

## 한우의 FAA (Fertility-Associated Antigen)에 대한 반응성과 정액성상 및 인공수정 수태율과의 관계

이성수<sup>1,\*</sup>, 노승희<sup>1</sup>, 박노형<sup>2</sup>, 원유석<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>농협중앙회 한우개량사업소, <sup>2</sup>(사)목산한우연구소

### Relationships between Response to FAA (Fertility-Associated Antigen) and Semen Characteristics and Conception Rate of Artificial Insemination in Hanwoo

Seoung-Soo Lee<sup>1,\*</sup>, Seung-Hee Noh<sup>1</sup>, No-Hyung Park<sup>2</sup> and You-Seog Won<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hanwoo Improvement Center, NACL, Seosan 356-831, Korea

<sup>2</sup>Moksan Hanwoo Research Institute, Gyeongsan 712-821, Korea

#### ABSTRACT

This study was undertaken to determine whether the presence of fertility-associated antigen (FAA) in semen would influence semen characteristics and conception rate of artificial insemination in Hanwoo. The response to FAA of 36 heads of proven bull, 7 heads of young bull, and 27 heads of performance-tested bull was that one proven bull was FAA-negative and the others were FAA-positive, therefore FAA-negative bull was 1.4%. FAA-negative bull was lower in first and second semen concentrations than those of FAA-positive bull in 5,301 semen of 21 heads of proven bull, then FAA-negative bull was fewer as 11.5% in total sperm counts. The estrus of 22 heads was 70d-nonreturned in 36 cows first inseminated with frozen semen of FAA-negative bull, but that of 249 heads in 378 cows first inseminated with frozen semen of FAA-positive bull. Each conception rate was 61.1% and 65.9%, respectively. The difference of conception rates was 4.8%. These results indicate that the response of FAA to semen were influenced semen characteristics and conception rate of artificial insemination, but further investigations are needed to confirm the results.

(Key words : fertility-associated antigen, semen characteristics, conception rate)

#### 서 론

정자는 여성 생식기에 6~8시간 동안 머무르면서 수정 능력을 획득한다. 수정능 획득 후 수정능이 있는 정자는 침체반응을 일으켜 침체 내용물을 분비하여 난자와 결합, 투명대를 통과하여 난자와 수정할 수 있다.

정소상체에서 생산된 정자는 헤파린 결합단백질(heparin-binding proteins, HBPs)이 결합되어 있다가 사정 시에 정낭선, 전립선, 그리고 Cowper's gland에서 생산된 펩타이드들과 결합한다(Miller 등, 1990; Nass 등, 1990). Nass 등(1990)은 수컷 쥐에서 HBP의 생산은 남성호르몬에 의존하며, 거세로 인해 HBP가 소멸된다고 하였다. 정장(seminal plasma)에 노출된 정자는 정소상체 정자보다 더 많은 헤파린 결합 부위를 가지고 수정능 획득 및 투명대(zona-pellucida)가 유도하는 침체 반응

을 수행한다.

소 정자의 추출물에서 단클론 항체 및 Western blots에 의해 HBPs 양식이 확인되었고(Bellin 등, 1996; Bellin 등, 1998), 각각의 HBPs의 역할을 조사한 결과, nonglycosylated protein 인 31-kDa HBP를 가진 소가 항원결정기(epitope)가 없는 정자를 생산하는 소보다 임신율이 9~40% 높아, 이를 Fertility-associated antigen(FAA)라 하였다(Bellin 등, 1996; Bellin 등, 1998). Sprott 등(2000)도 자연발정 및 발정동기화된 성빈우 및 육성우의 인공수정 수태율에서 FAA를 가진 수소로부터 생산된 정액이 FAA가 없는 수소로부터 생산된 정액보다 높았다고 하였다.

그러나 SDS-Page 및 Western blotting을 이용한 정액내의 FAA 진단 분리는 시간과 노력이 많이 요구되어 번식건전성 검사 동안에 정액 내의 FAA 존재 여부를 현장에서 빠르게 분석할

\* 본 연구는 농촌진흥청 FTA 대응기술개발연구사업(과제번호 : 20100401-086-025-001-03-00)의 지원에 의해 이루어진 것임.

