

Original Article

## Economic Feasibility of Automatic Egg Washer

Qing-Long Lin and Jun-Ho Yeo\*

Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University, Daegu 702-701, South Korea

### 계란 자동세척기의 경제적 타당성 평가

임청룡 · 여준호\*

경북대학교 농업생명과학대학 농업경제학과

Received: June 23 2014 / Revised: August 27 2014 / Accepted: August 29 2014

**Abstract** This study assessed the economic feasibility of an automatic egg washer. Based on various cost benefit analysis methods, including the net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and benefit cost ratio (B/C Ratio), the automatic egg washer was confirmed to have economic feasibility. The NPVs were 38,565,991 won at 5% discount rate and 32,013,916 won at 10% discount rate, respectively. The IRRs were 1.325 at 5% discount rate and 1.299 at 10% discount rate, respectively. Finally, the B/C ratios were 1.726 at 5% discount rate and 1.699 at 10% discount rate.

**Keywords:** economic feasibility, egg washer, net present value, internal rate of return, benefit cost ratio

### 서 론

축산물의 수입 개방에 효과적으로 대처하기 위해서는 생산 원가를 절감하고 품질을 향상시켜 국내 축산물의 국제 경쟁력을 극대화시켜야 하는 필요성이 강조되고 있다. 축산물 중 계

란은 생산비를 절감시켜 수입개방에 대응할 수 있는 잠재력을 갖추고 있으나 현재의 사양관리 및 경영방식으로는 생산비 면에서 경쟁력이 미약한 실정이다.

계란은 각종 영양소를 골고루 갖추고 있으며 완전식품으로서 국민 건강 증진에 크게 기여하고 있다. 우리나라의 계란 생산은 연간 약 100억 개로 1일 2,600~2,700만 개가 유통되며, 1인당 연간 200개 정도를 소비하고, 시장규모도 1조 2천억 원에 달한다. 계란은 생산농가에서 수집 반출상과 도매상, 중간 도매상 및 소매상을 거쳐 소비자의 순으로 유통되며 최근에는 계란 집하장과 대형 유통매장 위주의 브랜드화로 시장형태가 변하고 있다. 소비자 요구를 반영한 기능성과 신선도 및 안전성에 대한 연구가 절실한 실정이며, 계란의 수급조절 문제로 인한 가격 등락폭이 심하므로 새로운 유통기술의 개발로 저장기간 연장 및 상품성 향상이 요구되고 있다(Lee, 2009).

National Academy of Agriculture Science(2009)에 의하면 계란이 산지에서부터 소비자에게 전달되는 과정에서 신선하게 유지될 수 있도록 정형화된 유통시스템의 정립이 필요하며, 국민의 건강증진에도 필수적인 계란의 필수적인 계란의 생산, 유통, 판매 과정에서 계란에 발생하는 외부적 결함(파각란, 오염란)을 조기에 발견하는 일은 계란의 고품질 유지를 위해서 중요하다.

Korea Poultry Farming Institute(2007)은 고품질 축산물을 선호하는 소비자들의 기호는 계란의 품질 평가와 등급화 과정을 더욱 중요시하게 하고 있다고 밝혔다.

현재 우리나라에서 계란의 등급판정은 축산물등급판정소에서 주관하고 있으며, 숙련된 등급 판정사들이 계란의 선별과정에서 표본 추출된 계란들의 외관검사를 통하여 난황의 외관 품질을 판정하고, 투광검사 및 할란 검사를 통하여 난황의 상태, 농후 난백의 높이, 이물질 유무 및 계란의 무게와 농후난백의 높이를 측정하여 식  $[100 \log(H+7.57-1.7W0.37)]$  H=난백 높이(mm), W=난중(g)]을 통해 산출한 값인 호우단위(Haugh Units) 등의 내부품질을 판정한 후 품질등급을 부여하고 있는

\*Corresponding author: Jun-Ho Yeo  
Tel: 82-53-950-5767; Fax: 82-53-958-6773  
E-mail: jhyeo@knu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2014 Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

방식이다. 이러한 인력이용 등급판정은 주관적인 견해가 반영되어 논란의 여지가 있을 수 있기 때문에 등급판정의 객관화를 위해 기계화가 필요하다.

