

우리나라 가금분야 연구현황 및 전망

Current Research Trends and Perspectives on Poultry Industry in Republic of Korea

강환구, 김현수, 손지선, 유아선, 전진주, 차재범, 추효준, 홍의철, 소경민, 박설화, 권경석, 김찬호, 강선문, 김시동*
(Hwan-Ku Kang, Hyun-Soo Kim, Jiseon Son, Are-Sun You, Jin-Joo Jeon, Jaebeom Cha, Hyojun Choo, Eui-Chul Hong, Kyoungmin So, Seol Hwa Park, Kyeong-Seok Kwon, Chan Ho Kim, Sun Moon Kang, Sidong Kim*)

농촌진흥청 국립축산과학원

National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

1. 서론

2019년 유엔의 인구전망 보고서에 따르면 전 세계 인구가 2019년 약 77억 명에서 2030년에는 약 85억 명, 2050년에는 97억 명, 2100년에는 109억 명으로 증가할 것으로 내다봤다. 또한 2018년에는 사상 처음으로 전 세계의 65세 이상 인구가 5세 미만 어린이 수보다 많았다. 2050년에는 65세 이상이 5세 미만 어린이보다 2배 이상 많아지고, 15~24세의 청소년·청년 수도 넘어설 것이라 예측했다(UN, 2019).

식량농업기구의 2012년 보고서에 따르면, 1961년 대비 2007년까지 전세계적으로 가금육 생산은 약 911%, 계란은 443%, 돼지고기는 385%, 양(염소) 고기가 217%, 쇠고기(물소 포함)는 213%, 우유도 193% 성장하였다(표 1).

이렇게 증가한 생산량은 주로 가축 사육두수의 증가와 개량 등을 통한 1마리당 생산량의 증가에 따른 것으로 분석하였다(표 2). 또한, 2050년까지 인구증가와 함께 1인당 소득이 향상됨에 따라 1인당 육류 소비량이 73% 증가할 것으로 예측하였다. 이렇게 증가하는 수요를 만족하려면 향상되는 가축의 능력개량을 감안할 때, 2007년 사육두수 대비 가금은 93%, 염소 등은 53%, 소는 33%, 돼지는 24%를 더 사육해야 할 것으로 예측했다(FAO, 2012).

그러나 이와 같은 사육두수 증가는 가축에게 급여할 사료와 사육공간, 그리고 축산분뇨 증가와 같은 직접적인 제약뿐만 아니라, 질병 발생, 온실가스 감축, 동물복지에 대한 인식변화 등의 문제로 인해 실현되는데 어려움이 많을 것으로 사료된다. 따라서 두당 생산량 개량과 사료효율 개선, 질병 대응, 온실가스 감축 및 환경부담 저감 등의 기술

*Corresponding author: Sidong Kim
Senior Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea
Tel: +82-33-330-9510
Fax: +82-33-330-9549
Email: goldstar@korea.kr

표 1. 세계 축산물 생산

구 분	1961/1963 (A)	2005/2007 (B)	B/A (%)	2050	1961-2007	1987-2007	1997-2007	2005/2007 -2050
	백만톤				연당 성장율(% p.a.)			
고기 전체	72	258	358	455	2.9	2.5	2.2	1.3
쇠고기	30	64	213	106	1.6	0.9	1.2	1.2
양고기	6	13	217	25	1.7	1.8	2.1	1.5
돼지고기	26	100	385	143	3.1	2.3	1.7	0.8
가금육	9	82	911	181	5.2	4.7	3.9	1.8
계란	14	62	443	102	3.5	3.3	2.3	1.1
우유	344	664	193	1,077	1.4	1.3	2.2	1.1

출처: FAO, 2012, World Agriculture Towards 2030/2050, Table 4.18

표 2. 세계 고기생산: 사육두수 및 도체중

구 분	가축수 (백만 두)				연당 가축 증가율 (%)		도체중 (kg / 두)		
	1961/1963	2005/2007 (A)	2050 (B)	B/A (%)	1961-2007	2005/ 2007-2050	1961/1963	2005/2007	2050
소(물소 포함)	1,045	1,532	2,032	133	0.8	0.6	158	202	227
양·염소	1,356	1,915	2,939	153	0.8	1.0	14	14	17
돼지	424	917	1,141	124	1.6	0.5	65	79	84
가금	4,435	19,160	37,030	193	3.6	1.5	1.3	1.6	1.7

출처: FAO, 2012, World Agriculture Towards 2030/2050, Table 4.19

개발이 미래의 식량안보 확보에 필수적이라 하겠다. 또한 COVID-19와 최근 우크라이나 사태 등으로 글로벌 공급체인이 붕괴될 수 있음이 확인되어, 경쟁력이 없는 식품은 외국에서 도입하면 된다는 소위 비교우위이론에 의해 외면 받고 있던 고유 품종을 활용하여 식량안보를 확보하는 방안 마련도 필요한 시점이다.

이에, 현재 우리나라 가금산업 현황을 알아보고, 지금까지 수행되고 있는 기술 개발과 향후 추진할 과제에 대해 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. 국내외 산업동향

지난 54년간(1965~2018) 가축 및 축산물생산액은

연평균 12.4%, 11.7% 각각 증가하였다. 우리나라 축산업 생산액은 2018년 기준 19조 7천억 원이었으며, 이중 가축생산액은 15조 9천억 원(80.8%), 축산물생산액은 3조 8천억(19.2%)을 차지하였다. 2018년 가축생산액 중 주요 축종별 비중은 돼지 44.6%, 한·육우 31.9%, 닭 14.2%, 오리 8.3% 차지하고 있다(표 3).

우리나라 산란계, 육계 사육수수는 각각 1985년 33백만 수, 14백만 수였던 것이 2020년에는 72백만 수, 95백만 수로 증가한 반면, 사육농가는 1985년 약 4천 호 및 3천호에서 2020년 약 9백 호 및 16백 호로 감소하였다. 오리 역시 1985년 약 69만수 사육하였던 것이 2020년 790만 수로 증가하였지만, 사육농가는 1985년 32천 호에서 2020년 약 450호로 대폭 감소하였다(표 4). 5만 수 이상 사육가구와 마릿수는 연평균 4.7%, 6.2% 각각 증가한 반면, 오리는 3만 수 이상 사육가구

표 3. 가축 및 축산물 생산액 현황

(단위: 십억 원, %)

구분	1965	1975	1985	1995	2005	2015	2017	2018	증감/년
축산업	43	303	3,122	5,958	11,767	19,126	20,123	19,731	12.2
가축	33	204	2,499	4,455	8,815	14,533	15,394	15,945	12.4
구성비(%)	76.7	67.3	80.0	74.8	74.9	76.0	76.5	80.8	-
한·육우	10	47	953	1,776	3,148	4,708	4,664	5,092	12.4
구성비(%)	30.3	23.0	38.1	39.9	35.7	32.4	30.3	31.9	-
젖소	-	17	156	247	32	31	35	62	5.1
구성비(%)	-	8.3	6.2	5.5	0.4	0.2	0.2	0.4	-
돼지	13	86	1,043	1,407	3,759	6,967	7,338	7,119	12.6
구성비(%)	39.4	42.2	41.7	31.6	42.6	47.9	47.7	44.6	-
닭	9	46	303	773	1,113	1,910	2,377	2,259	11.1
구성비(%)	27.3	22.5	12.1	17.4	12.6	13.1	15.4	14.2	-
오리	-	1	9	154	649	814	875	1,327	18.4
구성비(%)	-	0.5	0.4	3.5	7.4	5.6	5.7	8.3	-
축산물(계란,우유)	11	99	623	1,503	2,952	4,593	4,728	3,786	11.7
구성비(%)	25.6	32.7	20.0	25.2	25.1	24.0	23.5	19.2	-

주: 생산액 = 품목별 연간생산량×연평균 농가판매가격.
 자료: 농림축산식품부(「농림축산식품 주요 통계」 각 연도).
 출처: 통계청, 2020, 통계로 본 축산업 구조변화.

표 4. 산란계, 육계 및 오리의 사육 수수와 농가 수

항목	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	증감/년	
사육수수 (천수)	산란계	33,179	42,430	46,334	51,076	53,392	61,691	71,877	72,580	1,122
	육계	14,365	26,935	33,075	45,000	50,422	77,871	81,851	94,835	2,328
	오리	689	717	2,357	5,134	8,389	14,397	9,772	7,929	322
사육농가 (호)	산란계	4,096	3,932	2,859	2,601	2,310	1,535	1,149	936	-96
	육계	3,157	3,547	2,544	2,013	1,575	1,763	1,558	1,597	-56
	오리	32,308	13,804	9,458	12,986	8,921	5,126	722	449	-727

출처: 국가통계포털(KOSIS) 가축동향조사, 농식품부 기타가축통계.

와 마릿수는 보합추세를 보이고 있다(통계청, 2020).

표 5에서 보는 것과 같이 1일 평균 식용란 생산량은 2000년 28백만여 개였던 것이 2020년 48백만여 개로 매년 96만개씩 증가하였다.

