指出,发展肉仔鸡理想氨基酸需要量体系对降低氮的损失具有重要意义。饲喂理想氨基酸日粮的肉鸡,尿酸产量减少,这在炎热环境条件下具有优越性,因为较多的代谢能可用于体增重,而用于产生氮代谢废物的较少。

为确定 10~21 和 35~43 日龄肉仔鸡的最佳日粮蛋白质当量,各日龄组的个体笼养肉仔鸡饲喂含 5 种不同水平谷氨酸,提供的蛋白质当量范围为 12.9%~20%的理想氨基酸日粮。在日粮的蛋白质当量为 16.4%时,10~21 日龄肉仔鸡的体增重最高,而 35~43 日龄较大的肉仔鸡在饲喂含 20%的蛋白质

当量日粮时，增重最大(图 2, 3)。Stilborn 等(19)报道，肉仔鸡日粮非必需氨基酸需要量(相对于必需氨基酸)随日龄而增加，这可能是由于增加的结缔组织的生长所致，因而肉仔鸡可以利用额外的非必需氨基酸。10~21 日龄肉仔鸡排泄物中尿酸百分含量与以前的理想氨基酸试验的结果类似(图 1)，此外还表明，尿酸随添加的谷氨酸而增加，这可与饲喂含 21%CP、玉米—豆粕对照日粮的肉仔鸡排泄物中的尿酸含量相比。

可消化氨基酸的维持和生长需要量

在数个单笼饲喂的肉仔鸡研究中评估了 10~21 和 32~43 日龄肉仔鸡可消化氨基酸的维持需要量。在维持需要试验中，5 只单笼养的肉仔鸡分别饲喂每种测试氨基酸的 4 个测试水平中的一种日粮。用上节中确定的最佳蛋白质沉积需要量和维持需要量间的差别确定蛋白质沉积或生长的氨基酸需要量。维持需要试验日粮中 10~21 和 32~43 日龄肉仔鸡的可消化氨基酸水平分别为 NRC (12) 推荐的 0%、5%、10%、15% 和 0%、10%、15%、30% (消化率为 89%) (表 4)。

以毫克/日/公斤体重^{0.75}表示的每日可消化氨基酸总量，分解为生长和维持需要量两部分。用毫克/日/体重^{0.75}表示的 10~21 日龄肉仔鸡氨基酸需要量(表 5)高于 32~43 日龄肉仔鸡的需要量(表 6)，相反，用百分比表示的氨基酸维持需要量占可消化氨基酸总需要量的比例则随日龄而增加。10~21 日龄肉仔鸡用于维持的平均可消化氨基酸需要量占每日可消化氨基酸总需要量的 6%(从组氨酸的 1.4%至精氨酸的 11%)；32~43 日龄肉仔鸡平均可消化氨基酸维持需要量占每日氨基酸总需要量的 22%(从蛋氨酸和精氨酸的 17%至胱氨酸的 29%)。两个日龄组肉仔鸡用于维持的可消化赖氨酸测定为零。作者相信，甚至在饲喂不含赖氨酸的日粮时，赖氨酸的代谢周转也有可能保证供试肉仔鸡的氮沉积。两个日龄组肉仔鸡用于生长(每日总需要量—维持需要量)的氨基酸对赖氨酸的百分比与肉仔鸡体组成中氨基酸对赖氨酸的百分比极为相似。

研究表明，用毫克/公斤胴体蛋白质表示的每日氨基酸维持需要量代替传统的毫克/日/公斤体重^{0.75}可能是最好的途径。32~43 日龄肉仔鸡每日氨基酸

维持需要量 (毫克/日) 比 10~21 日龄肉仔鸡的高 15.38 倍, 比基于毫克/日/公斤体重^{0.75}的高 3.29 倍, 但仅比用毫克/日/公斤胴体蛋白质表示的高 1.66 倍(表 7)。

