

飼料の蛋白質水準および週が産卵鶏の血漿遊離アミノ酸濃度におよぼす影響

誌名	畜産試験場研究報告 = Bulletin of the National Institute of Animal Industry
ISSN	0077488X
著者	山崎, 昌良 安藤, 幹男 窪田, 大作
巻/号	41号
掲載ページ	p. 51-58
発行年月	1983年9月

飼料の蛋白質水準および週齢が産卵鶏の 血漿遊離アミノ酸濃度におよぼす影響

山崎昌良・安藤幹男・窪田大作

要 約

飼料の蛋白質水準および週齢が産卵鶏の血漿遊離アミノ酸濃度におよぼす影響について検討した。飼料のエネルギー水準 (ME 2.80 kcal/g) を一定とし、産卵鶏の必須アミノ酸要求量パターンに一致したアミノ酸組成の蛋白質でその水準 11, 12, 14 および 16% 飼料にて 22~58週齢まで36週間にわたる飼養試験に供試した試験鶏から 35, 46 および 57 週齢時にそれぞれ採血を行い、血漿総蛋白、アルブミンおよび遊離アミノ酸濃度を測定した。そして次のような結果を得た。

1. 血漿蛋白およびアルブミン濃度はいずれの週齢においても 11% 区が 12, 14 および 16% 区に比べ低い傾向を示した。
2. 飼料蛋白質水準の低下にともなって血漿中総アミノ酸濃度は高まりその必須アミノ酸・非必須アミノ酸比 (EAA/NEAA) は小さくなる傾向を示した。
3. 各アミノ酸濃度についてみると、いずれの週齢とも 11 および 12% 区における EAA ではヒスチジンおよびアルギニン、NEAA ではグリシン、アラニンおよびチロニンが 14 および 16% 区に比し有意にあるいは有意でなくても高い傾向を示した。オルニチンは飼料蛋白質水準が高まるにつれ、高い傾向を示した。
4. 各試験区における週齢による遊離アミノ酸の濃度変化のパターンは 11% 区と他の 3 区との間にはあきらかながいのみみられた。

緒 言

鶏における飼料アミノ酸水準と血漿遊離アミノ酸濃度の関係については 1953 年 RICHARDSON ら¹⁾ がヒナにおける飼料中のアミノ酸含量と血漿遊離アミノ酸濃度との関係を明らかにしたのをはじめとして、飼料蛋白質水準と血漿遊離アミノ酸濃度²⁾、産卵鶏の卵蛋白質合成における血漿アミノ酸濃度の変化³⁾、飼料の給餌法の違いによる血漿アミノ酸濃度への影響⁴⁾、あるいは血漿遊離アミノ酸濃度による摂取蛋白質の制限アミノ酸の検索⁵⁾ など

多くの研究がみられる。また血漿遊離アミノ酸濃度による蛋白質栄養状態の判定^{6,7)} などについても研究が進められている。

前報⁸⁾ において産卵鶏の週齢が飼料蛋白質の利用効率におよぼす影響を検討するため、飼料の蛋白質水準の異なる 4 飼料 (蛋白質含量 11, 12, 14 および 16%) を用いて飼養試験を実施するとともに、35, 46 および 57 週齢における N-バランスを調べた。その結果から産卵初期では 16% 飼料でも鶏の蛋白質要求量を十分満足させえないが産卵後期では 12% 飼料でほぼ満足させることが示され、飼料蛋白質の利用効率を改善するためには産卵時期によって量的、質的に適した蛋白質の給与が重要であることが示唆された。このような飼養試験、N-バランス試験の結果が各試験区における鶏の血液性状特に血漿遊離アミノ酸濃度にどのように反映しているか検討するため、N-バランス試験終了時に各試験鶏より採血を行い血漿中の総蛋白、アルブミン、総アミノ酸および遊離アミノ酸濃度の動向を調べた。

実験材料および方法

供試鶏は前報⁸⁾ の飼養試験に用いた白色レグホーン種 (パブコック) である。エネルギー水準 (ME 2.80 kcal/g) を一定とし、産卵鶏の必須アミノ酸要求量パターンに一致したアミノ酸組成の飼料蛋白質で、その水準を異にした 4 種類の飼料 (cp 11, 12, 14 および 16%) を用い、22週齢より58週齢までの36週間飼養試験を行った。その飼養期間中、35, 46 および 57 週齢時に各試験区の中で平均産卵成績および体重をもつ N-バランス試験に供した鶏各区 3 羽ずつを用いた。