\* Correspondence : E-mail : ss4665@yahoo.co.kr

수 있는 chute-side, lateral flow cassette (Midland Bioproducts, Boone, IA)이 2003년에 개발되었으며, McCauley 등(2004)은 이 cassette를 이용하여 성빈우 914두를 이용한 연구에서 cassette가 유효하게 이용될 수 있다고 하였다.

이에 한우 수소의 수정능을 예측하여 한우 씨수소 선발 자료로 이용할 수 있는 가능 여부를 파악하기 위해 cassette를 이용하여 FAA의 반응성과 그 반응성이 정액 성상 및 인공수정 수태율에 영향을 미치는지를 조사하였다.

재료 및 방법

1. Fertility-associated Antigen (FAA)의 반응성 조사

한우 보증씨수소 37두, 후보씨수소 7두 및 당대검정우 27두를 공시하여 각각의 개체 정액에 대한 FAA에 대한 반응성을 조사하였다(Table 1). 각 개체의 정액은 농협중앙회 한우 개량사업소에서 사용하는 인공질법에 의해 채취하였으며, 정자에서의 FAA의 존재 유무는 chute-side, lateral flow cassette(Midland Bioproducts, Boone, IA)를 이용하여 조사하였다.

Table 1. Response to fertility-associated antigen (FAA) in Hanwoo bull (Unit : head)

Bull	FAA-positive	FAA-negative
Korean-proven bull	36	1
Young bull	7	0
Bull in performance test	27	0
Total	43	1

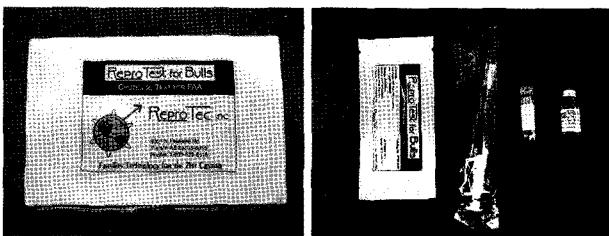


Fig. 1. Lateral-flow cassette (Midland Bioproducts, USA).

2. FAA의 반응성에 따른 정액성상

FAA의 반응성이 조사된 씨수소 21두를 대상으로 농협중앙회 한우개량사업소에서 2007~2008년에 3~5일 간격으로 주기적인 정액 채취가 이루어진 정액 5,301(1차 2,696, 2차 2,605)개를 가지고 농협 한우개량사업소에서 실시하는 정액성상검사 방법으로 정액량, 정자 농도 및 총 정자수를 조사하였다.

3. FAA의 반응성에 따른 인공수정 수태율

FAA에 대한 반응성이 조사된 씨수소 21두가 농협중앙회 한우개량사업소에서 2006~2008년에 당대검정우 생산을 위해 교배한 자료 414개를 가지고 초회 인공수정 후 70일-비발정체귀울을 가지고 씨수소별 수태율을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 한우에 있어 FAA의 반응성

농협중앙회 한우개량사업소에 사육 중인 한우 보증씨수소 37두, 후보씨수소 7두 및 당대검정우 27두 등 총 71두에 대하여 FAA의 반응성을 조사하였다. 보증 및 후보씨수소에서는 43두가 FAA-positive로, 그리고 1두만이 FAA-negative로 나타났다. 당대검정우 27두 전두수는 FAA-positive로 나타나 전체 조사두수 중 FAA-negative 소는 1.4%이었다.

