

## 酸性水を用いたウェットフィーディングが暑熱期における 産卵鶏の産卵性及び腸内細菌に及ぼす影響

沼田正純<sup>1)</sup>・美濃口直和<sup>1)</sup>・今井幸一<sup>2)</sup>・木野勝敏<sup>1)</sup>

**摘要：**夏季の暑熱により低下した産卵鶏の生産性及び飼料利用性を改善することを目的に、クエン酸を用いた酸性水を飼料に添加するウェットフィーディングが暑熱期における産卵性、飼料要求率、卵質及び腸内細菌(乳酸菌)に及ぼす影響を調査した。

- 1 成鶏用配合飼料に、酸性水を給与飼料の重量比100%量添加した区及び150%量添加した区は、成鶏用配合飼料のみを給与した区(対照区)と比較して、産卵率が有意に高かったが、これらの3試験区間では平均卵重、日産卵量、飼料摂取量、飼料要求率、卵殻強度及びハウユニットに明らかな差は認められなかった。
- 2 成鶏用配合飼料に、酸性水を給与飼料の重量比100%量添加したウェット飼料を1日2回給与した区、同ウェット飼料を1日3回給与した区、成鶏用配合飼料のみを給与した区(対照区)の3試験区間では、産卵率、平均卵重、日産卵量、飼料摂取量、飼料要求率、卵殻強度及びハウユニットに明らかな差は認められなかった。
- 3 成鶏用配合飼料に、酸性水を給与飼料の重量比100%量添加した区は、対照区と比較して、盲腸内容物中の乳酸菌数が増加する傾向にあった。

**キーワード：**ウェットフィーディング、産卵鶏、産卵性、飼料要求率、卵質、腸内細菌

## 緒言

近年、地球温暖化により、暑熱期の気温上昇が深刻となっている。さらに、鶏は汗腺をもたず、全身を羽毛に覆われているため、気温上昇に対する抵抗性が非常に低い動物である。このため、産卵鶏では夏季の暑熱ストレスにより飼料摂取量が低下し、産卵率、卵重及び卵質が低下することが問題となっている。また、飼料価格が高水準に推移しており養鶏経営を圧迫しているため、より効率的な飼料給与技術が求められている。これらを解決する手法として、飼料に酸性水を添加し、飼料摂取を促すウェットフィーディングが期待されている。すでに肥育豚ではウェットフィーディングによる飼料利用性の向上が確認されている<sup>1)</sup>ことから、産卵鶏に対しても一定の効果が期待されるが、その手法は確立されていない。また、有機酸の添加による効果として、飼料の腐敗防止及び腸内細菌叢の改善が期待されている<sup>2)</sup>。そこで、本試験では、暑熱期におけるウェットフィーディングの酸性水添加量及び給与回数を検討し、さらに、産卵性、飼料要求率、卵質及び腸内細菌(乳酸菌)に及ぼす影響を調査した。

## 材料及び方法

### 1 ウェットフィーディングにおける酸性水添加量の違い、産卵性、飼料要求率及び卵質に与える影響(試験1)

#### (1) 供試鶏及び飼育方法

供試鶏は2013年12月10日餌付けの白色卵鶏(銘柄名:ジュリアライト)360羽を用いた。飼育方法は、開放鶏舎のひな2段のケージ(間口225mm×奥行390mm×高さ450mm)で2羽飼いし、試験開始までは当場の慣行法により飼育した。供試飼料は、餌付けから4週齢までは幼雛用(CP 20%、ME 2950 kcal/kg)、4週齢から10週齢までは中雛用(CP 17%、ME 2850 kcal/kg)、10週齢から18週齢までは大雛用(CP 14%、ME 2750 kcal/kg)、18週齢以降は成鶏用(CP 17%、ME 2850 kcal/kg)の市販配合飼料を給与した。各發育ステージとも不断給餌及び自由飲水とした。

#### (2) 試験区及び調査項目

32週齢時に供試鶏を3区に分け、1試験区あたり40羽×3反復とした。試験1の試験区は表1に示したとおり、①対照区(成鶏用配合飼料のみを給与)、②酸性水

<sup>1)</sup>畜産研究部 <sup>2)</sup>畜産研究部(現尾張農林水産事務所)

100%区(給与飼料の重量比 100%量の酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 2 回、10 時及び 16 時に給与)、③酸性水 150%区(給与飼料の重量比 150%量の酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 2 回、10 時及び 16 時に給与)と設定した。なお、酸性水は、水道水 1 L あたり、クエン酸を 2.0%添加したもの(pH2.0)を用いた。

試験期間は 32 週齢から 36 週齢までとした(2014 年 7 月 22 日から 8 月 19 日まで)。酸性水 100%区及び酸性水 150%区については、飼料残さが多い場合、腐敗防止のため、残さを回収し、135℃で 2 時間乾燥した後、重量を測定した。

