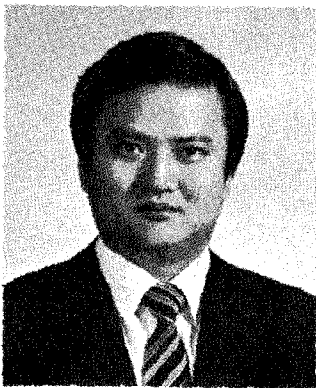


육계의 적정생산을 위한 사양프로그램



백 인 기

중앙대 농대 교수

- 한국카길 공장장
- 캐나다 Alberta 대 연구교수
- 캐나다 Manitoba 조교수

I. 서 론

사양프로그램이라 함은 광범위하게는 유전(품종), 영양(사료), 환경, 관리, 위생 등을 포함하는 제반사항을 생산 목적에 따라 자세하게 명시한 세부지침을 총괄하여 일컫는 것이겠고 특수용어로는 가축에게 필요한 영양소를 공급하기 위하여 급여하는, 사료의 종류와 공급량과 공급시기를 명시하여 주는 것을 말하게 된다. 여기서는 후자의 의미를 중심으로 설명하고자 한다.

지난 수십년간 여러가지 가축종에서 생산성이 가장 급진

적으로 발전한 것이 바로 육계 분야인데 이것은 육계 육종에 있어서 고도의 선발과 영양학의 발달에 힘입은 것이라 하겠다. 결과적으로 육계가 목표체중에 도달하는 속도가 빨라지고 사료효율이 향상됨에 따라 필요한 영양소의 요구량도 크게 변하여 왔다.

우리가 육계의 사양프로그램을 작성하기 위해 가장 많이 참고로 하는 것이 NRC(1979, 1984) 사양표준이고 기타 국내외의 학자 및 종계회사에서 권장하는 영양요구량이 있다. 가축의 영양요구량이란 품종, 나이, 성별, 환경, 사료의 품질, 영양소의 상호작용 등에 의해 변하고 특히 사료의 가격과 생산품(육계)의 가격이 적정영양소요구량을 크게 좌우하므로 일률적으로 고정된 표준사양프로그램이란 것은 존재할 수 없는 것이다.

따라서 사양프로그램의 작성을 담당한 사람은 여러가지 요인들을 검토하고 분석하여 각각의 특수한 상황에 맞는 적절한 자체사양프로그램을 작성하므로써 적정생산 즉 최소의 비용으로 최대의 이윤을 얻는 소기의 목적을 달성할 수 있게 되는 것이다.

본 기고에서는 육계의 사양프로그램 작성에 있어서 고려해야 할 중요한 사항들과 사양프로그램 및 사양결과에 대한 실례(實例)를 소개하고자 한다.

II. 사양프로그램 작성시 고려할 사항들

1. 암수의 능력차이

육계의 암놈과 숫놈사이에는 성장율이나영양소요구량에 있어서 커다란 차이가 있으므로 외국의 대규모 육계업자들은 암수를 구별하여 사육하는 경우가 많이 증가하고 있다. 이러한 암수구별사육을 실시함에 있어서 그 장단점을 이해하고 상황에 맞게 사양체계를 선택하는 것이 사양프로그램을 작성하는데 고려하여야 할 첫째단계라고 하겠다.

그림 1에서 보는 바와 같이 부화일령이 같은 암놈과 숫놈 사이에는 출하시 체중이 크게 다른 것을 볼 수 있다. 암놈은 숫놈에 비해 체중이 작고 편차가 상대적으로 적은 반면 숫놈은 체중이 무겁고 편차가 상대적으로 큰것을 볼수있다. 또한 암놈과 숫놈을 구분해서 사육할 때는 체중이 고르고 정상분포를 한 계군을 출하할 수 있는 반면 암수혼합 사육시는 출하시 계군의 체중이 고르지 못한 것을 알 수 있다. 이것은 암수간에 성장율과 영양소 이용율의 차이에서 기인하는 것이다.

