

# 산지양계를 활용한 산림복합경영 모델

국립산림과학원 산림약용자원연구소

김 만 조



# 산림복합경영 (Agroforestry, 혼농임업) 이란?

## ❖ 정의

➤ 농업, 임업, 축산기술의 조화로운 활용을 통해 생태적, 경제적, 사회적 이익을 최적화시키는 집약적인 토지이용 시스템을 말함 (사전적 의미)

➤ 산지에서 목재생산은 물론 단기간에 소득을 올릴 수 있는 수실류, 산채, 약초, 특용수 등 단기임산물 생산도 병행하여 지속적인 경영을 하는 것

### ☞ 산림복합경영의 의의

- **(협의)** 농업·임업·축산업을 결합한 수익성이 높은 1차 산업에 국한
- **(광의)** 청정 임산물 생산과 더불어 먹거리/볼거리를 연계한 휴양/체험 중심의 3차 서비스 산업과의 융·복합을 통해 부가가치 극대화  
⇒ 농산촌 경제 활성화의 기반 제공

# 우리나라의 산림복합경영 모델

## ❖ 유실수/특용수 + 산지축산

- 지향점 : 안정적인 소득 확보(품목 다각화), 친환경 순환농법 실현
- 대상지 : 유실수, 특용수 재배지
- 축 종 : 닭, 염소 등



Panel paddock system : 5mx10m,  
every two weeks, 20 chickens

# 친환경 축산 사례 [외국, 닭 순환방사]



Panel paddock system : 5mx10m,  
every two weeks, 20 chickens

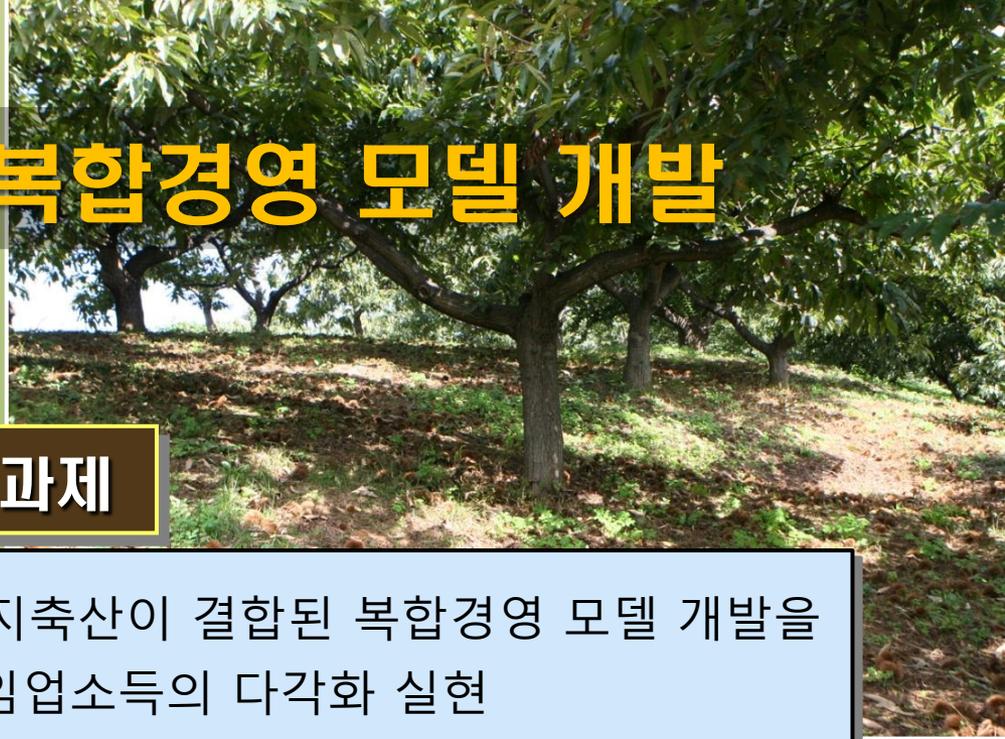


# 친환경 축산 사례 [외국, Chicken tractor]





# 산지양계 활용 산림복합경영 모델 개발



## 밤나무 재배지 산지양계 협업과제

- 목적 : 밤나무 재배와 친환경 산지축산이 결합된 복합경영 모델 개발을 통한 농가 소득 증대 및 임업소득의 다각화 실현
- 공동 연구기관 : 국립산림과학원, 국립축산과학원
- 연구 기간 : 2014~2016 (3년간)
- 주요 연구 개발내용
  - 순환방사 기반조성기술 개발(이동식 계사, 울타리, 선호 초종 등)
  - 계절별 방사강도 및 방사유형별(육계, 산란계) 생산성 구명
  - 산지양계 최적화 밤나무 재배관리기술 개발
  - 산지양계 경제성 분석