계란의 생산과정에는 산란 시 닭의 배설물이나 사료 그리고 깨진 계란의 분비물이 산란된 계란에 80% 이상 묻어 있다. 계란 껍질이 오염된 상태에서 유통되는 경우, 살모넬라균 등의 식중독 오염균으로 인해 다양한 질병을 일으키는 위험성을 안고 있다. 불완전 세척계란 유통은 안전성의 심각한 문제를 가지고 있다(Conner et al., 1953; Rural Development Administration, 2007). 이러한 문제점은 계란 세척기로 이용하여 안전하고 청결한 계란 공급으로 해결가능하고 더불어 농가의 부가가치 향상이 가능한 것으로 파악된다(Jun et al., 1993).

우리나라의 대규모 산란계 농장에서는 세척 장치를 보유하여 잡란부터 선별판 넣기까지 장치를 이용하고 있으나 5만수 미만의 소규모 농장에서는 인력을 이용하여 세척하며, 선별과 계란의 판 넣기를 수작업하고 있다. 특히, 소형 계란 세척기는 세척과정이 복잡하고 작업 정밀성이 낮아서 사용을 기피하고 있다. 중소규모의 산란계 농가에도 칼이나 걸레 등을 이용하여 수작업으로 계란을 세척하여 완전한 세척이 어렵고, 완전 세척이 안 된 계란을 저가로 공급하고 있는 실정이다.

미국의 경우, 계란의 세척부터 유통온도, 미생물의 수 등 바로 먹는 신선편이 식품 수준의 엄격한 계란 유통안전기준을 설정해 안전하고 청결한 계란의 유통이 되고 있다(You et al., 2002).

계란 생산농가의 18%를 차지하는 10만 수 이상의 농가에서는 이미 일본이나 덴마크 등에서 고가의 계란 관련 기계장치를 수입 설치하여 계란을 생산, 공급하고 있으나 10만 수 미만의 중·소규모 산란계 농가에서는 계란 세척기의 구입비용이 높고, 세척 강도가 낮아서 계란 세척기를 사용하지 않고 있다. 5만 수 이하의 중소규모 산란계 농가에서는 계란 세척에 가장 많은 노동력이 투입되고 계란세척기가 고가의 품목이며, 세척 정도가 낮아서 중·소규모 용 산란계 농가 대상의 계란세척기의 개발이 필요한 실정이다(Hong et al., 2008). 특히 3만수 이하의 자연란 생산농가에서는 계란의 등지를 여러 닭이 공동으로 사용하여 대부분의 계란에 오물이 묻어 있어서 깨끗한 계란의 생산을 위하여 많은 노동력을 투입하는 어려움을 겪고 있다. 다음의 현황을 살펴본 바, 청결하고 위생적인 계란의 유통을 위하여 중·소규모형 계란 세척기의 개발이 요구되고 있음을 알 수 있다. 계란 세척시간은 기존의 수작업으로 세척 시 시간 당 1000개에서 계란 세척기를 이용할 시 시간 당 7200개로 증가함으로 86%의 효율이 증가하게 된다. 소요경비에 경우에도 기존의 개 당 12.3원에서 1.4원으로 88.6% 절감된다. 이를 통해서 계란세척으로 인한 농가 부가가치는 23%가 향상되는 것으로 나타났고, 미세척 계란을 출시할 경우 개당 100원의 거래가격에서 130원으로 가격상승을 기대할 수 있다. 기존의 중소규모 형 계란 세척기는 세척과정이 복잡하며 작업정밀도가 낮아 산란계 농가에서 사용을 기피하고 있지만 신제품은 기존의 복잡한 세척과정을 개선하여, 브러시의 이동과 회전으로 세척함으로써 계란의 손상이 적고 세척 정도가 높으며 저가인 장점을 가지고 있다.

이에 본 연구는 “계란 자동 세척시스템”의 시험연구사업의 경제적 효과분석을 통하여 현장활용도 측정을 목적으로 한다.

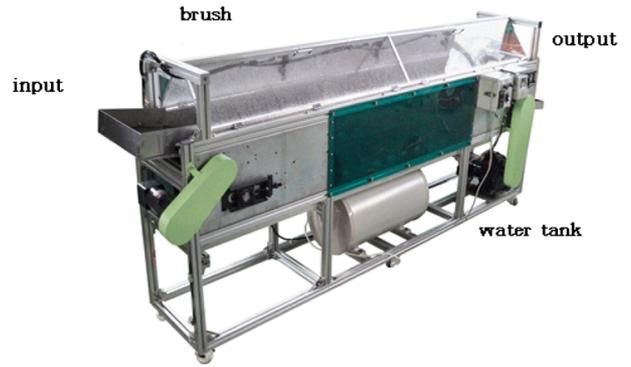


Figure 1. Composition of egg washer.

