

가족농 단위 농가 내 경축순환 영농을 위한 적정규모 산출 및 표준화

원중연*/원가자농 대표

연구 필요성

현 단계 한국의 농가 경영구조의 특징은 고령화·가족농화·임차농화로 축약할 수 있다. 2011년 농림축산식품부 통계를 보면, 1ha 미만의 소농은 전체 농가의 64%로 증가 추세에 있다. 우리나라 농가의 대다수가 소농이며 가족농인 셈이다. 경종과 축산을 각각 따로 경영할 때보다 경축순환농업을 할 때 사료와 퇴비를 상호순환하여 중복비용을 일부 감축할 수 있지만, 유기사료 자가제조비용이 구입사료비용보다 많이 소요된다. 이 문제점은 영농규모(사육두수, 영농면적)와 깊은 관계가 있어서 어느 정도의 규모일 때 경제성이 최적인가를 알아내는 것이 중요한 과제이다.

FTA에 대비하여 수입 농축산물과 차별화된 유기농 축산물의 안정적인 생산기반을 구축하는 일이 절실하다. 소농의 가족농이 소규모의 경축순환 농업으로 사료비를 절감하기 위해서는 저비용 유기 돼지 사육기술 보급이 필요하다. 구제역 등 질병에 대한 내병성과 환경개선 효과에 적합한 기술 강화가 요구된다. 가족농 단위로 경축순환농업을 하기 위해서는 농가 내 양분 수지가 균형을 이룰 수 있는 적정한 규모이어야 한다. 그래야만 결국 경제

* 원중연: 원가자농 대표. 유기축산 인증 받고, 경축순환농업을 실천하고 있다. 유기농산물 부산물 또는 판매되지 않은 농산물을 사료화하고, 축분뇨를 퇴비와 액비로 만들어 경영비 절감 및 수입 퇴비 문제를 해소하고 있다.

성도 좋아질 수 있다. 이런 점에서 볼 때 시설 중심의 대규모 축산 농가는 농가 단위로 경축순환농업을 하기가 쉽지 않다. 저비용 고부가가치 실현을 위한 가족농 간의 협동 네트워크를 구축할 수 있는 실천적인 사례를 제시할 수 있다. 농업 생산, 특히 축산에서도 온실가스가 많이 방출하므로 그 대안이 필요하다. 유기축산과 유기경종의 농장 내 순환시스템을 통해 온실가스 저감, 농장 주변 토양 및 수질오염 저감, 농축산 부산물의 자원순환이 절실하다.

본 연구는 소규모 가족농에 적합한 자원순환을 농가(농장) 내에서 실행하기 위해서 적절한 경종의 규모와 이들 경종에 적절하게 공급할 수 있는 축산의 규모를 결정하는 균형조건을 파악하는 현장연구로 수행했다. 유기축산 사양 시 고려할 사항으로는 방목, 유기 부산물 사료화 배합비 조성 분석, 분뇨 발생량 산출 및 영양소 산출, 가축분뇨 퇴비화 방식과 영양소 계산, 증체율 향상방법 등이며, 농가 내 경축순환을 위한 경종과 축산의 기술적, 경제적 적정 규모(축산 사육두수와 경종 면적)를 산출해야 한다. 이를 통해 순환농업에서의 사료화 및 퇴비화 기술의 매뉴얼을 정립하고, 유기 경축순환농업 실천을 통한 투입물(사료, 퇴비) 실증자료를 구축하여, 가족농 단위에서 생산 기술적 효율성(저투입)과 경제적 효율성(저비용)을 동시에 달성할 수 있는 적정 규모를 산출함으로써 영농의 지속가능성을 제시하고자 한다.

연구 방법

1. 유기 축산 연구 범위

유기발효사료 제조방법, 돈육 특히 획득을 통해 자가제조 농산부산물 중심의 유기발효사료의 배합비율을 표준화한다.

가족농 단위로 가능한 경축순환 시스템에서 저투입 효과를 분석한다. 이를 위해 첫째, 경종에서의 유기퇴비 수요량과 축산에서의 공급량(분뇨단위)을 계산한다, 둘째, 축산에서의 유기사료 수요량과 경종에서의 공급량 계산으로 과부족 등 기술적 효율성을 분석한다. 이를 토대로 순환농업의 농자재 투자의 중복비용 감축 효과를 계산한다.

유기 축분의 분뇨단위 산출로 유기퇴비화 표준화와 성분 분석, 최적 경작 면적과 최적 사육두수, 작목을 선정한다.

2. 축산 연구방법

사료 효율을 비교 시험했는데, 사료 분석은 사료 구성과 증체율(단백질 증감)을 분석했다. 본 연구를 수행할 현장으로 방목장 2,000평 정도에 호밀 재배와 방목 돈사(비닐하우스) $55\text{m} \times 6\text{m} = 330\text{m}^2$ 를 조성했다.

* 구역을 구분해 순환 방목한다



[그림 1] 현장 연구 방목장

3. 경종 연구방법

본 연구를 위해 무, 비트, 시금치를 재배했다. 시험구는 자가제조한 축산분뇨를 발효한 두엄을 사용하고, 대조 1구는 시판 유기비료를 사용했으며, 대조 2구는 두엄과 유기비료를 혼용했다.

시험 포장에 대한 토양 검정방법으로 시비 처방, 수확 후 토양 잔류 농약을 분석했다.

토양 검정을 위해 표본 필지 10곳 이상에서 토양을 채취한 후 혼합하고, 800g 정도를 평창군농업기술센터에 의뢰해서 2회 분석했다. 두엄 성분검사는 강원도 농업기술원에 의뢰해 시행했다.



처리구: 두엄 사용



대조 2구: 두엄과 유기비료 혼용

[그림 2] 유기 경종 현장 연구포장(비트 발)

연구내용 및 결과

1. 연구 내용

가. 재료 및 방법

본 연구에 참여한 농장은 강원도 평창군 진부면 해발 800m의 산간지역에 지형적으로 외부와 차단된 지역이며, 생태적으로도 안전한 위치에 자리 잡고 있다. 2012년 농촌진흥청에서 지원하는 연구과제 사업에 참여하여 “한국형 저비용 경축순환 유기돼지 생산기술 개발” 연구를 하였다. 이를 통해 본격적으로 경축순환 유기농업의 효과를 실증하는 실험을 하게 되었다. 농가 영농 현황은 <표 1>에 요약하였다.

(1) 유기경종: 자가 제조 발효퇴비 투입

유기퇴비는 전량 자연농업 원리에 따라 자가 제조한 발효 퇴비를 사용했다. 순환농업 이전에는 구입퇴비를 사서 사용하거나 일부 제조하여 사용하였으나, 순환농업을 한 이후로는 돈분 등을 활용하여 100% 자가 제조하여 투여한다. 기타 청초액비, 산야초 효소, 영양제 등 자재도 대부분 자가 제조 후 사용하고 있다. 돈분 발효퇴비는 <표 2>와 같이 축사에서 돈분과 우드칩, 볶짚과 함께 1년간 자연 숙성된 것을 수거하여 살포했다.