Emmert 和 Baker(20)及 Baker 等(21)报道了青年肉仔鸡苏氨酸、缬氨酸和赖氨酸的维持需要量。伊利诺斯研究人员报道的氨基酸需要量与 Hrubý 等(22)(表 8)的研究报道非常相似。Hrubý 等(22)未能测出 10~21 日龄或 32~43 日龄肉仔鸡对赖氨酸的反应, 但伊利诺斯研究人员指出, 与其他氨基酸相比, 赖氨酸的需要量很小。Leveille 等(23)也报道, 虽测不出来航公鸡对赖氨酸的需要量(表 8), 但除色氨酸、组氨酸和精氨酸外, 其他氨基酸的需要量均比肉仔鸡的高。

将可消化氨基酸需要量分解为维持和生长需要可允许对超过维持需要量的那部分氨基酸利用加以评估。无脂肪胴体和羽毛的氨基酸含量和这些组分的蛋白质增重一起可提供氨基酸沉积值。测定了的氨基酸生长需要量可分为氨基酸沉积值(胴体氨基酸分析×蛋白质增重)并可获得利用率数值。10~21 和 32~43 日龄肉仔鸡的氨基酸用于生产和维持需要的氨基酸利用率分别列于表 9(平均为 71.16%)和表 10(平均为 61.7%)中。肉仔鸡幼雏的氨基酸利用率约高 10 个百分点。10~21 日龄肉仔鸡具有较高的羽毛增重, 可能是由于胱氨酸利用率高达 93.5%所致, 32~43 日龄阶段的利用率仅为 64.9%。甘氨酸和丝氨酸的利用率均超过 100%, 这可能是由于鸡具有合成这些半必需氨基酸的缘故。

图 4 表明, 为每一种氨基酸制定不同的维持与生长需要的重要性。与 21 日龄相比, 42 日龄肉仔鸡胴体中赖氨酸和蛋氨酸大量增加, 因为, 胸肉成为整个胴体的主要部位。胸肉中的赖氨酸和蛋氨酸的百分含量比其他体组分中的含量要高。由于较大日龄肉仔鸡胸肉比例的提高, 使胴体中的赖氨酸和蛋氨酸全面地提高, 这就是为什么赖氨酸和蛋氨酸被证明可提高胸肉产量的原因。不同遗传品系肉仔鸡的氨基酸需要量取决于每个体组成部分(即胸肉、大脚和小腿)的氨基酸含量以及胴体组分占整鸡百分比的变化程度。

(王瑞详 翻译)

表 1 研究理想氨基酸需要量的日粮

成份	10 – 21 日龄	32 – 43 日龄
	%	%
玉米	78.07	67.80
豆粕 (47%蛋白质)	11.00	5.00
玉米油	2.92	6.46
脱氟磷酸钙	2.05	5.67
石粉 (碳酸钙)	0.49	1.50
维生素和矿物质予混料	0.95	1.60
氨基酸混合物	4.52	11.97
营养分析		
代谢能,千卡/公斤	3150	3302
蛋白当量	15.43	16.27

表 2 肉用仔鸡育雏期和育成期氨基酸的需要量比例¹

氨基酸	10-21 日龄	32-43 日龄
	赖氨酸, %	赖氨酸, %
赖氨酸	100	100
精氨酸	97	101
组氨酸	29	31
异亮氨酸	64	62
亮氨酸	94	117
蛋氨酸	35	36
总含硫氨基酸	71	69
苯丙-酪	107	102
苏氨酸	63	65
色氨酸	16	18
缬氨酸	67	75

¹育雏期和育成期可消化赖氨酸的水平分别为 1.07% 和 0.961%。

表 4 维持日粮

	日 龄	
	10 - 21	32 - 43
玉米淀粉	至 100%	至 100%
蔗糖	15.00	17.00
玉米油	5.50	6.50
脱氟磷酸钙	2.70	2.22
石灰石	1.37	0.73
纤维素	3.00	6.00
维生素和矿物质予混料	2.78	2.78
谷氨酸	0.5% N	1.0% N
欲测氨基酸	不同	不同
营养分析		
蛋白当量, %	3.13	6.34
代谢能,千卡/公斤	3500	3506

表 8 维持氨基酸需要量的比较

氨基酸	来亨公鸡 ¹	肉用仔鸡 ²	本试验 ³
		毫克/日/公斤体重 ^{0.75}	
苏氨酸	82	39	31
缬氨酸	82	32	36
总含硫氨基酸	58		48
蛋氨酸	22		17
异亮氨酸	73		56
亮氨酸	81		38
苯丙氨酸	19		27
赖氨酸	0	7	0
组氨酸	0		4
精氨酸	81		104
色氨酸	10		6