대한양계협회에서 세계계란위원회(IEC) 통계를 이용해 발표한 자료에 따르면 우리나라는 1인당 1년에 소비

하는 계란 수가 2010년 236개에서 2020년 270개로 꾸준히 증가하여, 2020년 기준으로 세계에서 8번째로 계란을 많이 소비하는 나라가 되었다(표 6).

닭고기와 오리고기 소비량은 2010년 522천톤과 121천톤에서 2020년 727천톤과 122천톤으로 닭고기 소비량은 205천톤 증가한 반면, 오리고기는 약 1천톤 증가

표 5. 1일 평균 식용계란 생산량

구분	1일 평균 식용계란 생산량					증가량/년
	2000	2005	2010	2015	2020	
생산량(개)	28,651,506	31,047,241	37,355,327	42,704,077	46,833,223	960,405

출처: 국가통계포털(KOSIS) 가축동향조사.

표 6. 1인당 연간 계란 소비량(2020년 기준 상위 8개국)

연도	1인당 연간 계란 소비량(단위: 개/년/1인)							
	멕시코	일본	콜롬비아	아르헨티나	중국	미국	러시아	한국
2010	365	324	214	239	295	247	-	236
2011	358	329	234	242	295	247	260	232
2012	335	328	228	244	274	248	260	242
2013	347	329	-	244	300	251	220	242
2014	352	329	242	256	255	261	285	254
2015	357	330	252	266	242	252	291	268
2016	371	331	262	273	282	272	295	248
2017	363	333	279	280	307	276	305	254
2018	368	337	293	271	255	284	307	268
2019	372	338	292	285	293	293	306	270
2020	380	340	325	305	298	287	279	270

출처: 세계 주요국의 1인당 계란 소비량(EC), 월간양계 2018.12월호, 2021.11월호.

하는데 그쳤다. 1인당 소비량을 볼 때에도 우육, 돈육, 계육이 모두 증가한 반면, 오리고기는 2010년 대비 증가하지 않았다(표 7).

한편 닭고기는 주로 홍콩, 베트남으로 수출되고 있고, 삼계탕은 일본, 대만, 홍콩으로 수출되고 있으며, 2021년 기준으로 닭고기 수출량은 37,781톤, 삼계탕은 3,494톤이었다(표 8).

반면에, 표 9에서 보는 것과 같이 닭고기 수입은 2021년 기준 124천톤으로 닭고기 수출량의 약 3배에 달했음을 알 수 있으며, 날개와 다리 부위의 수입이 많았고 전체육으로 수입하는 것은 미미한 것을 알 수 있다.

표 10에는 2000년부터 2020년까지 소, 돼지, 닭고기 도매가격과 계란 산지가격을 나타내었다. 소와 돼지고기는 매년 596원, 93원 가격이 상승한 반면 닭고기는

12원 증가하는 데 그쳤음을 알 수 있다. 계란(특란 10개 기준)가격도 2000년 696원에서 2020년 1,106원으로 연간 20원 증가하였지만, 이는 2000년대 초반 가격상승으로 인한 것으로, 2005년부터 2020년까지 15년간 50원 정도 상승에 그친 것을 감안해서 보아야 할 것이다. 한편, 2025년부터 시행예정인 산란계 사육밀도 조정으로 인해 산란계 사육수수가 점차 감소할 것으로 추정되며 이에 따라 계란 가격은 상승할 것으로 보인다.

2012년 산란계에 대해 동물복지 축산농장 인증제를 실시한 이후, 2021년 산란계는 총 185호(전체 사육농가의 19.6%), 3,259천수(전체 사육수수의 4.5%)였으며, 2014년부터 인증을 시작한 육계는 2021년 128호(전체 사육농가의 8.1%), 9,518천 수(전체 사육수수의 10.2%)로 해가 갈수록 인증농가가 증가하는 것으로 나

표 7. 축산물 소비량

연도	전체소비량(톤)				1인당소비량(Kg)			
	우육	돈육	계육	오리**	우육	돈육	계육	오리**
2010	431,299	940,620	522,310	121,315	8.8	19.3	10.7	2.4
2015	553,769	1,166,407	675,755	158,839	10.9	22.8	13.4	3.1
2016	593,800	1,219,000	703,100	173,230	11.6	24.1	13.8	3.4
2017	582,700	1,272,382	696,600	161,794	11.3	24.5	13.3	3.2
2018	653,700	1,334,452	772,000	109,371	12.7	27.0	14.2	2.1
2019	672,000	1,390,000	761,700	121,450	13.0	28.0	14.8	2.4
2020	668,000	1,325,000	727,600	122,277	13.0	26.0	14.7	2.4

출처: (사)한국육류유통수출협회, *: 한국오리협회.

표 8. 닭고기 수출량

구분	닭고기(톤)					삼계탕(톤)					
	일본	홍콩	베트남	기타	계	일본	대만	홍콩	베트남	기타	계
2005	291	1,217	0	21	1,529	659	18	9	0	15	701
2010	11	749	11,149	19	11,928	1,261	593	30	10	21	1,915
2015	0	0	23,191	0	23,191	893	343	180	553	123	2,092
2020	0	1,896	48,974	22	50,892	1,099	331	233	0	1,433	3,096
2021	0	0	37,781	0	37,781	1,371	573	154	17	1,379	3,494

출처: (사)한국육류유통수출협회.

표 9. 닭고기 수입량

연도	부위(톤)					계
	가슴육	날개육	다리육	전체육	기타	
2005	395	9,957	42,096	263	54	52,765
2010	6,749	7,037	84,748	378	0	98,912
2015	1,296	2,744	95,581	0	0	99,621
2020	876	5,947	131,688	0	37	138,548
2021	748	7,967	115,061	249	0	124,025

출처: (사)한국육류유통수출협회, 검역기준.

표 10. 소, 돼지, 닭고기, 계란 가격

구분	가격(소·돼지·닭: 원/kg, 계란: 원/특란10개)					
	2000	2005	2010	2015	2020	증가량/년
소(도매)	7,687	10,898	16,036	16,284	19,891	595.9
돼지(도매)	2,499	3,730	4,232	4,939	4,216	92.9
닭(도매)	2,356	2,469	3,527	2,938	2,408	11.5
계란(산지)**	696	1,061	1,134	1,253	1,106	20.2

출처: (사)한국육류유통수출협회, **: 농산물유통정보(~2015), 축산물품질평가원(2020).

타났다(표 11).

표 12에는 축산농가 경영주의 고령화 진행정도를 나타내었다. 2019년 전체 농가는 1,007천 가구로 지난 35년간(1985~2019) 연평균 1.9% 감소하였고, 이중 축산 농가는 53천 가구로 같은 기간 연평균 1.4% 감소하였다. 한편, 전체 농가 경영주 고령화율(65세 이상 경영주 농가/전체 농가)이 2005년 43.2%에서 2019년 62.0%로 18.8%p 증가하였고, 축산농가 경영주 고령화율은 같은 기간 25.2%에서 43.6%로 18.4%p 증가하여, 축산농가의 고령화율이 농업전체보다는 낮았으나 증가경향은 같았다(통계청, 2020).

OECD-FAO의 2021-2030 농업전망에 따르면, 육류 생산은 브라질, 중국, 유럽연합과 미국이 계속해서 주도

할 것이며, 쇠고기 생산은 전망기간 동안 주요 생산국에서 계속 성장할 것으로 내다봤다. 또한 돼지고기는 많은 개발도상국의 주 소비 육류가 아니어서 전 세계 돼지고기 생산량 증가 추세는 향후 10년간 둔화될 것으로 전망하였다. 향후 10년간 OECD 국가의 돼지고기 소비는 인구 구조의 변화가 가금육을 선호하는 변화를 초래해 감소할 것으로 예상되어 돼지고기 생산량은 줄어드는 반면, 아시아의 증가추세는 계속될 것이며 특히 중국의 생산량이 세계 돼지고기 생산량의 절반을 차지할 것으로 내다봤다. 가금육은 전체 육류 중에서 가장 높은 증가 추세를 유지하여 향후 10년 동안 생산될 모든 육류의 약 절반 정도를 차지할 것으로 예측했다. 한편, 계란은 향후 10년간 지속적으로 증가할 것으로 예측하였다.

표 11. 산란계 및 육계 동물복지 인증농가 현황

구 분		~2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
인증 농장수(개소,누적)		49	74	99	150	211	254	313	320	
추 정 별	산란계	농장수 (비율, %)	48 (4.2)	64 (6.0)	71 (6.5)	95 (9.4)	126 (13.1)	158 (16.9)	185 (19.6)	185 (-)
		사육규모 (비율, %)	691 (1.0)	813 (1.1)	893 (1.2)	1,463 (2.0)	2,159 (3.0)	2,767 (3.8)	3,259 (4.5)	3,374 (-)
	육계	농장수 (비율, %)	1 (0.1)	10 (0.6)	28 (1.8)	55 (3.6)	85 (5.6)	96 (6.0)	128 (8.1)	131 (-)
		사육규모 (비율, %)	71 (0.1)	942 (1.1)	2,193 (2.6)	4,360 (5.1)	6,507 (7.3)	7,121 (7.5)	9,518 (10.2)	9,662 (-)

출처: 동물보호관리시스템(animal.go.kr), 2022. 3. 5. 검색.