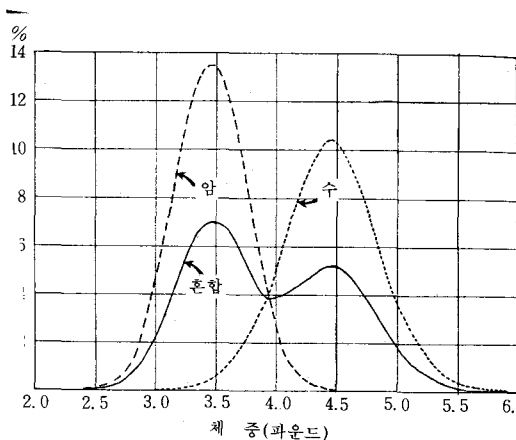


그림 1. 육계출하시 체중의 분포(North, 1978)

숫놈은 암놈에 비해 장기간동안 고농도의 영양소를 보다 효과적으로 이용할 수 있는 반면에 암놈에게 있어서는 숫놈에게 필요한 육계전기사료(Broiler Starter)량의 약 نصف도만 필요하고, 또한 아미노산 요구량도 숫놈에 비해 낮다. 따라서 단백질이 낮은 육계후기사료(Broiler Finisher)는 숫놈보다 암놈에게 훨씬 일찍 공급을 개시할 수 있다. 또한 숫놈은 암놈에 비해 칼슘과 인의 요구량이 높고 비타민A, 리보플라빈, 비타민E의 결핍증에 더 예민한 반응을 보인다.

암수간에 있어서 이와같은 영양소 요구량의 차이점을 감안할때 암수를 구별하여 사양프로그램을 작성하게 되면 영양요구량을 보다 정확하게 충족시킬 수 있어 성장율을 향상시킬수 있을 뿐만 아니라 불필요한 영양소의 낭비를 방지하여 사료비를 절감할 수 있는 것이다.

암수구별 사양프로그램을 실시할때 얻을 수 있는 두번째로 중요한 이점은 출하계군의 체중이 균일하다는 것이다. 앞으로 육계의 경영규모가 커지고 도계장을 이용한 계통출하가 이루어질 때 상품의 균일성은 매우 중요하다. 이는 제품의 크기를 예측하여 수요에 맞게 규격품을 생산할 수 있게 하며, 또한 도계장의 자동 가공시설을 이용할 때 처리과정중에 불필요한 제품의 손상을 줄이고 작업능률을 올릴수 있게 한다

암수구별사양프로그램에 있어서 가장 중요한 단점은 성감별작업이다. 재래식 항문 감정작업은 비용과 시간이 많이 소요되고 초생추에게 너무 많은 스트레스를 준다. 현실적으로 많이 쓰는 방법은 우모발생속도와 우모색갈의 반성유전(伴性遺傳)을 이용한 우모에 의한 성감별이다. 따라서 우모에 의한 성감별이 가능한 잡종을 만들어 공급하는 것이 앞으로 우리나라 육계종계업자들이 수행해야 할 하나의 과제인 것이다.

일단 암수구별 사육이 이루어지면 암수별 출하시기는 시장용도에 따라 조절하게 된다. 체중 2kg이내의 브로일러(broiler)로 출하할 때는 숫놈을 먼저 출하하고 암놈을 나중에 출하

한다. 한편 체중이 무거운 로스터(roaster)를 생산할 경우 암놈은 숫놈에 비해 복부지방의 축적이 더 빨리 일어나므로 숫놈보다 더 빨리 출하하고 숫놈은 체중이 약 4kg이 될 때까지 키워서 출하하는 것이 보통이다. 일부 가금영양학자들은 숫놈을 roaster로 키울 때는 도체등급이 떨어지고 급사(flip-over 또는 acute death syndrome에 의한)에 의한 사망율이 높기 때문에 숫놈을 broiler로 출하하고 암놈을 roaster로 키우도록 권장하기도 한다.

이와같은 모든 요인들을 고려하여 각각 다른 배합사료를 제조하여 공급한다는 것은 현실적으로 불가능하므로 실제에 있어서는 broiler starter, broiler grower, broiler finisher, roaster grower, roaster finisher 등의 표준사료를 제조하여 사양프로그램에 따라 급여기간을 적절히 조정함으로써 소기의 목적을 달성할 수 있는 것이다.