¹Leveille 等, 1960

²Emmert 与 Baker, 1997 和 Baker 等, 1996

³10-21 日龄肉用仔鸡

表5 10-21日龄肉用仔鸡氨基酸需要量的分配¹

氨基酸	每日总需要量		每日维持需要量		维持占总需要量		生长需要量		生长所需氨基酸与赖氨酸比例		肉用仔鸡胴体氨基酸与赖氨酸比例	
	需要量	占	需要量	总需要量	需要量	需要量	需要量	需要量	酸与赖氨酸比例	酸与赖氨酸比例	酸与赖氨酸比例	酸与赖氨酸比例
赖氨酸	1003	-	-	-	1003	100	100	100	100	100	100	100
蛋氨酸	319	19	6	300	300	30	300	30	30	30	28	28
胱氨酸	345	28	8	317	317	32	317	32	32	32	16	16
苏氨酸	638	31	5	607	607	61	607	61	61	61	54	54
色氨酸	147	6	4	141	141	14	141	14	14	14	16	16
精氨酸	920	104	11	816	816	81	816	81	81	81	86	86
缬氨酸	677	36	5.3	641	641	64	641	64	64	64	65	65
亮氨酸	1002	38	3.8	964	964	96	964	96	96	96	97	97
异亮氨酸	635	56	8.8	579	579	58	579	58	58	58	57	57
苯丙氨酸	529	27	5	502	502	50	502	50	50	50	52	52
酪氨酸	455	20	4.4	435	435	43	435	43	43	43	40	40
甘+丝氨酸	927	86	9	841	841	84	841	84	84	84	134	134
组氨酸	289	4	1.4	285	285	28	285	28	28	28	34	34

¹除标明外为毫克/日/公斤体重。

表 6 32-43 日龄肉用仔鸡氨基酸需要量的分配¹

氨基酸	每日总 需要量	每日维持 需要量	维持占总 需要量	生长 需要量	生长所需氨基酸 与赖氨酸比例	肉用仔鸡胴体氨基 酸与赖氨酸比例
赖氨酸	882	-	-	882	100	100
蛋氨酸	292	50	17	242	27	28
胱氨酸	213	62	29	151	17	14
苏氨酸	550	132	24	418	48	52
色氨酸	157	25	22	132	15	16
精氨酸	875	146	17	729	83	82
缬氨酸	670	120	18	550	62	65
亮氨酸	967	187	19	780	88	99
异亮氨酸	576	142	25	434	49	55
苯丙氨酸	389	102	26	287	32	51
酪氨酸	294	-	-	294	33	41
甘+丝氨酸	541	-	-	541	61	62
脯氨酸	504	-	-	504	57	59

1 除标明外为毫克/日/公斤体重^{0.75}。

表 7 肉用仔鸡维持氨基酸需要量

氨基酸	10-21 日龄		32-43 日龄	
	毫克/日/公 斤体重 ^{0.75}	毫克/日/公 斤蛋白质	毫克/日/公斤 体重 ^{0.75}	毫克/日/公斤 蛋白质
蛋氨酸	19.44	145.04	50	213
胱氨酸	28.00	217.13	62	263
色氨酸	6.27	52.19	25	110
苏氨酸	30.77	256.35	132	557
精氨酸	104.16	867.65	146	517
甘氨酸	86.33	720.02		
缬氨酸	35.96	306.23	120	507
亮氨酸	37.96	323.24	187	792
异亮氨酸	55.68	274.05	142	601
组氨酸	4.33	39.61		
苯丙氨酸	27.05	230.68	102	432
酪氨酸	19.7	167.82		