調査項目は、産卵性評価項目として産卵数、卵重及び飼料摂取量、卵質評価項目として卵殻強度及びハウユニットを調査した。産卵数は試験期間中毎日記録した。飼料摂取量は 1 週毎に飼料残さを計測して、飼料給与量から飼料残さを差し引いて求めた。ただし、酸性水 100%区及び酸性水 150%区の飼料摂取量については、回収したウェット飼料残さを 135℃で 2 時間乾燥した後、重量を測定し、酸性水の重量を除いた飼料給与量からこれを差し引いて求めた。卵重、卵殻強度及びハウユニットは試験開始前及び試験終了直後に、各区 35 個の卵について測定した。

### (3) 統計処理

統計処理は、一元配置による分散分析により有意差検定を行い、平均値間の差の検定は Student-Newman-Keuls (SNK)の方法を用いた。

## 2 ウェットフィーディングにおけるウェット飼料給与回数の違いが、産卵性、飼料要求率、卵質及び腸内細菌に与える影響(試験 2)

### (1) 供試鶏及び飼育方法

供試鶏は 2015 年 1 月 13 日餌付けの褐色卵鶏(銘柄名:ボリスブラウン)180 羽を用いた。飼育方法及び供試飼料はいずれも試験 1 と同じとした。

### (2) 試験区及び調査項目

30 週齢時に供試鶏を 3 区に分け、1 試験区あたり 20 羽×3 反復とした。試験 2 の試験区は表 2 に示したとおり、①対照区(成鶏用配合飼料のみを給与)、②酸性水

2 回区(給与飼料の重量比 100%量の酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 2 回、10 時及び 16 時に給与)、③酸性水 3 回区(給与飼料の重量比 100%量の酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 3 回、10 時、13 時及び 16 時に給与)と設定した。なお、酸性水は、試験 1 と同様のものを用いた。

試験期間は 30 週齢から 34 週齢までとした(2015 年 7 月 19 日から 8 月 16 日まで)。酸性水 2 回区及び酸性水 3 回区については、飼料残さが多い場合、腐敗防止のため、残さを回収し、135℃で 2 時間乾燥した後、重量を測定した。

調査項目は、産卵性評価項目として産卵数、卵重及び飼料摂取量、卵質評価項目として卵殻強度及びハウユニット、腸内環境評価項目として腸内細菌数(盲腸内容物中の乳酸菌数)を調査した。産卵数は試験期間中毎日記録した。飼料摂取量は試験 1 と同様な方法で、1 週毎に測定した。卵重、卵殻強度及びハウユニットは試験開始前及び試験終了直後に、各区 35 個の卵について測定した。腸内細菌数は試験終了直後に盲腸内容物中の乳酸菌数を次のとおり測定した。試験終了後に各試験区 3 羽から盲腸内容物を採材した後、1 羽あたりの盲腸内容物試料 0.2 g を滅菌生理食塩水 2 ml によく混和し、これをもとに滅菌生理食塩水で 10 倍希釈系列を作成した。その後、BCP 加プレートカウントアガール培地(日水製薬株式会社、東京)へ希釈液 0.5 ml を塗布し、72 時間 37℃で培養した後、コロニー数を測定した。乳酸菌数は、コロニー数を常用対数に変換して示した。

### (3) 統計処理

統計処理は、一元配置による分散分析により有意差検定を行い、平均値間の差の検定は Student-Newman-Keuls(SNK)の方法を用いた。

## 結果及び考察

### 1 ウェットフィーディングが産卵性、飼料要求率及び卵質に及ぼす影響

本試験では、産卵鶏において、夏季の暑熱により低下

表1 試験区分(試験 1)

試験区	内容	羽数×反復数
対照区	成鶏用配合飼料のみを給与する区	40 羽×3 反復
酸性水 100%区	給与飼料の重量比 100%量の酸性水を飼料に添加する区	〃
酸性水 150%区	給与飼料の重量比 150%量の酸性水を飼料に添加する区	〃

注) 酸性水は、クエン酸を水 1 L あたり 2.0%添加したのものを用いた。酸性水を添加したウェット飼料の給与回数は 1 日 2 回 (10 時及び 16 時) とした。

表2 試験区分(試験 2)

試験区	内容	羽数×反復数
対照区	成鶏用配合飼料のみを給与する区	20 羽×3 反復
酸性水 2 回区	酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 2 回給与する区	〃
酸性水 3 回区	酸性水を添加したウェット飼料を 1 日 3 回給与する区	〃

