축산시설환경 : 21(3) 105~112, 2015

ISSN 1226-0274
J. Anim Environ Sci 21(3) 105~112, 2015
http://dx.doi.org/10.11109/JAES.2015.21.3.105

고온기 젖소 스트레스 저감 기술에 대한 국내외 연구 및 특허 동향 분석

기광석[1]* · 임동현[1] · 김태일[1] · 박성민[1] · 임현주[1] · 이준엽[1] · 이송희[2]
[1]농촌진흥청 국립축산과학원, [2]한국지식재산전략원

Research and Intellectual Property Trend of Heat Stress in Dairy Cows

Kwang-Seok Ki[1]*, Dong-Hyun Lim[1], Tae-Il Kim[1], Seong-Min Park[1], Hyun-Joo Lim[1], Jun-Yeob Lee[1], Song-Hee Lee[2]
[1]National Institute of Animal Science, R.D.A,
[2]Korea Intellectual Property Strategy Institute

ABSTRACT

This study was conducted to establish the research direction of heat stress in dairy cows by searching papers and patents. Research papers published before 2014 through National Digital Science Library (NDSL) and patents registered with United States Patent and Trademark Office (USPTO), Japan Patent Office (JPO), European Patent Office (EPO) and Korean Intellectual Property Office (KIPO) were investigated using the key words of heat stress index, genetics, facilities and feed. The research trend for heat stress in dairy cows was analyzed with 182 papers and 282 patents. Global warming due to increased atmospheric concentration of greenhouse gases is a major interest in recent years. The papers related with heat stress in cattle were increased after 2006. Besides, patents connected with facilities and feed will be increased due to development of ICT. In particular, the various studies including patents about heat stress in dairy cows will be needed to conduct because the climate of southern Korean peninsula is changing from temperate to subtropic.

(**Key words :** Livestock, Heat stress, Research trend, Patent trend)

서 론

지구온난화와 기상이변 발생 등 기후변화 현상이 전 세계적으로 현실화 되고 있으며, 세계 각국의 온실가스 감축 등 기후변화 완화 노력에도 불구하고 기후변화가 지속될 것으로 전망되고 있다. 우리나라의 연평균 기온은 1954년부터 1999년에는 0.23℃/10년, 1981년부터 2010년에는 0.41℃/10년, 2001년부터 2010년에는 0.5℃/10년으로 지속적인 증

*Corresponding author : Kwang-Seok Ki, National Institute of Animal Science, R.D.A. 114, Sinbang 1-gil, Seonghwan-eup, Seobuk-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do 331-801, Korea.
Tel : +82-41-580-3396, Fax : +82-41-580-3419, E-mail : kiks386@korea.kr
2015년 6월 22일 투고, 2015년 7월 30일 심사완료, 2015년 8월 3일 게재확정

