

β-アラニン及びヒスチジン濃度を高めた飼料を 給与したブロイラーの育成成績及び 鶏肉中アンセリン・カルノシン含量について

笠原猛・小熊敦之^{*}・富久章子・板東成治・藤本武^{**}・西村敏英^{*}

要 約

β-アラニン (β-Ala) 及びヒスチジン (His) 濃度を高めた飼料をブロイラーに給与し、育成成績向上、鶏肉中アンセリン (Ans)・カルノシン (Car) 含量強化を試みた。

ブロイラー胸肉及び腿肉中のAns・Car含量は、β-Alaを単独で0.1%又は0.5%補足添加した飼料の給与により、増加しなかった。

一方、β-Alaと併せてHisを補足添加した飼料を給与したブロイラーは、胸肉又は腿肉中のAns又はCar含量が増加した。

しかしながら本報では、鶏肉中Ans・Car含量に対する飼料中His濃度水準 (0.5%以上) の影響、Ans・Carの鶏体内増加と育成成績の関連性について、暑熱ストレスとの因果関係等を結びつけることが出来なかったため、明らかにできなかった。

目 的

鶏胸肉は、アンセリン (Ans)・カルノシン (Car) の総含量が他の食肉と比較して多い。Ans・Carは、動物の筋肉や脳に多く含まれるジペプチドであり、ヒトの健康維持に寄与する天然の機能性素材として、抗酸化作用や抗疲労効果が注目されている。

また、鶏肉中Ans・Car含量は、鶏種又は日齢によって異なることが報告されている。徳島県の特産鶏「阿波尾鶏」は、ブロイラーと比較して、胸肉中のAns・Car総含量が多い²⁾。

一方、近年では、飼料中における特定のアミノ酸の増量が、鶏体中Ans・Car含量に与える影響を検討した事例も報告されている。Haug A.¹⁾らは、0.1%程度のヒスチジン (His) を補足添加した飼料の給与が、ブロイラー筋肉中のAns・Car含量を増加させたことを報告している。また、Tomonaga S.³⁾らは、0.5から2.0%のβ-アラニン (β-Ala) を加えた飼料の給与が、ブロイラー脳中のAns・Car含量を増加させたことを報告し

ている。

これらは、鶏肉の高品質化 (機能性向上) に結びつく知見である。さらに、抗酸化作用等の機能を有すAns・Carの鶏体内増加は、生産性 (増体性等) の向上に対しても、有効であるかもしれない。

そこで、本研究では、ブロイラーの育成成績向上、鶏肉中Ans・Car含量強化を目的とし、β-Ala及びHis濃度を高めた飼料の給与試験に取り組む。具体的には、両アミノ酸を併せて補足添加した飼料について、秋季 (試験1) 及び夏季 (試験2) で給与効果を検討する。

(試験1)

材料及び方法

(1) 供試鶏と試験期間及び飼育管理方法

試験1設定の概要は、表1のとおりである。

供試鶏は、市販ブロイラーコマーシャルを150羽 (雌雄75羽ずつ) 用いて、各区に50羽 (雌雄25羽ずつ) ずつ配分した。

表1 試験1設定の概要

区	3週齢からの給与飼料	羽数
対照区	ブロイラー市販飼料	50羽 (雌雄25羽ずつ)
β -Ala区	対照区飼料に β -アラニン0.1%添加	"
β -Ala・His区	" β -アラニンとヒスチジンを0.1%ずつ添加	"

3週齢からの各区給与飼料は、対照区が通常の後期用ブロイラー市販飼料、 β -Ala区が対照区飼料を基礎として β -Alaを0.1%補足添加した飼料、 β -Ala・His区が対照区飼料を基礎として β -AlaとHisを0.1%ずつ補足添加した飼料とした。ただし、餌付けから3週齢までの各区給与飼料は、通常の前期中期用ブロイラー市販飼料で統一した。