採血は朝、飼料給与前にヘパリンを塗布した注射器を用い翼下静脈より行い、その血液を 3000 ppm 15 分間遠心分離により血漿を分離した。血漿中の総蛋白、およびアルブミン濃度は血清総蛋白およびアルブミン測定試薬 (中外製薬) を用いて簡易臨床化学分析器 RaBA マーク II (中外製薬) にて測定した。

血漿遊離アミノ酸濃度はピクリン酸により除蛋白後、Dowex 2×8 Cl 型樹脂にてピクリン酸を除いた後、日本

Table 1. Effect of dietary protein level on plasma proteins and free amino acids at 35 weeks of age of laying hens

Amino acid	Protein level (%)			
	16	14	12	11
Arg	16.3±1.4 ^b	16.2±3.4 ^b	20.5±1.8 ^{ab}	21.3±2.1 ^a
His	8.2±2.2 ^b	8.8±1.4 ^b	10.7±1.8 ^{ab}	12.9±1.7 ^a
Ileu	6.8±1.5	5.3±1.7	6.4±2.4	3.7±1.2
Leu	18.2±6.3	11.6±2.2	14.8±3.0	13.6±2.9
Lys	16.4±4.7	20.0±7.9	24.9±11.7	8.6±2.2
Met	6.8±2.2	5.7±1.1	8.9±1.5	8.5±0.5
Phe	6.8±1.0	6.0±1.0	7.9±1.1	7.8±0.8
Thr	28.2±4.3 ^b	53.6±15.8 ^a	31.2±4.8 ^b	43.2±9.3 ^{ab}
Val	16.6±3.5	11.9±4.6	13.3±6.1	10.1±2.5
Ala	30.5±5.3	30.1±2.3	44.0±7.7	38.4±7.2
Asp	3.2±0.5	2.6±0.3	2.6±0.6	2.5±0.1
Glu	22.5±6.9	35.3±4.1	28.9±6.1	29.7±2.6
Gly	35.9±7.7	27.1±8.8	32.3±7.2	32.0±5.6
Orn	7.4±4.2	3.5±2.7	4.2±1.9	2.3±0.6
Pro	32.7±15.6	15.5±7.6	19.6±10.6	21.1±6.3
Ser	58.6±9.3	58.6±9.3	68.2±12.5	83.7±25.5
Tyr	8.0±2.3	8.4±0.7	11.9±3.3	12.6±2.1
Total AA (μ mole/100ml)	379±20	381±35	418±27	427±18
EAA/NEAA	64±5 (126/198)*	69±7 (132/191)	62±8 (139/226)	58±2 (130/224)
Total protein (mg/100ml)	4.90±0.19	4.66±0.48	4.98±0.47	4.41±0.41
Albumin (mg/100ml)	2.05±0.38	1.96±0.32	2.22±0.18	1.99±0.19

* Expressed as μ mole/100ml, respectively. Values are mean±S.D. of three determinations. Means with different superscripts are significantly different ($P<0.05$)

電子アミノ酸分析計 (6AH 型) を用いて分析した。またオルニチンの分析は HAMILTON の方法⁹⁾ に従って測定した。

血漿総アミノ酸濃度は標準に L-ロイシンを用いニンヒドリン試薬による比色定量を行った。必須アミノ酸 (EAA) と非必須アミノ酸 (NEAA) の比は、各アミノ酸測定値より計算にて求めた。

結果および考察

各試験区の 35, 46 および 57 週齢時における血漿中の総蛋白, アルブミンおよび遊離アミノ酸濃度の測定結果を表 1, 2 および 3 に示した。鶏が産卵を開始し, その産卵率がピークに達する産卵初期の 35 週齢では, 血漿総アミノ酸濃度は各試験区間に有意差はみられないが飼料蛋白質水準が低くなるにつれ高く, その必須アミノ酸, 非必須アミノ酸比 (EAA/NEAA) は小さくなる傾向を示した。各アミノ酸濃度では EAA 中アルギニンおよびヒスチジンは 11% 区で 16 および 14% 区に比べ有意に高く ($P<0.05$), バリン, イソロイシン, リジンは個体