가를 보였다 (Ministry of Environment, Korea Meteorological Administration and National Institute of Environmental Research, 2015). 한국 기후변화 평가보고서 2014 (Ministry of Environment, Korea Meteorological Administration and National Institute of Environmental Research, 2015)에 따르면 우리나라는 기후변화로 인해 생태계 분포와 종 변화, 식량생산 저하, 질병발생 및 사망자 증가, 지역별·산업별 갈등 증가 등 다양한 분야에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 기상청의 미래 기후전망 결과, 20세기말 대비 21세기 전지구 평균기온은 RCP (Representative Concentration Pathway) 8.5 시나리오의 경우 4.8℃ 상승, 강수량은 6% 증가할 것으로 전망하였다 (Report of Korea Meteorological Administration, 2011. 6). 젖소는 외부의 온도변화에 상관없이 체온을 일정하게 유지하는 항온성 동물이다. 항온동물의 체온은 대사열 생산과 열 손실량이 일치되는 상황에서만 유지되며 가축의 생리적, 형태적, 행동적 열 조절 기능의 조화가 중요하다. 체온이 일정하게 유지되는 원리는 생산된 체열과 체표면을 통하여 발산되는 열량이 동일하기 때문이다 (Webster, 1976). 젖소, 돼지 등 현재 종축은 고온스트레스 저항성 등에 대한 고려없이 능력위주로 개량해 옴으로써 환경변화에 취약성을 보이고 있어 환경적응관련 형질개발 및 개량연구 추진이 필요하다고 하였다 (West, 2003). Liu et al. (2010)은 일부 특정 유전자를 중심으로 즉, HSP (heat shock protein) 및 ATPA1 유전자가 내서성 형질의 선발을 위한 표지유전자로 활용될 수 있음을 시사하였다. 사료를 충분히 급여하는 조건에서 젖소가 생산능력을 최대한 발휘할 수 있는 생산적온의 범위는 5~20℃이고, 상한임계온도 (UCT)는 년령, 영양상태, 피모의 상태, 상대습도 및 풍속에 따라 다르지만 일반적인 조건이라면 25~27℃ 부근이다 (Taylor and Thomas, 2012; Webster, 1983). 상한임계온도 (UCT)를 초과하는 온도 범위에서는 생산된 체열이 신속히 발산되지 못하게 되므로 이를 극복하려는 노력으로 헐떡거림 (panting)과 발한 (sweating) 현상이 일어나며, 이러한 생리적 반응은 대사열 생산을 증가시킨다 (Webster, 1976). 이로써 서열 환경조건에서 젖소의 유지에너지요구량이 증가되며, 고온이 지속될 경우, 열평형 상태를 상실하여 체온이 증가하고 심하면 폐사에 이른다. 홀스타인 품종은 비교적 서늘한 기후조건에서 적응해 온 대형종으로서 단위체중당 체표면적의 비율이 낮아 열을 효과적으로 발산하지 못하므로 특히 고온에 약하다. 건조한 기후조건에서 기온이 27℃ 이상으로 상승하면 고능력우는 열 스트레스를 받게 되지만 상대습도가 65% 이상인 조건에서는 24℃인 조건에서도 스트레스를 받는다 (Webster, 1983; West, 2003). 여름철 환경온도 증가에 따른 젖소의 건물섭취량, 유량 및 물섭취량은 달라진다 (NRC, 1981). 고온스트레스 측정 지표로서 고온뿐만 아니라 높은 습도도 젖소에게 많은 스트레스를 주는데 온습도지수를 활용하여 젖소가 받는 스트레스 정도를 파악하는데 도움이 된다 (Bianca, 1962; Fuquy, 1981). 따라서 최근 각국의 기후변화에 따른 가축생산성 저하에 대응하기 위한 다양한 노력들이 연구활동을 통한 논문게재와 특허출원 증가 추세 형태로 나타나고 있다. 우리나라의 경우 여름철 고온다습한 기후조건으로 인해 젖소가 받는 고온스트레스는 매우 큰 실정이며, 여름철 고온기 젖소 스트레스 저감 및 우유 생산성 저하 방지에 대한 축사시설, 젖소 영양수준 등에 대한 다양한 연구가 진행 중이다. 본 연구는 우리나라 기후가 아열대기후로 변화되는 현상이 점차 빨라지고

있어 고온기 젖소 스트레스 저감 및 생산성 저하 방지를 위하여 국내외에서 발표된 논문을 중심으로 연구개발 및 특허 동향을 파악하여 분석함으로써 향후 우리나라 기후변화에 대응할 수 있는 고온기 젖소 생산성 저하 방지 시설 및 연구방향 설정에 도움을 주고자 하였다.

