

自動卵質測定機を利用した卵黄色の評価について(第2報)

篠原 啓子・笠原 猛・白田 英樹・三船 和恵

要 約

自動卵質測定機：エッグマルチテスタ 5200(以下 EMT5200)及びエッグマルチテスタ 5000(以下 EMT5000)の卵黄色(以下:YC)の評価について、ロッシュヨークカラーファン(以下 RCF)と比較した。また、測定された YC の傾向を色差計値で比較した。EMT5200 は、YC の高低を問わず性能としては RCF と同等で、EMT5000 よりその性能は高かった。また、YC の等級の傾向として、RCF が 5~8 の時、EMT5200 が +1 高い値を示す傾向が認められ、9 以上はその差が小さくなる傾向が認められた。EMT5200 で測定された YC と a 値の相関は高く、a 値について RCF 同等の判断を行っていることが確認できた。また、EMT5000 は、YC の低い部分は、測定値の精度が低く、通常機械の使用頻度が高いと考えられる試験 2 のような場合は、測定値の精度は高かった。

目 的

前報²⁾に引き続き、自動卵質測定機の卵黄色(以下 YC)の評価について調査した。今回は YC の測定精度に改良が加えられた新型の自動卵質測定機：エッグマルチテスタ 5200(以下 EMT5200)について、前報で旧型：エッグマルチテスタ 5000(以下 EMT5000)が YC の低い部分で測定値がばらつく傾向が認められたため、この点について新型の性能を調査することとした。また、特殊卵のような YC の高い卵についても調査し YC の測定値を比較した。前報では、ロッシュヨークカラーファン(以下 RCF)による方法との比較を行わなかったため、今回は RCF、EMT5200、EMT5000 の 3 法の測定値の比較と、それぞれの YC の傾向を色差計値で比較した。

材料および方法

試験 1 YC が低い部分(YC8 以下)の評価

ジュリアおよびボリスブラウン(5羽×2 計 10羽 61週齢)を供試し、平成 12 年 6 月 15 日~7 月 4 日の 20 日間、YC が低下する飼料を自由摂取させ、生産されたすべての卵について、YC を調査した。飼料は、成鶏用飼料(CP18%、ME2,800kcal/kg)58%、米(精米途中にでる屑米)25%、魚粉(CP65%)9%、植物性油脂 5%、カキガラ 3%の割合で配合し、計算値で CP18%、ME2,790kcal/kg とした。YC は、RCF、EMT5200 および EMT5000(全国農業共同組合連合会製)で行った。また、卵黄の L、a、b 値は測色

色差計(日本電色工業株式会社製)で行なった。

試験 2 市販卵(YC が 9~12)の評価

市販されている卵で卵黄色に違いのある 3 種類を各 20 個調査した。卵黄色の調査は、試験 1 と同じ方法で行った。

結 果

1. 試験 1 YC が低い部分(YC8 以下)の評価

各測定法で得られた YC 毎の個数と色差計値の傾向を表 1 に示した。RCF は YC が 5~11 ,EMT5200 は 6~11 , EMT5000 は 3~13 で EMT5000 は測定値の幅が大きかった。RCF で得られた YC 毎の L 値の推移は、YC 値があがるにつれて減少し、a 値は増加、b 値は 6~9 は一定の値で両側の等級は低くなる傾向であった。

YC の等級毎の L 値の変動係数は 2.7~3.9% , a 値は 9.0~17.9% , b 値は 3.2~6.0% であった。

EMT5200 で得られた YC 毎の色差計値の推移は RCF と同様であったが、等級毎に比較すると YC が 5~9 の時 ,EMT5200 が RCF より等級が 1 高い傾向であった。YC の等級毎の L 値の変動係数は 2.2~5.2% , a 値は 9.8~16.6% , b 値は 3.6~6.4% であり、RCF とほぼ同等であった。

EMT5000 は YC が 3~6 8~13 で 2 つの分布に分かれ、等級毎に比較すると YC が 8 9 の時 EMT5200 と同様な傾向であったがその他は等級内の変動も大きかった。YC の等級毎の変動係数は、L 値が 3.3~6.6% , a 値が 9.5~25.2% , b 値が 2.6~7.6% で特に a 値の幅が大きくなる傾向であった。