なお、3週齢からの各区給与飼料中Ala及びHis濃度は、表2に示した。

一方、試験期間は、平成21年9月16日(餌付け)から同年11月11日(8週齢)とした。試験鶏舎は平飼開放鶏舎であり、供試鶏は各区一室4.32m²に収容した。給餌・給水は不断とし、ブルーダによる給温は2週齢で廃した。その他の管理は、当研究所慣行に従った。

表2 試験1における3週齢からの各区給与飼料中アラニン及びヒスチジン濃度

区	アラニン(%)	ヒスチジン(%)
対照区	1.04	0.52
β -Ala区	1.14	0.52
β -Ala・His区	1.14	0.62

※ β -Ala区及び β -Ala・His区の各値は、対照区飼料の実測値から算出

(2) 調査項目

①鶏舎気象：

最高・最低気温及び午前9時の気温・湿度を毎日測定した。

②育成率、体重及び増体性：

育成率は、餌付け羽数及び8週齢試験終了時の羽数より算出した。

体重は、0(餌付け時)・3・5・6・7・8週齢時において個体毎に調査し、平均値を算出した。

また、この平均値を用いて、0から8週齢及び3から8週齢の増体性を算出した。

なお、得られたデータは、飼料間と性別の二元配置法により分散分析し、フィッシャーのLSD法(t検定)又はTukey法による平均値間差の検定で統計処理した。

③飼料摂取量：

各区における週齢毎の総摂取量を測定し、羽数で除し、0から8週齢及び3から8週齢の1羽当たり総飼料摂取量を算出した。

④鶏肉中Ans及びCar含量：

試料(胸肉及び腿肉)は、8週齢目の供試鶏、各区6羽(雌雄3羽ずつ)から得た。供試鶏は、頸動脈切断により放血・と殺し、湯漬(60℃で1分)・脱羽後、0℃氷水中で冷却した後に解体した。

鶏肉中のAns及びCarは、各試料をホモジナイズ後、除タンパク処理を行い、抽出した低分子成分について、アミノ酸分析計により測定した。

なお、得られたデータは、飼料間について分散分析し、t検定による平均値間差の検定で統計処理した。

結 果

(1) 鶏舎気象

鶏舎気象は、1週間毎の平均値を図1に示した。

最高気温は、各週の平均が24.9～33.1℃で推移した。同様に、最低気温は、19.4～30.8℃で推移し、9時気温は、22.1～31.9℃で推移した。

何れも、給温中の1週齢目が最も高かった。廃温後は、3から5週齢目が、最高気温:26.6～28.9

℃, 最低気温: 19.4~24.7℃, 9時気温: 22.1~25.8℃となり, 6から8週齢目が, 最高気温: 24.9~26.1℃, 最低気温: 19.7~19.9℃, 9時気温: 22.4~23.1℃となった。

また, 湿度は, 63.3~88.1%で推移した。

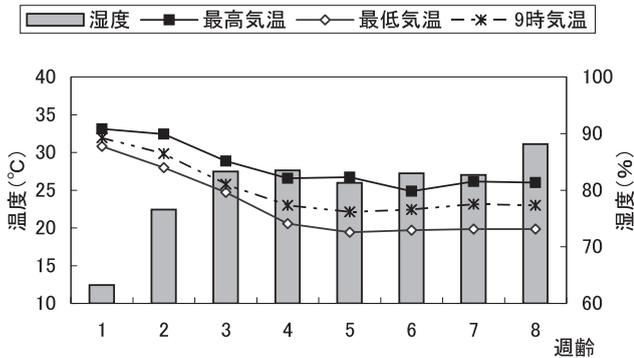


図1 鶏舎気象 (試験1)

(2) 飼料摂取量

供試鶏の飼料摂取量は, 雌雄平均値を表3に示した。

飼料摂取量は, 0から8週齢及び3から8週齢共に, β -Ala \cdot His区 $>$ β -Ala区 $>$ 対照区の順に多かった。

表3 試験1 供試鶏の飼料摂取量(雌雄平均)

区	0-8週齢(g)	3-8週齢(g)
対照区	6,635	5,682
β -Ala区	6,776	5,755
β -Ala \cdot His区	6,871	5,932