〈표 1〉 사례농가의 영농 현황

구 분	유기 경종	유기 축산
품 명 (축 종)	인삼, 당근, 양상추, 상추, 감자, 옥수수, 시금치, 무, 비트, 브로콜리 외 20종	비육돈(흑돼지), 토종닭
지 형	해발 800m 산간지역 약간 비탈진 밭	좌동
규 모	3ha*	비육돈(흑돼지) 총 210두, 토종닭
인증 단계	유기농산물 인증	유기축산물 인증
영농 방법	퇴비 등 유기농자재 자가제조	유기사료 자가제조, 순환 방목 등
관 매	직거래, 계약판매, 협동조합	좌동
가 공	-	스페인식 하몽(Jamon), 수제 소시지, 햄
관 광	농촌진흥청 스타 팜 지정	

주: 총 * 6ha 중 경축순환에 참여하는 경지는 3ha임

〈표 2〉 자가 제조 발효사료의 배합재료와 비율

(단위: %)

재료	돈분	우드 칩	벗짚(풀 포함)	계
구성비	50	25	25	100

일정별 연구 경과를 정리했다.

2014. 4. 2: 시험포장 669번지 700평(시험구 350평+대조1구 350평)에 두엄을 3.5톤 5대 분량을 살포하였다.

2014. 5. 9: 경종 대조구에 유박 비료를 살포한 후 로터리 작업 (호밀은 파쇄)을 하였다. 시험구에는 두엄 9m³를, 대조 1구에는 두엄 9m³+유박20포를, 대조 2구에는 유박 35포를 살포했다.

2014. 5.12: 비트, 무 시험구와 대조구 밭을 설정하였다.

무 밭은 추대현상이 시험구와 대조구 모두 동일한 규모로 발생하여 농촌진흥청에 현장조사 및 원인 파악에 대한 자문을 의뢰하였다.

2014. 6. 1: 시금치 시험구와 대조구에 두엄을 살포하였다. 시험구에 동당(120평) 1.5m³, 대조 1구에 두엄 1.5m³+유박 13포, 대조 2구에 13포(유박1포:10평)를 살포하였다.

2014. 7. 5: 시금치 엽색 관찰 결과, 시험구는 연녹색, 대조 1구는 청록색, 대조 2구는 연녹색과 청록색의 중간 정도로 확연하게 구분되었다.

2014. 7.13: 시금치 엽색 관찰 결과, 시험구는 옅은 녹색, 대조 1구와 대조 2구는 짙은 녹색을 띠었다.

유기경종 시험구는 흑돼지 발효퇴비 두엄을 살포하여 조성하였고, 유기경종 대조구는 두엄과 유박비료를 살포하여 조성하였다. 발효퇴비는 1년간 발효한 두엄을 사용하였다.



[그림 3] 1년간 발효한 두엄



[그림 4] 두엄 걷어내기



[그림 5] 무, 비트 밭에 두엄 살포



[그림 6] 무 추대현상 발생

(2) 유기축산: 자가 제조 발효사료(순환, 실험구)와 외부 구입 사료(비순환, 대조구) 비교

2014년 4월 29일, 방목장에 시험구 흑돼지 30마리를 넣었다. 1차 17마리 824kg, 2차 13마리 604kg, 대조구 30마리는 축사에 1차 18마리 749kg, 2차 12마리 639kg을 넣었다.

5월 4일, 1호 돈사 두엄을 실어 냈다. 3.5m³×18대+5 합계 23트레일러 분량, 육성돈 1마

리당 연간 1.5m^3 두엄을 생산했다($80\text{루베}^1/60\text{마리}=\text{약}1.3\text{ m}^3$). 두엄은 톱밥+뱃짚+풀+분변으로 형성되었다. 5월 7일 2호 돈사 두엄을 실어 냈다. 20트레일러, $70\sim 80\text{m}^3$ (60마리 분량) 정도였다.

6월 20일에는 2호 돈사의 두엄 걷어내기를 하였다. 7월 29일에는 방목장 옮기는 작업을 했는데, 새로운 방목장에는 수단그라스가 1m 이상 자랐다.

이 연구수행 농장의 유기퇴비는 전량 자연농업 원리에 따라 자가 제조 발효퇴비를 사용하였다. 순환농업 이전에는 구입퇴비를 사서 사용하거나 일부 제조하여 사용하였으나, 순환농업을 한 이후로는 돈분 등을 활용하여 100% 자가제조하여 투여하였다. 기타 청초액비, 산야초 효소, 영양제 등 자재도 대부분 자가 제조 후 사용했다.



시험구 (방목장)



대조구 (축사)

[그림 7] 유기축산

본 연구의 실험구 사육방식 특성은 다음과 같다.

첫째, 유기경종은 자가 제조 발효퇴비를 100% 투입한다는 점이다. 순환농업을 한 이후로는 돈분 등을 활용하여 100% 자가제조하여 투여하였다. 기타 청초액비, 산야초 효소, 영양제 등 보조 유기자재도 대부분 자가 제조 후 거의 100% 투여하였다.

둘째, 실험구 유기축산은 순환농업의 원리에 따라 자가 제조 발효사료(순환)를 100% 급여하였다. 이에 비해 대조군은 시중에서 판매하는 유기사료(비순환)를 100% 급여하였다. 또한 실험구와 대조구 모두에게 유기농업 부산물과 청초 산야초 등의 조사료를 동일하게 급

1) 1루베 = 1m^3 , 80루베 = 80m^3

여하였다. 자돈도 100% 자가생산하여 입식하였다.

자가 제조 발효사료는 유기농인증 쌀 도정 시 나오는 쌀겨에 도토리 부산물을 주재료로 하여 토착미생물을 활용하여 발효시킨 것이다. 이는 계절(기온)에 따라 발효 완성 기간이 다르기 때문에 약 3~10일 간격으로 배합작업을 해서 발효된 상태로 급여하였다.

유기농산물 인증 쌀 도정 시 나오는 쌀겨에 도토리 부산물을 주재료로 하여 토착미생물을 활용하여 발효시킨 후 투여하였으며, 발효사료는 계절(기온)에 따라 발효 완성 기간이 다르기 때문에 약 3~10일 간격으로 배합작업을 해서 발효된 상태로 급여하였다.

실험구에 투여하는 자가 제조 발효사료는 <표 3>과 같은 재료를 구입해서 배합하여 발효 기간을 거친 후 사용하였다.

생산비의 절감 및 농업 부산물 활용을 위해서 도토리묵 부산물은 강원도 원주 시내에 위치한 도토리묵 생산업체인 아산농산(주)에서 나오는 것을 이용했다. 해당 업체는 도토리묵 부

<표 3> 자가 제조 발효사료의 배합 재료와 비율

(단위: kg, %)

날짜	발효사료 재료 (kg)						
	도토리묵 비지	미강	들깨묵	어분	옥수수 부산물	싸라기	콩비지
5. 8	700	1,000		100			
5. 10	2,500	3,000	250	200		160	
5. 26	2,800	2,500	250	250		250	
6. 3	2,800	2,400	250	250		250	
6. 10	2,800	2,500	250	250			
6. 16	3,500	2,500	250	250			
6. 23	3,500	2,500	250	200			
7. 1	3,500	2,500	250	200	300 l		
7. 10	3,500	2,500	250	200	300 l	밥	
7. 28	3,500	3,000	300	200	300 l	활성탄	
8. 9	4,000	3,500	300	200	400 l		
8. 18	2,100	2,000	180	120			
8. 24	2,100	1,500	150	100			
9. 10	3,500	2,700	300	200		200	2,000
9. 21	3,000	2,800	300	200		240	1,500
9. 28	3,500	3,000	300	200		250	2,500
10. 10	3,500	3,500	300	150		240	2,000
10. 22	3,000	3,000	300	200			2,500
총 량	53,800	46,400	4,430	3,470	1,300	1,590	10,500
비 율	44.3	38.2	4	3	3	3	8.5



사료 자가제조



발효숙성중인 사료

[그림 8] 발효사료 제조

산물을 폐기물 처리해 왔기 때문에 별도 금액을 요구하지 않았다. 유기농 쌀겨 및 싸라기는 강원도 철원친환경영농조합법인에서 나오는 도정 부산물을 구입해서 이용했는데 연구기간 중 계속된 가격 인상으로 인해서 경제성 저하의 요인이 되었다.

