

## 홀스타인 젖소의 케톤증과 관련된 원유속 아세톤과 $\beta$ -히드록시부틸산 함량에 대한 (공)유전력<sup>†</sup>

조광현<sup>1</sup> · 조충일<sup>2</sup> · 이준호<sup>3</sup> · 박경도<sup>4</sup>

<sup>12</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 · <sup>34</sup>국립한경대학교 유전정보연구소

접수 2015년 5월 1일, 수정 2015년 7월 3일, 게재확정 2015년 7월 13일

### 요약

본 연구는 젖소 35,645두의 검정기록, 총 294,834를 이용하여 1회 착유량과 아세톤 및  $\beta$ -히드록시부틸산 (BHBA) 함량의 (공)유전력을 추정하기 위하여 수행되었다. 아세톤과 BHBA의 평균 함량은 원유 1리터당 각각  $135.54 \pm 96.29 \mu\text{mol}$ 과  $61.08 \pm 66.76 \mu\text{mol}$ 였으며, 상위군과 하위군 간 아세톤과 BHBA 함량의 차이는 각각  $6.12 \mu\text{mol/L}$ 과  $4.35 \mu\text{mol/L}$ 로서 모두 유의적인 차이 ( $p < 0.01$ )를 나타내었다. 1회 착유량의 유전력은 0.18~0.21, 아세톤 함량은 0.11~0.13과 BHBA 함량은 0.01~0.02의 범위에서 추정되었다. 아세톤과 BHBA의 표현형상관과 유전상관은 각각 0.44와 0.48로 추정되었으며, BHBA 함량이 500  $\mu\text{mol/L}$  이상부터는 아세톤과의 상관관계가 현저히 낮아지는 현상을 나타내었다. 하위군에서 1회 착유량에 대한 아세톤과  $\text{Log}_e$  아세톤의 공유전력은 각각 0.02와 0.16으로 추정된 반면, BHBA와  $\text{Log}_e$  BHBA의 공유전력은 각각 0.26과 0.32로 아세톤의 추정치보다 높게 나타났으며, 이러한 결과는 전체자료로 추정된 결과와도 일치하였다. 따라서 아세톤 함량보다는 1회 착유량과 공유전력이 높은 BHBA 함량이 1회 착유량에 대한 선발을 통하여 간접선발 반응을 유도하는데 더 효과적이며, 지시형질로서 바람직하였다.

주요용어:  $\beta$ -히드록시부틸산, 공유전력, 아세톤, 케토시스.

### 1. 머리말

1990년대 말부터 케토시스는 젖소 군에서 가장 중요한 대사질병으로 알려지기 시작하였으며, 발생요인에 관한 수많은 연구가 이루어져 왔다 (Nielsen 등, 2005; McArt 등, 2012; Zhang 등, 2012; Koeck 등, 2013; Suthar 등, 2013). 케토시스란 주로 젖소에서 발생하는 대사질병으로 여러 가지 원인, 특히 당질 및 지질대사의 이상으로 체내에 케톤체 (아세톤, 아세토아세트산,  $\beta$ -히드록시부틸산)가 증가하여 저혈당, 소화기 장애 또는 신경증상 등이 나타나는 질병을 말하며 (De Roos 등, 2007; Zhang 등, 2012), 생산 저하 및 치료비 증가 등 농가에게 막대한 경제적 손실을 주고 있다. 최근 국내 젖소집단에서 준임상형 케토시스가 만연함에 따라 한국종축개량협회 중앙유성분석소에서는 젖소의 원유로부터 아세톤과  $\beta$ -히드록시부틸산 (BHBA)의 함량을 측정하여 케토시스의 발생을 어느 정도 사전에 예방할 수 있는 알고리즘 개발을 위한 자료를 축적 중에 있다. 젖소의 혈액에서 이러한 형질들을 측정하기는 매우 번거

<sup>†</sup> 이 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ01046503)의 지원에 의해 이루어진 것임.

<sup>1</sup> (331-801) 충남 천안시 서북구 성환읍 신방1길 114, 농촌진흥청 국립축산과학원, 연구사.

<sup>2</sup> (331-801) 충남 천안시 서북구 성환읍 신방1길 114, 농촌진흥청 국립축산과학원, 연구원.

<sup>3</sup> (456-749) 경기도 안성시 중앙로 327, 국립한경대학교 유전정보연구소, 연구원.

<sup>4</sup> 교신저자: (456-749) 경기도 안성시 중앙로 327, 국립한경대학교 유전정보연구소, 연구교수.