(3) 育成率, 増体性及び体重の推移

供試鶏の8週齢育成率及び増体性は, 表4にまとめた。また, 表5には, 体重の推移を示した。

各区の育成率は, 96.0~100%であった。ただし, 飼料間及び性別における統計的な有意差は認められなかった。

一方, 増体性は, 0から8週齢及び3から8週齢共に, β -Ala \cdot His区 $>$ 対照区 $>$ β -Ala区の順に重かった。ただし, 3週齢の体重は, 対照区 $>$ β -Ala区 $>$ β -Ala \cdot His区の順に重く, 5・6・7週齢

の体重は, β -Ala \cdot His区 $>$ β -Ala区 $>$ 対照区の順に重く, 8週齢の体重は, β -Ala \cdot His区 $>$ 対照区 $>$ β -Ala区の順に重かった。

なお, これらの増体性及び各週齢の体重における統計的な有意差は, 性別で認められたものの, 飼料間で認められなかった。

表4 試験1 供試鶏の育成率及び増体性

要因	8週齢 育成率 (%)	増体性(g)	
		0-8週齢	3-8週齢
対照	96.0	3,483	2,774
β -Ala	100.0	3,451	2,744
β -Ala \cdot His	100.0	3,554	2,898
♂	97.3	3,778 a	3,065 a
♀	100.0	3,215 b	2,545 b

※異符号間に有意差あり (p<0.05)

表5 試験1 供試鶏の体重推移

要因	単位: g				
	3週齢	5週齢	6週齢	7週齢	8週齢
対照	757	1,829	2,437	3,032	3,530
β -Ala	754	1,866	2,516	3,039	3,498
β -Ala \cdot His	704	1,947	2,534	3,086	3,601
♂	760 a	1,981 a	2,656 a	3,258 a	3,824 a
♀	716 b	1,780 b	2,334 b	2,846 b	3,262 b

(4) 鶏肉中Ans及びCar量

鶏肉中のAns及びCar量は, 各部位毎で表6にまとめた。

胸肉中のAns量は, 飼料間での統計的な有意差が認められ, β -Ala \cdot His区が高く, β -Ala区が低い傾向にあった。

同様に, 腿肉中のAns量も, β -Ala \cdot His区が高い傾向にあった。ただし, β -Ala区と対照区は, 統計的な有意差が認められなかった。

一方, 胸肉中のCar量は, 飼料間での統計的な有意差が認められなかった。

また, 腿肉中のCar量は, 若干, β -Ala \cdot His区が高い傾向にあったものの, 統計的な有意差が認められなかった。

表6 試験1 供試鶏の8週齢鶏肉中Ans及びCar含量

区	胸肉(μ moles/g)		腿肉(μ moles/g)	
	Ans	Car	Ans	Car
対照区	33.5 a b	13.8	11.0 b	5.0
β -Ala区	32.0 b	13.9	10.0 b	5.1
β -Ala \cdot His区	36.1 a	13.9	12.6 a	6.0

(試験2)

材料及び方法

(1) 供試鶏と試験期間及び飼育管理方法

試験2設定の概要は、表7のとおりである。

供試鶏は、市販ブロイラーコマーシャルを400羽(雌雄200羽ずつ)用いて、各区に100羽(雌雄50羽ずつ)ずつ配分した。

3週齢からの各区給与飼料は、試験1同様に、対照区(通常の後期用ブロイラー市販飼料)飼料

を基礎として、 β -Ala区(β -Ala:0.5%補足添加)、 β -Ala \cdot His①区(β -AlaとHisを0.5%ずつ補足添加)、 β -Ala \cdot His②区(β -Ala:0.5% \cdot His:1.0%補足添加)を設定した。これら3週齢からの各区給与飼料中Ala及びHis濃度は、表8に示した。

一方、試験期間は、平成22年6月9日(餌付け)から同年8月4日(8週齢)とした。供試鶏は、平飼開放鶏舎にて、各区一室8.64m²に収容した。また、農事用送風機(直径80cm)は、各区均等に1台ずつ設置した。その他の管理は、当研究所慣行に従った。