2. 試験 2 市販卵(YC が 9~12)の評価

各測定法で得られた YC 毎の個数と色差計値の傾向を表 2 に示した。RCF は YC が 8~12 ,EMT5200 と EMT5000 は 9~12 で測定値の幅は 3 法ともほぼ同様であった。等級毎に比較すると、RCF と EMT5200 は試験 1 の結果と同様に 8~9 の時、EMT5200 が RCF より等級が 1 高く、10~11 は同等で 12 は EMT5200 が RCF より若干低くなる傾向であった。EMT5200 と EMT5000 は全体的に EMT5200 が 5000 より等級が低くなる傾向であった。各測定法の変動係数を特に a 値で比較すると、RCF は 3.4~9.2% , EMT5200 が 6.5~7.2% , EMT5000 が 9.6~10.0% で全体的に試験 1 より小さくなる傾向が認められた。

試験 2 の結果を卵の種類毎で比較すると表 3 のとおりであった。卵 A の YC は RCF では 9 ,EMT5200 と EMT5000 では 10 となった。卵 B は RCF と EMT5000 が 11 , EMT5200 が 10 , 卵 C は 3 法とも 11 であった。

3. 測定法と測定法の相関および各測定法と色差計値の相関

試験 1 と 2 で得られた結果について、RCF と EMT5200 および EMT5000 , EMT5200 と EMT5000 の回帰式および相関係数、予測値の標準偏差を表 4 に示した。RCF と EMT5200 は RCF と EMT5000 より相関が高く、予測値の標準偏差は EMT5000 の 1/3 で、測定の精度はかなり高いことが認められた。また、EMT5200 と EMT5000 の相関は低かった。

各測定法と色差計の回帰式を表 5 に示した。YC 値と色差計値は、いずれも a/b 値 $>$ a 値 $>$ L 値の順に相関が高かった。これは山上³⁾らの報告と一致していた。また、測定法別にみると RCF EMT5200 $>$ EMT5000 の順に色差計値との相関が高かった。 a/b 値で予測した値の標準偏差は、RCF が 0.758、EMT5200 が 0.652、EMT5000 が 1.364 で EMT5200 が予測値の幅が小さい傾向が認められた。

2 つの色差計値の相関係数は、L 値と a 値が(-0.763)で高く、L 値と b 値(0.226)、a 値と b 値(-0.028)は低かった。

考 察

YC を表す RCF 値は 1~15 で、できるだけ YC の低い卵の調査を目的としたが、5 が限界値であったため、今回は RCF5~12 の範囲内での比較となった。

EMT5200 は、YC の高低を問わず性能としては RCF と同等で、EMT5000 よりその性能は高かった。また、YC の等級の傾向として、RCF が 5~8 の時、EMT5200 が +1 高い値を示す傾向が認められ、9 以上の時はその差は小さくなった。EMT5200 の YC と a 値の相関係数は、RCF の YC と a 値の相関係数より若干低い程度で、a 値については RCF 同等の判断を行っていることが確認できた。また、一方 EMT5000 は、試験 1 のように YC の低い部分は、測定値の精度が低く、通常機械の使用頻度が高いであろう試験 2 のような場合は、測定値の精度は高かった。

EMT5200 および 5000 の測定値の精度について、表 4 に RCF から EMT5200 および EMT5000 の予測値式と予測値の標準偏差を示した。試験 1 は EMT5200(0.542)、EMT5000(1.611)、試験 2 は EMT5200(0.416)、EMT5000(0.495)であった。標準偏差が 0.5 の時、2 区のデータの 2 つの平均値間の最小有意差(YC の差)が 1 以下(危険率 5%)となるのに必要な最低反復数は 4 個であり、標準偏差が 1.6 の時は 25 個必要となる。また、同種類の卵であっても表 3 に示した程度の標準偏差は存在する。機械の精度と卵の個体差を考慮に入れると EMT5200 および EMT5000 を用いてその区の YC を調査する場合は、最低 10 個程度の反復数をとって、平均値で YC を求めるべきであろうと考えられた。