注) 酸性水は、試験 1 と同様のものを用いた。酸性水の飼料への添加量は、給与飼料の重量比 100%量とした。

した生産性を改善することを目的に、クエン酸を用いた酸性水を飼料に添加するウェットフィーディングについて検討した。しかし、ウェットフィーディングは暑熱環境下において飼料に水分を添加するため、飼料が腐敗しやすくなることが懸念される。このため、試験 1 に先立って予備試験を行い、クエン酸を添加した酸性水の飼料腐敗防止効果について検証した。この結果、酸性水を添加したウェット飼料は、対照区である純水を添加したウェット飼料に比べて、細菌数が低い傾向にあり、酸性水の添加が細菌の増殖を抑える効果があることを確認した。

試験 1 では、ウェットフィーディングにおける適正な酸性水の添加量を検討するため、酸性水の添加量を給与飼料の重量比 100%量あるいは 150%量とした区を設けた。試験 1 の産卵成績を表 3、卵質成績を表 4 に示した。産卵率については、酸性水 100%区及び酸性水 150%区が対照区と比較して有意に高かった。しかし、酸性

水 100%区と酸性水 150%区の間では、産卵率に有意な差は認められなかった。平均卵重、飼料摂取量、飼料要求率、卵殻強度及びハウユニットについては、酸性水の添加あるいは酸性水添加量による有意な影響は認められなかった。

酸性水の添加量増加によるウェット飼料の重量の増加は、作業性の低下をもたらすため、あまり有効とは言えない。このため、酸性水の添加量は、給与飼料の重量比 100%量の方がより良いと考えられた。そこで、試験 2 では、酸性水の添加量を給与飼料の重量比 100%量に設定した。

試験 2 では、ウェットフィーディングの給与回数を検討するため、酸性水を添加したウェット飼料の給与回数を 1 日 2 回あるいは 1 日 3 回とする区を設けた。試験 2 の産卵成績を表 5、卵質成績を表 6 に示した。その結果、産卵率、平均卵重、飼料摂取量、飼料要求率、卵殻強度及びハウユニットについては、酸性水の添加あるいは

表3 産卵成績(試験 1)

試験区	産卵率(HD) (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g/日・羽)	飼料要求率
対照区	84.1 <sup>a</sup> ±1.1	57.5±0.4	48.4±1.0	90.0±1.5	1.86±0.11
酸性水 100%区	87.5 <sup>b</sup> ±1.8	57.6±0.5	50.4±0.9	91.2±1.7	1.81±0.16
酸性水 150%区	87.7 <sup>b</sup> ±1.6	57.6±0.8	50.5±0.6	91.4±0.7	1.81±0.17

注) 平均値±SD。

<sup>a, b</sup> 異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )。

表4 卵質成績(試験 1)

試験区	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ハウユニット
対照区	3.71±0.12	86.5±1.3
酸性水 100%区	3.74±0.21	87.1±1.6
酸性水 150%区	3.69±0.15	87.2±1.4

注) 平均値±SD。

区間で有意差なし。

表5 産卵成績(試験 2)

試験区	産卵率(HD) (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g/日・羽)	飼料要求率
対照区	81.2±2.7	54.8±0.4	44.5±1.1	86.4±1.6	1.94±0.13
酸性水 2 回区	81.5±3.5	53.4±0.4	43.5±1.1	87.4±1.6	2.01±0.13
酸性水 3 回区	82.0±2.1	55.0±0.9	45.4±0.6	87.3±0.5	1.90±0.11

注) 平均値±SD。

区間で有意差なし。

表6 卵質成績(試験 2)

試験区	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ハウユニット
対照区	3.63±0.14	85.6±1.4
酸性水 2 回区	3.63±0.12	86.2±1.5
酸性水 3 回区	3.64±0.12	87.1±1.6

注) 平均値±SD。

区間で有意差なし。

表7 腸内細菌数(試験 2)

試験区	乳酸菌数(log CFU/g)
対照区	8.33±0.34
酸性水 2 回区	8.64±0.66
酸性水 3 回区	8.79±0.37

注) 平均値±SD。

区間で有意差なし。

はウェット飼料の給与回数による有意な影響は認められなかった。

酸性水の添加により、試験 1 では産卵率に有意な差が認められたのに対し、試験 2 では差が認められなかった。これらの異なる結果は、試験 1 では白色卵鶏、試験 2 では褐色卵鶏と異なる鶏種を用いたことにより生じた可能性がある。このため、同一の鶏種での検証が必要であると考えられる。その一方で、酸性水の添加が産卵率の改善につながるかどうかについては更なる研究が必要である。

Tadtiyanant ら<sup>3)</sup>は、暑熱期において 161 日齢の産卵鶏(品種：白色レグホーン)に、水(酸の添加なし)の添加量を給与飼料の重量比 50%量としたウェット飼料を 1 日 2 回給与した時に、飼料摂取量が増加したと報告している。しかし、今回の試験 1 と試験 2 では、酸性水の添加によって飼料摂取量の増加は認められなかった。このため、今後は酸性水の添加量を給与飼料の重量比 50%量とする区を設定し、検討する必要があると考えられる。