なお、餌付けから3週齢までの各区給与飼料(通常の前中期用ブロイラー市販飼料で統一)、給餌・給水(不断)及びブルーダ給温(2週齢で廃す)は、試験1に準じた。

表7 試験2設定の概要

区	3週齢からの給与飼料	羽数
対照区	ブロイラー市販飼料	100羽(雌雄50羽ずつ)
β -Ala区	対照区飼料に β -アラニン0.5%添加	"
β -Ala \cdot His①区	" β -アラニンとヒスチジンを0.5%ずつ添加	"
β -Ala \cdot His②区	" β -アラニンを0.5%、ヒスチジンを1.0%添加	"

表8 試験2における3週齢からの各区給与飼料中アラニン及びヒスチジン濃度

区	アラニン(%)	ヒスチジン(%)
対照区	0.90	0.50
β -Ala区	1.40	0.50
β -Ala \cdot His①区	1.40	1.00
β -Ala \cdot His②区	1.40	1.50

※ β -Ala区、 β -Ala \cdot His①区及び β -Ala \cdot His②区の各値は、対照区飼料の実測値から算出

(2) 調査項目

①鶏舎気象:

試験1に準じた。

②育成率、熱死率、体重及び増体性:

熱死率は、へい死鶏のうち、浅胸筋の煮肉化、皮膚や筋肉の赤色化等、典型的な所見が認められたものを熱死として算出した。また、体重の調査

時期は、0 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8週齢時とした。その他については、試験1に準じた。

③飼料摂取量:

試験1に準じた。

④鶏肉中Ans及びCar量:

試料(胸肉及び腿肉)は、8週齢目の供試鶏、各区雌3羽から得た。その他については、試験1に準じた。

結 果

(1) 鶏舎気象

鶏舎気象は、1週間毎の平均値を図2に示した。最高気温は、各週の平均が27.0~31.9°Cで推移した。同様に、最低気温は、24.1~28.7°Cで推移

し、9時気温は、25.7~31.3℃で推移した。

廃温後は、3から5週齢目が、最高気温：27.0~30.0℃、最低気温：23.6~27.4℃、9時気温：25.7~29.4℃となり、6から8週齢目が、最高気温：28.9~31.9℃、最低気温：24.1~24.6℃、9時気温：27.6~28.9℃となった。

また、湿度は、69.0~91.4%で推移した。

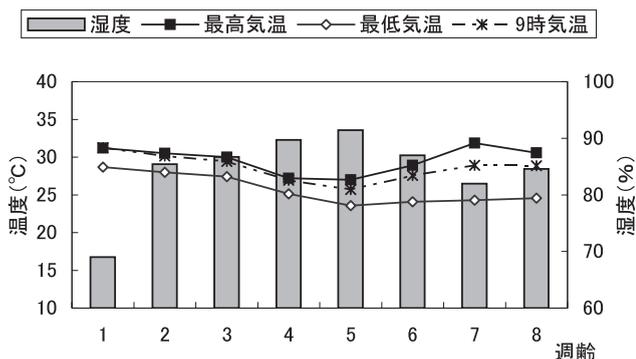


図2 鶏舎気象 (試験2)

(2) 飼料摂取量

供試鶏の飼料摂取量は、雌雄平均値を表9に示した。

飼料摂取量は、0から8週齢及び3から8週齢共に、対照区>β-Ala・His②区>β-Ala区>β-Ala・His①区の順に多かった。

表9 試験2 供試鶏の飼料摂取量(雌雄平均)

区	0-8週齢(g)	3-8週齢(g)
対照区	7,132	6,040
β-Ala区	6,759	5,673
β-Ala・His①区	6,698	5,612
β-Ala・His②区	6,914	5,846

(3) 育成率、熱死率、増体性及び体重の推移

供試鶏の8週齢育成率及び増体性は、表10にまとめた。また、表11には、体重の推移を示した。

育成率及び熱死率は、飼料間での統計的な有意差が認められた。即ち、β-Ala区及びβ-Ala・His①区は、対照区及びβ-Ala・His②区と比較して、育成率が高く、熱死率が低かった。また、熱死率は、性別でも統計的な有意差が認められ、雄が高