재료 및 방법

1. 논문 및 특허검색 대상

본 연구에서는 농촌진흥청 고온기 가축 스트레스 저감 및 생산성 저하 방지 연구 과제의 연구내용 제안서를 기초로 고온기 가축스트레스 평가지표 분야(AA), 가축 내서성(耐暑性) 유전체 분야(AB), 축사시설 분야(AC), 사료분야(AD)로 구분하고, 평가지표 분야(AA)는 생체리듬 지표(AAA) 기술로, 내서성 유전체 분야(AB)는 다시 내서성마커(ABA) 기술과 분자진단 방법(ABB) 기술로, 시설(AC) 분야는 축사시설(ACA) 기술, 송풍시설(ACB) 기술, 분무시설(ACC) 기술로, 사료(AD) 분야는 사료첨가제(ADA) 기술, 기능성 사료(ADB) 기술, 사료섭취량(ADC) 기술, 물 공급방법(ADD) 기술로 구분하여 검색범위를 한정하였다(Table 1, 2).

Table 1. Technical classification and the number of articles

Category	Division	Sub-division	Number of articles	Criteria for noise removal
	Index (AA)	Bio-rhythms (AAA)	75	• Heat tolerance marks • Stress marks related disease • Boiler structural • Feeds unrelated with temperature or season
	Genetics (AB)	Heat tolerance (ABA)	33	
		Molecular diagnostics (ABB)	6	
	Facilities (AC)	Housing, Shed (ACA)	12	
		Ventilator (ACB)	20	
		Spray (ACC)	0	
	Feed (AD)	Additives (ADA)	16	
		Functional feed (ADB)	8	
		Feed intake (ADC)	7	
		Water supply (ADD)	5	
Total			182	

Table 2. Technical classification and the number of patents

Category	Division	Sub-division	Number of patents	Criteria for noise removal
	Index (AA)	Bio-rhythms (AAA)	19	• Heat tolerance marks • Stress marks related disease • Boiler structural • Feeds unrelated with temperature or season
	Genetics (AB)	Heat tolerance (ABA)	11	
		Molecular diagnostics (ABB)	8	
	Facilities (AC)	Housing, Shed (ACA)	48	
		Ventilator (ACB)	99	
		Spray (ACC)	31	
	Feed (AD)	Additives (ADA)	25	
		Functional feed (ADB)	6	
		Feed intake (ADC)	5	
		Water supply (ADD)	30	
Total			282	

2. 검색방법 및 데이터 분석

논문의 경우 1957년 1월부터 검색일을 기준으로 2014년 10월까지 발표 공개된 논문을 대상으로 하였으며, 특허의 경우는 1974년 1월부터 검색일을 기준으로 2014년 10월까지 발표 공개된 논문을 대상으로 하였다. 분석대상 DB는 2014년 10월까지 출원공개 된 한국, 미국, 일본, 유럽 공개특허와 등록특허를 대상으로 하였으며, 논문의 경우는 국내 논문은 NDSL (National Digital Science Library)의 초록을, 국외 논문은 Web of Science의 초록을 검색하였다. 검색된 특허와 논문의 노이즈를 제거한 후 최종 유효특허 데이터 282건, 유효논문 데이터 182건을 대상으로 분석하였다. 각 국가별 특허 및 논문발표 현황에 따른 기술시장 동향과 그 추이를 분석하였고, 핵심 연구 분석에서는 소분류별로 연도별 특허 및 논문 발표 동향, 구간별 점유증가율 현황 등을 분석하였다. 한국, 미국, 일본, 유럽 및 국제 (PCT) 특허는 출원일을 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있다. 따라서 아직 미공개된 상태의 데이터가 존재하는 2013~2014년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2012년까지 유효데이터로 분석하였다. 단 정성분석은 가장 최근 특허자료까지 포함하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 학술 논문 연구 동향

검색된 논문의 연도별 전체 발표건수는 2000년대 중반까지 지속적으로 증가하고, 소폭 감소 후 다시 증가하는 추세이며, 전체 연도별 논문발표 동향을 그래프로 나타내었다 (Fig. 1). 논문 게재 동향을 살펴보면, 1950년대 후반부터 발행을 시작으로 2000년대 최근까지 매년 10건 내외로 게재되었고, 1990년대 후반부터는 7건 이상 게재되고 있다. 2004년에는 13건으로 크게 증가하였다가 2005년에는 3건으로 큰 폭으로 감소하였으나 2006년 이후부터는 매년 10건 내외로 게재되면서 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 이는 최근 각국의 기후변화와 관련하여 연구가 증가하고 있는 것이 한 가지 요인이라고 생각된다. 젖소 사육에 있어 고온 및 저온환경이 젖소에게 미치는 영향에 대한 논문들은 한국 젖소사양표준 (Rural Development Administration, National Institute of Animal Science, 2012)의 제3장 젖소의 사육환경과 관리편에서 인용한 논문을 참고할 수 있다.