試験 2 ではウェット飼料の給与回数による改善効果は認められなかった。夏季に飲み水の水温が高くなりすぎると飲水量が著しく低下すると言われている<sup>4)</sup>ことから、ウェット飼料の温度が高いと飼料摂取量が低下する可能性がある。このため、ウェット飼料の給与回数を増やした方が飼料摂取量の増加につながると考えられたが、本試験ではこれを立証することができなかった。

今回の試験では、酸性水を作成するために有機酸はクエン酸単独で混合した。Marín-Flamand ら<sup>5)</sup>は、1-42 日齢のブロイラーのヒナに、アスコルビン酸、クエン酸及びリンゴ酸の計 3 種類の有機酸を含む混合液を、飲水に 0.5%添加して給与した時に、これらの有機酸の抗酸化及び代謝促進作用によって飼料摂取量、飼料要求率及び生存率が改善したと報告している。そこで、ウェットフィーディングにおいても有機酸の種類や複数の有機酸の併用を検討する必要があると考えられる。

## 2 ウェットフィーディングが腸内細菌に及ぼす影響

表 7 に、試験 2 における腸内細菌数(盲腸内容物中の乳酸菌数)を示した。その結果、盲腸内容物中の乳酸菌数は対照区に比べ高くなる傾向が認められた。

Islam<sup>2)</sup>は、ブロイラーにクエン酸を添加した飼料を給与した時に、タンパク質、Ca、P、Mg 及び Zn の利用率が改善され、消化管の腸内細菌叢及び生産性が改善されたと報告している。また、美濃口ら<sup>6-8)</sup>は、5-18 週齢の名古屋種に乳酸菌製剤を添加した飼料を給与することで、平均体重及び腸内細菌叢が有意に改善し、飼料要求率も改善される傾向にあったと確認している。このため、有機酸または乳酸菌を飼料に添加することで、盲腸内容物の乳酸菌数が増加し、大腸菌が減少して腸内環境が良好になり、さらに、飼料の栄養吸収が増進され、飼料要求率が改善すると示唆される。

さらに、Rodríguez-Lecompte ら<sup>9)</sup>は、0-7 日齢のブロイラーのヒナにソルビン酸、クエン酸及び乳酸菌製剤の混合物を飼料中へ添加した時に、Toll 様受容体、インターロイキン、インターフェロン等の免疫応答物質が増大したと報告していることから、有機酸及び生菌剤の併用による免疫力の増強も推察される。そこで、ウェットフィーディングにおいても有機酸と生菌剤の併用が免疫賦活につながると期待されるため、その効果を検証する必要があると考えられる。

## 引用文献

1. 大口秀司, 木村藤敬, 深谷秀巳, 河野建夫, 三石達夫, 饗庭功, 高橋功一. 単味の食品残さの酢飯を活用した発酵リキッドフィーディングが肉豚の生産性と肉質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 42, 73-81(2010)
2. Islam, K.M.S. Use of citric acid in broiler diets. World's Poult. Sci. J. 68(1), 104-118 (2012)
3. Tadtiyanant, C., Lyons, J.J. and Vandepopuliere, J.M. Influence of wet and dry feed on laying hens under heat stress. Poult. Sci. 70(1), 44-52(1991)
4. 株式会社ゲン・コーポレーション. ポリスブラウンコマース鶏飼養管理ガイド(第6版). p.18(2012)
5. Marín-Flamand, E., Vázquez-Durán, A. and Méndez-Albores, A. Effect of organic acid blends in drinking water on growth performance, blood constituents and immune response of broiler chickens. J. Poultry. Sci. 51(2), 144-150(2014)
6. 美濃口直和, 石代正義, 安藤学, 近藤一. シンバイオティクスを活用した減投薬飼育が名古屋種の生産性及び免疫能に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 42, 101-105(2010)
7. 美濃口直和, 石代正義, 安藤学, 近藤一. 生菌剤を添加した無投薬飼育が名古屋種の生産性及び免疫能に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 41, 133-138(2009)
8. 美濃口直和, 石代正義, 安藤学, 内田正起. 2 種類の生菌剤を添加した無投薬飼育が名古屋種の生産性及び免疫能に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 41, 133-138(2009)
9. Rodríguez-Lecompte, J.C., Yitbarek, A., Brady, J., Sharif, S., Cavanagh, M.D., Crow, G., Guenter, W., House, J.D. and Camelo-Jaimes, G. The effect of microbial-nutrient interaction on the immune system of young chicks after early probiotic and organic acid administration. J. Anim. Sci. 90(7), 2246-2254(2012)