表9 0-21日龄肉用仔公鸡可消化氨基酸的利用率

氨基酸	脱脂胴体干物质		羽毛干物质		每日总数值				
	增量 克	氨基酸 含量 %	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	增量 克	氨基酸含量 ² %	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	进食量 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	利用率 %
赖氨酸	6.70	5.80	534.00	2.44	1.74	57.84	591.84	1003	59.00
蛋氨酸	6.97	1.64	114.00	2.36	0.56	18.06	132.06	319	41.40
胱氨酸	6.97	0.91	87.58	2.36	7.24	235.04	322.62	345	93.51
含硫氨基酸							454.62	664	68.47
精氨酸	6.88	4.99	473.08	2.21	5.82	177.75	650.83	920	70.74
色氨酸	6.33	0.90	78.36	2.91	0.69	27.77	106.13	147	72.20
苏氨酸	6.87	3.12	295.20	2.46	4.39	148.73	443.93	638	69.58
缬氨酸	6.70	3.75	345.60	2.28	5.88	184.3	529.9	677	78.27
亮氨酸	7.10	5.63	549.70	2.34	7.00	225.52	775.22	1002	77.37
异亮氨酸	6.48	3.18	283.62	2.55	4.08	143.14	426.76	635	67.21
苯丙氨酸	7.01	2.99	288.47	2.63	4.24	153.11	441.58	529	83.47
酪氨酸	4.97	2.34	182.22	1.68	2.55	67.21	249.43	455	54.82
AAA							691.01	984	70.22
组氨酸	7.00	1.97	189.88	2.38	0.61	19.96	209.84	289	72.61
甘+丝氨酸	4.97	7.79	606.07	1.68	8.12	148.37	754.44	852	88.55

¹ 计算赖氨酸, 总含硫氨基酸, 精氨酸, 色氨酸, 缬氨酸, 亮氨酸, 异亮氨酸, 亮氨酸, 苯丙氨酸和组氨酸时所用代谢体重为 654 克; 计算甘+丝氨酸以及酪氨酸时所用代谢体重为 550 克。

² 羽毛干物质氨基酸含量从 Stillborn 等 (1997) 的资料计算出。

表 10 32-43 日龄肉用仔公鸡可消化氨基酸的利用率

氨基酸	脱脂胴体干物质		羽毛干物质		每日总数值				
	增量 克	氨基酸 含量 %	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	增量 克	氨基酸 含量 ² %	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	氨基酸沉积 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	进食量 ¹ 毫克/日/体重 ^{0.75}	利用率 %
赖氨酸	15.53	6.32	498.22	1.72	1.82	15.89	514.11	882	58.29
蛋氨酸	15.47	1.75	137.42	1.93	0.62	6.25	143.67	322	44.62
胱氨酸	15.47	0.88	69.10	1.93	6.87	69.06	138.16	213	64.87
含硫氨基酸	15.53	4.96	391.01	1.72	6.47	56.47	281.83	535	52.68
精氨酸	15.49	0.90	70.77	1.72	0.70	6.10	447.48	875	51.14
色氨酸	15.72	3.21	256.15	1.72	4.69	40.97	76.87	157	48.96
苏氨酸	15.53	3.78	297.99	1.72	6.21	54.22	297.12	550	54.02
缬氨酸	15.48	5.85	459.69	1.78	7.59	68.56	352.21	670	52.57
亮氨酸	15.53	3.30	260.15	1.65	4.44	37.18	528.25	967	54.63
异亮氨酸	15.62	3.01	238.66	1.67	4.52	38.33	297.33	576	51.62
苯丙氨酸	15.53	2.41	189.99	1.66	2.49	20.97	276.99	389	71.21
酪氨酸	15.73	6.96	555.74	1.63	8.75	72.36	210.96	294	71.75
AAA							487.95	581	71.44
组氨酸							628.10	541	116.10
甘+丝氨酸									