Sprott 등(2000)은 교잡종 25두에서 FAA 반응성을 조사한 결과, 18두가 FAA-positive이었고, 7두가 FAA-negative이었다고 하였으며, Bellin 등(1998)은 앵거스 외 15개 품종 육우 2,191두에서 88%가 FAA-positive이었고, 12%가 FAA-negative이었다고 하였다. 또한 Sprott 등(2006)은 추가적인 연구에서 4개 목장에서 사육중인 성성숙기의 2,152두를 이용한 FAA 반응성 조사 결과, FAA-positive 반응률이 각각 목장 1(Angus 76.3%, Brangus 78.0%), 목장 2(앵거스 65.7%), 목장 3(브라만 86.3%) 및 목장 4(브라만 80.2%)에서 나타났다고 하여 한우 보다 높은 FAA-negative 빈도를 보였다.

이는 한우 보증씨수소가 후대검정우 생산을 위한 계획 교배에 공시되어 일정두수의 차손을 생산하지 못할 시 후대검정과정 중에 탈락되기 때문에 보증씨수소로 선발된 개체는 일정 수준의 수정 능력을 가진 것으로 생각할 수 있지만, 후보씨수

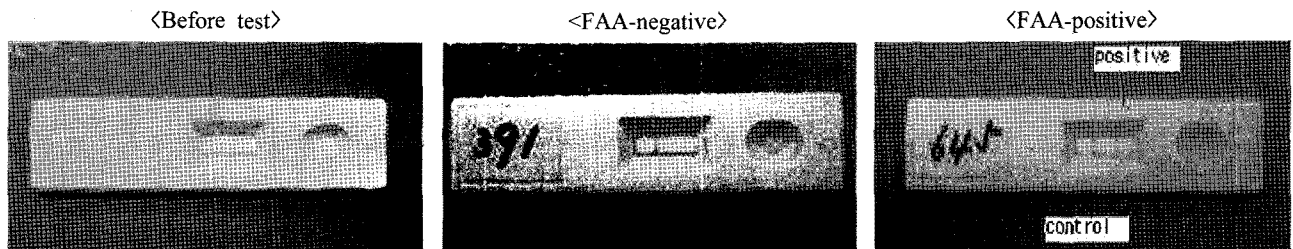


Fig. 2. Example of response of fertility-associated antigen (FAA) to semen in Hanwoo bull.

Table 2. Semen characteristics according to fertility-associated antigen (FAA) response in Hanwoo bull

Semen characteristics	FAA-positive bull (n=20)	FAA-negative bull (n=1)
Semen volume (ml)	6.4	6.9
1st Sperm concentration ( $\times 10^8$ /ml)	18.3	14.8
Total sperm no. ( $\times 10^8$ /ejaculate)	118.4	102.3
Semen volume (ml)	6.0	5.8
2nd Sperm concentration ( $\times 10^8$ /ml)	14.4	14.1
Total sperm no. ( $\times 10^8$ /ejaculate)	86.4	81.4
Total sperm no.	204.8	183.6

소 7두 및 당대검정우 27두도 모두 FAA-positive로 나타나 한우 수소가 타 품종 수소에 비해 수정 능력이 우수한 것으로 사료된다. 다만 조사두수가 적어 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 한우의 FAA 반응성에 따른 정액 성상

FAA 반응성이 조사된 보증씨수소 21두의 2007~2008년에 3~5일 간격으로 주기적으로 정액 채취가 이루어진 정액 5,301개(1차 2,696개, 2차 2,605개)를 가지고 정액 성상을 분석한 결과, FAA-positive인 씨수소의 정자 농도가 FAA-negative인 씨수소보다 1차 및 2차에서 모두 정자 농도가 높게 나타나 1차 정자 농도는 18.3억/ml 및 14.8억/ml이었고, 2차 정자 농도는 14.4억/ml 및 14.1억/ml이었다. 이에 따라 차수별 정액의 총정자 수도 많은 것으로 나타나 1차 및 2차 정액의 정자수를 합한 일일 총 정자 수도 204.8억/ejaculate 및 183.6억/ejaculate로 높게 나타나, FAA-negative 씨수소 정액의 총 정자수가 11.5% 적은 것으로 나타났다.