の変動が大きく有意差はみられなかったがいずれも他の 3 区に比べかなり低い値を示した。NEAA ではオルニチンを除く多くのアミノ酸で飼料蛋白質水準が低くなるにつれ高い傾向を示している。血漿中の総蛋白およびアルブミン濃度はいずれも 11% 区が他区に比べ低い傾向を示したが飼料蛋白質水準による大きな差は認められなかった。

46 週齢における血漿総アミノ酸濃度では 16% 区が 14 および 11% 区に比べ有意に低く ($P<0.05$), 12% 区に比べても低い傾向を示した。またその EAA/NEAA では 14 および 16% 区が 11 および 12% 区に比べ大きい値を示した。各アミノ酸濃度においては EAA のうちアルギニン, ヒスチジン, メチオニン, フェニルアラニン, スレオニンは試験区間に有意差が認められ ($P<0.05$), 蛋白質水準の低い区ほど高い傾向が認められたがいソロイシン, ロイシン, スレオニンおよびバリンでは 12% 区が他の 3 区に比べ有意ではないが低い傾向を示した。NEAA においてもアラニン, グルタミン酸, オルニチン, セリンおよびチロニンで試験区間に有意差が認めら

Table 2. Effect of dietary protein level on plasma proteins and free amino acids at 46 weeks of age of laying hens.

Amino acid	Protein level (%)			
	16	14	12	11
Arg	17.1±4.9 ^b	21.3±2.1 ^{ab}	18.6±1.9 ^b	26.3±3.1 ^a
His	7.4±2.3 ^b	9.2±0.8 ^b	11.4±1.9 ^{ab}	13.7±0.4 ^a
Ileu	4.3±0.8	5.8±1.1	3.9±0.4	4.7±0.4
Leu	14.0±3.2	15.2±3.1	10.3±0.6	15.2±3.2
Lys	8.5±1.2	15.7±2.1	17.0±4.2	10.1±6.5
Met	5.1±0.3 ^b	6.3±0.3 ^b	8.6±0.6 ^a	7.9±1.1 ^a
Phe	6.1±0.9 ^b	7.2±0.4 ^b	7.1±0.2 ^{ab}	8.5±1.3 ^a
Thr	27.9±5.2 ^{ab}	45.3±14.9 ^a	23.3±5.8 ^b	40.8±3.3 ^{ab}
Val	11.6±1.3	13.5±3.6	8.6±1.6	12.9±3.5
Ala	23.8±7.5 ^b	29.2±1.4 ^b	40.5±4.3 ^a	42.9±1.9 ^a
Asp	3.4±0.5	4.0±1.1	3.3±0.5	3.6±0.7
Glu	21.9±1.9 ^b	41.5±11.6 ^a	26.7±5.4 ^b	29.8±0.8 ^{ab}
Gly	33.6±9.6	34.6±4.6	35.2±1.8	41.0±7.6
Orn	5.1±0.5 ^a	3.5±1.2 ^{ab}	1.7±0.7 ^b	2.5±0.7 ^b
Pro	26.6±6.7	23.0±5.1	13.6±1.1	25.5±10.0
Ser	49.8±6.3 ^c	85.4±7.7 ^{ab}	70.5±16.8 ^{bc}	97.2±11.4 ^a
Tyr	5.7±1.6 ^b	7.4±0.6 ^b	9.4±2.8 ^b	14.8±2.2 ^a
Total AA (μ mole/100ml)	353±2 ^b	478±29 ^a	428±46 ^{ab}	445±52 ^a
EAA/NEAA	60±2(102/170*)	61±7(139/228)	55±6(109/200)	55±5(140/256)
Total protein (mg/100ml)	6.20±0.80	5.17±0.50	4.95±0.22	4.93±0.29
Albumin (mg/100ml)	2.72±0.30	2.55±0.16	2.15±0.13	2.25±0.15

* Expressed as μ mole/100ml, respectively.
 Values are means±SD of three determinations.
 Means with different superscripts are significantly different (P<0.05)