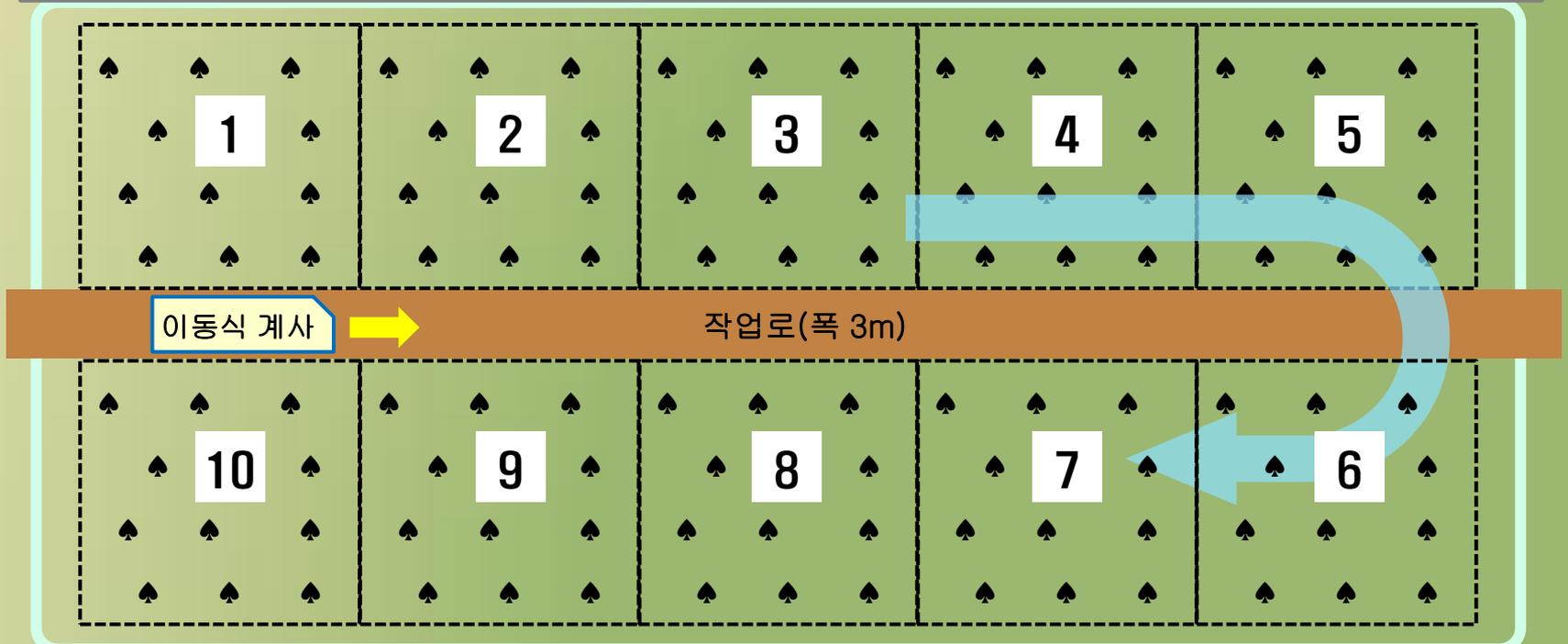
# 순환방사형 산지양계란?

## ➤ 기본 개념

- 이동식 계사를 활용하여 토양과 식물의 처리 수용능력 내의 사육밀도로 순환방사하며, 계분은 자연분해 되어 퇴비로 활용 ⇒ 경제적, 생태적 이익을 최적화
- 동물복지에 적합하고 부가가치가 높은 안전한 축산물 생산에 최적

## ➤ 순환방사 시스템

- 계분의 균일한 분산과 토양보호를 위해 전체 방사장을 여러 개의 소방사장(구획)으로 나눈 다음 1~2주 간격으로 소방사장을 순환하면서 닭을 방사



# 산지양계 기반 구축

## ➤ 대상 산지

- 공익용 산지 제외하고는 일시사용 신고로 가능 (5ha 미만), 경사 20도 이하

## ➤ 울타리

- 고정식 : 꿩망(코팅철망), 고비용, 경관상 불리
- 이동식 : 충전식 전기울타리(2천~8천V), 이동과 설치 용이, 경관상 유리

## ➤ 이동식 계사

- 야간에 천적으로부터의 보호

## ➤ 기타 시설 : 작업로(폭 3m), 급수시설, 먹이통 등



# 산지양계 기반 구축



# 산지양계 기반 구축 (고정식 울타리)



# 산지양계 기반 구축 (이동식 울타리)



# 이동식 계사 제작 (2mx3m, 1.8평)

## ➤ 이동식 계사 개선

- 경량화 : 4인 견인 ⇒ **2인 견인**, 높이 2.4m ⇒ **2.0m**
- 기능성 : 비가림 그늘막 커튼, 접이식 햇대, 내장형 먹이통 및 급수기

## ➤ 이동식 계사(햇대 6단)의 최대 수용 마리수

- 6~8주령 350수/계사
- 8~10주령 250수/계사
- 10~13주령 180수/계사
- 13~16주령 120수/계사



# 산지양계 순환방사 전경



# 산지양계 순환방사 전경





**우리맛닭2호(국립축산과학원 개발, 재래 토종닭 복원)**



배관 급수기



고무통 급수기



니플형 급수기



니플형 급수기



**일반 먹이통**



**비가림 먹이통**



**비가림 먹이통**



**대나무 헛대**

## 순환방사 시스템 및 사양관리기술 개발

### ▶ 순환방사장 구획 및 관리

- 닭들이 잦은 계사이동으로 인한 주위 환경변화로 이동식 계사로부터 반경 30m 이상 멀리 활동하지 않으며, 매 등 천적에 놀라면 계사 아래로 피신  
⇒ 소방사장(구획) 면적은 최대 300평 이하로 구획하는 것이 좋음
- 닭이 성장함에 따라 활동반경이 커지고 계분량도 많아 토양 훼손이 심해지므로 구획면적을 늘리거나 방사기간을 줄임 ⇒ 소방사장 면적 차등 구획