E-mail: doobalo@hknu.ac.kr

롭고 경제적 비용이 많이 발생하기 때문에 원유속 아세톤과 BHBA는 케토시스의 조기진단방법에 활용할 수 있는 지시형질로 적합하다. 따라서 본 연구의 목적은 젓소군의 유량생산 수준에 따라 원유속 아세톤과 BHBA의 함량을 조사하고 유전력, 반복력 및 공유전력을 추정하여 지시형질로서 가장 적합한 형질을 선정함으로써 케토시스 조기진단 분석알고리즘 개발을 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

홀스타인 젓소 39,557두의 검정일 유량기록, 총 457,349개를 한국종축개량협회 중앙유성분석소로부터 수집한 후, 7산차 이상 및 착유일수 365일 이상의 기록과 그래프 분석 등을 통하여 표본오류로 여겨지는 자료들은 분석에서 제외하였으며, 최종적으로 이용된 자료는 35,645두의 검정기록, 총 294,834개였다. 원유속 아세톤과 BHBA 함량은 MilkoScan FT+500 (Foss, Denmark) 장비를 이용하여 측정되었으며, 기본단위 (mM/L)의 수치가 매우 작아  $10^3$ 을 곱하여 수치변환 ( $\mu\text{mol/L}$ ) 후 분석에 이용하였다. 유량생산 수준별 아세톤과 BHBA 함량의 변화를 분석하기 위하여 전체 평균을 기준으로 젓소군의 평균유량이 16.57kg 미만인 경우 하위군 (low), 16.57kg 이상인 경우 상위군 (high)으로 분류하였다. 젓소군의 수는 총 692개였으며, 하위군과 상위군의 수는 각각 387개와 305개였고 전체자료에서 아세톤과 BHBA의 평균 함량은 원유 1리터당 각각  $135.54 \pm 96.29 \mu\text{mol}$ 과  $61.08 \pm 66.76 \mu\text{mol}$ 으로 추정되었다 (Table 2.1).

**Table 2.1** Distributional properties of data, means and standard deviations for acetone and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA) concentrations by herd production level

Group	Criteria	No. of records	No. of farms	Acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )
Low	< 16.57 kg	147,827	387	$137.43 \pm 95.11$	$63.06 \pm 77.93$
High	$\geq 16.57$ kg	147,007	305	$133.64 \pm 97.43$	$59.10 \pm 53.14$
Overall	-	294,834	692	$135.54 \pm 96.29$	$61.08 \pm 66.76$

### 2.2. 통계적 방법

분석에 이용된 통계 모형 (2.1)은 다음과 같다.

$$y_{ijklmno} = \mu + g_i + h_{ij} + l_k + p_l + t_m + \beta_1 x_{ijklmno} + \beta_2 x_{ijklmno}^2 + a_n + pe_n + e_{ijklmno} \quad (2.1)$$

위에서,  $y_{ijklmno}$  = 1회 착유량과 지시형질들의 함량 (아세톤, BHBA 및 이들의 자연대수 값),  $\mu$  = 전체 평균,  $g_i$  =  $i$ 번째 유량생산 수준별 젓소군의 고정효과,  $h_{ij}$  =  $i$ 번째 군의  $j$ 번째 목장의 고정효과,  $l_k$  =  $k$ 번째 비유단계의 고정효과,  $p_l$  =  $l$ 번째 산차의 고정효과,  $t_m$  =  $m$ 번째 착유시간대의 고정효과,  $\beta_1, \beta_2$  = 분만월령에 대한 1, 2차 회귀계수,  $x_{ijklmno}$  = 분만월령,  $a_n$  =  $n$ 번째 개체의 상가적 유전효과,  $pe_n$  = 영구 환경효과,  $e_{ijklmno}$  = 임의의 오차이다.  $Var(a) = A \otimes \sigma_a^2$ ,  $Var(pe) = I \otimes \sigma_{pe}^2$ ,  $Var(e) = I \otimes \sigma_e^2$ ,  $A$  = 혈연계수행렬,  $I$  = 단위행렬이며, 유전력 ( $h^2$ )과 반복력 ( $r$ )은 식 (2.2)와 같다.

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}, \quad r = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \quad (2.2)$$

그리고 공유전력 ( $h_{x,y}$ )은 다음 공식 (2.3)으로 추정하였다.

$$h_{x,y} = \frac{cov(x,y)_A}{cov(x,y)_P} \quad (2.3)$$

위에서,  $h_{x,y}$  = 공유전력,  $cov(x,y)_A$  = 형질  $x$ 와  $y$ 의 유전 공분산,  $cov(x,y)_p$  = 형질  $x$ 와  $y$ 의 표현형 공분산이다. 전체자료를 이용한 경우 군의효과는 모형에서 제외하였으며, 모든 통계처리는 SAS 버전 9.3 (SAS Institute Inc., 2012)을 이용하였고 분산-공분산성분은 VCE 6.0 program (Groeneveld, 2008)으로 추정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 유량생산 수준별 평균 능력