¹ 用 2470 克代谢体重进行计算。

² 羽毛干物质氨基酸含量从 Stilborn 等 (1997) 的资料计算出。

图1. 日粮蛋氨酸水平对尿酸排泄物含量的影响

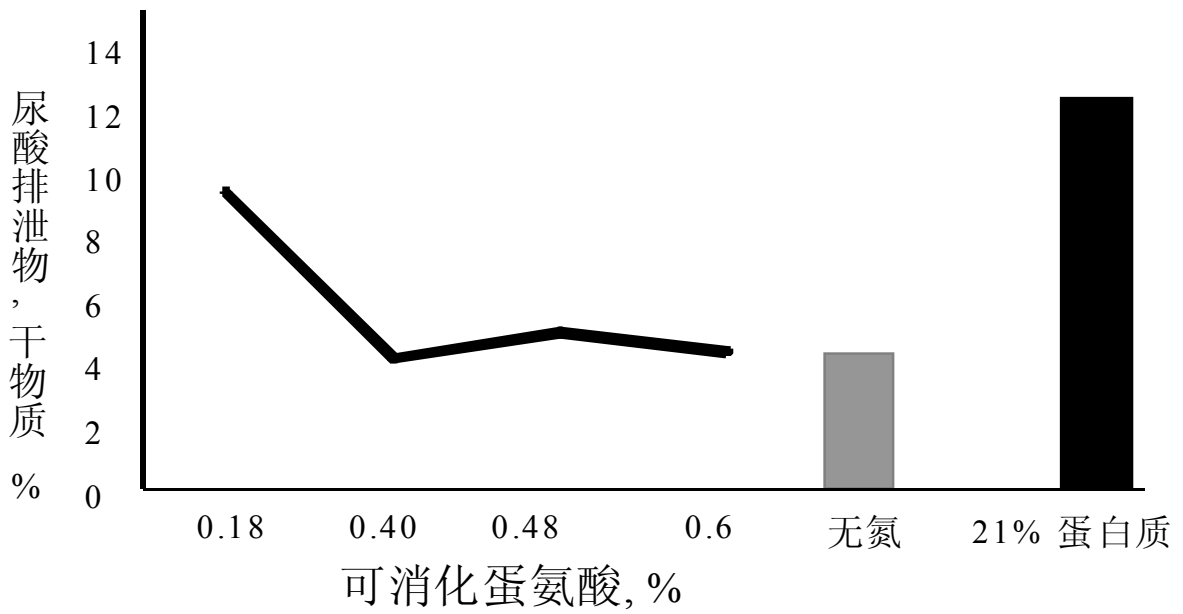


图2. 氨基酸研究中蛋白质水平对肉用仔鸡生产性能的影响(21日龄)

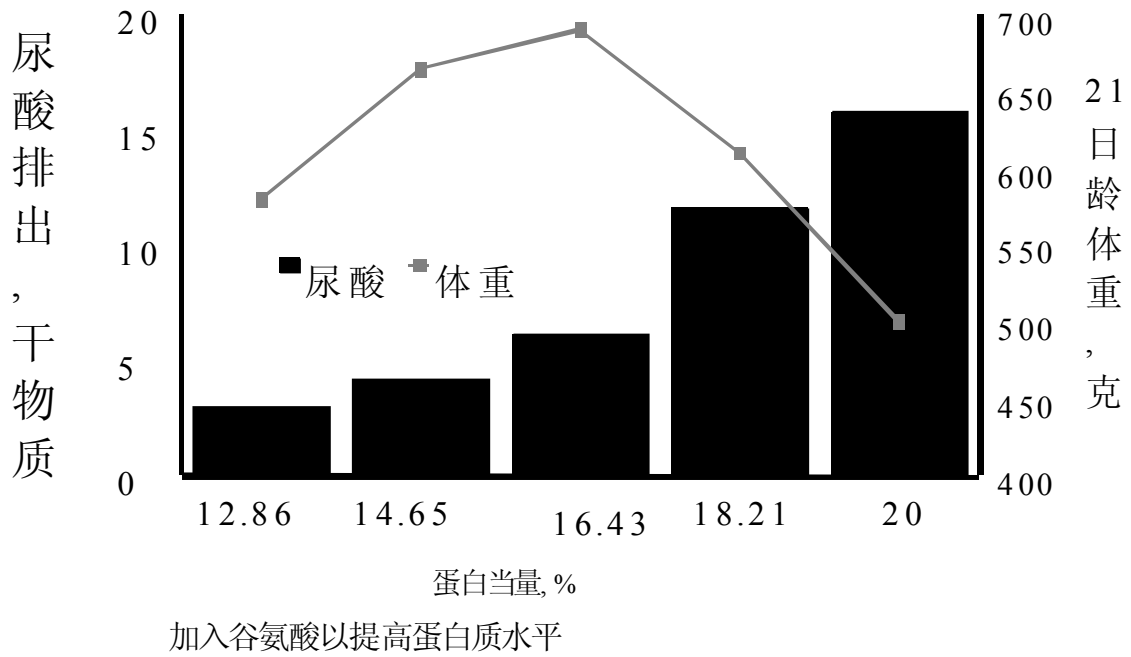


图3. 氨基酸研究中蛋白质水平对肉用仔鸡生产性能的影响(43日龄)