발효사료는 습식사료도 일시에 대량으로 만들어 저장해 두고 쓸 수 없어서 제조 과정을 자동화 또는 기계화할 수 없다. 또한 수시로 작업하는 제조과정에서는 화물트럭, 지게차, 스키더 로우더, 삭기 등 다수의 운반 및 작업 장비가 필요하다.

(3) 사료 성분 분석

실험구에 급여한 발효사료와 대조구에 급여한 구입 유기사료 및 발효사료에 가장 많이 투입한 도토리묵 찌꺼기에 대한 성분을 분석한 결과는 <표 4>, <표 5>와 같다.

발효사료와 도토리 부산물은 시판 유기사료에 비하여 조단백질 함량은 낮고 조섬유 함량은 높았다. 자가제조 발효사료는 순환농업의 원리에서 보면 섬유질이 풍부한 사료 투여를 통해서 축분뇨의 배출량이 많아지고, 그것이 퇴비화 가치를 높일 수 있다는 점을 살펴볼 수 있다. 발효사료는 유기 구입사료에 비하여 아미노산 함량이 낮았다.

〈표 4〉 사료 시험성적

구분	수분(%)	조회분(%)	조단백(%)	조지방(%)	조섬유(%)	Ca(%)	P(%)	열량(cal/kg)
발효사료	54.8	3.3	6.2	5.25	7.4	-	-6	-
유기사료	11.43	5.7	20.3	4.3	3.0	1.0	0.5	-
도토리*	82.2	1.6	5.4	0.9	13.6	0.31	0.06	4,218.31

* 2014. 10.29. 농협축산연구원, * 표시는 2012년 천안연암대학 산학협력단 분석자료

〈표 5〉 아미노산 함량(Stable 계열)

(단위: %)

발효사료			유기구입사료		
9.37			15.29		
ASP 0.97	THR 0.44	SER 0.52	ASP 1.74	THR 0.70	SER 0.90
GLU 1.37	GLY 0.77	ALA 0.85	GLU 3.01	GLY 0.79	ALA 0.93
VAL 0.53	ILE 0.34	LEU 0.74	VAL 0.65	ILE 0.59	LEU 1.48
TYR 0.29	PHE 0.42	LYS 0.55	TYR 0.53	PHE 0.74	LYS 0.91
HIS 0.29	AGR 0.78	PRO 0.51	HIS 0.43	AGR 1.08	PRO 0.81

* 2012. 6.25, 천안연암대학 산학협력단 분석

(4) 사료 급여와 증체율

실험구 3개 구에 대해서는 자가제조한 발효사료를 배합해서 급여하고, 대조구 3개 구에 대해서는 유기사료(육성전기 및 육성후기)를 구입해서 급여하였으며, 급여량은 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 사료 급여 기간과 투여량

(단위: 일/kg)

구 분	사료		조사료(농산부산물)*				
	실험구(발효사료)	대조구(배합사료)	무	밤	빈스콩	감자	산야초
총 계	13,680	15,610	160	6,720	100	260	-
회당 평균	67-110	67-110	40	16-280	25	30	30

* 투여기간: 2014. 4.30~11.10

* 조사료는 배합사료와 함께 투여한 농산부산물 및 산야초 조사료의 양으로서 실험구와 대조구 동일하게 투여하였으며, 그 급여 시기는 연구기간 중 부정기적이었다.

자가 제조 발효 배합사료와 조사료(농산부산물+산야초)를 투여하였다. 즉, 실험구의 경우 253일 동안 발효사료(습식사료) 52.5kg+농산부산물 조사료 20.6kg을 합한 73.1kg을 투여하였고, 대조구는 160일 동안 구입사료(건식사료)와 농산부산물을 40.8kg을 투여하였다. 즉, 조농비는 실험구는 52.5kg:20.6kg, 대조구는 20.2kg:20.6kg이었다.

실험구와 대조구의 평균 사료 투여량이 차이가 나는 것은 자가 제조 발효사료는 수분을 포함한 습식사료이며, 구입 유기사료는 일반 건식사료이기 때문이다. 습식사료는 kg당 단가가 220원, 건식사료는 kg당 단가가 900원 정도이다.

가축의 성장 단계별로 사료 투입량이 조금씩 변화가 있었는데, <표 6>의 평균 투여량은 하루 단위가 아니라 투입한 날의 평균치이다. 실험구는 약 18kg의 새끼돼지를 평균 253일 동안 74.5kg의 사료로 키워서 약 100kg 정도에 출하하였다. 대조구도 약 18kg 정도의 새끼돼지를 평균 160일 동안 40.8kg의 사료로 키워서 평균 98kg 정도에 출하하였다.

이렇게 보면 구입사료를 투여한 대조구가 동일한 증체량을 보이는데 걸리는 기간이 실험구보다 평균 93일이 짧다는 것을 알 수 있다

2. 연구 결과

가. 산출량 결과

(1) 축산물 및 부산물 수확량

실험 기간의 흑돼지의 출하량을 정리하면 <표 7>과 같다. 실험구 출하량은 30마리에 계근량은 2.980kg이며, 대조구 출하량은 30마리에 계근량은 2.914kg으로 비슷하였다.

(가) 축산물

<표 7> 흑돼지 출하량

날짜	실험구		대조구	
	계근량 (kg)	수량 (마리)	계근량 (kg)	수량 (마리)
9. 15	1,030	10	—	—
10. 13	—	—	753	7
10. 27	—	—	1,086	10
11. 10	1,210	11	—	—
11. 11	740	9	1,075	13
합 계	2,980	30	2,914	30

(나) 양분 자원순환 실증

유기퇴비는 전량 자연농업 원리에 따라 유기축산에서 발생하는 돈분 발효퇴비를 사용한다. 순환농업 이전에는 구입퇴비를 사서 사용하거나 일부 제조하여 사용하였으나, 순환농업

을 한 이후로는 돈분 등을 활용하여 100% 자가제조하여 투여한다. 기타 청초엑비, 산야초 효소, 영양제 등 자재도 대부분 자가 제조 후 사용하고 있다.

2013년 5월 9일 연구용 돈사 칸막이를 철거하고 돈분을 받으로 실어내기 전에 두엄 이동을 측정한 결과는 <표 8>과 같다. 두엄 퇴적용량 측정방법은 퇴비 살포기 용량 3.5m³ 장비로 실어내는 횟수와 퇴적된 체적으로 추산 및 확인하였으며, 연구용 6구간 돈사의 규격은 각각 가로 6m, 세로 5m 규격으로 구획되어 있었다.

<표 8> 돈사별 돈분 두엄 발생량

구 분	실험군			대조군		
	1구	2구	3구	1구	2구	3구
구분퇴적 두께(cm)	37	43	45	17	20	22
퇴적 용량(m ³)	11.1	12.9	13.5	5.1	6.0	6.6

2012년 동일한 실험에서 측정한 자료임

두엄 퇴적용량 조사 결과 자가 발효사료 급여구(실험구)가 대조구인 구입 유기사료구에 비해 퇴비 생산량이 월등히 높았다.