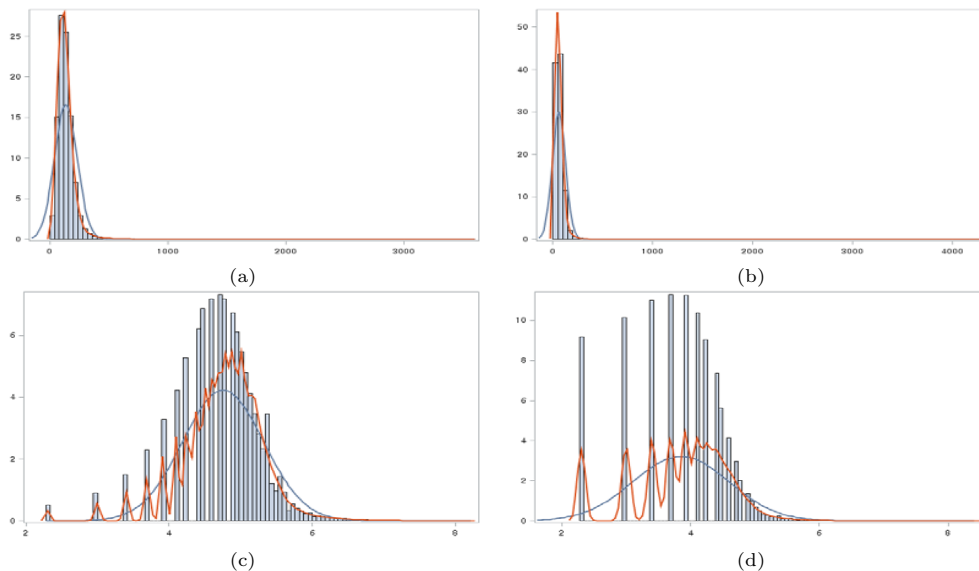
외국의 보고 (Zhang 등, 2012)에 따르면 혈액내 BHBA의 함량이 1,400  $\mu\text{mol/L}$  이상이면 케토시스에 대하여 양성반응을 나타낸다고 알려져 있으며, 원유내 BHBA의 함량이 1,200~2,900  $\mu\text{mol/L}$  상태가 되면 준케토시스로 정의한다 (McArt 등, 2012).

**Table 3.1** Least square means (LSM) of the high and low groups for daily milk yield, acetone and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA) concentrations

Traits	High (H)	Low (L)	H-L	Difference (%) <sup>1</sup>
	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE		
Milk (kg)	17.63 $\pm$ 0.01	14.77 $\pm$ 0.01	2.86**	19.36
Acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	137.90 $\pm$ 0.31	144.02 $\pm$ 0.36	-6.12**	-4.25
BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	59.61 $\pm$ 0.22	63.96 $\pm$ 0.25	-4.35**	-6.80
$\text{Log}_e$ acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	4.76 $\pm$ 0.01	4.81 $\pm$ 0.01	-0.05**	-1.03
$\text{Log}_e$ BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	3.82 $\pm$ 0.01	3.86 $\pm$ 0.01	-0.04**	-1.04

<sup>1</sup>(H-L)/LSM of low group, \*\* $p < 0.01$

한편 원유내 BHBA의 함량이 1,200  $\mu\text{mol/L}$  또는 1,400 $\mu\text{mol/L}$  이상이 되면 1회 착유량은 1.5kg~2.4kg 감소한다 (Suthar 등, 2013). 분석자료에서 원유내 BHBA의 함량이 1,200  $\mu\text{mol/L}$  또는 1,400  $\mu\text{mol/L}$  이상인 자료의 비율은 각각 5%와 4%로 나타났으며, 아세톤과 BHBA 함량의 분포는 왼쪽으로 매우 치우친 분포를 나타내고 있었기 때문에 정규분포로 유도하고자 자연대수값을 취하였다 (Figure 3.1).