표 12. 농축산 농가 경영주 고령화율

		2005	2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	증감/년
농업	전체 농가 수(천 호)	1,273	1,177	1,121	1,089	1,068	1,042	1,021	1,007	-1.7
	65세 이상 경영주	549	546	624	582	593	607	616	624	0.9
	경영주 고령화율(%) ¹⁾	43.2	46.4	55.7	53.5	55.5	58.2	60.3	62.0	-
축산	축산농가 수(천 호)	82	81	58	53	53	55	53	53	-3.1
	65세 이상 경영주	21	24	20	16	18	20	21	23	0.8
	경영주 고령화율(%) ¹⁾	25.2	29.6	34.5	30.8	34.4	37.3	39.7	43.6	-

주: 1) 경영주 고령화율(%) = (65세 이상 경영주 농가/농업 또는 축산 농가)×100

자료: 통계로 본 축산업 구조 변화(2020.12), 통계청 「농림어업조사」 국가통계포털(KOSIS).

우리나라의 경우, 향후 10년간 돼지고기 생산량은 감소하는 것으로 나타났고 소고기, 가금육 및 계란의 생산량은 지속적으로 증가할 것으로 예측하였다(표 13).

앞에서 거론한 가금산업은 종축없이는 지속될 수 없다. 전 세계적으로 육용종계는 2개, 산란종계는 3개 다국적 육용기업이 종계 대부분을 공급하고 있다. 2011년 전 세계 육용종계의 95%를 3개 기업에서 공급하였으나, 2017년 Group Grimaud의 Hubbard가 EW Group의 Aviagen에 인수되면서, 육용종계를 2개 그룹(EW Group, Cobb-vantress)에서 공급하고 있다. EW Group이 보유한 육계(로스, 아바에이커 등)가 Cobb 육계보다 성적이 우수해지면서 국내에서는 EW Group의 육계 종자만 수입하고 있는 상황이다. 산란종계는 2008년 Group Grimaud에서 개발한 산란계 Novogen이 일부 유통되면서 기존의 EW Group과 Hendrix genetics, Group Grimaud 3개 회사가 종계 대부분을 공급하고 있다(그림 1).

국내에 육용 원종계를 수입하는 회사는 하림(당초 코브에서 아바에이커로 변경), 삼화원종(로스), 한국원종

(아바에이커), 사조원종(인디언리버)이고, 산란 원종계는 한국양계TS(하이라인 브라운) 한 곳이다. 한국양계TS는 국내 산란종계의 약 65%(광천농장 기준)를 공급하고 있다. 다른 업체는 원종계를 수입하지 않고 조인(로만 브라운), 대영(이사 브라운) 등이 국내에 종계를 수입하고 있다(대한양계협회, 2021). 국내 육용·산란용 원종계를 5개 업체가 담당하고 있어, HPAI 등으로 원종계 질병 피해 시 양계산업 근간이 흔들리는 문제를 안고 있다.

종오리는 세계 종오리 시장의 75%를 공급하는 영국(Cherry Valley사, 2017년 중국 Beijing Capital Agribusiness사와 CITIC 농업펀드가 말레이시아 기반의 Navis Capital을 통해 Cherry Valley사 지분 100% 인수)의 북경오리(Pekin duck) 품종과 프랑스(Group Grimaud)에서 북경오리(Pekin duck) 품종을 오리협회(2011년부터 원종오리농장 운영)에서 수입하고 있다. 토종오리를 제외한 종오리는 전량 수입에 의존하고 있어, 수출국의 HPAI 발생 등으로 종오리 수입이 안되면 국내 오리산업도 위기를 맞을 수밖에 없는 한계를 가지고 있다.

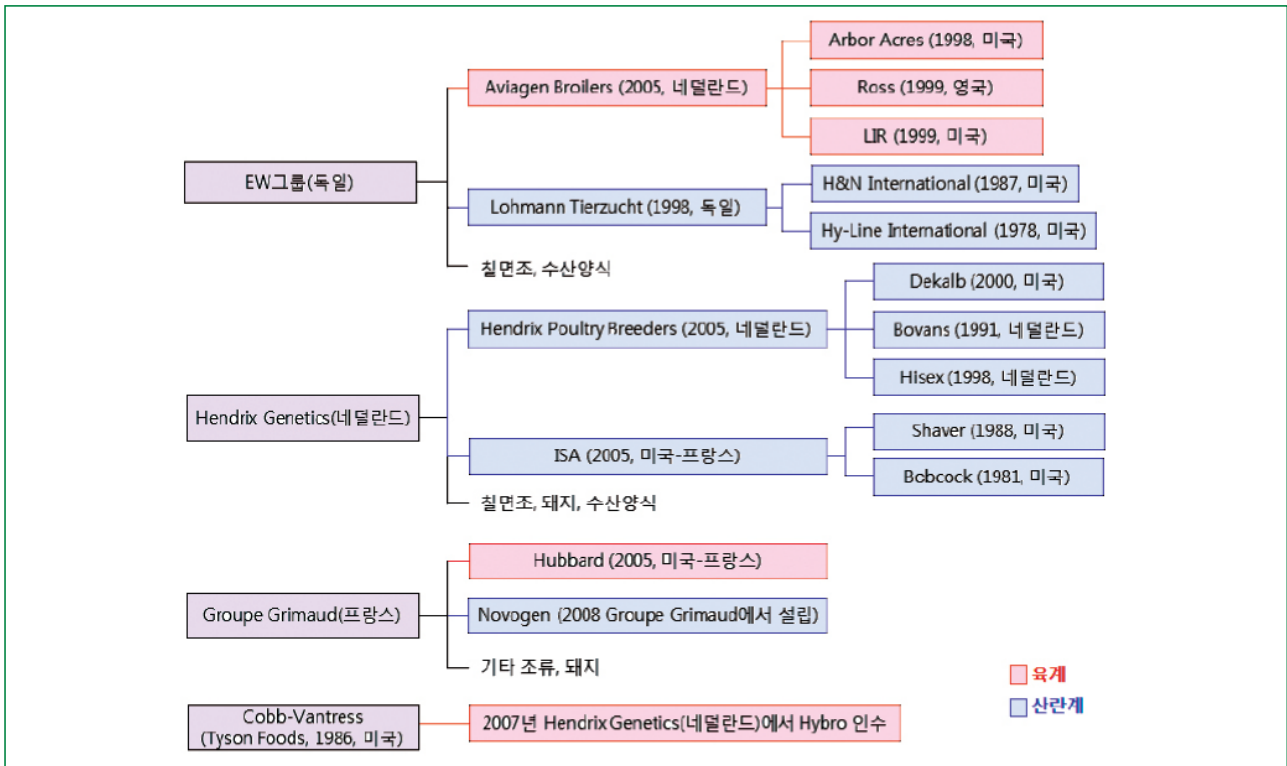
표 13. 2021-2030년 세계 육류 및 계란 생산전망

(단위 : 1000톤)

구분	소고기(cwe)			돼지고기(cwe)			가금육(rtc)			계란		
	세계	OECD	한국	세계	OECD	한국	세계	OECD	한국	세계	OECD	한국
2020	70,453	29,440	291	108,298	44,899	1,396	133,574	52,771	936	87,586	23,698	824
2021 ^F	70,368	29,599	293	112,861	44,808	1,383	135,071	53,175	937	87,655	24,029	826
2022 ^F	70,707	29,770	296	117,799	44,623	1,373	137,280	53,623	939	88,684	24,208	828
2023 ^F	71,234	29,937	297	122,346	44,318	1,359	138,413	54,053	942	89,155	24,365	831
2024 ^F	71,893	30,114	300	122,986	44,287	1,354	140,621	54,654	947	90,195	24,554	834
2025 ^F	72,417	30,165	302	123,627	44,238	1,352	142,773	55,216	952	91,202	24,727	837
2026 ^F	72,838	30,272	304	124,421	44,343	1,352	144,858	55,716	958	92,130	24,889	839
2027 ^F	73,243	30,347	304	125,106	44,347	1,353	146,980	56,248	965	92,997	25,030	841
2028 ^F	73,761	30,473	305	125,833	44,398	1,353	149,124	56,802	973	93,870	25,194	844
2029 ^F	74,254	30,581	306	126,543	44,444	1,355	151,307	57,387	980	94,735	25,362	846
2030 ^F	74,713	30,684	309	127,278	44,494	1,356	153,479	57,970	987	95,604	25,536	848
연당 증가량	463.3	120.3	1.7	1,642.6	-36.8	-3.5	2,012.5	525.8	5.3	850.8	174.0	2.5

주: cwe = carcass weight equivalent (지육중량), rtc = ready to cook(반조리식품), F = 예측값.
출처: OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030 (<https://stats.oecd.org/>), 양고기 생략.

그림 1. 가금육종업체 구조



USDA, 2011; Fig 7.1 재편집.

2. 연구동향 및 전망

(1) 육종

앞으로는 이전보다 더욱 다양한 환경과 생산시스템에서 더욱더 많은 수의 닭을 사육하게 될 것이다. 따라서, 개량분야의 핵심 과제는 생산비용을 낮추면서도 안전하고 높은 수준의 복지기준을 충족하면서 지속적으로 생산량을 늘려가는 것이다.