발표된 논문의 구간별 게재동향을 살펴보기 위하여 과거 약 20여 년간의 기간을 5개 구간으로 나누어 1구간은 1993년부터 1996년, 2구간은 1997년부터 2000년, 3구간은 2001년부터 2004년, 4구간은 2005년부터 2008년, 5구간은 2009년부터 2012년으로 구분하여 비교하였다. 논문의 구간별 게재동향을 살펴보면, 전체적으로 각 구간마다 증가하는 양상이고, 3구간 (2001년~2004년)에서 가장 큰 폭으로 증가하였으며, 5구간 (2009년~2012년)에서는 다소 감소하고 있는 현상을 나타내고

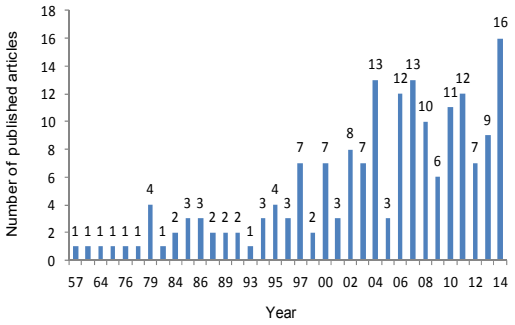

Fig. 1. Annual trends of published articles.

있다 (Fig. 2).

Table 3에서 고온기 스트레스 저감분야 논문의 주요 학회지별 발행건수를 살펴보면, Journal of dairy science에서 가장 많은 38건이 게재되었고, 이어서 International journal of biometeorology에서 9건이 게재되었으며, Tropical animal health and production에서는 8건이 게재되었다. 주요 학회지마다 각 기술분야의 논문을 비교적 고르게 게재하고 있고, 대부분 평가지표 관련 논문은 공통적으로 게재하고 있으며, Journal of dairy science의 경우에는 평가지표 분야 논문이 20건으로 가장 많고 사료분야 14건 그리고 유전체 분야 논문을 게재하고 있었다. 한국에서 시설분야 논문은 Journal of livestock housing and enviroment (축산시설환경학회지)를 중심으로 많이 게재되고 있었다. 주로 미국의 학회지가 대부분이고 시설분야에 대한 것을 제외하면 평가지표에 관한 논문이 주로 게재되고 있음을 알 수 있다.

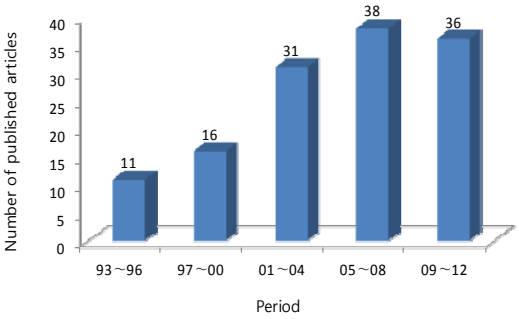

Fig. 2. Published articles assessment by period.

2. 특허기술 동향

연도별 특허동향을 Fig 3에서 살펴보면, 1974년부터 소수의 특허가 출원되다가 1990년대 초중반부터 2007년까지 점진적으로 증가한 후, 최근까지 소폭 감소되기는 하였으나 꾸준하게 출원되고 있는 경향이다. 즉, 1990년대 후반부터 2000년대 후반까지 가장 활발하

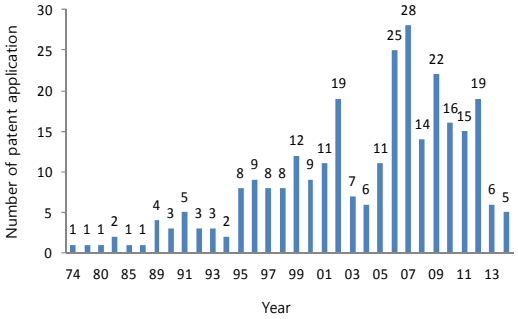

Fig. 3. Yearly patent application rates.