従来 RCF の方法は、客観的に YC を測定できる方法ではないため、色差計を利用して数値化した福間らの報告¹⁾や、微妙な色の差を表現するために色差計値で測定した報告例等多数あるが、これらの数値を利用し具体的に RCF を回帰式を用いて数値化することは具体化されていなかった。また、現在、生産現場では RCF による卵黄色の評価が一般的であるが、RCF が製造中止となり、現在は既存品で対応できても近い将来混乱が生じることが予測される。そんな中、EMT はこれまでになかった RCF 値そのものを機械が測定してくれる画期的な機械であり、今回の試験において、新型の YC の測定精度は、かなり RCF に近くなったことが確認できた。

表1 各測定法で得られたYC値の個数と色差計値の傾向(試験1)

YC値	RCF			EMT 5200			EMT 5000					
	個数	L	a	b	個数	L	a	b	個数	L	a	b
3									1	61.5	5.8	34.1
4									5	60.5	5.9	32.9
										2.6	0.9	1.5
										4.2	14.9	4.6
5	10	61.1	5.5	32.3					19	58.6	7.7	33.5
		2.0	0.6	1.0						2.0	0.7	1.5
		3.3	10.3	3.2						3.3	9.5	4.6
6	31	60.9	6.2	33.2	2	61.1	5.1	31.5	6	57.5	8.0	33.1
		1.6	0.7	1.1		3.2	0.5	1.2		2.7	0.9	0.8
		2.7	11.6	3.3		5.2	9.8	3.8		4.6	10.7	2.6
7	43	59.1	7.5	33.2	46	61.1	6.3	33.2				
		2.3	0.9	1.5		1.3	1.0	1.2				
		3.9	12.3	4.6		2.2	15.2	3.6				
8	30	58.5	8.5	33.2	29	59.2	7.7	32.9	73	59.0	7.7	33.3
		1.9	1.1	2.0		2.0	1.3	2.1		2.4	1.8	1.4
		3.2	12.4	6.0		3.3	16.6	6.4		4.1	23.2	4.2
9	28	56.4	10.0	33.2	57	57.4	8.9	33.2	43	57.3	9.3	32.3
		1.7	1.8	1.9		2.1	1.5	1.7		3.8	2.8	1.8
		3.0	17.9	5.9		3.7	16.5	5.0		6.6	29.9	5.7
10	20	54.1	12.2	31.7	22	55.1	11.5	32.4	8	56.8	10.3	32.3
		1.8	1.1	1.2		2.2	1.8	1.5		3.0	2.6	2.0
		3.3	9.0	3.8		4.0	15.7	4.6		5.3	25.2	6.1
11	1	52.6	12.3	31.0	7	53.7	12.2	31.4	7	57.5	10.5	32.4
						1.3	1.2	1.3		2.4	2.1	2.5
						2.5	10.0	4.2		4.2	20.2	7.6
13									1	55.3	13.1	31.8
全平均	卵黄色	L	a	b	卵黄色	L	a	b	卵黄色	L	a	b
	7.6	58.3	8.4	32.9	8.4				7.9			
	1.5	2.9	2.3	1.6	1.1	RCFと同じ			1.7	RCFと同じ		
	19	5.0	27.3	5.0	13.4				21.3			

注) 上段:平均 中段:標準偏差 下段:変動係数(%)
EMT 5200の等級は、測定値を四捨五入した。

文 献

- 1) 福間義教・鈴木敏明・石橋晃, 日本家禽学会誌, 30(2):134-141. 1993.
- 2) 篠原啓子・笠原猛・三船和恵 徳島県畜産試験場研究報告, 40:73-74.1999.
- 3) 山上善久・笹子謙治.日本家禽学会誌, 32(5):363-369.1995.

表2 各測定法で得られたYC値の個数と色差計値の傾向(試験2)