### <순환방사 시 방사밀도별 소방사장 방사 가능 일수>

닭 나이	방사 밀도	방사 가능 일수	비고
4~8주령	4수/평	12~14일	소방사장 내에서 계사 이동 필요
8~10주령	3수/평	10~12일	
10~12주령	2수/평	8~10일	
12~16주령	2수/평	5~8일	

# 2014년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

## <산지양계 순환방사 시험 결과>

시험지	구 분	입식	출하	폐사 원인							
				맹금류	계두	개	설치류	곡시듬	압사	행불	계
화성 (닭장망)	1방사장	500	209	12	191	83	-	-	3	2	291
	2방사장	300	204	2	31	62	-	-	-	1	96
	3방사장	200	192	1	3	-	-	-	4	-	8
	계	1,000	605	15	225	145	-	-	7	3	395
충주 (평망)	1방사장	400	371	14	12	-	-	3	-	-	29
	2방사장	600	557	14	22	-	1	-	-	6	43
	계	1,000	928	28	34	-	1	3	-	6	72

- 외부울타리로 나이론 재질의 닭장망은 개, 너구리 등의 침입에 취약하므로 코팅철사 재질의 평망이 천적 침입 방지에 적합
- 맹금류 중 낮 동안 매에 의한 피해는 12주령 이하에서 많았으며, 14주령 이상 큰닭에서는 피해가 적음. 부엉이 피해는 밤에 계사 밖에서 잠을 청한 닭에서 발견
- 계두, 곡시듬 등 닭 질병 방지를 위해 병아리 입식 시 백신 접종 필요



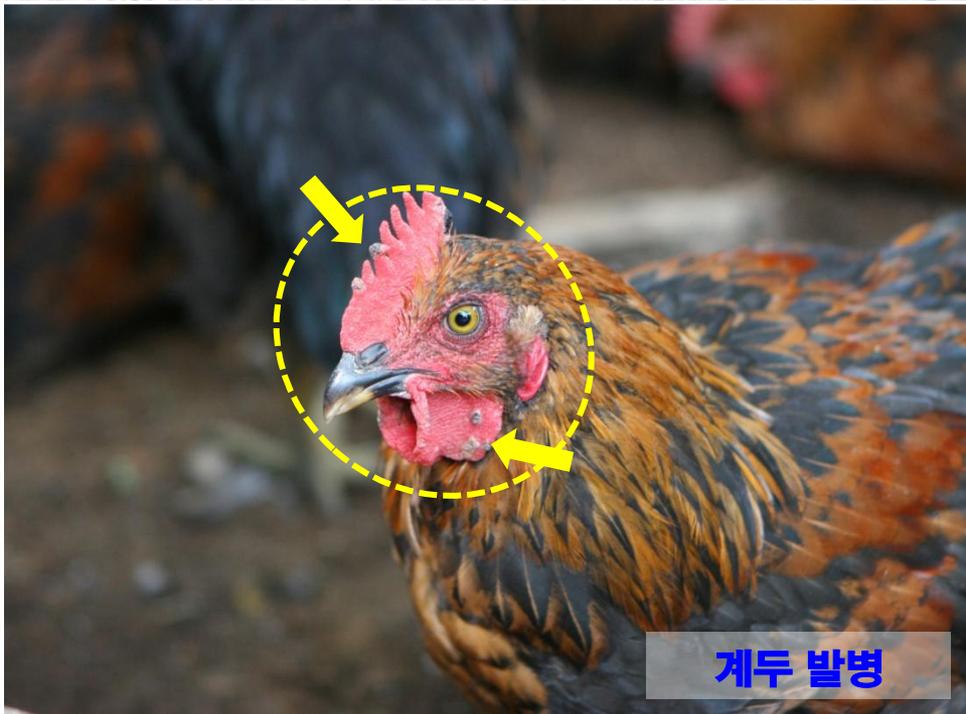
들개 울타리 침입



들개 계사 침입



간이계사 피해



계두 발병

# 2014년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

## ▶ 가슴육의 색도(12주령)

구 분		L	a	b
대조구(관행사육)		70.10	1.59	5.91
산지방사 (1.5수/평)	충주	47.89	2.56	4.70
	화성	47.30	2.49	4.46
산지방사 (1수/평)	충주	47.89	2.20	3.72
	화성	49.48	2.21	5.26

## ▶ 가슴육의 이화학적 특성(12주령)

구 분		수분(%)	지방(%)	단백질(%)	조회분(%)
대조구(관행사육)		70.43	2.37	21.63	1.25
산지방사 (1.5수/평)	충주	74.17	0.81	22.48	0.96
	화성	73.93	0.64	23.74	0.87
산지방사 (1수/평)	충주	73.89	1.01	23.35	0.97
	화성	73.36	0.86	24.13	0.96