축산선진국에서는 지금까지 육계를 ‘사료효율, 강건성, 생존율 및 가슴살 비중이 높은 닭’으로 개량하여 왔다. 사료효율 개량을 위해 RFID를 이용하여 개체별 사료섭취량과 체중을 측정하는 기술이 적용되었고, 복수병(ascites), 급성폐사(flip-over), 발육부진(runting) 문제 해결을 통해 생존율을 개선시켜 왔다. 얼마전까지는 체중과 같은 측정이 쉬운 형질에 대해 개량을 해 왔

다면, 이제는 CT와 같은 비파괴 측정을 통해 뼈의 품질이나 닭의 가슴형태, 가슴육의 중량 및 모양, 지방함량 등 체조성을 측정하고 개량하는 연구를 추진 중이다 (Jeremy Grandhay et al., 2019).

2010년대 들어 개체의 유전능력평가 역시 혈통과 표현형 자료에 유전체정보(SNP micro array)를 추가한 유전체 선발(genomic selection)을 닭 육종에 적용함으로써 기존의 구조적 교배체계에 구애받지 않고 선발과 교배가 가능해졌다(Wolc et al., 2016). 유전체 선발은 세대간격을 줄이고, 육종가 정확도 향상 효과가 있어 닭 개량 속도를 더욱 빠르게 한다. 연구결과에 따르면 유전체정보를 이용함으로써 유전평가의 정확도가 육계에서 중도 유전력인 번식과 산란수 형질은 각각 20%와 45%, 유전력이 높은 사료섭취량은 50%의 개선효과 나타내었다(Wolc et al., 2014; Chen et al., 2011).

소규모 집단이나 종축을 강하게 선발하는 집단의 경우,

유전적 다양성 감소로 근교퇴화나 멸종가능성이 높아지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 개량의 목적을 달성하면서 유전적 다양성을 유지하기 위한 연구가 추진되어 MateSel(Kinghorn, 2011), EVA(Berg et al., 2006), OptiSel(Wellmann et al., 2019)과 같은 프로그램이 개발되어 연구자뿐만 아니라 MateSel과 같은 경우 일반농가도 활용할 수 있게 서비스로 제공되고 있다.

우리나라에서는 마니나, 마니커로 대표되는 국산 산란계, 육계 종계(순계)가 경영난으로 1998년 없어지면서 외국에 종계를 의존하게 되어, 종계 개량 관련 연구는 토종닭과 토종오리에 대해 수행되었다. 토종닭의 개량을 위해 「재래닭 고품질 육용화 연구(1994~1997)」가 추진되어 민간에서 수집한 토종닭과 예전에 도입하여 토착화된 토종닭에 대한 혈통순수화 및 교배조합별 육질 등의 평가가 이루어졌다. 민간주도형 토종닭의 개량을 위해 「골든씨드프로젝트(2012-2021)」가 수행되었으며, 토종닭 순계 능력개량을 위한 BLUP 기반의 유전능력평가 시스템 구축이 이루어졌다. 본 연구를 통해서 체중의 연간 개량량은 6.2~38.0g, 산란수 개량량은 -1.0~4.0개인 것으로 나타났다(GSP종축사업단, 2021).

한편, 토종오리의 경우 국립축산과학원에서 2008년 농가보유 토종오리를 수집하여 집단을 구축한 바 있고 2020년 새롭게 백색과 유색으로 계통을 분류하고 혈통고정 작업과 생산능력개량 작업을 동시에 추진하고 있다.

미래에는 유전체 선발기술의 본격적인 적용이 요구되며, 이를 위한 참조집단 구성 등의 연구가 지속적으로 필요하다. 또한 집단규모가 작은 토종가축의 특성상 선발강도를 높이면 유전적 다양성이 감소하여 자칫 멸종위기에 빠뜨릴 수 있으므로, 최적기여선발(optimum contribution selection) 기술개발 및 적용이 요구된다(Yu, Wang et al., 2017). 동물복지 등으로 세계적 경향으로 자리잡은 ‘저성장’ 닭과 관련하여 토종닭 기반의 ‘저성장’ 종계를 목표로 토종닭의 육질을 유지하면서 사육기간을 10주 이내를 단축할 수 있도록 성장능력을 개량하는 것이 필요하다. 또한 육질을 유지하면서 산란능

력이 우수한 토종닭으로 개량하는 것 또한 중요하다. 물론 이러한 경향을 바탕으로 닭을 모두 ‘저성장’ 닭으로 전환하자고 주장하는 것은 생산비용, 사육공간 등을 고려할 때 불가능(National Chicken Council, 2017)하므로 일부 시장을 목표로 해야 할 것이다. 우리의 경우 국내 종오리(pure line) 집단을 구축하고 능력개량을 통해 종오리 수급문제 발생 등의 문제에 대비할 수 있도록 집단구축 및 개량에 관한 연구가 요구된다.

(2) 영양 · 사양 · 질병관리

미국, 독일, 영국, 일본 등 축산선진국은 각 나라의 가금영양 및 사양에 적합한 사양표준을 제·개정하여 이용하고 있다. 독일 Thaer가 사료 영양가 기준을 설정한 이래 Grouven이 처음으로 가축사양표준을 제정하였고, 미국은 국립연구위원회(NRC) 가축사양표준을 제정하였다. 가금사양표준은 1994년에 9차 개정판 출간하였고, 이웃 일본은 1963년 일본사양표준의 초판 발행 이후 2011년 5차 개정을 통해 가금의 사양기준으로 삼고 있다.

한편, 정밀한 사양관리를 통한 생산성 향상과 환경부담 저감을 위해 원료사료 가치 평가 및 영양소 요구량 결정에 대한 연구도 수행되고 있다. 가금에 대한 정밀 영양 사양 관련 연구로는 원료사료의 표준회장소화를 측정 및 추정식 개발(Lemme et al., 2004; Adedokun et al., 2008), 질소 배출 최소화 및 생산비 절감을 위한 최적 단백질 · 대사에너지 요구량 설정(Sirri et al., 2012), 가슴육 생산량, 면역능 개선 등의 목적별 최적 영양소 요구량 설정 및 제시(Gorman and Balnave, 1995), 사료 내 섬유소 및 비타민 수준별 첨가 시험을 통한 조사항목별 최적 영양소 요구량 및 추정식 제시(Saadatmand et al., 2019) 등이 수행되었다.

또한, 그룹별, 평균치에 근거한 사양관리에서 집단의 상태를 파악하고 그에 맞추어 정밀한 사양관리를 하기 위한 연구도 활발히 수행되고 있다. 유럽은 2012년부터 EU-정밀사양기술 프로젝트(EU-PLF project)가 추진되어 영상, 음향 분석기법 및 다양한 센싱기술 등을 이

용한 ICT 기반 연구를 수행하였다(EU-PLF). 육계가 내는 소리를 분석하여 육계의 체중을 추정하는 연구에서는 실측체중과 예측체중간 상관계수가 0.96으로 조사되어 음향을 통한 축군의 체중예측이 가능함을 밝혔다(Illaria Fontana et al., 2017).

가금의 질병관리 관련한 연구는 병원균 감염에 대응한 장 건강 증진, 백신개발, 면역증강 보조, 고온스트레스와 장관 마이크로바이옴, 항생제 대체물질, 인수공통 전염병균 제어와 식품 안전과 관련된 연구가 추진되었다. 지난 15년간의 고병원성조류인플루엔자(HPAI) 바이러스 연구 및 감시 결과를 바탕으로 야생조류, 환경 모니터링 등에 대한 미래전략을 제시하였고(Josanne et al., 2021), 가금류의 과사성 장염을 예방하기 위해 클로스트리디움 퍼프린젠스 항원을 가진 살모넬라균 대개 백신 개발(Wilde et al., 2019), 항생제 내성 저감 및 장 건강개선 등을 위한 프로바이오틱스 효과 분석(Joan et al., 2020) 등 질병관리와 예방에 대한 연구가 수행되었다. 또한 최근 살충제로 문제가 되었던 닭진드기 제어를 위하여 환경 친화적이고 지속가능한 방법으로 식물에서 널리 사용하는 병해충 종합관리(integrated pest management) 전략을 산란기에 적용할 수 있는 방안을 모색하는 연구가 수행되었다(Eva Decru et al., 2020). 이외에도 컴퓨터를 활용한 AI 확산모델링 등 질병의 전파경로를 이해하고, 이를 차단하고자 하는 연구도 진행되고 있다(MarionVittecoq, 2017; Karen D. Galarneau et al., 2020).