れ (P<0.05), いづれも蛋白質水準の低下とともに高い傾向を示した。オルニチンは逆に 16% 区が 12 および 11% 区より有意に高かった (P<0.05)。血漿蛋白およびアルブミンは、16% 区が最も高く、蛋白質水準の低下とともに低い傾向を示した。

57週齢における血漿総アミノ酸濃度は 11% 区が他の 3 区に比べ高く、その EAA/NEAA は蛋白質水準が低くなるにつれ小さい傾向を示した。各アミノ酸濃度についてみると EAA ではヒスチジン、およびメチオニンにおいて試験区間に有意差が認められた (P<0.05)。いづれも低蛋白質区が高かった。NEAA ではアラニンおよびチロシンが 16 および 14% 区で 11% 区に対し有意に低かった (P<0.05)。オルニチンは逆に高い値を示した。血漿総蛋白およびアルブミン濃度はいづれも 11% 区が他区に比べ低い傾向を示したが、16, 14 および 12% 区間では大差はみられなかった。次に主要な血漿遊離アミノ酸濃度の週齢による変化を図 1 に示した。図の複雑をさけるため 16, 12 および 11% 区について図示した。週齢に

よるアミノ酸濃度変化をみるとグリシン、セリンなど一部のアミノ酸をのぞき 16 および 12% 区では 35 および 57 週齢時は 46 週齢時に比べいづれも高くそのパターンはほぼ V 字型を示している。これに対し 11% 区ではリジン、イソロイシン、バリンなどにみられるように週齢が進むにつれアミノ酸濃度が高まる漸増型とアルギニン、ヒスチジン、チロシンなどにみられるへ字型パターンがみられ、16 および 12% 区とのちがいを示している。一般に摂取蛋白質が不足すると血漿蛋白質、特にアルブミン濃度の低下や、血漿遊離アミノ酸濃度においてはバリン、ロイシン、イソロイシンなどの EAA の減少に対し、アラニン、グリシンあるいはプロリンといった NEAA の増加がみられ、EAA/NEAA 比率の低下がみられるとしている^{6,7)}。CHI & SPEERS¹⁰⁾ は Cp 15 および 12% 飼料を用いて、飼料蛋白質含量が産卵鶏の血漿遊離アミノ酸濃度への影響を検討し、15% 飼料給与鶏の血漿中の EAA は 12% 区に比べほとんど差はみられなかったがアラニン、セリンおよびチロシンは 12% 区に比べ低い傾