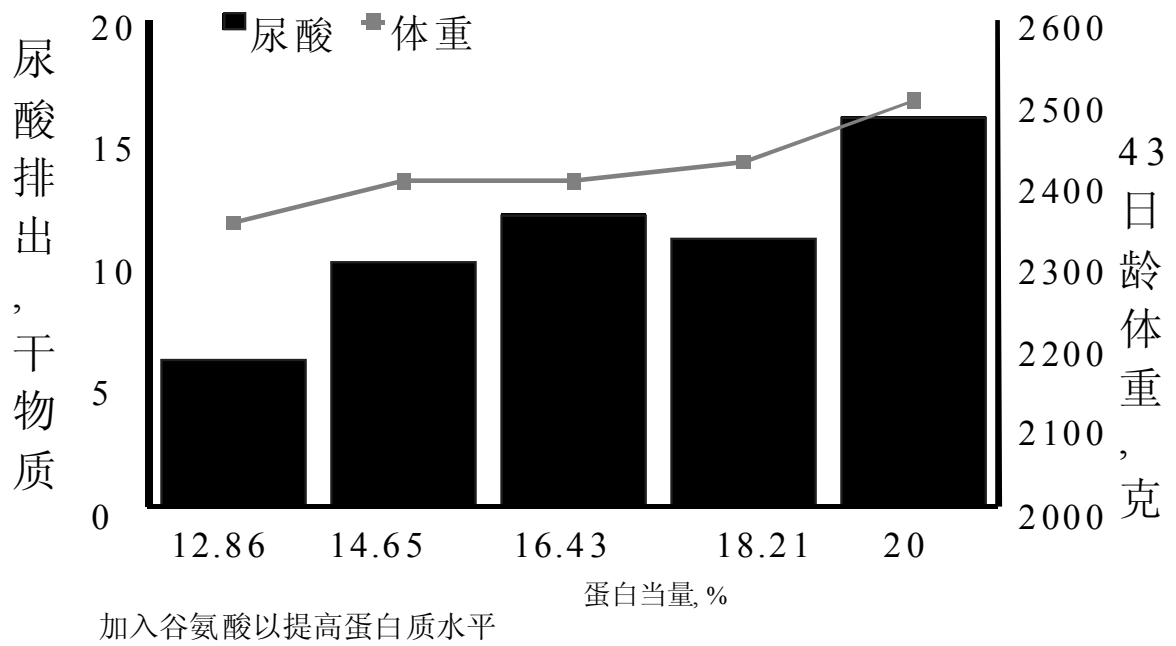
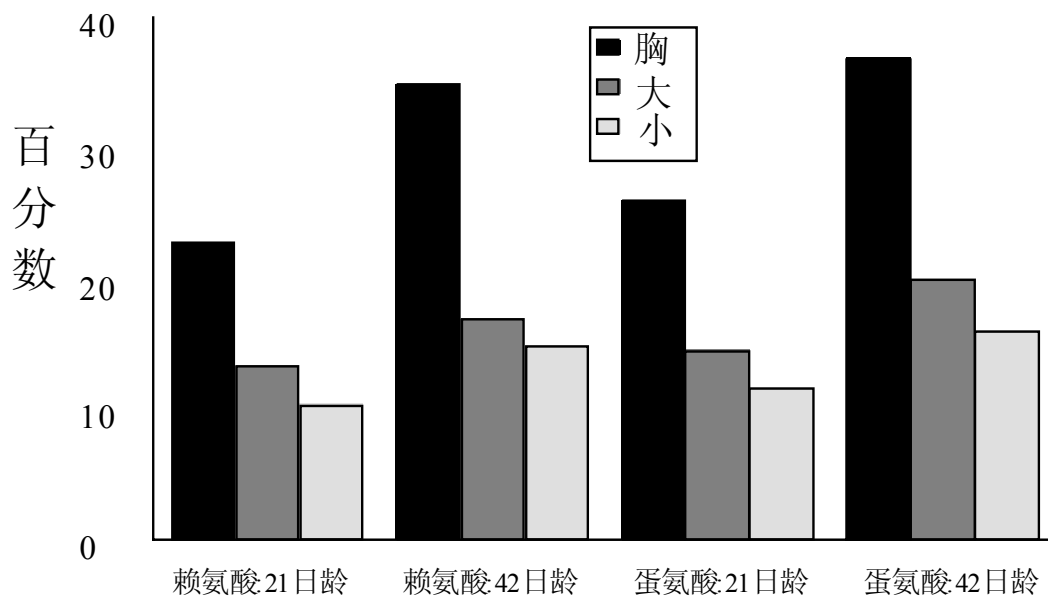