く、雌が低かった。

なお、表中に示していないが、全ての熱死は、高い気温と増体のピークが重なる6週齢目以降に確認された。

一方、β-Ala区及びβ-Ala・His①区は、対照区及びβ-Ala・His②区と比較して増体性が乏しく、3から8週齢では、飼料間での統計的な有意差も認められた。

なお、3週齢は、β-Ala・His①>β-Ala区>対照区>β-Ala・His②区の順、6週齢は、対照区>β-Ala・His①区>β-Ala・His②区>β-Ala区の順、7週齢は、対照区>β-Ala・His②区>β-Ala・His①区>β-Ala区の順に体重が重く、飼料間での統計的な有意差も認められた。

表10 試験2 供試鶏の育成率、熱死率及び増体性

要因	8週齢 育成率 (%)	8週齢 熱死率 (%)	増体性(g)	
			0-8週齢	3-8週齢
対照	83.8 b	13.4 b	3,599	2,731 a
β-Ala	97.3 a	1.8 a	3,297	2,418 b
β-Ala・His①	95.3 a	1.0 a	3,237	2,352 b
β-Ala・His②	82.9 b	14.5 b	3,494	2,646 a
♂	87.9	9.3 b	3,725 a	2,814 a
♀	91.8	6.0 a	3,089 b	2,260 b

表11 試験2 供試鶏の体重推移

要因	単位: g			
	3週齢	6週齢	7週齢	8週齢
対照	903 a b	2,737 a	3,108 a	3,635
β-Ala	915 a b	2,506 b	2,954 b	3,333
β-Ala・His①	921 a	2,592 a b	2,970 b	3,273
β-Ala・His②	884 b	2,531 a	3,002 a b	3,530
♂	946 a	2,835 a	3,274 a	3,760 a
♀	865 b	2,349 b	2,743 b	3,125 b

(4) 鶏肉中Ans及びCar量

鶏肉中のAns及びCar量は、各部位毎で表12にまとめた。

胸肉中のAns及びCar量は、飼料間での統計的な有意差が認められなかった。

一方、腿肉中のAns及びCar量は、β-Ala・His①区が高い傾向にあり、特にCarについては統計

的な有意差も認められた。

表12 試験2 供試鶏の8週齢鶏肉中Ans及びCar含量

区	胸肉(μ moles/g)		腿肉(μ moles/g)	
	Ans	Car	Ans	Car
対照区	25.3	11.8	8.2	4.7 b
β -Ala区	23.4	12.1	4.9	2.8 b
β -Ala \cdot His区①	23.5	12.9	12.4	10.4 a
β -Ala \cdot His区②	23.2	15.4	7.7	8.0 b

考 察

本報では、市販飼料を基礎として、 β -Alaを単独で0.1% (試験1) 又は0.5% (試験2) 補足添加し、ブロイラーへ給与したが、胸肉及び腿肉中のAns・Car含量の増加が認められなかった。

一方、 β -Alaと併せてHisを補足添加した飼料を給与したブロイラーは、胸肉又は腿肉中のAns又はCar含量が増加した。

Tomonaga S.³⁾らは、市販飼料をcontrolとして、0.5から2.0%の β -Alaを含む飼料を設計し、雄ブロイラーへ給与した。その結果、 β -Alaを1.0%以上含む飼料を給与した雄ブロイラーは、controlのものと比較して、脳中のAns・Car含量が有意に増加した。ただし、筋肉中のAns・Car含量は、この時、同時に増加しなかった。

また同様に、Tomonaga S.⁴⁾らは、雄の卵用鶏雛に、 β -Ala (22mmol/kg) を経口投与することにより、脳中のAns・Car含量及び筋肉中のCar含量が増加したこと並びに筋肉中のAns含量が増加しなかったことを報告している。