2. 단백질과 열량수준의 결정

육계의 영양소요구량을 충족시켜 주기 위해서는 사료내의 영양소함량과 사료의 섭취량을 동시에 고려하여야 한다. 사료섭취량에 가장 큰 영향을 미치는 것은 사료내의 열량함량이기 때문에 타영양소들 특히 단백질의 사료내 함량은 열량함량과 분리하여 생각할 수 없다. 따라서 적정열량 대 단백질비율(Ca/protein ratio)을 유지하는 것이 필수적이다. 물론 열량 대 단백질 비율을 유지하면서 최대한으로 영양소농도를 높이면 성장 및 사료효율이 향상되나 생산비용이 매우 높아지므로 상황에 따라 적정수준을 찾아내는 것이 중요하다.

Roush(1982)는 육계의 적정단백질 수준을 결정하기 위해 전산기를 이용한 response surface methodology를 사용하였다. 그의 실험에서 사용한 사료의 열량함량은 3,200Kcal, ME 였으며 전기사료와 후기사료의 단백질 수준과 교체시기를 바꿀때 전산기가 교체시기별로 적정

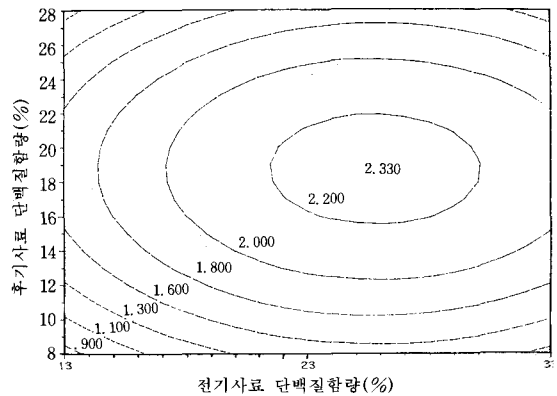


그림 2. 교체일령이 27일 일때 전기사료와 후기사료의 단백질 함량의 변화에 따른 49일령 숫브로일러의 체중 (kg) (Roush, 1983)

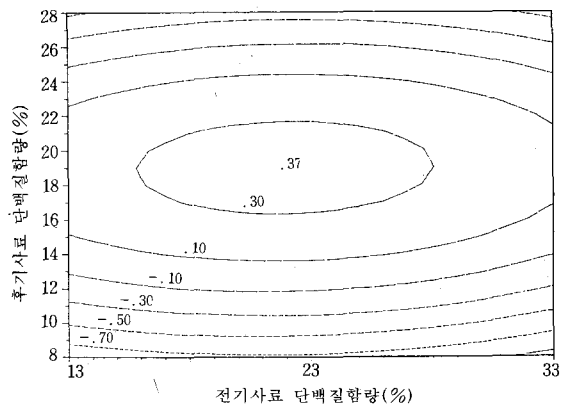


그림 3. 교체일령이 24일 일때 전기사료와 후기사료의 함량의 변화에 따른 49일령 숫브로일러의 출하이윤 (\$/kg 체중) (Roush, 1983)

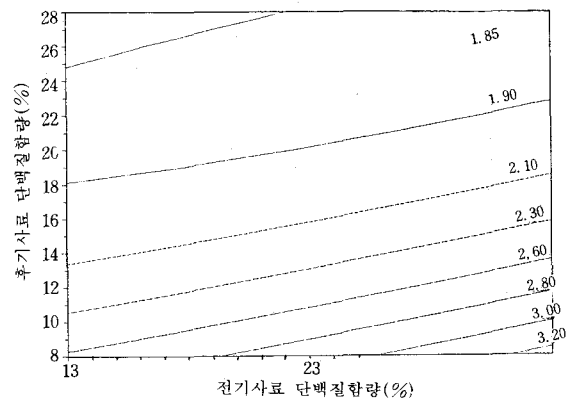


그림 4. 교체일령이 24일 일때 전기사료와 후기사료의 단백질 함량의 변화에 따른 49일령 숫브로일러의 사료효율 (Roush, 1983)

단백질 수준을 찾아내도록 하였다. 이 실험에서 얻어진 결과를 일부 소개하면 그림 2, 3, 4와 같다.