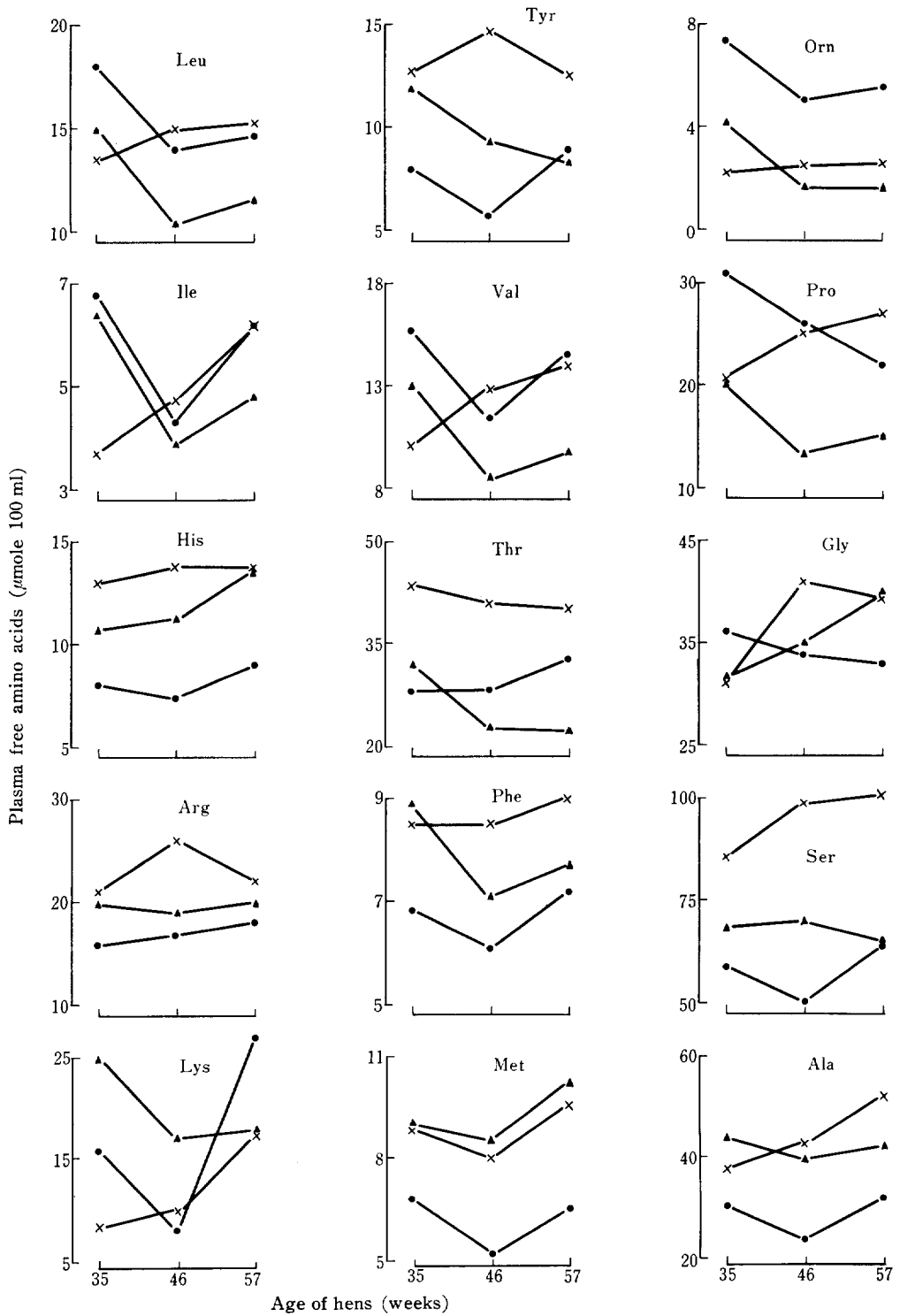


Fig. 1. Effect of age on plasma free amino acids of hens receiving the different levels of protein.
 ●—● 16% diet, ▲—▲ 12% diet, ×—× 11% diet

Table 3. Effect of dietary protein level on plasma proteins and free amino acids at 57 weeks of age of laying hens.

Amino acid	Protein level (%)			
	16	14	12	11
Arg	18.4±3.1	19.4±2.8	19.8±1.9	22.0±5.7
His	9.0±0.8 ^b	8.2±0.6 ^b	13.7±1.9 ^a	13.8±2.7 ^a
Ileu	6.2±0.3	5.9±1.0	4.8±0.2	6.2±2.3
Leu	14.7±1.8	12.5±0.9	11.5±2.0	14.8±2.4
Lys	27.2±12.0	21.9±6.5	18.1±4.5	17.8±12.8
Met	6.6±1.3 ^c	7.1±0.5 ^{bc}	10.3±1.9 ^a	9.6±0.8 ^{ab}
Phe	7.2±0.5	7.5±1.1	7.7±0.3	9.0±0.7
Thr	32.5±8.2	43.0±14.4	22.7±4.2	40.6±16.7
Val	14.2±1.1	14.7±3.2	9.7±1.4	13.9±5.9
Ala	32.2±8.3 ^{bc}	28.3±0.3 ^c	42.1±1.6 ^{ab}	51.8±7.6 ^a
Asp	5.8±0.7	5.3±1.4	4.4±1.8	4.1±0.4
Glu	31.3±5.5	35.2±2.2	25.3±6.5	25.4±5.0
Gly	32.7±4.5	36.5±6.0	39.1±4.7	38.5±11.1
Orn	5.5±0.7 ^a	4.8±1.2 ^{ab}	1.7±0.5 ^c	2.6±1.4 ^{bc}
Pro	22.7±6.2	22.1±4.0	15.1±2.3	27.0±7.9
Ser	63.8±24.0	59.9±4.5	63.7±7.7	101.4±24.7
Tyr	8.9±0.7 ^b	8.4±0.7 ^b	8.5±1.5 ^b	12.6±2.6 ^a
Total AA (μ mole/100ml)	387±64	389±15	400±5	440±18
EAA/NEAA	68±10(136/201*)	67±8(134/201)	59±3(118/200)	57±7(137/242)
Total protein (mg/100ml)	5.15±0.40	4.99±0.30	5.52±0.63	4.44±0.07
Albumin (mg/100ml)	2.52±0.26	2.44±0.11	2.78±0.23	2.11±0.20

* Expressed as μ mole/100ml, respectively.