<표 4>에서 사료 분석을 살펴본 결과 조섬유 함량이 많은 발효사료를 급여한 실험군의 두엄 발생량이 대조군보다 월등하게 많다는 사실을 확연하게 알 수 있었다.

연구실험을 하는 과정에서 부수적인 효과는 방목실험지가 인삼포 예정지이기 때문에 흑돼지의 굴착 습성으로 인해서 토양의 물리적 환경이 개선되었을 것으로 기대할 수 있었다. 따라서 토양 상태와 녹비작물 식생상태를 고려해서 방목지와 경작지를 윤환 경영하는 계획을 할 수 있을 것이다.

(2) 경종

(가) 수확량

유기 경종에서 비트의 수확량은 <표 9>와 같다. 비트는 시험구보다는 대조 1구에서 수확

<표 9> 비트 수확량

(단위: kg/10a)

날 짜	시험구	대조 1구	대조 2구
8. 6	246	260	206

표본면적: (1,000cm×70cm)이랑×5줄

량이 더 많았고, 대조 2구에서는 더 적었다.

시금치의 수확량은 <표 10>과 같다. 시금치는 시험구와 대조 1구에서 수확량이 비슷하였고, 대조 2구에서는 더 적었다.

<표 10> 시금치 수확량

(단위: kg)

수확일	시험구	대조 1구	대조 2구
7. 15	380	420	338
9. 2	640		
9. 3		640	
9. 4			560
합계	1,020	1,060	898

무의 수확량은 <표 11>과 같다. 무는 시험구보다는 대조 1구에서 수확량이 더 많았고, 대조 2구에서는 더 적었다.

<표 11> 무 수확량

(단위: kg)

수확일	시험구	대조 1구	대조 2구
9. 10	1,156		
9. 11		1,227	998
합계	1,156	1,227	998

표본면적 ; 각 15m×10이랑

단, 무는 종자 문제에서 기인한 추대 현상이 발생하여 전체 면적의 약 80%에서 수확하지 못하였다.

나. 경제성 분석

(1) 경영 성과

(가) 경종 부문

경종 부문의 경영성과는 <표 12>와 같다. 경종 부문 주 조수입은 68,242,921원이었고, 직접생산비는 74,398,034원이었으나 부산물 조수입(보조금)이 22,732,510원이 있어서 소득은 16,577,387원이 달성되었다. 그런데 무 농장 약 3,000평에서 추대가 발생하여 출하가

이루어지지 않아 주 조수입에서 약 50,000,000원 정도의 손실이 발생하였다. 만일 추대 발생과 같은 사고가 없이 정상으로 출하가 되었다면 주조수입은 118,242,921원이 되어서 소득은 56,577,387원이 되었을 것으로 추정된다. 비경축순환 대조구의 소득은 -1,865,524원으로 경축순환 실험구보다 더 적은 것으로 추정된다.

경종 부문 실험에서 관찰된 내용은 다음과 같다. 경축순환 부산물인 돈분 발효퇴비를 사용한 실험구는 유박 퇴비를 구입해 투여한 대조구에 비해서 첫째, 생산성이 좋은 것으로 관찰되었으며, 둘째, 작물의 빛깔도 건강하고 좋은 것으로 관찰되었으며, 셋째, 채소의 식감도 좋은 것으로 평가되었다.

〈표 12〉 경종 부문 경영성과

(단위: 원)

구 분		경축순환 유기경종	비경축순환 유기경종	
조수입		총조수입	90,975,431	82,732,510
		주조수입	68,242,921	60,000,000
		부산물조수입(보조금)	22,732,510	22,732,510
경영비	직접 생산비	종묘비	9,893,920	9,893,920
		유기 비료비	-	10,200,000
		농약비(제초 등)	-	-
		광열동력비	3,127,426	3,127,426
		제 재료비(농자재)	31,354,238	31,354,238
		농구비	-	-
		영농 시설비	-	-
		고용 노력비	28,310,000	28,310,000
		임차료	993,000	993,000
		위탁 영농비	-	-
		기타 비용	719,450	719,450
		계	74,398,034	84,598,034
소 득		16,577,397	-1,865,524	

(나) 축산 부문

축산 부문의 경영성과는 〈표 13〉과 같다. 축산 부문의 실험구에서의 총 조수입은 171,118,410원이었고, 직접생산비는 157,759,232원이어서 소득은 13,359,178원이 달성되었다. 비경축순환 대조구의 소득은 2,206,768원으로 경축순환 실험구보다 더 적은 것으로 추정된다.

한편, 가축비(입식비) 38,350,000원은 상당히 많은 지출액이다. 이것은 농장 규모를 일

〈표 13〉 축산 부문 경영성과

(단위: 원)

구 분		경축순환 축산	비경축순환 축산	
조수입		총조수입	171,118,410	160,600,000
		주조수입	170,518,410	160,000,000
		부산물조수입	600,000	600,000
경영비	직접 생산비	가축비	38,350,000	38,350,000
		사료비(재료, 제조비)	81,507,280	72,507,280
		방역치료비	-	-
		수도광열비	3,526,534	3,526,534
		제 재료비	5,289,100	5,289,100
		수선비(건물, 농구)	-	-
		소농구비	-	-
		고용 노력비	8,400,000	8,400,000
		임차료, 이자	4,062,559	4,062,559
		분뇨처리비	-	9,635,000
		감가상각비	14,753,759	14,753,759
		기타 잡비	1,870,000	1,870,000
		계	157,759,232	158,393,232
소 득		13,359,178	2,206,768	

정하게 유지하여 2주당 출하량을 14두로 일정하게 유지하기 위한 일종의 투자라고 할 수 있다. 새끼와 모돈을 입식함으로써 이 정도 규모를 자연적으로 이루는 것을 앞당길 수 있다. 따라서 다음 해에는 입식비가 줄고 출하 증가에 따른 수입이 증가할 것이다.

(2) 농가소득 비교: 경축순환농업 대 비경축순환농업

경종과 축산의 경영성과 자료를 통해 소득을 계산한 결과는 〈표 12〉와 〈표 13〉과 같다. 경종농업의 경우 직접생산비에서 유기비료비가 소요되지 않았고, 경축순환농업 전환기간이 다 보니 축산분야에서 유기사료 제조비가 81,507,280원으로 많이 소요되었다. 가축 입식비도 38,350,000원 소요되어 전환비용이 많이 들었다.

계산 결과, 유기경종 부분에서 16,577,387원, 비경축순환농업의 경우를 추정한 농가소득은 유기경종 부분에서 -1,865,524원으로 경축순환이 더 높은 것으로 나타났다.

한편, 유기축산 부분에서 13,359,178원, 비경축순환농업 농가소득은 유기축산 부분보다 2,206,768원 더 높은 것으로 나타났다. 그 이유는 앞서 지적한 대로 자가 제조 발효사료제조비가 더 많이 들었기 때문이다.