그림 2에서 보면 전기사료와 후기사료의 교체를 27일령에 하였을 때 각각의 단백질 수준이 육계숫놈의 49일령 체중에 미치는 결과를 보여주고 있다. 여기서 얻어진 결과에 의하면 최대의 증체를 이루기 위해서는 전기사료의 단백질 수준이 약 26%이고 후기사료의 단백질 수준이 약 18.5%가 되어야 한다는 것을 알 수 있다. 한편 그림 3에서 볼것같으면 전기사료와 후기사료의 교체를 24일령에 할 경우에 병아리값과 사료비를 제한 수입을 최대한으로 높이기 위해서는 전기사료의 단백질 수준이 약 22%이고 후기사료의 단백질수준이 약 19%이어야 한다는 것을 알 수 있다. 그림 4를 보면 전기 사료와 후기사료의 단백질수준이 사료효율에 미치는 영향을 쉽고 정확하게 파악할수 있다. 또한 후기사료의 단백질수준이 전기사료의 단백질 수준과 사료효율에 훨씬 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

한편 육계의 적정생산을 위한 사료의 열량함량을 계산하는 Computer software(Brill, 1985)가 소개되었는데 이것은 닭이 사료의 열량 함량에 따라 섭취량을 조절한다는 기본 개념을 Computer의 기법인 parametric을 이용하여 프로그램(progarm)한 것이다.

이 프로그램을 이용하기 위해서는 몇가지 기본자료가 준비되어야 하는데 첫째 사용할 사료들의 specification, 둘째 열량수준의 조정범위, 셋째 사육기간별 단위 증체당 열량요구량, 넷째 사육기간별 목표증체량이다. 이러한 기본자료들이 준비가 되면 이 프로그램(Optimal Gain for Broilers)을 이용하여 표1과 같은 결과를 얻을 수 있다.

표1에서 보면 사육기를 3기로 나누고 사료 Formula No. 1501과 1502를 기별로 여러가지 열량가를 대입시킬때 이에 따른 각각의 생산비

용을 산출하게 된다. 이 표의 예(例)에서는 전부 열량함량(Kcal/lb)이 제일 높을때 생산비용이 가장 저렴한 결과를 나타내었다. 따라서 각 기별 사료의 적정열량 함량은 각각 1420, 1450, 1460Kcal/lb이었다.

물론 적정열량함량은 사료비와 육계가격의 변동에 의해 수시로 변화하기 때문에 생산비 절감을 위해서 적정 열량수준을 수시로 검토하는 것은 중요한 일인 것이다. 이러한 프로그램은 자가배합이 가능한 대규모 육계농장에서는 필수적인 도구가 될 뿐만 아니라 사료공장에서도 실험농장, 고객관리, 배합포작성 등에 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

지금까지 고찰해 본 것은 열량과 단백질의 수준이 증체와 사료효율에 미치는 영향과 그에 따른 생산성과 수익에 관한 것이었다. 앞으로 육계생산에 있어서는 도체의 품질이 시장성에 많은 영향을 주게 되므로 열량과 단백질의 수준이 도체의 품질에 미치는 영향을 고려하지 않으면 안될 것이다.

일반적으로 닭의 일령과 사료의 열량 함량이 증가할수록 도체지방함량이 증가하고 단백질 함량이 증가할수록 지방함량이 감소한다는 것은 잘 알려진 사실이다. Salmon 등(1983)에 의하면 전기사료의 단백질수준이 높을때(24.2%) 성장율과 사료효율과 육질등급은 유의하게 향상되었으나 폐사율과 각각증발생율은 증가하였다. 후기사료의 단백질함량(16~22%)을 증가시키면 성장율에는 유의한 영향을 미치지 못하나, 사료효율을 향상시키고 피하지방과 복부지방을 감소시키므로써 총정육 및 흉부 정육 생산량을 증가시킨다고 보고하였다.

이상에서 본 바와 같이 적정 단백질과 열량의 수준을 결정한다는 것은 단순한 작업이 아니라 매우 상호작용적이고 복합적인 것이다. Scott 등(1982)은 여러가지 요인들을 고려할 때 적정 열량 대 단백질 비율은 pre-starting diet (0~2주령)일 경우 120, starting-growing diet (2~6주령)일 경우는 145, finishing diet (6

표 1. 적정사료열량을 산출하기 위한 프로그램인
 "Optimal Gain for Broilers"의 보고서의 예 (Brill, 1985)