3. 한우의 FAA 반응성에 따른 인공수정 수태율

Bellin 등(1998)은 54두의 Santa Gertrudus와 51두의 Santa Cruz 씨수소를 가지고 암소 2,403두의 암소와 1 : 25 비율로 자연종부를 시켜 FAA-positive 씨수소의 수태율이 88%이었고, FAA-negative 씨수소의 수태율이 79%로 FAA-positive 씨수소가 9% 수태율이 높았다고 하였다.

Sprott 등(2000)은 성빈우에서 FAA-positive 정액으로 764두에 인공수정한 결과, 501두가 초회 수정으로 임신되어 수태율이 65.6%이었고, FAA-negative 정액으로 빈우 386두에 인공수정하여 192두가 임신되어 수태율이 49.7%로 FAA-positive 정액으로 인공수정 시 15.9%가 수태율이 높았고( $p < 0.005$ ),

Table 3. Number pregnant to first AI service in females inseminated with either FAA-negative(-) or FAA-positive(+) sperm

Bull ID	Response to FAA	No. of females inseminated	No. pregnant to first service	Conception rate (%)
2006 Spring				
KPN390	Positive	11	10	90.9
KPN391	Negative	9	4	44.4
KPN413	Positive	13	9	69.2
KPN492	Positive	11	8	72.7
KPN496	Positive	11	8	72.7
KPN507	Positive	9	7	77.8
KPN521	Positive	14	10	71.4
KPN556	Positive	10	5	50.0
KPN676	Positive	11	8	72.7
2006 Autumn				
KPN367	Positive	12	7	58.3
KPN379	Positive	12	9	75.0
KPN390	Positive	12	10	83.3
KPN391	Negative	12	9	75.0
KPN413	Positive	14	11	78.6
KPN492	Positive	10	7	70.0
KPN493	Positive	11	7	63.6
KPN496	Positive	14	9	64.3
KPN502	Positive	13	9	69.2
2008 Spring				
KPN390	Positive	10	8	80.0
KPN391	Negative	15	9	60.0
KPN413	Positive	12	10	83.3
KPN492	Positive	13	7	53.8
KPN493	Positive	13	9	69.2
KPN507	Positive	18	12	66.7
KPN517	Positive	14	6	42.9
KPN550	Positive	10	7	70.0
KPN556	Positive	15	12	80.0
KPN565	Positive	13	5	38.5
KPN584	Positive	11	7	63.6
KPN588	Positive	15	6	40.0
KPN608	Positive	13	7	53.8
KPN618	Positive	15	9	60.0
KPN619	Positive	15	10	66.7
Total				
FAA-negative		36	22	61.1
FAA-positive		378	249	65.9

발정동기화된 육성우에서는 FAA-positive 정액으로 550두에 인공수정하여 341두가 수태되어 62%의 수태율을, FAA-negative 정액으로 315두에 인공수정하여 144두가 수태되어 45.7%의 수태율을 나타내어 FAA-positive 정액으로 인공수정 시 수태율이 16.3% 높아( $p < 0.005$ ) FAA는 인공수정 교배 프로그램에 있어 씨수소의 수정 능력을 결정하는 중요 인자라고 하였다.

한우에서는 FAA 반응성이 조사된 씨수소 21두가 농협중앙회 한우개량사업소에서 2006~2008년 동안 당대검정우 생산을 위하여 교배한 자료 414개를 가지고 초회 수정 후 70일-비발정재귀를 가지고 씨수소별 수태율을 조사하였다.

FAA-negative 씨수소에 대한 교배암소 36두에서 초회 인공수정 후 70일-비발정재귀된 암소두수가 22두로 수태율이 61.1% 이었고, FAA-positive 씨수소에 대한 교배암소 378두에서 초회 인공수정 후 70일 비발정재귀된 암소두수가 249두로 수태율이 65.9%로 FAA-negative 씨수소가 4.8% 수태율이 낮은 것으로 나타나 Bellin 등(1998) 및 Sprott 등(2000)이 보고한 수태율보다 상대적으로 높은 것으로 조사되었다.