一方で、Haug A.¹⁾らは、魚粉を含む基礎飼料に0.1から0.3%のHisを補足添加し、雄ブロイラーへ給与した。その結果、Hisを補足添加した飼料を給与した雄ブロイラーは、無添加のものと比較して、筋肉中のCar含量が数十%、Ans含量が約10%増加した。

Carは、Hisと β -Alaから生合成され、さらにメチル化されてAnsとなる。しかしながら、これらの事例が示すとおり、鶏の筋肉中Ans・Car含量に

対する給与効果は、Hisと β -Alaで異なる (即ち、His> β -Ala) と考えられる。

では、そのHis給与効果は、補足添加水準 (0.5%以上) に伴うのであろうか? また、抗酸化作用等の機能を有すAns・Carの鶏体内増加は、育成成績の向上に対して、有効であったか? このことについては、本報の試験1 (秋季) と試験2 (夏季) を比較しつつ考察したい。

本報試験1は、比較的、飼育に適した鶏舎気象であり、各区の育成率も96.0~100%と高かった。そして、 β -Alaと併せてHisを補足添加した区は、8週齢の体重とAns・Car含量が区間中で最も高かった。

一方、試験2は、特に6週齢以降について試験1と比較すると、鶏舎気象 (1週間毎の平均値) が少なくとも4℃以上高く、熱死も発生した。

試験1の結果からは、His補足添加飼料の給与によるAns・Carの鶏体内増加と増体性向上の可能性が示唆される。しかしながら、試験2の高温環境と熱死発生は、試験1の結果が示唆する可能性の考察を複雑にする。

まず、試験2は、熱死率の低い雌の肉を供試したにもかかわらず、胸肉中のAns及びCar量に飼料間差が認められなかった。次に、腿肉中のAns及びCar量は、 β -Ala \cdot His①区が高い傾向にあったものの、8週齢の体重は、同区が最も軽かった。さらに、この β -Ala \cdot His①区と β -Ala区 (増体性が低い) は、熱死率が低かった。

このような試験2の結果からは、若干、考察が困難であるものの、次の可能性が示唆された。即ち、暑熱ストレスの影響を受けたブロイラーの場合、Hisと β -Alaを補足添加した飼料の給与による鶏体内Ans・Car含量増加と育成成績向上は、必ずしも結びつかないのであろう。

ところで、柳内⁵⁾らは、抗酸化剤には、それぞれ有効に作用する活性酸素種があり、Ans・Car等のペプチド類は、次亜塩素酸ラジカルに対して、ポリフェノール類やビタミンE等の脂溶性植物由

来抗酸化剤よりも強い抗酸化活性を持つことを報告している。

本報試験2における鶏肉中Ans・Car含量の値も、ブロイラー体内において、暑熱ストレスに対処するための抗酸化作用やpH平衡作用が起こり、Ans・Carが消費された結果、本来の飼料間差に狂いが生じたのかもしれない。

以上のとおり、本報では、鶏肉中Ans・Car含量に対するHisの補足添加水準0.5%と1.0%の違い、Ans・Carの鶏体内増加と育成成績の関連性について結論づけることができなかった。このことについては、今後、機会があれば検討したい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、御協力いただいた日本獣医生命科学大学応用生命科学部食品科学科食品機能化学教室の諸氏に深謝いたします。

文 献

- 1) A. Haug, R. Rodbotten, L. T. Mydland and O. A. Christophersen. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 58:71–77. 2008.
- 2) 四国地域イノベーション創出協議会地域食品・健康分科会編集. 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル. 鶏肉のアンセリン・カルノシン (岡久修己: 作成). 2010.
- 3) S. Tomonaga, K. Kaneko, Y. Kaji, Y. Kido, D. M. Denbow and M. Furuse. *Animal Science Journal*, 77:79–86. 2006.
- 4) S. Tomonaga, Y. Kaji, T. Tachibana, D. M. Denbow and M. Furuse. *Animal Science Journal*, 76:249–254. 2005.
- 5) 柳内延也・塩谷茂信・水野雅之・鍋谷浩志・中嶋光敏. *日本食品科学工学会誌*, 51(5):238–246. 2004.