〈표 14〉 흑돼지 사료 재료 구입량 및 제조비용

날짜	물량	비용 (원)	비고
5. 2	미강 8.5톤		380원/kg, 운임 500,000원
5. 8	도토리묵비지		3,000,000원
5. 16	도토리묵비지		1,000,000원
5. 23	미강 12톤		철원 친환경
5. 26	도토리묵비지		2000,000원
6. 16	미강 11.4톤		철원친환경
6. 18	들깨묵 600kg		
6. 20	미강 9.8톤	3,451,000	운임 380,000원, 남원친환경
6. 20	농협유기 40포	950,000	운임 85,000원
6. 25	농협유기 40포		자돈사료
6. 27	도토리묵비지		10톤, 15,000,000원, 운임+상차비 230,000원
7. 8	밤 16톤		5,000원×450포
8. 25	밤 12톤		800kg×16파레트
8. 29	콩비지 4.5톤	530,000	(80원×4.5톤)+운임 180,000원
9. 5	미강 22톤		11톤×2대, 철원친환경
9. 6	도토리묵비지		700kg×15포
9. 11	미강 12,580kg		350원/kg, 운임 350,000원
9. 18	콩비지 7.7톤		90원/kg, 운임 170,000원
9. 19	도토리묵비지		13포
10. 1	미강 23톤		400원/kg, 운임 370,000원×2대
10. 1	도토리묵비지		15포, 운임 150,000원
10. 23	어분 5톤		운임 250,000원, 경동물산
10. 24	미강 13톤		350원/kg, 운임 370,000원, 철원친환경

경축순환농업으로 전환 후 소득은 경종-축산부문을 합산해 29,946,000원 정도로 비경축순환농업을 상정했을 때의 20,200,000원 보다 조금 많았다. 이처럼 경축순환농업 전환 후 전체 소득이 증가한 이유는 유기 경종에서 돈분을 퇴비화하여 유기비료 구입비 지출이 없었으며, 유기축산에서는 유기사료(제조)비가 구입사료비보다 많았지만, 돈육 판매 단가가 비순환 구입사료 돈육보다 마리당 150,000원 정도 더 비쌌기 때문이다. 소비자들이 유기적인 방법으로 키운 돼지고기의 맛과 가치를 더 제대로 인정해 주는 것이 과제라고 할 수 있다.

반면에 유기축산 비순환부문(구입 유기사료만으로 유기축산을 한 경우)의 경우 판매단가도 싸고, 사료구입비도 많다. 이처럼 농가 내(지역 내) 경축순환을 하지 않고 수입 사료를 구입해 유기축산을 하는 것은 소득 면에서 적자요인이 내재해 있다는 것을 의미한다.

이처럼 영농 규모를 가축농 단위에 맞게 줄였을 때 소득이 증가한 것으로 추정되는 것은 축분처리비가 없어지고, 유기퇴비 구입비가 없으며, 인간비가 대폭 감소하고, 공동 이용기계에 대한 지출이 줄고, 생산물을 직접 판매하여 더 높은 수입이 기대되며, 가공을 통해 부가가치를 높일 수 있다.

일반적으로 경축순환농업에서 경제성 분석은 사육기간 중 사료 투입비용에 대한 실험구와 대조구 비교, 출하 체중까지의 사육기간, 사육기간 중 소요 노동시간, 증체량 비교, 육질 및 식미 분석 평가가 수행되어야 한다.¹⁾

이 수치를 해석하면 경축순환농업 전환 후 1년간 경영성과에서는 범위의 경제성이 완전히 실현되었다고 보기는 어렵다. 경종과 축산을 각각 특화하여 따로 경영할 때가 경축순환농업을 할 때보다 총비용(직접생산비)이 약간 적게 들었다는 것을 의미한다.

즉, 경축순환농업을 통해 사료와 퇴비를 상호 순환하여 중복비용을 일부 감축할 수 있었지만 유기사료 자가 제조비용이 구입 사료비용보다 더 소요된 데 주요인이 있다. 또한 <표 15>와 같이 노력비의 과다 지출, 수입구조의 악화 등이 원인이다. 따라서 영농규모를 감축하는 것이 농가 기준으로 보면 소득 면에서 오히려 좋다는 것을 의미한다.

연구기간 중 유기농 쌀겨 구입가격이 급등한 것도 원인이 되었으며, 농장주의 자가 노동력이 다품목을 경영하는 경종부문에 치우치게 되는 영농환경의 특성에 따라서 축산에 소요

1) 경축순환 농업에서 나오는 축분뇨, 농산부산물을 자가제조하여 유기퇴비나 유기사료로 대체한다 하더라도 그 비용이 구입사료비 보다 적어야 범위의 경제성이 성립되는 것이다. 다음 <표>에 제시한 경종과 축산의 각 방법에 대한 각각의 직접생산비를 산출하였다. 직접생산비를 총비용 대응으로 사용하여 각 직접생산비를 범위의 경제성 가설을 검정해 보았다. 그 결과, 범위의 경제성(SC) 값이 0이상이면 범위의 경제성이 있는 것이지만, SC 값이 0에 거의 근사한 -0.00155로 나왔다.

<표> 조수입, 직접생산비, 소득

(단위: 원)

구 분	유기경종		유기축산	
	순환	비순환*	순환	비순환*
조수입	101,994,000	115,000,000	130,170,000	100,000,000
직접생산비	72,549,000	82,749,000	114,825,720	105,334,840
소득	29,445,000	32,251,000	15,344,280	-5,334,840
SC	$C(x)+C(y)-C(x,y)/C(x,y) = -0.00155$			

자료: 최덕천(2013)

주: 유기경종 비순환의 조수입은 경축순환 이전인 2011년의 영농자료에서 추산, 유기축산 비순환의 조수입과 유기 사료비는 실험시의 대조군 구입사료비 및 매출자료를 이용하여 실험기간 동안 출하된 200두 기준으로 환산.

〈표 15〉 고용 노동력 인건비(외부 노동력 투입량)

(단위: 명)

작업일	투입노동력	작업내용
6. 8	여자 12	무 보식작업
6. 14	여자 12	무, 비트 발매기
7. 1	여자 15	시금치 제초
8. 7	여자 9	시금치 솥기, 2차 제초
8. 8	여자 12	시금치 제초 완료, 중경 제초
9. 2	여자 12	시금치 수확
9. 3	여자 12	시금치 수확
고용노동비(인건비)	28,310,000원/연	

〈표 16〉 실험구 돈육의 지방산

지방산	실험구				
	1	2	3	4	5
Myristic acid (C14:0)	0.73	0.91	0.91	0.83	0.86
Palmitic acid (C16:0)	23.46	22.90	23.17	23.35	24.13
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.54	0.71	0.72	0.62	0.71
Stearic acid (C18:0)	7.80	8.70	8.62	7.67	7.80
Oleic acid (C18:1n9)	42.44	43.73	42.48	42.71	42.12
Vaccenic acid (C18:1n7)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Linoleic acid (C18:2n6)	21.83	20.25	21.06	21.64	21.18
γ-Linoleic acid (C18:3n6)	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Linolenic acid (C18:3n3)	1.34	1.34	1.36	1.38	1.38
Eicosenoic acid (C20:1n9)	1.14	0.80	1.01	1.05	1.08
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.69	0.61	0.61	0.70	0.68
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosatetraenoic acid (C22:4n6)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
포화지방산	31.98	32.51	32.70	31.85	32.79
불포화지방산	68.02	67.49	67.30	68.15	67.21
-단가	44.11	45.24	44.21	44.39	43.91
-다가	23.90	22.26	23.09	23.76	23.30

* 2013.12. 6, 농업기술실용화재단 분석

되는 비용 지불이 비순환 축산보다 늘어나게 된 것이 복합적으로 나타난 것으로 볼 수 있다.