Table 3. Published articles related with heat stress in dairy cows

Name of journal	Index	Genetics	Facilities	Feed
Journal of dairy science	20	4		14
International journal of biometeorology	7		2	
Tropical animal health and production	4	4		
Theriogenology	6	2		
Livestock science	5	1		2
Journal of livestock housing and enviroment	1		6	
Journal of Animal Science and Technology	1		2	2
Journal of thermal biology	4	1		
Animal reproduction science	4	1		

게 출원되었으며, 그 중에서도 2006년에는 28건으로 가장 많은 출원이 이루어졌다. 이는 2000년대 초중반 센서와 전압 제어기술과 같은 전자기술이 축사에 접목되어 시설분야 특허가 크게 증가했기 때문인 것으로 판단된다.

고온기 가축스트레스 저감관련 특허기술 동향에 대하여 우리나라 특허청(KIPO, Korean Intellectual Property Office)을 비롯한 미국 특허청(USPTO, United States Patent and Trademark Office), 일본 특허청(JPO, Japan Patent Office), 유럽 특허청(EPO, European Patent Office) 등 주요 4개국 특허청에 출원되어 공개 및 등록된 특허를 기준으로 검색한 결과와 유효건수는 Table 4에서 보는 바와 같다.

주요국별 특허기술 점유율을 살펴보면, 한국특허가 163건으로 58%의 점유율을 차지하고 있고, 이어서 일본특허가 79건으로 전체의 28%, 그리고 미국특허 및 유럽특허가 각각 35건, 5건으로 12%, 2%의 점유율을 차지하는 것으로 조사되었다. 즉, 한국특허와 일본특허를 합하면 86%에 달하며, 이는 한국과 일본에서 시설분야 특허가 다수를 차지하고 있기 때문인 것으로 보이고, 본질적으로 평가지표나 유전체 등과 같은 다른 기술 분야보다 기계적인 시설분야에서 발명이 다수 나올 수 밖에 없기 때문인 것으로 분석된다. 기술분야별 특허기술 점유율을 살펴보면, 시설분야 기술에 대한 특허가 178건으로 63%의 가장 높은 점유율을 차지하고 있고, 이어서 사료분야 기술에 대한 특허가 66건으로 23%의 점유율을 차지하고 있으며, 다름으로는 평가지표 분야 기술과 유전체 분야 기술이 각각 19건으로 7%의 점유율을 차지하고 있다. 이러한 결과로 볼 때, 시설분야 특허기술이 63%의 점유율로 높고, 사료분야 특허기술이 23%로 뒤따르고 있어 이 기술에 대한 연구비중이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

결 론

본 연구는 고온기 젖소스트레스 저감에 대한 국내외 논문게재 및 특허동향을 조사하여 연구방향을 정립하는데 도움을 주고자 하였다. 논문 게재 동향을 분석한 결과, 2000년대 중반까지 지속적으로 증가하다가 소폭 감소 후 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 논문의 주요학회지별 발행건수를 살펴보면, Journal of Dairy Science 에서 가장 많은 38건이 게재되었고, 이어서 International Journal of Biometeorology에서 9건이 게재 되었으며, Tropical animal health and production에서는 8건이 게재되었다. 다만, 시설분야 논문은 한국의 축산시설환경학회지를 중심으로 게재되고 있었다. 특허 출원 동향을 분석한 결과,

Table 4. Valid patents for the reduction of heat stress

Item	USA (USPTO)	Japan (JPO)	Europe (EPO)	Korea (KIPO)
patents (number)	32	79	5	163
Share (%)	12	28	2	58