- 관행사육에 비해 지방 함량이 평균 65% 감소, 단백질 함량은 8.3% 증가

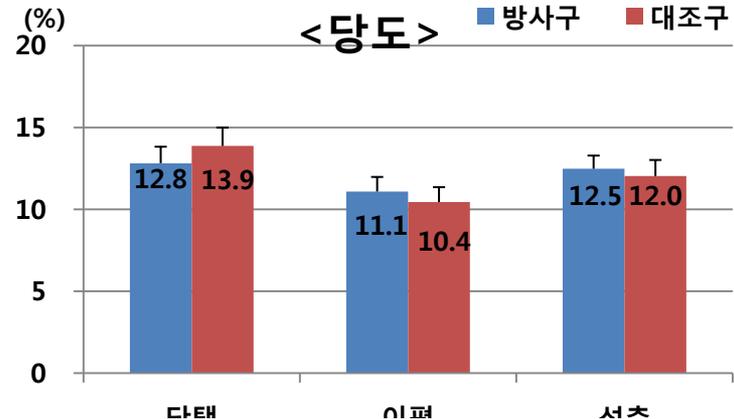
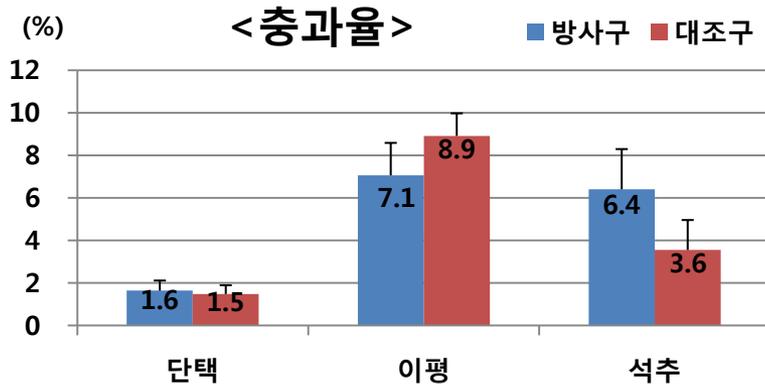
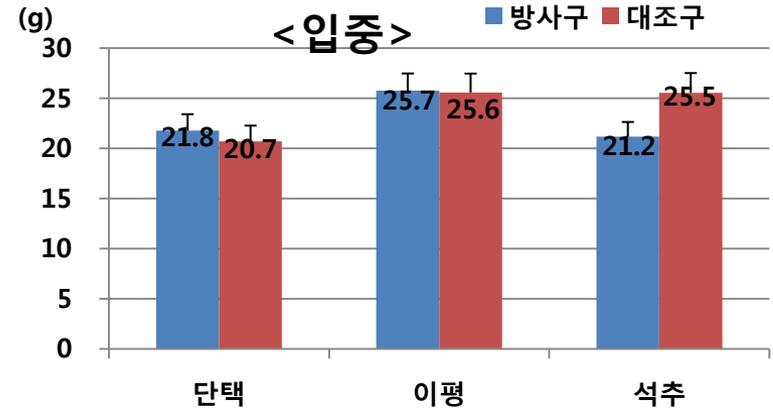
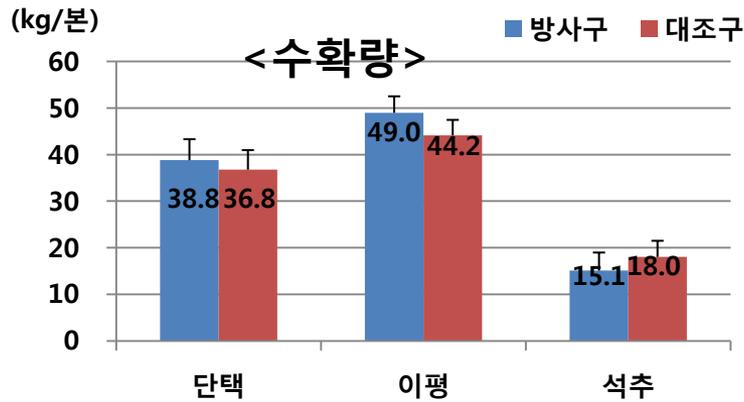
# 2014년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

## ➤ 계육의 지방산 조성

지방산	대조구 (관행)	순환방사	
		1.5수/평	1수/평
Myristicacid (C14:0)	0.64	0.98	0.97
Palmiticacid (C16:0)	26.00	21.89	22.04
Palmitoleicacid (C16: 1n7)	5.06	4.29	4.98
Stearicacid (C18:0)	7.43	7.76	7.09
Oleicacid (C18:1n9)	29.80	40.78	42.35
Linoleicacid (C18:2n6)	23.73	21.54	20.02
γ-Linoleicacid (C18:3n6)	0.16	0.21	0.25
Lonolenicacid (C18:3n3)	0.99	1.00	0.91
Eicosenoicacid (C20:1n9)	0.20	0.54	0.57
Arachidonicacid (C20:4n6)	4.14	1.00	0.82
Eicosapentaenoicacid(EOA) (C20:5n3)	0.10	-	-
Docosahexaenoicacid(DHA) C22:6n3)	0.36	-	-
포화지방산	32.40	30.64	30.10
불포화지방산	67.60	69.36	69.90
단가 지방산	40.49	45.61	47.89
다가 지방산	27.12	23.75	22.00