Table 1. Composition data for eggs washer

Sort	Data
Size	2.600×450×700 mm
Brush length	300, Ø 150 mm
Brush rotational speed	150 rpm <sup>1)</sup>
Brush diameter	Ø 1 mm,
Temperature of hot water	60°C

Note: <sup>1)</sup> rpm- revolution per minute.

## 연구방법

### 계란 세척기의 활용

본 연구의 계란 세척기는 중소규모 활용을 적용범위로 한다. 사용 장소는 전국 5만수 이하의 중소규모 산란계 농장을 대상으로 하며 중소규모 산란계 농가에 대해 계사 설치 및 단독 이용하는 방법으로 활용하고자 한다.

### 계란 세척기의 주요 구성

#### (1) 구조

계란세척기의 구조는 투입구, 배출부, 세척브러시 부분과 온수 탱크 부분으로 구성되어 있다(Figure 1).

#### (2) 특징 및 성능

중소규모의 계란 세척기는 열수분사와 함께 회전브러시를 문질러 세척한다. 작업 성능은 초당 2개이며, 이물질 세척률 97%에 이르며 계란 손상율은 0.3%이다.

#### (3) 계란세척기의 제원

본 연구의 기준이 되는 계란세척기의 구성사양은 다음과 같다(Table 1).

계란 세척기의 크기는 가로 2.600×450×700 mm이며, 브러시의 길이는 300 mm, 직경 150 mm이며, 회전속도는 분당 150회 회전하며, 브러시 모는 직경 1 mm, 열수 온도는 60°C이다.

#### (4) 계란 세척기의 기대효과 및 활용방법

계란세척기를 이용할 경우, 기존의 수작업과 비교하여 계란세척시간 86% 절감 (1,000개/시간 → 7,200개/시간)되고, 계란 세척 경비를 51% 절감(2.19원/개)하는 효과를 기대할 수 있다.

**Table 2.** Operating cost and price of egg washer

Section		Quality	Conditions
Purchase price (won)		8,000,000	
Durability time (year)		5	
Use time (hour)		700	2 hour×350 days
Annual fixed-cost (won/year)	Depreciation cost	1,600,000	Straight Line Method: Durability time 5 year Repair proportion: 6% Annual interest: 5.0%
	Repair cost	480,000	
	Interest	200,000	
	Total	2,280,000	
Fixed costs per hour (won/hour)		3,257	
Variable costs per hour (won/hour)	Personnel expenses	8,994	Monthly Report of Nonghyup Statistics (2008) Average daily wage male: 71,955 won / female: 44,101 won Electric charge: 36.4 (won/kWh)
	Electric charge	3,488	
	Total	11,514	
Costs per hour (won/hour)		14,047	
Operating efficiency (unit/hour)		7,200	
Required expenses (unit/hour)		2.19	

계란세척기 사용 방법 및 조건은 다음과 같다. 계란세척기 브러시 회전속도는 150 rpm이며 계란 세척용 온수 분사는 60°C 이나 30초 이상 온수 분사를 금지한다. 적정 이송속도 5 mm/sec를 유지하며, 브러시의 모는 직경이 1 mm이상의 모 사용하여 세척효과를 높인다. 계란 세척기 사용방법은 전원을 공급하면 브러시가 회전을 시작한다.

50°C 이상의 온수가 분사되면 계란 공급을 시작하고 계란 배출부에서 계란이 배출된다. 50°C 이하의 온수 사용시 세척 효율이 낮아질 수 있다. 이에, 고온(60°C)의 온수를 주의하며 저온(40°C) 온수는 공급을 중단하여 일정온도를 유지하도록 한다. 배출 계란의 상태를 보아가면서 브러시 회전속도 증감시킬 수 있으며 온수분사는 계란에 골고루 분사되도록 분사 각도를 조절한다. 수시로 배출 계란의 상태 점검하며 세척 불량 계란의 재 투입이 가능하다.

**(5) 개발기술의 운영비**

감가상각비는 내구년 수 5년을 기준으로 정액법을 적용하였고, 수리비 계수는 구입가격의 6%를 기준으로 적용하였다. 인건비는 농협조사월보의 ‘08년 일 평균임금’ 기준으로 장비 운영의 특성상 남성인건비를 적용하여 산출하였다.

기존의 세척방법에 대해서는 여성인건비가 적용되었다. 세척기이용을 위한 전기료는 kW당 36.4원 적용되었다(Table 2).