국내에서는 2002년 한국가금사양표준을 제정하였으며, 2017년까지 5년 주기로 개정하였다. 국내 및 해외에서 발표된 연구결과를 바탕으로 품종별 영양소 요구량을 한국가금사양표준에 수록하였으며, 현재도 개정을 위해 필요한 연구를 수행하고 있다. 가금의 영양소 요구량에 대한 국내 연구는 주로 도입한 품종이 우리나라 환경에서 최대 능력을 발휘하도록 하기 위한 영양소 요구량 및 권장 수준에 관한 연구가 수행되었다. 1970년대 중반부터 1990년 중반까지는 산란계 육성기 사료와 영양 수준, 산란계 에너지 및 단백질 수준에 대한 연구

와 육계 사료의 적정 에너지 및 영양소 공급 수준 구명이 이루어졌다. 또한 국내에서 사육되고 있는 육용오리의 적정 에너지, 단백질 수준 구명 연구가 수행되었으며 동물복지가 강조됨에 따라 동물복지형 사육시스템별(인리치드 케이지, 에비어리, 평사 등) 적정 영양소 요구량 재설정 연구도 수행 중에 있다.

한편, 가금의 영양소 이용률 증가와 성장개선을 도모할 수 있는 효소제 첨가 연구도 수행 중이다. 가금의 영양소 소화율을 낮추는 피틴태인의 분해를 위한 인 분해 효소(phytase)의 첨가 및 무기태 인 공급원의 대체 효과 구명연구가 추진되고 있다. 또한 사료 내 첨가 물질을 이용하여 계란 등과 같은 가금사물의 품질 향상 연구가 이루어지고 있으며, 사료 내 지방산에 의한 근육 및 지방조직 내 지방산의 변화에 대한 연구도 수행 중에 있다.

우리나라의 정밀사양(precision livestock farming; PLF) 관련 연구는 초기단계이며 주로 가축사육 환경과 관련된 환기팬, 조명 등의 사육 시설 제어 및 온습도 등 환경 모니터링에 맞추어져 있다. 최근 한국축산데이터에서 돼지의 체중을 이미지 분석을 통해 예측하는 기술을 실용화한 바 있고 국립축산과학원에서 이미지를 통한 육계의 체중예측이 가능함을 제시하였다(국립축산과학원, 2021). PLF 기술 개발에 대한 연구는 음성 및 이미지와 진동 등 다양한 정보와 인공지능을 활용한 체중 예측, 비정상 또는 문제개체 확인, 계사환경 제어이상 검출 등에 대한 연구가 현재 진행 중이다.

국내의 가축건강과 관련된 연구로는 HPAI(H9N2) 검출 및 백신개발(송찬선 등, 2021; 이준화 등, 2020), Bacteriophage 투여 시 세균을 억제하고 면역기관 등을 강화하는 효과 분석(Upadhya et al., 2021) 등의 연구가 수행되었다. 한편, 닭진드기에 대한 병해충 종합관리 전략 수립을 위한 직접적인 연구는 아니지만, 이의 국내 적용을 위한 모범사례 소개(김진현, 2018)와 병해충 종합관리 가이드라인을 제공이 이루어졌다(유종철 등, 2019).

영양·사양·질병관리 분야에서 미래 대비를 위해 다음과 같은 연구가 필요하다. 우선, 지금까지 영양분야에서 수행해 왔던 생산성 향상에 추가하여 기후변화, 탄소

중립에 대한 적절한 사양표준 설정이 필요하다. 때문에 국내의 독특한 육계출하 체중과 기후, 환경 등 종합적인 여건에 따른 성장·생산특성, 대사에너지 요구량 설정 모델 개발, 산란계의 생산기간이 연장됨에 따른 육성기 단축 및 산란후기 또는 말기 계란품질 개선 등의 사양모델이 요구된다. 국내 육계 출하체중(1.5, 2.5kg) 특성에 따른 최적 영양소 요구량 구명을 통한 전용 사료 프로그램, 생산성·건강성·면역성 등 주요 지표별 적정 영양소 수준 설정, 고온 또는 저온 스트레스 조건에서의 사료 내 적정 영양소 요구량 설정, 동물복지 사육 확대에 따른 사료 내 적정 영양소 요구량 확립, 질소, 인 등 환경오염인자 배출 저감을 위한 육계 및 산란계 사료 내 첨가물질 활용과 같은 다양한 시대적 요구에 맞는 사양기술 개발 역시 필요하다. 또한 농장의 여러 사육환경 정보와 앞에서 개발한 여러 단위사양기술을 종합한 농가 사양관련 의사결정 지원 기술개발(카길, TechBro Flex)도 필요하다.

정밀사양(PLF) 분야에서는 ChickenBoy(빅 더치만)와 같은 계사환경 정밀모니터링기기, 평사의 계란을 수집하는 Poultry-bot(WUR) 등 축산선진국에서 개발하고 있는 기술의 빠른 추적이 필요하며, 현재 추진 중인 인공지능 등을 이용한 계사내 개체행동, 환경 등의 이상 여부 감지·알림을 위한 기술개발 및 실용화가 요구된다.

질병관리 분야에서는 실시간 건강 모니터링 및 차단 방역 기술 개발을 통한 ‘살처분’ 중심방역에서 ‘질병예방’ 중심의 가금 질병관리체계 도입이 필요하다. 이를 위해서는 삽입·부착형 센서를 통해 사양관리를 하는 것은 물론, 질병 징후를 포착하여 질병의 사전예찰과 민간·공공데이터를 융·복합하여 사람과 차량, 감염동물, 오염된 기구·기계, 질병 매개체 등 가금질병 전파 인자에 대한 질병 확산 모델링 및 이를 바탕으로 적절한 방제방안을 찾아내는 기술개발이 뒷받침되어야 할 것이다.

(3) 시설·환경·동물복지

빅더치만(BigDutchman) 등과 같은 축산 대기업에서

는 가금 사육시설 외부로 배출되는 미세먼지, 암모니아를 저감하기 위한 다양한 시설 및 장치를 개발·보급 중에 있다. 유럽이나 북미에서는 전산유체역학(CFD) 기술을 적극적으로 활용하여 환기 시스템을 개선하거나 과학적이고 체계적인 컨설팅을 위해 활용하고 있다. 가금류의 고온, 저온 스트레스 방지를 위한 환기 시스템의 구조 개선 및 운영안 도출을 위한 컴퓨터 모델링 연구가 지속적으로 실시되고 특히, 실제 정량적인 환기량 산정이 어려운 자연환기 사육시설의 환기량을 추정하기 위한 방법론으로도 활발히 적용되고 있다(Norton et al., 2009).

모니터링 및 관리에 있어서, 일본에서는 닭 건강관리 및 계란 품질 유지를 위해 케이지 내 폐사한 닭을 찾아내는 자율 주행 이동 로봇을 개발하였고, 독일에서는 육계사 내 사육하는 계군의 건강 및 환경상태(온도, NH₃, CO₂ 등)를 모니터링하기 위해 계사에 설치된 레일을 따라 움직이는 형태의 로봇을 개발한 바 있다(Hartung et al., 2019).

동물복지 개념이 먼저 도입된 축산선진국을 중심으로 다양한 동물복지 사육시스템의 시설과 사육환경 개선을 위한 연구가 수행되고 있다. 대표적으로 사육시스템(케이지와 방사)에 따른 산란계 동물복지 지표(발바닥 피부염 및 발톱 길이)의 변화에 대한 연구(Dikmen et al., 2016), 깔짚 수분함량 및 두께 등에 따른 발바닥피부염(FPD) 발생률을 분석하고(Shepherd et al., 2013), 깔짚 제어를 위한 사료 내 에너지 수준, 단백질(balanced protein) 수준에 따른 음수량과 깔짚 수분 함량 변화(Huang et al., 2011), 온도 변화, 깔짚종류, 출하일령, 사육밀도 등에 따른 복지 지표 발생분석(Kyvsgaard et al., 2013)과 이외에 도계장 데이터 분석을 통한 육계 동물복지 수준 분석이 진행되었다(European Union, 2016). 한편, 네덜란드에서는 컨베이어벨트로 옮겨지는 달걀에 기계가 미세한 바늘로 찔러 달걀 내 성분을 미량 채취하여 유전자 검사를 통해 부화할 병아리의 암수를 구별하는 장치를 개발(Poultry world, 2019)하는 등 수평아리가 바로 도태되는 문제를 해결하기 위한 연구도

진행되고 있다.

우리나라는 ICT 기술을 이용한 원격 관제(관찰+제어)를 통해, 편의성 및 생산성 향상을 도모하기 위한 1세대 수준의 가금 스마트팜 시설이 보급되고 있는 상황이다. 환경제어분야에서는 센서를 통한 환경 모니터링뿐만 아니라 축사시설 내 수치해석 기법을 이용하여 축사 환기, 열 환경, 오염물질 거동 등과 관련하여 전산유체역학(CFD) 기술을 이용하여 계사시설 유형별 환기 효과 평가 및 관리 개선 방안을 도출을 위한 연구(Kwon et al., 2015), 건축물에너지시뮬레이션(BES) 기법을 이용한 가축의 고온 스트레스 발생 여부 등을 동적으로 해석하기 위한 연구(Ha et al., 2018) 등이 수행되고 있다.