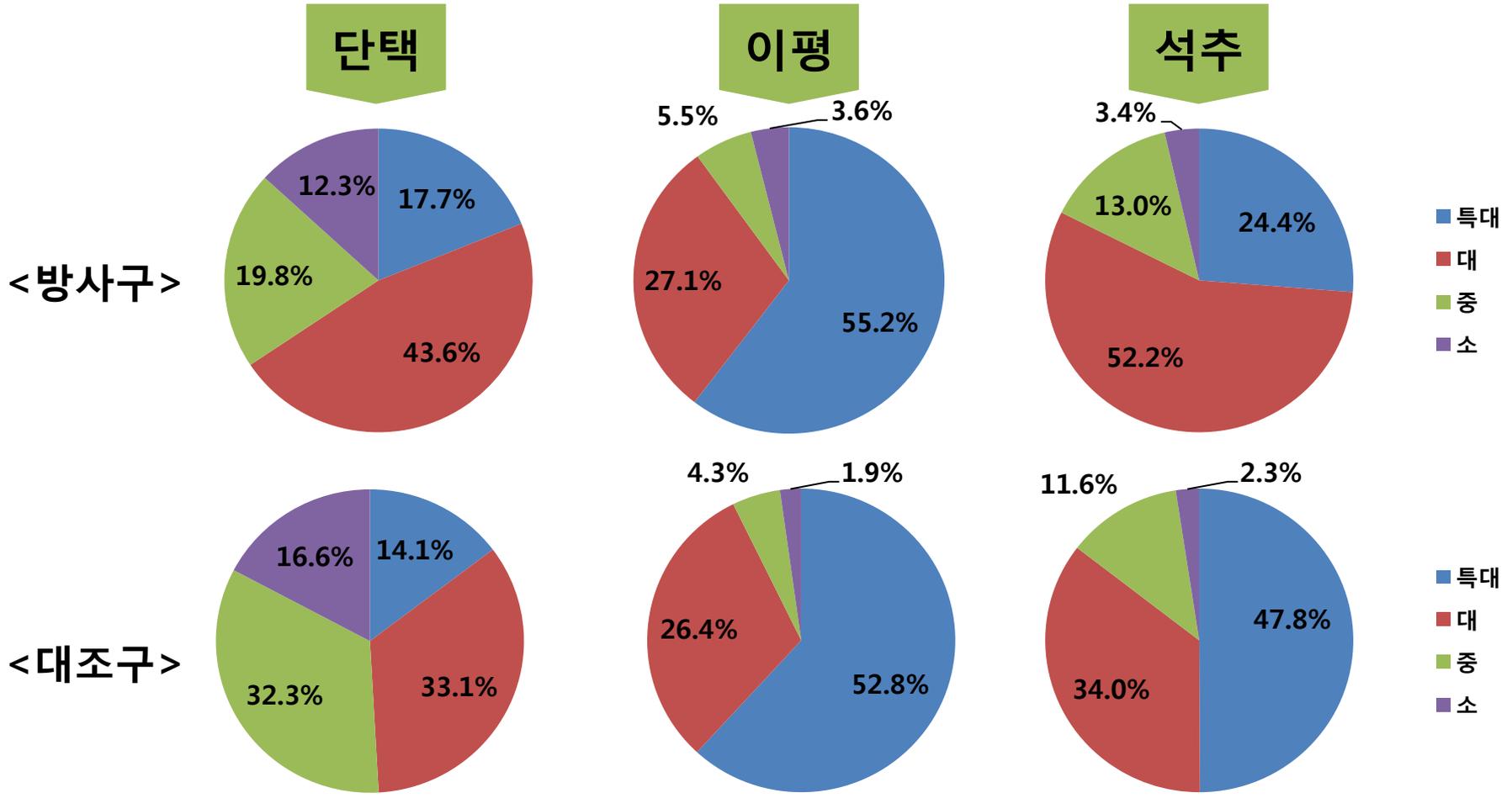
# 2015년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

- 공시품종 : 단택(30년생)-18본, 이평(30년생)-20본, 석추(10년생)-20본
- 조사항목 : 수확량, 입중, 당도, 열과율, 밤바구미 피해율, 과실품등