YC値	RCF			EMT 5200				EMT 5000				
	個数	L	a	b	個数	L	a	b	個数	L	a	b
8	2	58.6 0.9 1.6	12.5 0.4 3.4	34.7 0.1 0.4								
9	9	56.5 0.7 1.2	14.4 1.3 9.2	33.8 1.2 3.6	5	57.4 1.2 2.1	12.8 0.9 7.2	33.6 1.3 3.9	1	57.8	14.4	35.7
10	20	55.4 1.3 2.3	15.8 0.9 5.4	32.7 1.1 3.5	30	55.3 1.5 2.7	16.1 1.2 7.5	33.0 1.3 3.9	19	55.7 1.5 2.8	15.3 1.5 9.6	33.4 0.9 2.6
11	19	54.6 1.0 1.8	17.5 0.8 4.5	33.0 0.8 2.3	19	54.5 0.9 1.6	17.5 1.3 7.5	33.0 0.6 1.9	33	54.9 1.3 2.4	16.9 1.7 9.9	32.9 1.0 3.2
12	7	53.3 0.9 1.8	18.7 1.1 5.9	32.6 0.7 2.1	3	53.5 1.4 2.7	18.6 1.2 6.5	32.8 0.4 1.2	4	53.5 1.3 2.5	18.0 1.8 10.0	32.3 0.8 2.5
全平均	卵黄色	L	a	b	卵黄色	L	a	b	卵黄色	L	a	b
	10.4	55.2	16.4	33.0	10.3				10.7			
	1.0	1.5	1.8	1.1	0.7	RCFと同じ			0.6	RCFと同じ		
	10	2.8	11.1	3.2	6.5				5.8			

注) 上段:平均 中段:標準偏差 下段:変動係数(%)
EMT 5200の等級は、測定値を四捨五入した。

表3 卵の種類と各測定法で得られたYC値の比較(試験2)

卵種類	個数	測定方法	平均	標準偏差	変動係数	色差計値	平均	標準偏差	変動係数
A	19	RCF	9.3	0.7	7.2	L	56.3	1.3	2.4
		EMT 5200	9.8	0.5	5.1	a	14.6	1.3	8.9
		EMT 5000	10.2	0.5	5.2	b	33.6	1.1	3.3
B	19	RCF	10.6	0.7	6.4	L	54.7	1.5	2.7
		EMT 5200	10.2	0.4	3.7	a	16.6	1.2	7.0
		EMT 5000	10.9	0.5	4.8	b	32.3	1.0	3.1
C	19	RCF	11.1	0.7	5.9	L	54.5	1.0	1.9
		EMT 5200	10.9	0.6	5.5	a	17.9	1.1	5.9
		EMT 5000	10.9	0.5	4.8	b	33.2	0.7	2.1

表4 RCFとEMT5200およびEMT5000の回帰式

回帰式	相関係数	予測値の標準偏差
試験1		
EMT 5200 = 0.669(RCF) + 3.304	0.876	0.542
EMT 5000 = 0.357(RCF) + 5.231	0.310	1.611
EMT 5200 = 0.075(EMT 5000) + 7.796	0.114	1.117
試験2		
EMT 5200 = 0.520(RCF) + 4.915	0.787	0.416
EMT 5000 = 0.385(RCF) + 6.712	0.621	0.495
EMT 5200 = 0.459(EMT 5000) + 5.384	0.431	0.607
全データ		
EMT 5200 = 0.668(RCF) + 3.330	0.920	0.517
EMT 5000 = 0.644(RCF) + 3.305	0.610	1.523
EMT 5200 = 0.331(EMT 5000) + 6.023	0.481	1.160

表5 各測定法と色差計値の単回帰および重回帰式

回 帰 式	相関係数	予測値の標準偏差
$R C F = -0.488(L) + 36.384$	-0.800	1.094
$R C F = 0.397(a) + 4.170$	0.903	0.783
$R C F = -0.128(b) + 12.546$	-0.107	1.812
$R C F = 13.035(a/b) + 4.179$	0.909	0.758
$E M T 5200 = -0.361(L) + 29.674$	-0.816	0.765
$E M T 5200 = 0.276(a) + 6.002$	0.865	0.663
$E M T 5200 = -0.086(b) + 11.729$	-0.099	1.316
$E M T 5200 = 9.058(a/b) + 6.012$	0.870	0.652
$E M T 5000 = -0.286(L) + 25.091$	-0.444	1.722
$E M T 5000 = 0.323(a) + 5.291$	0.695	1.382
$E M T 5000 = -0.189(b) + 14.892$	-0.149	1.901
$E M T 5000 = 10.656(a/b) + 5.275$	0.705	1.364
$R C F = -0.153(L) + 0.313(a) - 0.036(b) + 15.052$	0.920	0.719
$E M T 5200 = -0.165(L) + 0.185(a) - 0.002(b) + 16.413$	0.898	0.584
$E M T 5000 = 0.193(L) + 0.426(a) - 0.243(b) + 1.112$	0.731	1.318