환경과 관련해서, 90년대 후반부터 축사 내부의 미세먼지, 암모니아 저감을 위한 기계식, 정전기식, 수세식 장치의 개발이 실시되었으나 낮은 효율, 유지관리 및 비용 문제 등으로 연구개발이 답보상태였다. 그러나, 2000년대 중반 환경에 대한 관심이 증가하자, 근로자의 호흡기 복지 증진과 관련하여 육계 사육시설의 미세먼지, 내독소 발생 수준에 대한 측정 연구가 재개되었고(Kwon et al., 2016), 최근에는 환경부의 CAPSS(Clean Air Policy Support System) 국가 고유 배출계수 발굴과 관련된 육계, 산란계 사육시설을 대상으로 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5})와 암모니아(NH₃)의 배출계수 측정을 위한 연구가 수행되고 있다. 한편 가축분뇨처리는 최근까지 자연순환농업 기반의 가축분뇨의 퇴·액비화에 목표를 두어 가축분뇨를 자원화하기 위한 연구가 주로 수행되어 왔다. 이에, 가축분뇨 자원화시설 확충 등 환경 문제를 대응하기 위한 가금의 분뇨 배출원 단위 산정 연구를 수행하였다. 가금분야는 토양에 투입되는 인 등의 저감을 위해 양계(육계, 산란계) 사료 내 사료첨가제(효소제 등)를 첨가하여 발생하는 분뇨 내 인(P) 저감효과를 구명하는 연구를 수행하였다.

국내에는 비교적 동물복지개념이 늦게 도입되었지만 가금분야가 동물복지인증에 앞서 가는 상황에서 국내 상황에 적합한 가금 동물복지 기준과 복지수준 판단을 위한 동물복지지표 설정 연구(국립축산과학원, 2020)

와 동물복지 사육 시의 생산성에 대한 연구(전진주 등, 2020)가 최근 진행되고 있다.

미래에는 인공지능, 빅데이터 기술을 적극적으로 활용한 ‘디지털 농업’으로의 전환이 가속화될 것으로 전망된다. 현재 영상·음성 정보 기반 폐사체 혹은 이상개체를 조기에 발견하고 대응할 수 있는 기술개발이 활발히 이루어지고 있어, 빠른 시일 내 상용화가 가능할 것으로 기대된다. ICT기술 및 빅데이터분석 기술의 발달은 생산뿐만 아니라 유통, 소비까지 일련의 가치 사슬로 아우를 수 있을 것으로 기대되고 있고 현재까지 농가는 제품을 생산하는 생산자였다면 미래에는 유통, 소비자의 요구를 접목하여 축산물을 생산하는 농가로 발전할 수 있을 것이다.

현재 추진하고 있는 축사 현대화 사업(스마트팜 보급)과 더불어 ‘무창사육시설’의 보급이 점차 확대되고 있는 가운데, 무창 사육시설의 에너지 이용 효율 증진과 관련된 단열을 위한 신소재 개발, 에너지 설계 기준 수립, 냉난방 에너지 비용 절감을 위한 운영 전략 및 설비 설계 등 다양한 연구 아이템 발굴이 가능할 것으로 전망된다. 또한 스마트팜 보급에 따라 실시간으로 온습도, 가스농도 등 다양한 측정이 가능하므로, 농장 주변의 냄새 강도를 실시간으로 측정하고 이를 반영한 능동형 냄새 제어장치의 개발이 가능할 것으로 기대되며 이에 대한 여러 연구가 필요하다.

동물복지에 대한 국민의 인식이 확대되고, 국내·외 동물복지 인증기준, 동물보호법 및 축산법이 강화됨에 따라, EU 등 다른나라 기준의 준용이 아닌 우리나라에 적합한 동물복지 사육형태에 따른 가축관리의 기술적 문제를 해결하기 위한 연구와 사육형태별 경제성 분석 및 농가 컨설팅 매뉴얼 개발 등의 연구가 추진되어야 할 것이다.

(4) 축산물 이용

국외의 닭 및 오리고기 유통과 관련된 연구를 살펴보면, 닭고기는 합기포장 및 가스조절포장(0~100% N₂ /

0~40% CO₂)에 따른 구운 닭고기의 냉장저장 중 미생물 안전성 조사(Guo et al., 2018), 포도씨 추출물을 함유한 키토산 필름과 감마선 조사(2.5kGy)가 닭고기의 냉장저장 중 미생물수, 이화학적 품질 및 관능적 기호도에 미치는 영향(Hassanzadeh et al., 2017), 플라보노이드(25, 50 및 100mg/kg) 및 비타민 E(100 및 200mg/kg) 첨가수준이 닭고기 패티의 산화안정성과 휘발성 산화물질 생성에 미치는 영향(Sohaib et al., 2017)과 같이 포장방법, 필름, 항산화제 등을 이용한 저장성 증진과 3D 프린팅을 이용하여 닭고기 패티 제조 방법개발(Wilson et al., 2020) 등의 연구가 추진되고 있다. 오리고기도 역시 가스조절포장방법(Chen et al., 2020; Zhai et al., 2018), 전자빔 등을 이용한 오리고기 제품의 저장성 및 품질분석(Arshad et al., 2020), 항고혈압 및 항산화 펩타이드 동정(Liu et al., 2017), 유산균(*Lactobacillus plantarum*) 등 미생물을 이용한 오리고기 생햄의 지방산화 억제 및 풍미 향상(Cai et al., 2020) 등 육제품 제조기술에 대한 연구가 수행되었다.

국외의 달걀 및 오리알 분야의 연구는 고전압 대기압 저온 플라즈마 처리를 통한 난각 표면의 살모넬라 저감(Wan et al., 2017)과 같은 위생안전성 증진 관련 연구와, 닭, 오리, 거위, 칠면조, 메추라기 및 비둘기 알의 품질과 난백의 물리적·영양적 특성 비교(Sun et al., 2019), 면역글로불린Y(IgY) 및 리소짐 정제 방법(Amro et al., 2018; Ng et al., 2019; Redwan et al., 2021) 등 기능성 소재로의 활용에 대해 연구가 많이 수행되었다. 오리알에 대해서도 저온 플라즈마를 이용한 오리알의 미생물 안전성 증진(Gavahian et al., 2019)과 같은 안정성 개선 연구와 단백질 나노화이버, 폴리페놀, 양강근(galangal), 정향(clove) 등을 이용한 염지 오리알의 품질 개선(Harlina et al., 2018, 2019; Wang et al., 2020)과 같은 염지 오리알 제조, 위생안전성 증진 기술, 오리알 난백 가수 분해물의 항산화 및 항균 활성 구명(Quan and Benjakul, 2019; Thammasena and Liu, 2020)과 같은 기능성 소재로의 활용도 제고에 대한 연구가 수행되었다.

국내에서 닭고기와 오리고기에 관련된 연구로는 아질산염 및 치자 추출물을 첨가한 닭고기 패티를 냉장 저장했을 때 지방산화 안정성과 보수력 비교(Park et al., 2020), 춘천닭갈비의 기호도와 저장성 증진을 위한 훈연액과 염지제 첨가 및 조리조건 구명(Jeong et al., 2018) 등 패티, 마리네이드, 닭갈비, 퓨레, 소시지 등의 제조기술 연구가 수행되었다. 또한 반려동물산업의 성장에 따라, 닭고기에 대한 적정 감마선 및 전자선 조사(Kang et al., 2021) 등 펫푸드 제조기술에 대해 연구가 수행되었다. 오리고기는 보수력, 지방산 조성, 관능적 기호도 등 육질특성 연구(Kim et al., 2018; Lee and Ro, 2019)와 오리고기 소시지 개발(Kim et al., 2021), 젤리형 오리고기 제품개발(Kim et al., 2020) 등 육제품 제조기술 개발에 대한 연구가 추진되었다.

계란에 대한 국내 연구로는 곡류가공품 부재료로 계란 난황의 첨가효과에 대해 연구되었으나 오리알 가공 등에 대한 연구는 찾기가 어려웠다.

앞으로도 닭고기는 다른 식육에 비해 지방 함량이 적고 가성비가 좋아 소비가 증가할 것으로 예측된다. 그러나 식메뉴가 삼계탕과 후라이드에 국한되어 있어 소비확대를 위한 다양한 가공제품 개발 수요가 증가할 것으로 전망된다. 특히 인구구조가 1인 가구화 및 초고령화됨에 따라 소비자의 간편식 요구가 증가하고 있어 닭고기를 이용한 간식, 밀키트, 편이식품 제조기술 개발이 지속될 것으로 예상된다. 또한 반려동물 양육인구 역시 급증하고 있어 닭고기를 이용하여 건강함을 강조한 펫푸드 제조기술과 이 제품의 저장성을 증진할 수 있는 유통기술 개발이 요구된다.

오리고기는 닭고기보다 소비가 저조하고 식메뉴가 백숙과 훈제에 국한되어 있어 소비확대를 위해 간식과 주식으로 대중화할 수 있는 오리고기 후라이드 제품개발 등 다양한 제품개발이 필요하다. 오리고기 역시 인구구조의 1인 가구화와 초고령화에 맞춰 가정용 간편식으로 개발이 요구될 것으로 보인다. 또한 오리고기는 다른 식육에 비해 발효육제품 개발 및 생리활성 구명에 대한 연구가 매우 미흡하므로 지속적인 소비확대를 위해 오리

고기를 이용한 발효소시지, 생협 제조기술과 인체 기능성에 대한 연구 확대도 필요하다.