## 결 론

한우 수소의 수정능을 예측하여 한우 씨수소 선발 자료로 이용 가능함을 알아보기 위하여 chute-side, lateral flow cassette (Midland Bioproducts, Boone, IA)를 이용하여 FAA의 반응성과 그 반응성에 따른 정액성상 및 인공수정 수태율을 조사하였다. 한우 보증씨수소 37두, 후보씨수소 7두 및 당대검정우 27두 등 총 71두에 대한 FAA의 반응성 조사에서 보증씨수소 36두가 FAA-positive로, 1두가 FAA-negative로 그리고 후보씨수소 7두 및 당대검정우 27두 전두수는 FAA-positive로 조사되어 1.4%만이 FAA-negative로 나타났다. FAA의 반응성 조사된 보증씨수소 21두의 정액 5,301(1차 2,696, 2차 2,605)개 정액성상에서 FAA-positive 씨수소의 정자 농도가 FAA-negative 씨수소보다 1차 및 2차에서 모두 정자 농도가 높아 1차 정자 농도는 각각 18.3억/ml 및 14.8억/ml이었고, 2차 정자 농도도 각각 14.4억/ml 및 14.1억/ml이었다. 이에 따라 1차 및 2차 정액을 합친 총정자수도 204.8억/ejaculate 및 183.6억/ejaculate으로 FAA-negative 씨수소의 총정자수가 11.5% 적었다. FAA-negative 씨수소에 대한 교배암소 36두에서 초회 인공수정 후 70일-비발정재귀된 암소두수가 22두로 수태율이 61.1% 이었고, FAA-positive 씨수소에 대한 교배암소 378두에서 초회 인공수정 후 70일-비발정재귀된 암소두수가 249두로 수태

율이 65.9%로 나타나 FAA-negative 씨수소가 4.8% 수태율이 낮게 나타났다.

한우 수소에 있어 FAA에 대한 반응성에 따라 정액성상 및 인공수정 수태율에 영향을 미치는 것으로 나타났으나, FAA 반응성 조사두수 71두 중 1두만이 FAA-negative로 나타나, 추가적인 FAA 반응성 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Bellin ME, Hawkins HE, Oyarzo JN, Vanderboom RJ and Ax RL. 1996. Monoclonal antibody detection of heparin-binding proteins on sperm corresponds to increased fertility of bulls. *J. Anim. Sci.* 74:173-182.
- Bellin ME, Oyarzo JN, Hawkins HE, Zhang H, Smith RG, Forrest DW, Sprott LR and Ax RL. 1998. Fertility-associated antigen on bull sperm indicates fertility potential. *J. Anim. Sci.* 76:2032-2039.
- McCauley TG, Dawson GR, Oyarzo JN, McVicker J, Marks SHF and Ax RL. 2004. Developing and validating a lateral flow cassette for fertility diagnostics in bulls. *IVD Technology*. Available at: [www.devicelink.com/ivdt/archive/04/04/contents.html](http://www.devicelink.com/ivdt/archive/04/04/contents.html).
- Miller DJ, Winter MA and Ax RL. 1990. Heparin-binding proteins from seminal plasma bind to bovine spermatozoa and modulate capacitation by heparin. *Biol. Reprod.* 42:899-915.
- Nass SJ, Miller DJ, Winter MA and Ax RL. 1990. Male accessory sex glands produce heparin-binding proteins that binds to caudal epididymal spermatozoa and are testosterone dependent. *Mol. Reprod. Dev.* 25:237-246.
- Sprott LR, Harris MD, Forrest DW, Young J, Zhang HM, Oyarzo JN, Bellin ME and Ax RL. 2000. Artificial insemination outcomes in beef females using bovine sperm with a detectable fertility-associated antigen. *J. Anim. Sci.* 78:795-798.
- Sprott LR, Novasod A, Galino J, Dawson GR, McCauley TC, Forrest D and Ax RL. 2006. Case study: Fertility-associated antigen in peripubertal beef bulls. *The Professional Animal Scientist* 22:353-357.

(접수: 2010. 10. 18 / 심사: 2010. 10. 22 / 채택: 2010. 10. 30)