이것은 경축순환 유기농업으로 전환하는데 소요되는 거래비용(전환비용)이 전환 초기에 많이 소요되고 있음을 의미한다.

한편, 경축순환 돈육과 비경축순환 돈육을 대상으로 지방산 조성 비율을 비교 분석하였다. 필수 지방산은 <표 16>과 <표 17>에 그 분포가 나타나 있다. 대표적인 필수 지방산인 오메가 3(omega-3 fatty acid)인 Linolenic acid(C18:3n3) 함량은 유기축산(실험구 방목 사육) 돈육이 평균 1.36으로 대조구(돈사 사육) 돈육 평균 1.22에 비해 더 많이 함유되어 있다. 또한 오메가 6(omega-6 fatty acid)인 Linoleic acid(C18:2n6) 함량은 유기축산(실험구) 돈육이 평균 21.19으로 대조구(돈사 사육) 돈육 평균 23.18에 비해 적게 함유되어 있다.

또한, 포화 지방산과 불포화 지방산 조성비율은 <표 16>과 <표 17>에서 보는 것처럼 유기축산(실험구) 돈육의 총 불포화지방산(UFA) 값은 평균 67.63으로 대조구(돈사 사육) 돈육

<표 17> 대조구 돈육의 지방산

지방산	대조구				
	1	2	3	4	5
Myristic acid (C14:0)	0.81	0.88	0.67	0.85	0.69
Palmitic acid (C16:0)	24.45	23.16	23.28	22.54	24.28
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.67	0.59	0.56	0.57	0.62
Stearic acid (C18:0)	7.71	9.03	8.12	8.83	7.32
Oleic acid (C18:1n9)	41.03	40.59	41.37	40.03	40.76
Vaccenic acid (C18:1n7)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Linoleic acid (C18:2n6)	22.69	22.93	22.77	24.34	23.15
γ-Linoleic acid (C18:3n6)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08
Linolenic acid (C18:3n3)	1.17	1.11	1.34	1.09	1.32
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.88	1.00	1.08	1.01	1.05
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.53	0.66	0.74	0.67	0.73
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosatetraenoic acid (C22:4n6)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
포화지방산	32.97	33.06	32.08	32.23	32.29
불포화지방산	67.03	66.94	67.92	67.77	67.71
-단가	42.57	42.18	43.01	41.61	42.43
-다가	24.45	24.75	24.91	26.17	25.28

* 2013.12. 6, 농업기술실용화재단 분석

평균 67.47과 거의 유사하였다. 총 불포화지방산(UFA, U)과 총 포화지방산(SFA, S)과의 비율(U/S) 값은 유기축산(실험구, 방목 사육) 돈육이 2.09로 대조구(돈사 사육) 돈육 평균 2.07과 비슷하게 나타났다.

(3) 식미: 블라인드 테스트 결과²⁾

소비자 가족을 대상으로 실시한 식미 블라인드 테스트 결과는 다음의 <표 18>과 같다.

<표 18> 1 그룹(6인 가족)의 식미평가 평균점수 결과

(시료: 삼겹살 구이)

(단위: 원)

구분	문 항	실험구		대조 1구*		대조 2구**	
		1차	2차	1차	2차	1차	2차
1	지방조직이 단단하고 쫄깃쫄깃한가?	4.83	4.16	4.00	4.50	3.83	4.33
2	육즙이 풍부하고 맛이 담백하며 고소한가?	4.33	4.33	4.00	3.80	3.33	3.66
3	일반 고기가 100원이라면, 얼마를 지불할 의향이 있습니까?	125	118	120	123	105	115

(시료: 전지 수육)

구분	문 항	실험구		대조 1구*		대조 2구**	
		1차	2차	1차	2차	1차	2차
1	지방조직이 단단하고 쫄깃쫄깃한가?	4.16	4.33	4.16	4.16	3.50	3.16
2	육즙이 풍부하고 맛이 담백하며 고소한가?	4.00	4.50	4.16	4.33	3.83	4.00
3	일반 고기가 100원이라면, 얼마를 지불할 의향이 있습니까?	129	130	126	126	111	108

주: 실험구 순환 유기축산 흑돈 / *비순환 유기축산 개량종 돈육, **일반 개량종 돈육

위의 <표 18>에서 보듯이 1그룹 가족 대상의 2차례의 식미 평가에서 평균점수가 실험구(순환), 대조 1구(비순환 유기), 대조 2구(일반 돈육) 순서로 일관되게 나타났다. 평균점수가 5점 만점을 기준으로 실험구(순환)는 삼겹살 구이에서 4.16~4.83점으로 나타났다. 이는 대조 1구(비순환)의 3.80~4.50이나 대조 2구(일반 돈육)의 3.33~4.33보다 높은 수치이다.

또한 지불의사 가격도 평균가격 100원을 기준으로 실험구(순환)는 삼겹살 구이에서 118원

2) 최덕천, 경축순환 유기축산 돈육의 품질평가, 한국유기농업학회 하반기 학술대회 논문집, 한국유기농업학회, 2014.

~125원으로 나타났다. 이는 대조 1구(비순환)의 120원~123원과는 비슷하나 대조 2구(일반 돈육)의 105~115원보다 높은 수치이다. 전지 수육 역시 삼겹살 구이와 비슷한 결과가 나타나 실험구에 대한 소비자의 선호도가 높은 것으로 평가할 수 있다. 평균점수에서는 각각 시료 별로 차이가 있었고, 참가자별 개인 간 편차는 크지 않았으나, 성인과 청소년 사이에서는 그룹 간 편차가 다소 있었다. 이것은 돼지고기 맛에 대한 참가자의 경험 차이라고 해석된다.

본 연구자는 2014년을 제외하고 매년 돈육 및 채소의 품질에 대한 품평회를 하고 있다.

위와 같이 두 차례에 걸쳐 사양방식에 따른 돈육의 특성을 시험해 보았다. 1차연도와 2차연도(방목)에 약간의 차이가 발견되었다. 2차연도 실험구(방목 사육)에서는 1차연도에 비해 불포화지방산 조성이 감소한 결과를 보였다. 이에 따라 육색도 일반 돈육과 유사해진 것을 알 수 있었다.

이처럼 육색이 검붉고 어두운 색을 띠든지, 불포화 지방산 조성 비중이 포화 지방산에 비해 훨씬 높은 특성을 가진 것은 크게 사료와 동물복지(방목, 운동량)에 깊은 연관이 있는 것으로 평가된다. 실험구 유기축산의 경우, 자가 제조 사료의 주요 재료가 도토리 부산물(62.9%)과 쌀겨(29.4%)인 점이 대조군 돈육의 특성과 차이가 난 것으로 평가된다. 탄수화물이 부족한 대신 유기농 부산물 조사료 등을 많이 섭취하게 한 결과이다.

다. 경축순환 최적규모 추정: 축산부문과 경종부문

(1) 기술적 최적 규모

축분 퇴비화와 농산 부산물의 사료화가 가능하므로 양분 수지는 농장 내에서 충분히 균형을 맞출 수 있다. 현재 양분 수지 균형은 규모에 따라 큰 문제는 없다. 영농 규모가 경종보다 양돈이 크기 때문에 양분 과잉상태라고 할 수 있으나, 과잉 부분은 다른 농장으로 이전하기 때문에 실제로 양분 수지의 균형을 맞추고 있다. 따라서 기술적 효율성은 경제적 효율성 규모를 정한 후 맞출 수 있다고 판단된다.