**계란세척기 자동 시스템 가치 평가**

**(1) 기술가치 평가방법**

**1) 순현재가치(NPV, Net Present Value)**

투자로 인하여 발생할 현재와 미래의 모든 화폐가치를 측정하여, 적절한 할인율(discount rate)로 할인하여 현재가치를 구하여 투자의 경제성을 평가하는 기법이다. 투자의 경제적 타당성을 평가하기 위한 기준으로는 순현재가치(NPV)>0인 경우이다. 투자에 따른 현금유입액의 현재가치는 투자에 따른 현금지출액의 현재가치로 나타난다(Chon, 2005).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} \tag{1}$$

CF: Cash Flow for operation at specific point of time  
I: Investment  
r: rate of discount  
n: service life in the Investment

**2) 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return)**

순현재가치(NPV)를 0으로 만드는 할인율을 나타낸다. 투자의 내용 연수 동안의 연평균 투자수익률의 의미를 가진다. 투자의 경제적 타당성 평가기준은 내부수익률(IRR)>할인율인 경우이다.

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} - \sum_{i=0}^n \frac{I_i}{(1+IRR)^i} = 0 \tag{2}$$

**3) 편익/비용 비율(B/C Ratio)**

투자로 인하여 발생하는 편익흐름의 현재가치를 비용흐름의 현재가치로 나눈 비율이다. 투자의 경제적 타당성 평가기준은 B/C ratio>1인 경우이다.

$$B/C \text{ ratio} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} \tag{3}$$

**결과 및 고찰**

**계란 세척기 경제적 타당성 분석**

구입가격 8,000천원을 기준으로 내구년 수는 5년으로 적용되었다. 고정비용은 2,280천원으로, 감가상각비와 수리비 이자를 포함하고 있다. 할인율에 따라 5%일 때 200천원, 10%일 때

**Table 3.** Analysis for economic feasibility of egg washer (interest ratio 5%)

(unit: won)

Purchased year	Purchase price	Fixed cost	Variable costs	Cost of working by hands	Revenue
0	8,000,000				
1		2,280,000	8,737,230	21,772,800	10,755,570
2		2,280,000	8,737,230	21,772,800	10,755,570
3		2,280,000	8,737,230	21,772,800	10,755,570
4		2,280,000	8,737,230	21,772,800	10,755,570
5		2,280,000	8,737,230	21,772,800	10,755,570
B/C ratio			1.726		
NPV			38,565,991		

Note: <sup>1)</sup> Sum of depreciation cost, repair cost and interest.

Fixed costs=1,600,000+480,000+200,000=2,280,000 (won).

<sup>2)</sup> Variable costs are sum of personnel expenses and electric charge that using egg washer.

Variable costs=6,295,800+2,441,430=8,737,230 (won).

<sup>3)</sup> Cost of working by hands means total cost before using egg washer.

Cost of working by hands=4,320×700×(7,200/1,000)=21,772,800 (won).

Revenue=21,772,800-2,280,000-8,737,200=10,755,570 (won).

**Table 4.** Analysis for economic feasibility of egg washer (interest ratio 10%)

(unit: won)

Purchased year	Purchase price	Fixed cost	Variable costs	Cost of working by hands	Revenue
0	8,000,000				
1		2,480,000	8,737,230	21,772,800	10,555,570
2		2,480,000	8,737,230	21,772,800	10,555,570
3		2,480,000	8,737,230	21,772,800	10,555,570
4		2,480,000	8,737,230	21,772,800	10,555,570
5		2,480,000	8,737,230	21,772,800	10,555,570
B/C ratio			1.699		
NPV			32,013,916		

**Table 5.** Egg production per day

(unit: ea/day)

Period	Egg production per day
2011, first 1/4	36,692,243
2011, second 1/4	37,853,456
2011, third 1/4	37,730,599
Average	32,129,267

400천원으로 제시되었다. 유동비용인 인건비와 전기료는 6,295.8천원과 2,441.4천원으로 적용되었고, 인건비와 관행작업개수와 연간작업시간은 관행비용으로 (인건비 × 작업시간 × (기계작업개수/관행작업개수))로 계산할 수 있다.

**(1) 할인율 5% 적용기준**

관행비용에서 고정비용과 유동비용을 제하면 수익을 계산할 때, 식(2)의 분모 'r' 즉, 사회적 할인율을 기준하여 5%의 할인율일 때, 수익은 10,755.5천원이고, 내부수익률은 132.5%이다 (Table 3).

**(2) 할인율 10% 적용 기준**

사회적 할인율 10%로 정하였을 때, 이자 400천원으로 수익이 105,555천원이며, 내부수익률은 129.9%이다 (Table 4).