Values are means±SD of three determinations.

Means with different superscripts are significantly different ($P<0.05$)

Table 4. Performance of laying hens*

Protein level (%)	Age in weeks					
	35		46		57	
	Egg prod. (%)	Egg wt. (g)	Egg prod. (%)	Egg wt. (g)	Egg prod. (%)	Egg wt. (g)
16	82	61	75	63	75	64
14	81	62	74	64	76	65
12	83	61	74	63	77	63
11	75	60	68	61	68	60

* Values are means of two replicates of 20 hens each at respective week of age.

向を示し、EAA/NEAA は蛋白質水準が低下するにともない小さくなったと報告した。飼料のアミノ酸組成、週齢のちがいがからそのまま比較はできないが著者らの結果とほぼ同じ傾向を示しているといえる。

今回の測定結果をみると、11% 区の血漿蛋白、アルブミンあるいは血漿遊離アミノ酸濃度の EAA/NEAA は各週齢を通じいづれも他の3区に比し低く、週齢による

遊離アミノ酸濃度の変化パターンは16および12% 区とのちがいが認められ、産卵成績にみられる差を反映しているといえる(表4)。また前報⁹⁾のN-バランス試験の結果によれば、11% 区は35週齢でN-バランスは大きく負を示し、それ以後も産卵量を低下させることによりN-バランスを保つ状態であった。これに対し、16、14および12% 区では産卵成績における差は認められなか

ったが35週齢におけるN-バランスではいずれも僅かながら負を示し、蛋白水準が低下するに従ってその値は大きかった。しかし各区ともほぼ正常な産卵を続けており、不足する蛋白質は一時的には体蛋白の分解により補われたと考えられる。このような蛋白質栄養状態での3区間では血漿中の各EAAに大きな差はみられなかった。46週齢では各試験区のN-バランスから12%区ではほぼ蛋白質要求量が満たされ、飼料蛋白質水準が高まるにつれ、蛋白質要求量に対する充足度が高まり、飼料蛋白質の卵蛋白生産への利用率が最も高く、従って各試験区の血漿中のEAAはいずれも35、57週齢時に比べ低い値を示した。また3区間においてもロイシン、イソロイシンおよびバリンでは12%区が低い傾向を示したがその他のEAAではむしろ蛋白質水準が高まるにつれ低い傾向を示した。57週齢の各試験区のN-バランスは46週齢時に比べさらに改善され、蛋白質水準が高まるにつれ、摂取する蛋白質もその要求量を上回る結果となり血漿中の遊離EAAは蛋白質水準とともに高まる傾向を示した。一般に血漿中の遊離EAA濃度は飼料中のEAA水準がその要求量に達するまでは、ほぼ一定水準を保つが、飼料中の水準が要求量を上回るとともに血漿中EAA濃度は増加する、また飼料蛋白質に不足するEAA

を添加したり、飼料蛋白質水準を高めて成長あるいは産卵率の向上をはかることによって飼料蛋白質の利用率高めると血漿中遊離EAAは低下することが報告されており^{10,12,13)} 本試験における遊離アミノ酸濃度の変動も同じ傾向と考察できる。またアラニンは一般に筋肉に高濃度に存在し、筋肉に存在する分枝アミノ酸やNEAAの肝臓へのアミノ基の担体として重要な役割を演ずるといわれているが¹¹⁾ 12%区のアラニン濃度が各週齢を通じて16および14%区に比べ有意にあるいは有意ではないが高い傾向を示したことは、卵蛋白質合成に必要なNEAAの供給が16および14%区に比べ飼料より供給される量が少なく卵蛋白合成時の筋肉から肝臓へのアミノ基の供給がより活発であることが示唆される。以上血漿蛋白、遊離アミノ酸濃度、週齢によるこれらアミノ酸濃度の変化パターンおよび産卵成績から判断すると正常な産卵を維持するために必要な必須アミノ酸の最小要求量を供給するためには少なくとも本試験における12%飼料が必要であり11%飼料では不十分であることが今回の結果からも示された。また12%飼料では必須アミノ酸要求量は満たされるものの摂取蛋白質総量においてはその不足が示唆された。