# 2015년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

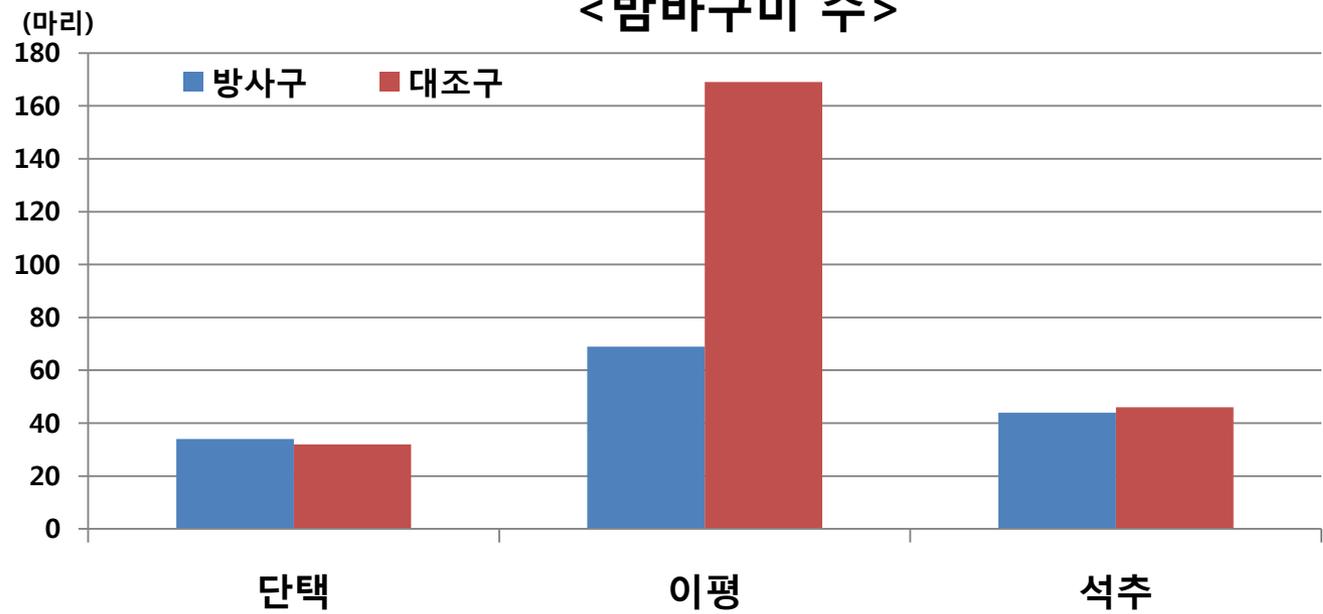
## ◆ 밤 과실 품등 비교



# 2015년 밤나무 재배지 산지양계 시험결과

## ▶ 밤 바구미 피해율

<밤바구미 수>



밤바구미 산란



유충 식해



탈출한 노령 유충

# 밤나무 재배지 활용 복합경영 모델

## ➤ 지향점 : 연중 소득발생이 가능한 복합경영 모델 제시

- 봄(산채), 여름(닭, 육계), 가을(밤), 겨울(닭, 산란계) 연속적으로 소득 발생
- 자가인력 경영, 체험형 농장(6차 산업화), 친환경 순환농법 완성

## ➤ 주요 내용

- 순환방사 후 산채 재배지 조성 : 음지형, 잡초와의 경쟁우위, 계분 흡수 등
- 산채종 : 곤드레, 참취, 곰취, 방풍, 파드득나물, 전호, 섬썩부쟁이 등





애기똥풀



개망초



환삼덩굴



고사리류

# 산지양계 산채재배지 조성 [2014, 화성]



순환방사 2일차



순환방사 7일차



경운 작업(7월)



파드득나물  
(10월 중)

# 산지양계 산채재배지 조성 [2014, 충주]



순환방사(7월 초)



산채 이식(7월 중)



수확망 설치(8월 하)



산채 생장  
(10월 하)

# 2015 산지양계 총주시험지 [산채 재배지]



산마늘(4/6)



섬속부쟁이(4/6)



곤드레(5/6)



산채 수확체험

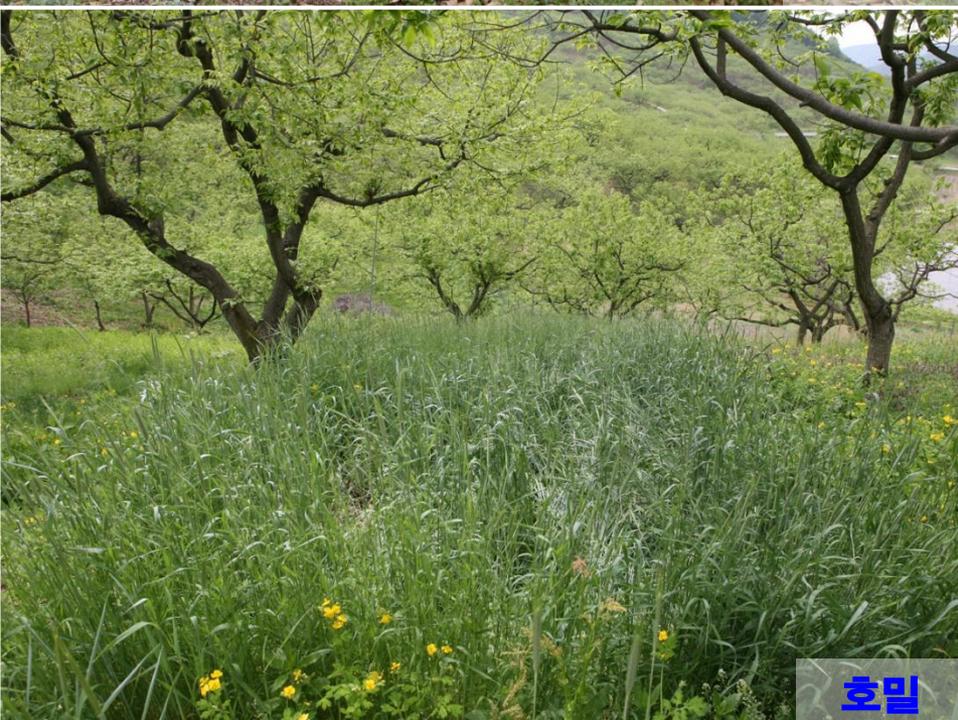
# 2015 산지양계 총주시험지 [사료작물 재배]



귀리



보리



호밀



헤어리베치



**보리(6월 초순)**



**호밀(6월 중순)**



**귀리(6월 중하순)**



**호밀 이삭 급여**

# 2015년 산지양계 시험결과

## ▶ 산지양계 시험지별 증체량

시험지	닭 입식		닭 체중(g)					
	일자	주령	6주	8주	10주	12주	14주	16주
화천	4/23	5주령	730	1,298	1,941	2,350	2,508	2,665
충주	5/6	4주령	714	1,120	1,710	2,086	2,415	2,775
경산	5/7	4주령	739	1,439	2,152	2,747	2,906	3,136
화성	6/2	4주령	721	1,347	1,739	2,094	2,431	2,940
<b>평균</b>			<b>726</b>	<b>1,301</b>	<b>1,886</b>	<b>2,319</b>	<b>2,565</b>	<b>2,879</b>

- 사육기간별 증체량의 경우 7~8주령은 575g, 9~10주령은 585g, 11~12주령은 433g, 13~14주령은 246g으로 나타남.
- 닭의 성별은 12주령 전후로 구분이 되며, 암·수탉 간 체중차이는 12주령은 480g, 14주령은 580g, 16주령은 955g으로 나타남