한편, 알류는 식육에 비해 영양적 균형도와 가성비가 매우 높고 기능성분을 다량 함유하고 있음에도 불구하고 소비가 저조하여 다양한 기능성 소재로의 활용도를 증진하는 연구가 요구된다. 또한 계란과 오리알을 이용한 면역글로불린Y(IgY), 리소짐, 생리활성 펩타이드 등 기능성 물질을 효율적으로 추출·생산·활용하는 기술 개발도 추진될 것으로 예상된다.

III. 결론

가금산업은 인구증가와 소득수준 향상에 따른 축산물 소비 증가에 효과적으로 대처해 지금에 이르렀다. 앞으로 우리의 삶과 소득이 더 풍족해짐에 따라 지금까지의 식량에 대한 기대와 요구사항도 변화할 것이다. 특히 더 건강하고 안전한 식품을 먹고자 하는 열망으로 촉발된 소비자 관심은 식품 구매 패턴에 영향을 미치게 되므로 지금까지의 산업구조로 미래를 지탱해 나갈 수는 없다. 미래의 가금산업은 동물복지와 식량안보, 지속가능성을 모두 고려해야 한다. 즉, 지속적인 가금생산의 효율성 개선을 통한 토지, 에너지 및 물과 같은 자원에 대한 수요를 꾸준히 낮추어야 하고 항생제와 같은 화학물질 사용 축소, 가금의 전반적인 복지개선도 함께 추진해야 하는 어려운 숙제가 우리 앞에 놓여 있다. 한편, 동물복지나 환경부담 저감 등을 위해서는 생산자나 생산기술 측면에서만 접근하면 문제를 풀기 어렵다. 복지향상을 위해 대체 생산 시스템을 적용하고자 한다면 이의 경제성이 맞아야 하므로 가격이 높아지는 것은 필수적이며, 필요한 경우 정부의 보조금도 고려해야 한다. 지속 가능성

을 전면에 내세우려면 전체 식품 시스템을 재설계하고, 어떤 제품을 먹거나 구매하는지에 대한 소비자 사고방식의 변화, 높은 가격을 기꺼이 지불하는 의향이 필요하다(NAS, 2021).

한편, 가금산업의 근간인 종계와 종오리를 외국에 의존하고 있는 우리나라는 글로벌공급체인 붕괴, 지속적인 HPAI 발생 등에 취약할 수밖에 없다. 비록 능력은 개량종에 비해 좀 낮더라도 토종 종계와 종오리 집단을 확보하고 꾸준한 개량과 투자를 통해 유사시 어느정도 식량안보를 지켜갈 수 있는 기반 마련이 필요하다.

2010년 이후 인공지능기술이 획기적으로 발달하면서 그동안 사람의 관찰에 의존했던 동물의 행동을 실시간으로 기계가 대신할 수 있는 시대가 열리고 있다. 현재 우리나라는 스마트팜 보급사업을 통해 시설자동화 및 실시간 온습도, 제어정보 등을 관리하는 수준에 머물고 있다. 인공지능 등을 적절히 활용하려면 원인과 결과가 동시에 측정되어야 한다. 지금까지의 스마트팜은 원인만 측정하고 그 결과에 대한 정보 수집에는 한계가 있었다. 따라서 시설과 같은 하드웨어 투자에서 시설위에 얹혀 돌아갈 인공지능 학습용 자료 생성 및 시스템 개발과 같은 소프트웨어에 대한 투자로 한 단계 도약이 필요하다. 4차 산업혁명시대는 예전보다 더한 “승자독식”의 시대이다. 또한 지금 막 시작되는 시점이라 선진국과의 기술격차도 충분히 극복할 수 있다.

농업기술 개발을 통해 1960년대 이후 식량 공급이 3배 이상 증가시켰다면(Gouel and Guimbard 2018), 앞으로도 2050년까지 현재의 2배 정도 식량 수요가 증가할 것으로 예측된다. 지금이 바로 꾸준한 연구와 노력이 필요한 시점이다.

참고문헌

1. Wolc A, Kranis A, Arango J, Settar P, Fulton JE, O'Sullivan NP, Avendano A, Watson KA, Hickey JM, de los Campos G, Fernando RL, Garrick DJ, Dekkers JCM. 2016. Implementation of genomic selection in the poultry industry, *Animal Frontiers* 6(1), <https://doi.org/10.2527/af.2016-0004>
2. Adedokun SA, Adeola O, Parsons CM, Liburn MS, Applegate TJ. 2008. Standardized ileal amino acid digestibility of plant feedstuffs in broiler chicken and turkey poult using a nitrogen-free or casein diet. *Poult Sci* 87(12): 2535-2548.
3. Amro WA, Al-Qaisi W, Al-Razem F. 2018. Production and purification of IgY antibodies from chicken egg yolk. *J Gen Eng Biotechnol* 16: 99-103.
4. Berg P, Nielsen J, Sørensen MK. 2006. EVA: Realized and predicted optimal genetic contributions. CD communication 27-09, 2pp. WCGALP, 2006, s.246.
5. Cai Z, Ruan Y, He J, Dang Y, Cao J, Sun Y, Pan D, Tian H. 2020. Effects of microbial fermentation on the flavor of cured duck legs. *Poult Sci* 99(9): 4642-4652.
6. Chen X, Zhao J, Zhua L, Luo X, Mao Y, Hopkins DL, Zhang Y, Dong P. 2020. Effect of modified atmosphere packaging on shelf life and bacterial community of roast duck meat. *Food Res Int* 137: 19645.
7. Decru E, Mul M, Nisbet AJ, Vargas Navarro AH, Chiron G, Walton J, Norton T, Roy L, Sneeckx N. 2020. Possibilities for IPM strategies in European laying hen farms for improved control of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): Details and state of affairs. *Frontiers in Veterinary Science* 7. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fvets.2020.565866>
8. Gavahian M, Peng HJ, Chu YH. 2019. Efficacy of cold plasma in producing *Salmonella*-free duck eggs: Effects on physical characteristics, lipid oxidation, and fatty acid profile. *J Food Sci Technol* 56(12): 5271-5281.
9. Gorman I, Balnave D. 1995. The effect of lysine and methionine concentrations on the growth characteristics and breast meal yields of Australian broiler chickens. *Aust J Agric Res* 46(8): 1569-1577.
10. GSP종축사업단. 2021. GSP 종축사업단 산업화전략위원회 종합 보고회 자료.
11. Guo Y, Huang J, Sun X, Lu Q, Huang M, Zhou G. 2018. Effect of normal and modified atmosphere packaging on shelf life of roast chicken meat. *J Food Saf* 38(5): 12493-12500.
12. Gouel C, Guimbard H. 2018. Nutrition Transition and the structure of global food demand. *American Journal of Agricultural Economics* 101(2): 383-403. doi:10.1093/ajae/aay030
13. Kim HB, Kim IH. 2020. Bacteriophage cocktail supplementation improves growth performance, gut microbiome and production traits in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 12(1): 1-12.
14. Harlina PW, Ma M, Shahzad R, Gouda MM, Qiu N. 2018. Effect of clove extract on lipid oxidation, antioxidant activity, volatile compounds and fatty acid composition of salted duck eggs. *J Food Sci Technol* 55(12): 4719-4734.
15. Harlina PW, Shahzad R, Ma M, Wang N, Qiu N. 2019. Effects of galangal extract on lipid oxidation, antioxidant activity and fatty acid profiles of salted duck eggs. *J Food Meas Charact* 13(3): 1820-1830.