(2) 경제적 최적 규모: 현 규모의 30% 수준으로 감축하였을 때

실험기간 현재 가죽농 단위의 영농규모에서는 수입(가격, 판매량)은 증가하지만 고용노력비의 과다, 유기퇴비 구입비 및 유기사료제조비 과다로 직접생산비 또한 증가하여 소득이 높지 않았다. 따라서 가죽농 단위에서 가장 효율적인 영농을 위해 본 연구자는 적정 영농규모가 현재보다 감축되어야 한다고 생각한다. 수입과 비용을 고려할 때 영농 규모를 현재 규

모의 30% 정도만 경영한다고 가정하면 가장 효율적일 것으로 추정된다. 즉, 경종 3ha에서 0.9ha로, 축산 220두에서 66두로 감축하여 추정해 본 경영성과는 다음과 같다.

(가) 경종 부문 경영성과

영농 규모를 현재 규모의 30%만 경영할 경우 추정되는 경종 부문의 경영성과는 <표 19>와 같다. 경축순환 실험구의 총 조수입 40,941,213원, 직접생산비 18,126,066원으로 소득이 22,815,147원 발생하여 2014년 현재 규모의 소득 16,577,387원보다 더 많을 것으로 추정되었다. 비경축순환 대조구의 소득은 16,683,687원으로 2014년 현재 규모의 소득 -1,865,524원보다 많을 것으로 추정된다.

<표 19> 경종 부문 경영성과 추정치(현 규모의 30% 수준 감축할 경우)

(단위: 원)

구 분		경축순환 축산	비경축순환 축산	
조수입	총조수입	40,941,213	36,819,753	
	주조수입	34,121,460	30,000,000	
	부산물조수입(보조금)	6,819,753	6,819,753	
경영비	직접 생산비	종묘비	3,957,568	3,957,568
		유기 비료비	-	3,000,000
		농약비(제초 등)	-	-
		광열동력비	938,227	938,227
		제 재료비(농자재)	9,406,271	9,406,271
		농구비	-	-
		영농 시설비	-	-
		고용 노력비	2,831,000	2,831,000
		임차료	993,000	0
		위탁 영농비	-	-
		기타 비용	0	0
		계	18,126,066	20,133,066
		소 득		22,815,147

(나) 축산 부문 경영성과

축산 부문의 경영성과는 <표 20>과 같다. 경축순환 실험구의 총 조수입 85,859,205원, 직접생산비 35,292,273원으로 소득 50,556,932원이 발생하여 2014년 현재 규모의 소득 13,359,178원보다 훨씬 높을 것으로 추정된다. 비경축순환 대조구의 소득 역시 31,720,163원으로 2014년 현재 규모 소득 2,206,768원보다 매우 높을 것으로 추정된다.

〈표 20〉 축산 부문 경영성과 (현 규모의 30% 수준 감축할 경우)

(단위: 원)

구 분		경축순환 축산	비경축순환 축산
조수입	총조수입	85,859,205	65,000,000
	주조수입	85,559,205	65,000,000
	부산물조수입	300,000	0
경영비	직접 생산비	가축비	11,559,000
		사료비(재료, 제조비)	16,301,456
		방역치료비	-
		수도광열비	1,057,960
		제 재료비	1,586,730
		수선비(건물, 농구)	-
		소농구비	-
		고용 노력비	0
		임차료, 이자	0
		분노처리비	-
		감가상각비	4,226,127
		기타 잡비	561,000
		계	35,292,273
		소 득	50,556,932
			31,720,163

(3) 농가소득 추정 및 경제적 최적규모

영농규모를 현재의 30% 정도로 축소한다는 가정하에 계산해 본 결과, 유기경종 부문 농가 소득은 경축순환농업 22,815,147원으로 비경축순환농업 16,683,687원보다 더 많을 것으로 나타났다. 유기축산 부문은 경축순환농업 농가소득 50,556,932원, 비경축순환농업 31,720,163원으로 경축순환이 높은 것으로 나타났다. 그 이유는 자가 제조 발효사료 제조비가 많이 감축되고, 수익구조를 고부가가치화했기 때문이다. 30% 정도 규모를 감축할 때, 경축순환농업으로 전환 후 소득은 경종-축산부문을 합산한 73,372,079원으로 비경축순환농업 가정했을 때 48,403,850원보다 거의 2배 많았다. 이는 앞서 현재의 100% 영농규모 경축순환농업 경종-축산부문을 합산한 29,936,565원 보다 높은 소득이다.

농가 경영규모를 줄였을 때, 인건비 절감과 유기사료 제조비는 감소하지만, 그만큼 지역의 자원을 활용하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 이것은 사회적 문제라고 할 수 있다. 따라서, 현재 경종농업 3ha와 돼지 220두는 본 가축농의 측면에서는 과잉이므로 현재 규모의 30% 정도만 순환농업을 하고 나머지 농장은 다른 분야로 전환하는 것이 바람직하다. 경종농업 1ha와 돼지 60두 정도가 가축 농 수준에서 경제적 최적 규모라고 판단되며, 작부 체계

는 채소농업 1ha와 돼지 60두, 녹비작물 및 초지, 방목장 등 총 7ha로 구성할 수 있다.

라. 표준화 방안

돈분을 유기 퇴비로 표준화하면 <표 21>과 같다. 이를 기본으로 하여 다양한 기능성 퇴비를 제조할 수 있다.

<표 21> 자가 제조 발효사료의 배합재료와 비율(표준화)

(단위: %)

재료	돈분	우드칩	벗짚(풀 포함)	계
구성비	50	25	25	100

유기발효사료를 표준화하면 <표 22>와 같다. 이를 기본으로 다양한 기능성 사료를 제조할 수 있다.

<표 22> 사례농가의 자가 제조 발효사료의 배합재료와 비율(표준화)

(단위: kg, %)

구분	도토리	쌀겨	갯목	골분	어분	싸라기	게껍질	매실	대두박	기타	총계
배합재료(kg)	187,830	87,870	4,120	4,050	3,875	3,840	2,235	1,910	1,650	1,400	298,780
비율(%)	62.9	29.4	1.4	1.4	1.3	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4	100

기대효과

1. 환경적 측면

첫째, 경종-축산간 농·축산폐기물(축분, 농산부산물)을 자원 순환하는 저투입 유기농업으로 온실가스 감축, 토양 및 수질오염 저감, 동물복지 실현하여 고품질 농축산물을 생산하는(환경개선효과 30%) 지속가능한 영농기반을 마련하였다.

둘째, 환경적 측면에서 축분노 악취가 거의 없었다. 이는 유기축산에서 동물복지의 기초가 되는 조건이 성립되고 있음을 의미한다. 축분노로 인한 환경오염을 줄여 축분노 발생에 따른 거래비용 발생이 거의 없음을 알 수 있었다. 앞으로 온실가스(메탄, 이산화탄소 등) 감

축효과가 검증된다면 이 부분의 효과도 클 것으로 전망된다.

셋째, 돈분 발효퇴비를 투입함으로써 토양 비옥도가 개선되었다. 물성이 좋아지고 가뭄 등 재해에도 강해진 것으로 관찰되었다.

넷째, 농산부산물을 유기축산 사료화하고, 유기 축분뇨를 유기퇴비화하여 100% 환원하고 있으므로 폐쇄적 양분순환을 실천하는데 기여하고 있다.