GROWTH PERIOD	FORMULA NUMBER	ENERGY VALUE	CAL/LB GAIN	AMOUNT OF GAIN	COST/LB OF GAIN	COST/LB OF FEED	COST GAIN PER PERIOD
1	1501	1389	2100	1.60	.18360	.10153	.29376
1	1501	1400	2100	1.60	.18303	.10202	.29285
1	1501	1410	2100	1.60	.18246	.10212	.29194
1	1501	1420	2100	1.60	.18190	.10298	.29100**
2	1501	1420	3100	2.00	.33566	.10298	.67132
2	1501	1430	3100	2.00	.33454	.10330	.66928
2	1501	1440	3100	2.00	.33364	.10357	.66728
2	1501	1450	3100	2.00	.33265	.10379	.66530**
3	1502	1430	4000	.80	.12265	.09850	.09813
3	1502	1440	4000	.80	.12097	.09879	.09678
3	1502	1450	4000	.80	.11879	.09921	.09503
3	2502	1460	4000	.80	.11765	.09973	.09412**
1	1501	1420	2100	1.60	.18190	.10298	.29100
2	1501	1450	3100	2.00	.33265	.10379	.66530
3	1502	1460	4000	.80	.11765	.09973	.09412
TOTAL				4.40	AVG. 23873	AVG. 10287	1.05042

주~출하)인 경우는 160을 권장하고 있다.

3. 기타요구량의 결정

단백질요구량이라는 것은 실재는 아미노산요구량인 것이다. 따라서 아미노산균형이 잘 이루어지면 조단백질의 수준은 1~2% 정도 쉽게 내릴수 있다.

닭에 있어서 제한되기 쉬운 필수 아미노산은 다른 단위동물과 같이 라이신과 함유황아미노산(메치오닌, 시스틴)이지만 이외에도 다른 동물에게는 비필수인 알지닌(arginine)과 글라이신(glycine)이 필수적이므로 이들의 수준도 고려해 주어야 한다. 육계사육시 특히 문제가 되고 있는 각약증은 여러가지 영양소가 관계되어 있다. 특히 칼슘, 인, 망간, 아연과 같은 광물질과 비타민 D, 콜린, 나이아신, 바이오틴, 리보플라빈과 같은 비타민이 관계되어 있기 때문에

특별히 고려해 주어야 한다.

최근의 연구결과에 의하면 어린가금에 너무 높은 수준의 지방을 첨가할 경우에는 소화흡수가 충분히 되지 않아 많은 양이 그대로 배설되는데 이때 지용성 비타민들, 특히 이들중 비타민D가 같이 배설되기 때문에 각약증을 유발할 가능성이 높아진다. 어린병아리에 있어서 지방의 소화흡수능력이 제한되어 있는 것은 지방소화 흡수에 필요한 담즙산의 합성능력이 제한되어 있기 때문이다.

육계사육에 있어서 해결되지 않은 또 하나의 큰 문제점은 건강한 병아리가 갑자기 죽는 Flip over 또는 Acute Death Syndrome이다. 이러한 증상은 바이오틴 또는 비타민 복합체를 대량 투여함으로써 발생빈도를 줄일 수 있다는 보고도 있고 사료내 지방의 수준 및 종류, 전해질 물질들(Na⁺, K⁺, Cl⁻)과 상관관계가 있다는 보고도 있다.

이러한 것들이 모두 육계의 비타민과 광물질의 요구량을 결정하는데 고려되어야 할 사항들이다. 이외에도 성장촉진제의 선택과 사용시기, 항콕시딕제의 선택, 조합(shuttle program 사용시), 사용시기 그리고 타 영양소와의 상호작용들도 신중히 고려해야 할 것이다.

Ⅲ. 사양프로그램과 사양결과의 실례 (實例)

1. 육계사양 프로그램

육계사양에 사용된 사양프로그램의 한 예를 보면 표2와 같다. 백(1984)은 캐나다의 일부 전업육계농가를 대상으로 하여 일백구십만수의 육계를 사양하는데 이 사양프로그램을 사용하였고 여기에 사용된 사료의 specification은 표3과 같다. 사양 프로그램은 표2에서 보는 바와 같이 암, 수, 혼합육계사양으로 구분하였고 사료는 23% 단백질 육계전기사료(23% Broiler Starter)와 21%단백질 육계중기사료(21% Broiler Grower) 그리고 19% 단백질 육계후기사료(19% Broiler Finisher)로 구분하였다. 표3은 전산기에서 최소가 사료배합표(Least-cost formula)를 작성하는데 필요한 각 사료의 specification들이다.