※ 운동량이 많지만 사료 외에도 야외에서 풀 등을 자유롭게 먹이활동

# 2015년 산지양계 시험결과

## ▶ 산지양계 시험지별 육계 육성률 및 폐사 원인 (16주령 조사)

시험지	입식 수량	출하 수량	육성률 (%)	폐사 원인					
				압사	맹금류	야생 동물	고온 피해	기타	계
화천	500수	494수	98.8	1	-	-	-	5	6
충주	1,000수	894수	89.4	39	26	28	-	13	106
경산	750수	687수	91.6	8	-	6	26	23	63
화성	500수	433수	86.6	6	18	33	-	10	67

- 입식 후 3개월이 경과한 16주령 육계의 육성률은 91.6%로 우수하였음. 입식 전 병아리 때 백신접종 영향으로 질병으로 폐사한 닭은 없음
- 입식 초기 바뀐 환경에 적응하는 과정에서 울타리 밖의 천적(고양이, 개 등)들의 움직임이나 소리에 놀라 닭들이 한 곳에 뭉치면서 압사를 당하는 경우가 많으므로 방사 초기 1~2주차에는 조용한 환경을 만들어 줌

# 화천 산지양계 시험지(고로쇠 조림지)



산지양계 시험지 조성



닭 입식  
(4/23)



12주령 닭



도제한 닭

# 경산 산지양계 시험지 (대추 재배지)



미방사구



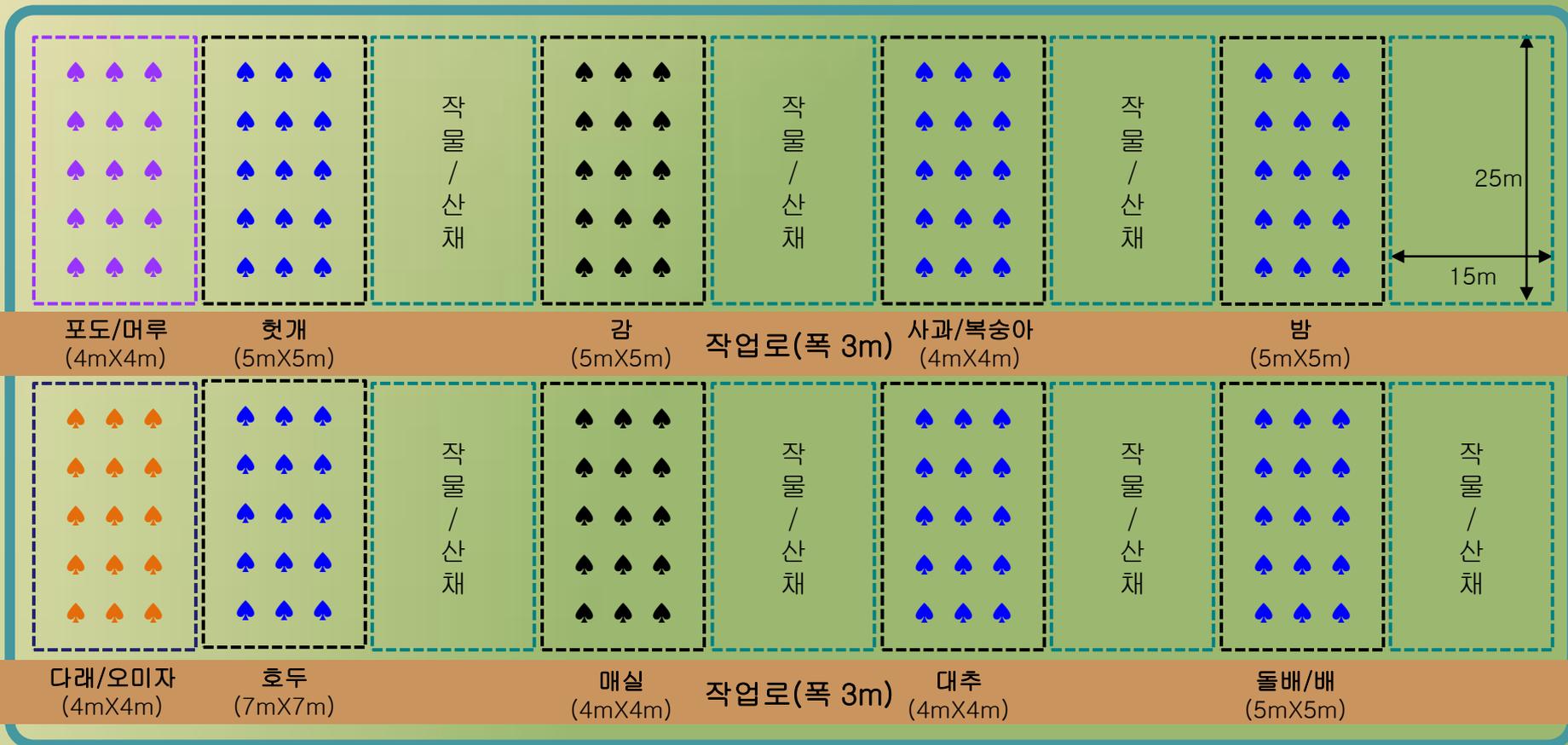
방사구

# 자연순환형 산림복합경영지 설계 [약 1ha]

## ▶ 식물 배치

- 각 구획(15mX25m, 115평)에는 광 요구도에 따라 작물, 산채, 약초 재배
- 경계에는 울타리용으로 두릅, 음나무, 오갈피, 옷나무 등 순채류 재배