2. 경제적 측면

유기경종과 유기축산을 결합 생산하는 순환농업의 결과 범위의 경제성 지표가 낮은 경축순환 전환비용인 사료제조비가 많이 소요되기 때문이다. 이 수치를 0 이상으로 하기 위해서는 결국 경종-축산 간 중복비용을 최대한 낮추고 유기사료 제조비용을 낮추는 방안이 마련되어야 한다.

자가제조 발효사료의 제조비용을 낮추고, 고부가가치 전략인 수제 소시지와 하몽 등이 본격 출하되면 소득이 증가할 것으로 기대된다.

따라서 소득을 늘리고 범위의 경제성을 더 좋게 하기 위해서는 농가 규모를 현재의 30% 정도로 감축했을 때 기술적, 경제적 효율성이 좋아질 것으로 기대한다.

3. 지역사회적 측면

가족농 작목반 구성으로 유기농자재를 공동 조달하면 규모화를 통해 저비용 농업을 실현할 수 있고, 지역 공동체 활성화에도 기여할 수 있다.

연구결과 현장적용 사례

1. 현장 활용 가능성

- 적정규모가 산출되면 영농방법 등을 매뉴얼화하여 주변 농가에 보급한다.
- 기후변화대응 생태농업 교육의 현장교육장으로 활용한다. 현재 농산물품질관리원의 스타팜, 여주농고 실습협력농장으로 지정되어 농업인, 학생을 대상으로 현장 교육을

시행하고 있다.

- 기능성 발효 돈분퇴비 제조기술을 과학화한다. 이를 위해 특허 출원을 준비하고 있다.
 사례 1) 돈분 퇴비에 기능성 미생물 접종으로 자연 발효하여 인삼 재배 시 활용한다.
 2) 돈분 퇴비에 토착 미생물 접종하여 자연 발효하여 배추 무사마귀병에 적용한다.
 3) 돈분 퇴비를 기본으로 다양한 기능성 유기 돈분퇴비 제조 연구 중이다.
- 기술 개발에 따른 노하우를 타 농가 등에 교육, 공개, 시범 실시한다.
 * 사례 강의: 상지대학교 농업과학교육원 농업최고경영자과정 발표(2013.11. 9)
- 농장 공개행사 정례화를 매년 7월 실시한다.

2. 제안 및 추후 연구과제

- 가족농 단위의 농가 내 경축순환 유기농업은 우선 규모 면에서 한계가 있을 수 있다.
 그래서 농가 간 협력을 통한 지역 내 순환으로 규모화를 달성하고, 그에 따른 범위의 경제성을 실현하는 것이 바람직하다.
- 가족농 단위의 소규모 농업이 비용 효율성은 범위의 경제성을 통해 추구하고, 소득은 생산-가공-유통-소비에서의 6차산업화로 전후방 연관 효과를 극대화하는 데서 찾아야 한다. 개별 영농단위로 지역 내 폐쇄순환에 의한 물질 및 자원순환, 생산자와 소비자 간의 관계적 거래를 지향하는 직거래-협동네트워크(협동조합 조직) 유통을 통해 생산자와 소비자가 상생할 수 있는 지속가능한 농업시스템을 유지한다.
- 추후 연구과제는 다음과 같다.
 첫째, 사료화 비용, 증체율, 자가 제조 발효사료의 재료비 문제를 종합한 경제성 분석을 실시한다.
 둘째, 경축순환 유기농업 실천 시의 온실가스 감축 효과 분석을 위한 인벤토리(inventory) 구축으로 감축 효과를 산정한다.
 셋째, 자가제조 발효사료 등 사양방식에 따른 육질(성분, 식미)을 비교 분석한다.
 (실험군 & 대조군 & 관행 & 하몽과 소세지),
 넷째, 경축순환 시 유기비료 가치와 유기사료 가치를 계산하여 지역단위 축분뇨 정보은행을 통해 활용하는 방법을 개발한다.
 다섯째, 가족농 단위의 경축순환농업의 적정 규모가 생계형 가족농 단위에 적합한지, 지역순환형 대규모 조직에 적합한지 향후 연구대상이다.
 여섯째, 경축순환 채소의 성분분석을 하고, 식감 실험도 한다.

일곱째, 경축순환 유기돈육의 영양학적인 특성을 유지하면서 증체율을 증가시킬 수 있는 자가 제조사료의 배합비율 연구가 향후 중요 과제이다. 도토리 부산물과 쌀겨의 비율을 줄이는 대신 탄수화물 성분이 많은 옥수수, 밀, 보리 등으로 조정하는 방안을 모색해 볼 필요가 있다. 사료와 방목(운동)은 돈육의 특성에도 영향을 미치지만 경제성과도 연관이 있기 때문이다. 따라서 자가 제조 사료의 배합비율에 대한 정교한 조정과 표준화를 통해 경축순환형 유기축산의 효율성을 향상시킨다. 방목(운동)은 동물복지의 원칙에 충실하도록 하는 사양방식으로 연구해 볼 필요가 있다. 왜냐하면 방목을 통해 규정 자가사료 투입량을 낮추고, 그 대신 다른 사료(풀 등)를 급여하게 되면 증체율, 지방산 등 변화로 유기축산 돈육의 특성을 표준화하고 유지하기 어렵기 때문이다.

여덟째, 기능성 퇴비 제조기술을 표준화하여 특허를 취득한다.

[참고문헌]

1. 원중연(2014), 한국형 저비용 경축순환 유기폐지 생산기술 개발, 농촌진흥청 농업인 현장기술개발 최종보고서 및 농가내부 영농자료
2. 한국유기농업학회(2013), 한국유기농업학회 상반기 학술대회 자료집: 유기농업과 가족농
3. 환경부(2004), 우사 양계사 등에서 발생하는 악취관리지침
4. 축산연구소, 돼지 성장단계별 돈분의 퇴비화과정 중 악취물질 발생특성 자료 활용.
5. 축산연구소, 축사에서 발생하는 악취 측정방법과 효율적 지도방법.
6. 축산연구소, 수원대학교, 돈사 내 및 부지경계에서 악취물질 발생 조사 연구.
7. 제주시농업기술센터(2011), 제주 토종 흑돼지를 이용한 한국형 가족단위 유기축산모델 연구 및 활용방안
8. 남양주 슬로푸드국제대회조직위원회, 슬로푸드와 농장동물복지 자료집(2013)
9. 최덕천(2011), 소규모 경축순환농업 육성을 위한 인증제도 개선방안, 한국유기농업학회지, 제19집 4호
10. 최덕천(2013), 가족농 단위 경축순환농업의 가능성 탐색, 한국유기농업학회 상반기 학술대회 논문집. 한국유기농업학회
11. 최덕천(2013), 유기농식품의 건강증진가치 평가를 위한 Human Biomonitoring 실증모형 개발, 한국유기농업학회지, 제21집 4호. 한국유기농업학회
12. 최덕천(2014), 경축순환 유기축산 돈육의 품질평가, 한국유기농업학회 하반기 학술대회 논문집. 한국유기농업학회
13. 국립축산과학원(2013), 가축분뇨의 잠재적 가치- 폐기물인가? 자원인가?
14. 함양군농업기술센터(2013), 팽이버섯 부산물을 활용한 양돈용 대체사료 개발
15. 라창식(2013), 절박한 가축분뇨문제 해법은 있다, 강원대학교