Table 5. Valid patents for heat stress by fields

Item	Index	Genetics	Facilities	Feed
patents (number)	19	19	178	66
Share (%)	7	7	63	23

1974년부터 소수의 특허가 출원되다가 1990년대 초중반부터 2007년까지 점진적으로 증가한 후, 최근에는 소폭 감소하였으나 꾸준하게 출원되고 있는 경향이었다. 그 중에서 2006년에는 28건으로 가장 많은 건수가 출원되었는데 이는 2000년대 초중반 센서와 전압제어기술과 같은 전자기술이 축사에 접목되어 시설분야 특허가 크게 증가했기 때문인 것으로 사료된다. 결론적으로 논문의 경우 최근 각국의 기후변화에 대한 관심을 반영하듯이 2006년 이후 논문게재 건수가 증가하는 경향을 나타내고 있었으며 앞으로도 기후변화에 따른 가축 스트레스 저감에 대한 다양한 방면의 연구가 더욱 많이 진행될 것으로 사료된다. 또한 특허출원의 경우도 논문게재 편수의 증가와 함께 각 국의 ICT 융복합 기술의 발달로 축사시설과 사료분야의 특허출원이 점차 증가할 것으로 사료된다. 특히 우리나라의 경우 급속한 아열대 기후로의 전환이 예상됨에 따라 축산시설환경학회지를 중심으로 한 다양한 연구논문 게재와 관련된 특허출원이 이루어질 것으로 사료된다.

사 사

본 성과물(논문)은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명 : 고온기 우유생산성 감소 최소화를 위한 젖소 체온감소 및 영양조절 기술개발, 세부과제번호 : PJ01005004)의 지원과 특허청, 한국지식재산전략원, 농촌진흥청이 공동으로 분석한 특허기술동향 조사사업의 결과로 이루어진 것임.

인 용 문 헌

1. Bianca, W., 1962. Relative importance of dry and wet bulb temperatures in causing heat stress in cattle. Nature 195:251.
2. European Patent Office. 2014. www.epo.org
3. Fuquy, J.W., 1981. Heat stress as it affect animal production. J. Anim. Sci., 52:164.
4. Liu, Y.X., Zhou, X., Li, D.Q., Cui, Q.W., and Wang, G.L., 2010. Association of ATP1A1 gene polymorphism with heat tolerance traits in dairy cattle. Genetics and Molecular Research. 9(2):891-896.
5. Japan Patent Office. 2014. www.jpo.go.jp
6. Korea Institute of Science and Technology Information. 2015. NDSL (www.ndsl.kr)
7. Korean Intellectual Property Office. 2014. www.kipo.go.kr
8. Korean Intellectual Property Office, Korean Intellectual Property Strategy Institute and Rural Development Administration. 2015. The Report of Survey on Patent Trend-Study of minimizing the heat stress and the reduction of milk production on dairy cow during summer
9. Korea Meteorological Administration. 2011. Report of Korea Meteorological Administration (2011.6.27.)
10. Ministry of Environment, Korea Meteorological Administration and National Institute of Environmental Research, 2015. Korean Climate Change Assessment Report 2014.
11. NRC, 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animal. National Academy press. Washington. D.C.
12. Rural Development Administration, National Institute of Animal Science. 2012. Korean Feeding Standard for Dairy Cattle
13. Taylor, R.E., and Thomas, G.F., 2012. Scientific Farm Animal Production. 10th

ed. Prentice-Hall, Inc.
14. United States Patent and Trademark Office. 2014. www.uspto.gov
15. Webster, A.J.F., 1976. The influece of the climatic environment on metabolism in cattle. In H. Sqan and W. H. Broster, eds. principles of cattle production p.103-120. Butterworths, London.
16. Webster, A.J.F., 1983. Environmental stress and the physiology, performance and health of ruminants. Journal of Animal sci. vol. 57. No.6.
17. West, J.W., 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86:2131-2144.