图4. 整个去毛胴体总赖氨酸和蛋氨酸按部位与年龄的百分数



参考文献

- (1) Fuller, M.F., R. McWilliam, T.C. Wang, and L.R. Giles, 1989. *Brit. J. Nutr.*, 62:255-267.
- (2) Summers, J.D., D. Spratt, and J.L. Atkinson, 1992. *Poultry Sci.* 71:263-273.
- (3) Summers, J.D. and H. Fisher, 1961. *J. Nutr.* 75:435-442.
- (4) Simon, A., H. Bergner, and D. Bui Van, 1995. *Arch. Animal Nutr.* 47:3, 229-244.
- (5) Prieto, C., J.F. Aguilera, M. Lackica, I. Fernández-Fígares, L. Perez, R. Nieto and G. Ferrando, 1994. *An. Feed Sci. and Tech.* 47:151-164.
- (6) Wang, T.C. and M.F. Fuller, 1989. *Brit. J. Nutr.* 62:77-89.
- (7) Bender, A.E., 1965. *Proc. Nutr. Soc.* 24:190-197.
- (8) Fernández-Fígares, I.R. Nieto, J.F. Aguilera and C. Prieto, 1996. *Animal Sci.* 63:307-314.
- (9) Firman, J.D. and S.D. Boling, 1997. *Proc. Amino Acid Symposia*, p1-6, Athens, GA.
- (10) Baker, D.H. and Y. Han, 1994. *Poultry Sci.* 73:1441-1447.
- (11) Hrubý, M., K. Leske, and C. Coon, 1998. *Poultry Sci.* 77:Supp. 1, p56.
- (12) National Research Council, 1994. 9th ed., National Acad. Press, Washington, DC.
- (13) Shutte, J.B., 1998. *Proc. Arkansas Nutr. Conf.* 33-39.
- (14) Austic, R.E., 1994. *Proc. Maryland Nutr. Conf.* 114-130.

- (15) Baker, D.H., C.M.Parsons, C.M.Fernandez, S.Aoyagi and Y.Han. 1993. Proc.Arkansas Nutr.Conf.22-32.
- (16) Baker,D.H.,1996.Nutrient Management of Food Animals to Enhance and Protect the Environment.Kornegay,E.T.(ed.),Lewis Publishers,New York,p41-53.
- (17) Dutch Bureau of Livestock Feeding,1996.Schutte,J.B.(ed.),CVB report No.18.
- (18) Mack,S.,D.Bercovici,G.DeGrootte,B.Leclercq,M.Pack,J.B.Schutte,and .VanCauwenberghe,1999. Brit.J.Poultry Sci.(In Press).
- (19) Stilborn, H.L., E.T.Moran, Jr., R.M.Gous, and M.D.Harrison, 1997. J.Applied Poultry Res.6:205-209.
- (20) Emmert,J.and D.H.Baker,1997.J.Applied Poultry Res.6:462-470.
- (21) Baker,D.H.,S.R.Fernandez,C.M.Parsons,H.M.Edwards III, J.L.Emmert, and D.M.Weibel, 1996.J.Nutr.126:1844-1851.
- (22) Hrubý, M.,K.Leske,and C.Coon,1998.Poultry Sci.77:Supp.1,p56.
- (23) Leveille,G.A.,R.Shapiro and H.Fisher,1960.J.Nutr.72:8-15.