**(3) 계란 세척기 경제적 효과분석**

2011년 분기별 일별계란 생산량 평균은 다음과 같이 나타나며, 전체 일별 평균은 32,129,267개로 나타났다 (Table 5). 연도별 계란의 생산량은 32,129,267개/일 × 365일 = 13,660,282,923로 추계되었으며, 연간 계란 작업가능 개수는 년 간 1시간당 7200개의 세척 계란 수를 기준으로 700시간 작업할 경우 5,040,000개이다. 계란 세척기 점유율 20% 하에서 연간 계란처리개수는 2,732백만 개이며, 계란 세척기 수요대수는 542대이다. 계란 세척기 점유율 20% 하에서 세척기 도입효과는 24,815백만 원으로 나타났다 (Table 6).

**요 약**

계란 세척기 평가 금액 추정 결과는 다음과 같다. 계란 세척기 총수입(인건비 절감으로부터의 조수입 증대)에서 산정하였으며, 계란 세척기 총비용은 구입가격, 고정비용 및 유동비용의 합계로 나타내었다. 계란 세척기 평가액은 할인율 수준에 따라 최소 44,778천원(할인율 10%)에서 최대 45,778천원(할인율 5%), 평균 45,278천원으로 추정된다 (Table 7). 계란세척기의 경제적 타당성을 살펴보면, 내부수익률 IRR의 값은 가정했던 할인율(5%~10%)보다 훨씬 높고, 순현재가치(NPV)는

**Table 6.** Effect of egg washer use

(unit: ea/year, number of machine, one million won)

Market share	Number of eggs	Number of washers needed	Effect of egg washer use
1%	136,602,829	27	1,240.75
2%	273,205,658	54	2,481.50
3%	409,808,488	81	3,722.25
4%	546,411,317	108	4,963.00
5%	683,014,146	136	6,203.75
6%	819,616,975	163	7,444.50
7%	956,219,805	190	8,685.26
8%	1,092,822,634	217	9,926.01
9%	1,229,425,463	244	11,166.76
10%	1,366,028,292	271	12,407.51
11%	1,502,631,122	298	13,648.26
12%	1,639,233,951	325	14,889.01
13%	1,775,836,780	352	16,129.76
14%	1,912,439,609	379	17,370.51
15%	2,049,042,439	407	18,611.26
16%	2,185,645,268	434	19,852.01
17%	2,322,248,097	461	21,092.76
18%	2,458,850,926	488	22,333.51
19%	2,595,453,755	515	23,574.27
20%	2,732,056,585	542	24,815.02

**Table 7.** Technology valuation in egg washer

(unit: won)

Discount Rate	Total Income (A)	Total Costs (B)	Total Free Cash Flow (A-B) Technology Valuation Estimation
5%	108,864,000	63,086,148	45,777,852
10%	108,864,000	64,086,148	44,777,852

**Table 8.** Economic feasibility of egg washer

(unit: won)

Discount Rate	Net Present Value (NPV)	IRR <sup>1)</sup>	B/C Ratio
5%	38,565,991	1.325	1.726
10%	32,013,916	1.299	1.699

Note: <sup>1)</sup>IRR- Internal Rate of Return Discount Rate.

0보다 훨씬 크며, B/C 비율도 1.0 이상으로 나타나 계란 세척기 개발사업의 경제적 타당성은 있는 것으로 판단된다(Table 8).

## References

- Chon DW (2005) A study on the methodology of technology valuation in agriculture.
- Hong SG, Park HM, Jo GW (2008) Study on the development of egg cleaning system. *J Biosystems Eng* 12: 23.
- JW Conner, SE Snyder, HL Orr (1953) The influence of washing and oiling on grade and bacterial content of egg stored for a nine month period. *Poult Sci* 32: 227-235.
- Jun KH, Park YS, You IJ (1993) Factors affecting shelf-life of washed shell eggs. *Korean J Poult Sci* 20: 33-41.
- Korea Poultry Farming Institute (2007) The criteria of eggs grading. *Journal of Poultry Institute* 211: 64-66.
- Lee GJ (2009) Production and technical development of distribution mechanization for high quality eggs. National Academy of Agriculture Science 2009, pp. 548-568.
- National Academy of Agriculture Science (2009) Test research business report (A study for agriculture-technology 1). Rural development administration national academy of agriculture science 2009, pp. 463-492.
- Rural Development Administration (2007) Technology industrialization. Rural development administration, pp. 84-86.
- You YM, Jung SG, Ham JS, Lee JM, Na JC, Kwon DT, Gho KC (2002) A study on the distribution system establishment for domestic egg. National institute of animal science experimental and research report, pp. 1-25.