2. 사양결과

위의 육계 사양 프로그램을 사용하여 얻어진 결과를 요약하면 표4와 같다. 표에서 보는바와 같이 평균출하일령, 평균출하체중 및 평균

사료효율은 암수혼합 사육시는 47.3일, 1.94kg, 2.02이고 숫브로일러 사육시는 41.0일, 1.73kg, 1.98이었고 암브로일러 사육시는 48.1일, 1.83kg, 2.04로 각각 나타났다.

출하체중(\hat{Y} , kg)과 일령(X)과의 회귀방정식은 그림5와 같은데 암수혼합 사양시는 $\hat{Y}=0.0606X-0.928$, 숫브로일러 사양시는 $\hat{Y}=0.0403X+0.079$, 암 브로일러 사양시는 $\hat{Y}=0.0407X-$

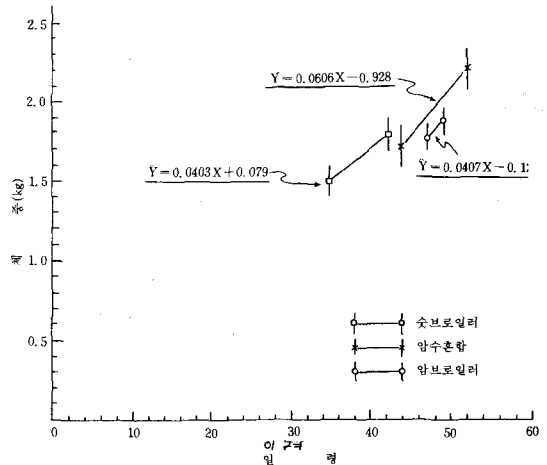


그림 5. 육계출하일령에 대한 출하체중의 회귀(백 1984)

0.128이었다.

한편 사료효율(\hat{Y})과 일령(X)과의 회귀방정식은 암수혼합사양시 $\hat{Y}=0.0085X+1.641$ 이었다.

위의 결과에 의하면 암수를 구별하여 사양했을때 숫브로일러는 암브로일러보다 평균 일주일가량 빨리 출하되었으며 출하체중은 0.1kg가 넘고 사료효율은 0.04만큼 좋았다. *

표 2. 육계 사양프로그램(백, 1984)

일		령		사 료 명
암수혼합	숫브로일러	암브로일러		
1~24	1~25	1~21		23% Broiler starter
24~출하 7 일전	26~36	22~40		21% Broiler Grower
출하전 7 일간	37~출하까지	41~출하까지		19% Broiler Finisher

표 3. 사료 Specification (백, 1984)

Ingredients	23% Broiler Starter		21% Broiler Grower		19% Broiler Finisher	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Ground Wheat						
Ground corn						
meat meal		5.0		5.0		5.0
Fish meal-65		3.0		3.0		
Soybean meal-47						
Canola meal		5.0		5.0		5.0
Animal Fat	2.0	4.0	2.0	6.0	2.0	6.0
Limestone						
Mono+Dical Phos						
Salt	0.1		0.1		0.1	
Broiler Premix	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
Coban Premix	0.25	0.25	0.25	0.25		
D, L-methionine						
Lysine-HCl						
Zeolite	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0
Nutrients						
ME	3050		3150		3200	
C Protein*	23		21		19	
Arginine	1.4		1.26		1.1	
Lysine	1.23		1.10		0.98	
meth+Cys	0.91		0.78		0.72	
Tryptophane	0.23		0.21		0.20	
Threonine	0.77		0.7		0.65	
calcium C	1.1	1.2	1.05	1.1	0.95	1.05
Available P	0.55	0.6	0.53	0.6	0.48	0.53
Total P	0.75		0.72		0.70	
Salt	0.35	0.55	0.35	0.55	0.35	0.55
Sodium	0.17		0.16		0.16	

표 4. 육계사양성과(백, 1984)

항	목	암수혼합	숫브로일러	암브로일러
사육기간중폐사율, %		5.23	4.64	4.8
운반중폐사율, %		1.37	1.01	0.67
불합격율, %		1.56	0.96	1.61
평균출하일령		47.3	41.0	48.1
출하시평균체중, kg		1.94	1.73	1.83
사료효율		2.02	1.98	2.04