▶ 가축 방목 : 전기그물망으로 100~250평 크기로 구획하여 닭, 염소 등을 순환방목



# 산림복합경영 활용 산림비즈니스 모델(화천)

## ■ 임내 정리 및 산채 식재(2011. 3~4)



## ■ 산채 임간재배지(2011. 5~8)





산채 임간재배지



산마늘 체험



밤 재배지 산채체험



산채하우스 수확체험





**밑거름주기(2/14)**



**종자 파종(2/28)**



**곰취 정식(4/12)**



**곰취 생장(5/15)**



농식품부 장관 충주시험지 방문(14.8.8)

파로호  
느릅마을  
산닭약선백숙요리  
우리맛닭  
수컷

자유로운 먹이활동과 흙목욕 등  
최상의 동물복지환경!

이동식 계사를 활용한 순환방사 시스템!  
올레인산이 풍부한 토종닭의 감칠맛!

### 파로호느릅마을 산닭약선백숙요리 유래

파로호느릅마을은 2010년부터 국립산림과학원 조경연구센터에 의해 마을 숲의 생태, 약초, 유실수, 특산물 등을 성숙 산림복합경영체로 조성하여 마을을 찾는 도시민들에게 휴양과 체험활동을 위한 공간을 제공하고 있다. 특히 2014년부터는 국립산림과학원과 국립축산대학의 공동연구개발로 닭과 축산이 유기적으로 연계된 산림복합경영 모델 개발이 위하여 산닭을 방사하여 친환경적으로 닭을 키우는 산닭계 시범을 수행하고 있다. 파로호느릅마을 맛닭의 약선백숙요리의 산닭은 산지양계를 통해 생산되었으며, 화한이 없고 깨끗한 자연환경 속에서 자유로운 먹이활동과 흙목욕을 하는 등 최상의 동물복지환경에 자란 닭이 소재이다. 약선백숙요리는 연삼, 배, 내수 등 기름이 많고 재료가 달걀, 참기름 등 다양한 약재가 추가되어 23종에 육우 유색이다.



### 우리맛닭은 산지방사로 키워집니다.

어린 닭은 수컷이 최고 일당(하루)은 닭은 300g, 암컷은 250g 정도이며 3-4개월이 지나면 소나 돼지고기처럼 볼타지고 닭고기 특유의 깊은 맛이 날기 시작한다. 시골에서 나오는 닭은 수컷으로 6개월, 암컷으로 7개월이 지나야 부도르기는 하지만 불맛은 맛은 느낄 수 없다. 보통 닭은 피로해서 피에 철분이 나오는데 이는 올레인산이 풍부한 계란노른자 또는 계란흰자에 함유되어 있는 철분이 풍부하다. 산지방사한 우리맛닭(수컷)의 계곡물농도 분이 비교한 결과 지방함량은 일반닭에 비해 45% 증가하였고 단백질 함량은 4.3%가 증가하며, 불포화지방산 함량은 3% 증가하여 육질이 우수하다.

달고지리(비어짜리) 특성(13주령)

구분	수컷(%)	암컷(%)	비어짜리(%)	비어짜리(%)
지방함량	20.43	23.37	21.63	1.25
단백질	73.84	6.83	23.43	0.94

### 친환경 산지양계

산닭을 방사하여 키우는 방식으로 자연순환형에 자라는데 도량과 사육의 생육환경을 잘 보존하면서 경제적, 생태적 가치를 최대화하여 소비를 하고 있다. 이러한 양계 방식은 최근 산지에서 도량 등의 동물복지에 적합하고 부가가치 높은 안전한 축산 생산에 최적이다. 기존의 고층식 계사와 울타리에 의존하는 양계 방식과 달리 산지양계는 이동식 계사를 활용한 순환방사 시스템을 적용하여 도량과 사육이 차차할 수 있는 순환방사 내제 시스템을 방사하여 사육하며, 분노는 자연채육 되어 치사로 활용된다. 순환방사 시스템은 계사의 균형을 분산과 조영효과를 위해 전체 방사장을 5개 개의 소방사장(100~300 평)으로 구분하여 1~2주 간격으로 소방사장을 순환하면서 닭을 방사한다.



### 우리맛닭

국립산림과학원에서 개발한 우리맛닭은 1992년부터 15년간에 걸쳐 최종육을 확인하여 이듬해에 도입해서 닭고기와 알의 생산량을 계속적으로 계통을 안정화 하고 있는 닭종으로 높이 30cm이다. 우리맛닭은 육질이 부드럽고 산지방사한 닭고기 특유의 깊은 맛과 향이 있다. 우리맛닭은 후회와 대가 관련은 여타의 닭과 달리 닭고기를 먹을 때 특유의 특유의 구수한 맛과 향이 있다. 우리맛닭은 높은 육질이 특징이다. 우리맛닭은 육질을 달고지방(지방)이 30% 정도를 내는 Olan(올레인산)의 함량이 2배 정도 높고 닭이 생산한 글루타민산(glutamic acid)이 30% 많다. 또한 철수화인산(Fe)의 함량도 2배 이상인 산닭이 37% 높으며, 지방노화방지 효능을 지닌 올레인산 함량이 9.8% 높다.

달고지리(비어짜리) 특성(13주령)

구분	수컷(%)	암컷(%)	비어짜리(%)	비어짜리(%)
지방함량	21.13	4.83	5.33	4.7%
단백질	5.86	6.13	5.56	6.3%

감사합니다