引用文献

- 1) RICHARDSON, L.R., L.G. BLAYLOCK and C.M. LYMAN: Influence of dietary amino acid supplements on the free amino acids in the blood plasma of chicks. *J. Nutr.*, **51**, 515—522, 1953.
- 2) TASAKI, I. and T. OHNO: Effect of dietary protein level on plasma free amino acids in the chicken. *J. Nutr.*, **101**, 1225—1232, 1972.
- 3) TAYLOR, T.G., J.J. WARING and R.K. SCUGALL: Changes in the plasma concentrations of free amino acids in relation to egg formation in the hen. *Br. J. Nutr.*, **24**, 1071—1081, 1970.
- 4) CHI, M.S. and G.M. SPEERS: Effect of force-feeding diets containing varying amounts of lysine on plasma free amino acids in laying hens. *Poultry Sci.*, **56**, 521—528, 1977.
- 5) SMITH, R.E., and H.M. SCOTT: Use of free amino acid concentration in blood plasma in evaluating the amino acid adequacy of intact proteins for chick growth.
 1. Free amino acid pattern of blood plasma of chicks fed unheated and heated fish meal proteins. *J. Nutr.*, **86**, 37—50, 1965.
- 6) 中川一郎: 栄養状態判定と栄養所要量, たん白質およびアミノ酸, 栄養と食糧, **31**(4), 311—326, 1978.
- 7) 田村盈之輔: 血漿遊離アミノ酸による蛋白質栄養状態の測定, 生物と化学, **6**(6), 341—343, 1968.
- 8) 山崎昌良・安藤幹男・窪田大作: 産卵鶏の飼料蛋白質の利用効率改善に関する研究, II. 週齢と飼料蛋白質の利用効率, 畜試研報, **36**, 67—74, 1979.
- 9) HAMILTON, P.B. and R.A. ANDERSON: Demonstration of ornithine in gelatin by ion exchange chromatography. *J. Biol. Chem.*, **211**, 95—102, 1954.
- 10) CHI, M.S. and G.M. SPEERS: Effects of dietary protein and lysine levels on plasma amino acids, nitrogen retention and egg production in laying hens. *J. Nutr.*, **106**, 1192—1201, 1976.
- 11) RICHARDSON, L.R., M.L. CANNON and B.D. WEBB: Relation of dietary protein and lysine to free amino

acids in chick tissues. *Poultry Sci.*, 44, 248—257, 1965.

- 12) FEATHERSTON, W.R. : Amino Acids in Avian Nutrition. 3. Effect of diet on levels of amino acids in plasma and tissues. *Poultry Sci.*, 51, 17—27, 1972.
- 13) ASRELSON, C.E. and S.L. BALLOUN : Influence of age and dietary protein on certain free amino acids in chick blood plasma. *Poultry Sci.*, 42, 140—146, 1963.

Effect of Dietary Protein Levels and Age on Plasma Free Amino Acids in Laying Hens

Masayoshi YAMAZAKI, Mikio ANDO, and Daisaku KUBOTA

Summary

The plasma proteins and free amino acids were determined at 35, 46 and 57 weeks of age of laying hens receiving the different levels of protein (11, 12, 14 and 16 percent) to investigate the effect of dietary protein levels and age on plasma free amino acids. The results were summarized as follows.

1. Total protein and albumin in the plasma of hens fed 11 percent protein diet tended to be lower than those of other treatments.

2. Total amino acids in the plasma of hens tended to increase and the essential (EAA) to non-essential amino acid (NEAA) ratio (EAA/NEAA) tended to decrease with increasing the level of protein in the diet.

3. Plasma histidine and arginine in EAA and glycine, alanine and tyrosine in NEAA of hens fed 11 and 12 percent diets were significantly or numerically (though not significantly) higher than those of hens fed 14 and 16 percent protein diets. Plasma ornithine tended to increase with increasing the level of protein in the diet.

4. The plasma free amino acids exhibited definitely different patterns with increasing age (from 35 to 57 weeks) between hens fed 11% protein diet and other hens.