16. Hassanzadeh P, Tajik H, Rohani SMR, Moradi M, Hashemi M, Aliakbarlu J. 2017. Effect of functional chitosan coating and gamma irradiation on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Rad Phys Chem* 141: 103-109.
17. Fontana I, Tullo E, Carpentier L, Berckmans D, Butterworth A, Vranken E, Norton T, Berckmans D, Guarino M. 2017. Sound analysis to model weight of broiler chickens. *Poultry Science* 96(11), <https://doi.org/10.3382/ps/pex215>
18. Hartung J, Lehr H, Rosés D, Mergeay M, van den Bossche J. 2019. ChickenBoy: A farmer assistance system for better animal welfare, health and farm productivity. The 9th European Conference on Precision Livestock Farming, Cork, Ireland. pp.274-278.
19. Kwon J. 2021. Antigenic characterization of low and highly pathogenic H5 avian influenza viruses using antigenic cartography. *J of Bacteriology and Virology* March 2021, 21-27.
20. Jeong HS, Baek KH, Utama DT, Kim JT, Lee SK. 2018. Effect of liquid smoke and curing mixture on quality characteristics of Chuncheon Dakgalbi during storage. *Korean Journal of Poultry Science* 45(1): 29-39.
21. Grandhaye J, Lecompte F, Staub C, Venturi E, Plotton I, Cailleau-Audouin E, Ganier P, Rame C, Briere S, Dupont J, Froment P. 2019. Assessment of the body development kinetic of broiler breeders by non-invasive imaging tools. *Poultry Science* 98(9), <https://doi.org/10.3382/ps/pez112>
22. Kwon KS, Lee IB., Zhang GQ, Ha T, 2015. Computational fluid dynamics analysis of the thermal distribution of animal occupied zones using the jet-drop-distance concept in a mechanically ventilated broiler house. *Biosystems Engineering* 136: 51-68.
23. Kwon KS, Lee IB, Ha T. 2016. Identification of key factors for dust generation in a nursery pig house and evaluation of dust reduction efficiency using a CFD technique, *Biosystems Engineering* 151: 28-52.
24. Kang SW, Hwang JH, Jung AH, Park E, Park S, Yoon Y, Park SH. 2021. Effect of non-thermal pasteurization on minced chicken meat based pet food and its quality attributes through gamma ray and electron beam irradiation. *Food Eng Prog* 25(2): 139-146.
25. Galarneau KD, Singer RS, Wills RW. 2020. A system dynamics model for disease management in poultry production. *Poultry Science* 99(11): 5547-5559.
26. Kim TK, Yong HI, Jang HW, Kim YB, Sung JM, Kim HW, Choi YS. 2020. Effects of hydrocolloids on the quality characteristics of cold-cut duck meat jelly. *J Anim Sci Technol* 62(4): 587-594.
27. Kim TK, Lee MH, Kim SM, Kim MJ, Jung S, Yong HI, Choi YS. 2021. Physiochemical properties of reduced-fat duck meat emulsion systems: Effects of preemulsification with vegetable oils and duck skin. *Pout Sci* 100(2): 1291-1298.
28. Kim YS, Kim JH, Cho SH, Kang SM, Kang GH, Seo HW, Ba HV. 2018. Effect of carcass weight on physicochemical and sensory traits of duck meat. *Korean J Poult Sci* 45(3): 137-145.
29. Kinghorn BP. 2011. An algorithm for efficient constrained mate selection. *Genetics Selection Evolution* 43(4), <http://www.gsejournal.org/content/43/1/4>
30. Lee IO, Ro HK. 2019. Quality changes of smoked duck meat amended with *Curcuma longa* L. during storage. *J Korean Soc Food Cult* 34(1): 68-74.

31. Lemme A, Ravindran V, Bryden WL. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poult Sci J* 60(4): 423-438.
32. Liu D, Chen X, Huang J, Huang M, Zhou G. 2017. Generation of bioactive peptides from duck meat during post-mortem aging. *Food Chem* 237(15): 408-415.
33. Vittecoq M, Gauduin H, Oudart T, Bertrand O, Roche B, Guillemain M, Boutron O. 2017. Modeling the spread of avian influenza viruses in aquatic reservoirs: A novel hydrodynamic approach applied to the Rhone delta (southern France). *Science of The Total Environment* 595, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.165>
34. National Chicken Council. 2017. Slow Growth Chicken Environmental Impact. <https://www.nationalchicken council.org/wp-content/uploads/2017/01/ChickenUsaOneThirdInfoGraphic.jpg>
35. NAS (National Academy of Sciences). 2021. The Challenge of Feeding the World Sustainably: Summary of the US-UK Scientific Forum on Sustainable Agriculture. Washington, DC: National Academy Press. <https://www.nap.edu/catalog/26007/the-challenge-of-feeding-the-world-sustainably-summary-of-the-Crossref>
36. Kyvsgaard NC, Jensen HB, Ambrosen T, Toft N, 2013. Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers, *Poultry Science* 92(1): 26-32, <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02433>
37. Ng IS, Song CP, Ooi CW, Tey BT, Lee YH, Chang YK. 2019. Purification of lysozyme from chicken egg white using nanofiber membrane immobilized with reactive orange 4 dye. *Int J Biol Macromol* 134: 458-468.
38. Norton T, Gran J, Fallon R, Sun DW. 2009. Assessing the ventilation effectiveness of naturally ventilated livestock buildings under wind dominated conditions using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering* 103(1): 78-99.
39. OECD/FAO. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>
40. Park HY, Lee JP. 2019. Characteristics and sensory evaluation of fresh pasta added with egg yolk. *Cul Sci Hospit Res* 25(12): 166-173.
41. Park JI, Jung HS, Lee SK, Kim GY, Joo JW, Kamg SM. 2020. Effect of substitution of nitrite with *Gardenia jasminoides* extract on quality characteristics of chicken meat patty. *J Agric Life Environ Sci* 32(1): 34-43.
42. Quan TH, Benjakul S. 2019. Production and characterisation of duck albumen hydrolysate using enzymatic process. *Int J Food Sci Technol* 54(11): 3015-3023.
43. Redwan EM, Aljadawi AA, Uversky VN. 2021. Simple and efficient protocol for immunoglobulin Y purification from chicken egg yolk. *Poult Sci* 100(3): 100956.
44. Wilde S, Jiang Y, Tafoya AM, Horsman J, Yousif M, Vazquez LA, Roland KL. *Salmonella*-vectored vaccine delivering three *Clostridium perfringens* antigens protects poultry against necrotic enteritis. *PLoS One*, 2019 Feb 12;14(2):e0197721. doi: 10.1371/journal.pone.0197721. eCollection 2019
45. Sirri F, Meluzzi A. 2012. Effect of sequential feeding on nitrogen excretion, productivity, and meat quality of broiler chickens. *Poult Sci* 91(3): 316-321.
46. Sohaib M, Anjum FM, Arshad MS, Imran M, Imran A, Hussain S. 2017. Oxidative stability and lipid oxidation flavoring volatiles in antioxidants treated chicken meat patties during storage. *Lipids Heal Dis* 16: 27-36.
47. Sun C, Liu J, Yang N, Xu G. 2019. Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose,

- turkey, quail, and pigeon. *Poult Sci* 98(10): 4516-4521.
48. Ha T, Kwon KS, Hong SW, Choi HC, Lee JY, Lee DH, Woo S, Yang KY, Kim RW, Yeo UH, Lee S, Lee IB, 2018. Estimation of THI index to evaluate thermal stress of animal-occupied zone in a broiler house using BES method. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 60(2): 75-84.
49. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. World Population Prospects 2019: Highlights. ST/ESA/SER.A/423.
50. Upadhaya SD, Ahn JM, Cho JH et al. 2021. Bacteriophage cocktail supplementation improves growth performance, gut microbiome and production traits in broiler chickens. *J Animal Sci Biotechnol* 12, 49(2021). <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00570-6>
51. USDA. 2011. Research Investments and Market Structure in the Food Processing, Agricultural Input, and Biofuel Industries Worldwide / ERR-130, Economic Research Service/USDA .
52. Wan Z, Chen Y, Pankaj SK, Keener KM. 2017. High voltage atmospheric cold plasma treatment of refrigerated chicken eggs for control of *Salmonella* Enteritidis contamination on egg shell. *LWT-Food Sci Technol* 76: 124-130.
53. Wang Q, Liu W, Tian B, Li D, Liu C, Jiang B, Feng Z. 2020. Preparation and characterization of coating based on protein nanofibers and polyphenol and application for salted duck egg yolks. *Foods* 9(4): 449-464.
54. Wang Y, Bennewitz J, Wellmann R. 2017. Novel optimum contribution selection methods accounting for conflicting objectives in breeding programs for livestock breeds with historical migration. *Genet Sel Evol* 49, 45. <https://doi.org/10.1186/s12711-017-0320-7>
55. Wellmann R. 2019. Optimum contribution selection for animal breeding and conservation: The R package optiSel. *BMC Bioinformatics* 20, 25. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2450-5>
56. Wilson A, Anukiruthika T, Moses JA, Anandharamakrishnan C. 2020. Customized shapes for chicken meat-based products: Feasibility study on 3D-printed nuggets. *Food Bioprocess Technol* 13(11): 1968-1983.
57. Zhai Y, Huang J, Khan IA, Guo Y, Huang M, Zhou G. 2018. Shelf-life of boiled salted duck meat stored under normal and modified atmosphere. *J Food Sci* 83(1): 147-152.
58. 국립축산과학원. 2021. 동물복지 인증기준 보완 및 개선 연구 보고서. <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO202100010001>
59. 국립축산과학원. 2021. 육계 강건성 향상을 위한 행동 및 생산성 변화 정밀 예측 기술 개발 연구보고서. <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO202100010091>
60. 김진현. 2018. 검역본부 질병 Bulletin – 산란계 농가 닭진드기 종합방제관리(IPM) 적용 및 모범사례 소개. 월간양계50(8).
61. 대한양계협회. 2021. 2020년 업체별 (원)종계 수입현황. 월간양계 53(3).
62. 유종철, 신정수, 최승호, 이경자, 서건호, 김진현. 2019. 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 닭진드기 현장 방제 기술 개발 및 방제 매뉴얼 보급. 2019 한국가금학회 학술발표회.
63. 전진주, 홍의철, 강환구, 김현수, 손지선, 유아선, 김희진, 강보석. 2020. 육계 발바닥 피부염의 발생원인, 점수 시스템 및 관련 연구 동향에 대한 총설. *한국가금학회지* 47(4), <https://doi.org/10.5536/KJPS.2020.47.4.199>
64. 통계청. 2020. 통계로 본 축산업 구조 변화, http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=386478