**Figure 3.1** Distributions of Acetone (a), BHBA (b),  $\text{Log}_e$  acetone (c) and  $\text{Log}_e$  BHBA (d) concentrations ( $\mu\text{mol/L}$ ) in raw milk (kg)

상위군과 하위군간 1회 착유량에 대한 최소유의차평균은 각각 17.63kg과 14.77kg으로 군간 차이는 2.86kg이었으며, 상위군에서 19.36% 더 많은 우유를 생산하였다. 그리고 상위군과 하위군간 아세톤 함량의 차이는 6.12  $\mu\text{mol/L}$ 이었으며, BHBA 함량의 차이는 4.35  $\mu\text{mol/L}$ 로 모두 유의적인 차이 ( $p < 0.01$ )를 나타내었다 (Table 3.1). 결과적으로 상위군의 아세톤과 BHBA 함량이 하위군에 비하여 각각 4.25%와 6.80%로 낮게 나타남으로써 아세톤과 BHBA의 함량이 유량에 대하여 어느 정도 영향을 미친다고 할 수 있다. 그러나  $\text{Log}_e$ 아세톤과  $\text{Log}_e$ BHBA에서 상위군과 하위군간의 차이는 0.04~0.05  $\mu\text{mol/L}$ 로 원수치를 이용했을 경우보다 차이 값이 낮게 나타났으며, 이들 차이의 정도는 약 1%였다.

### 3.2. 유전력과 반복력

1회 착유량에 대한 유전력은 상위군에서 0.21, 하위군에서 0.18로 상위군에서 더 높게 추정되었으며, 이러한 결과는 Lee 등 (1993)의 결과와 일치하였다. 그리고 1회 착유량에 대한 반복력은 상위군과 하위군에서 각각 0.59와 0.58로 추정되었다. 외국의 문헌에 의하면 케토시스의 유전력은 0.02~0.06으로 매우 낮다는 보고 (Zwald 등, 2004; Koeck 등, 2013)와 0.01~0.16의 유전력을 지닌다는 보고가 있다 (Kadarmideen 등, 2000; Heringstad 등, 2005). 한편 국내에서는 케토시스에 관한 연구가 미흡하여 케토시스 발생에 대한 표현형 자료가 구축되어 있지 않은 실정이다. 따라서 원유내 아세톤과 BHBA의 함량을 이용하여 이들의 유전력과 유전상관을 추정하였다. 아세톤 함량의 유전력은 0.11~0.13의 범위를 나타내었으며, BHBA 함량의 유전력은 0.01~0.02의 범위에서 낮게 추정되었다.  $\text{Log}_e$ 아세톤의 경우 유전력의 추정치가 크게 변하지 않은 반면,  $\text{Log}_e$ BHBA의 경우 0.03~0.04로 추정치가 증가하였다 (Table 3.2). 아세톤과 BHBA의 표현형상관은 0.44로 추정되었으며, BHBA 함량이 500  $\mu\text{mol/L}$  이전에서는 아세톤과 일정한 관계를 보이는 듯하나 BHBA 함량이 1,000  $\mu\text{mol/L}$  이상부터는 두 형질간의 상관관계가 상당히 낮아지는 현상을 보였다 (Figure 3.2).

**Table 3.2** Heritabilities ( $h^2$ ), standard errors (SE) and repeatabilities ( $r$ ) for daily milk yield, acetone and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA) concentrations by herd production level.

Traits	High		Low		Overall	
	$h^2 \pm \text{SE}$	$r$	$h^2 \pm \text{SE}$	$r$	$h^2 \pm \text{SE}$	$r$
Milk (kg)	0.21 $\pm$ 0.01	0.59	0.18 $\pm$ 0.01	0.58	0.18 $\pm$ 0.01	0.59
Acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.13 $\pm$ 0.01	0.35	0.11 $\pm$ 0.01	0.35	0.12 $\pm$ 0.01	0.35
BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.02 $\pm$ 0.00	0.12	0.01 $\pm$ 0.00	0.05	0.02 $\pm$ 0.00	0.08
$\text{Log}_e$ acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.13 $\pm$ 0.01	0.38	0.13 $\pm$ 0.01	0.39	0.13 $\pm$ 0.01	0.39
$\text{Log}_e$ BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.03 $\pm$ 0.00	0.15	0.04 $\pm$ 0.00	0.16	0.04 $\pm$ 0.00	0.16

**Table 3.3** Phenotypic and genetic correlations to the milk yield (kg) in each trait

Traits	High		Low		Overall	
	$r_p^1$	$r_g^2$	$r_p$	$r_g$	$r_p$	$r_g$
Acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.11	0.19	-0.11	-0.02	-0.11	0.08
BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.09	-0.04	-0.07	-0.35	-0.07	-0.21
$\text{Log}_e$ acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.11	0.03	-0.13	-0.14	-0.12	-0.04
$\text{Log}_e$ BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.08	-0.14	-0.10	-0.35	-0.09	-0.22

<sup>1</sup>phenotypic correlation, <sup>2</sup>genetic correlation

1회 착유량과 아세톤 함량의 유전상관계수는 전체자료에서 -0.04~0.08의 범위를 나타낸 반면, BHBA 함량은 유전상관계수는 -0.22~-0.21로 부 (-)의 관계를 나타냄으로서 BHBA의 함량이 증가하면 1회 착유량은 감소한다 (Table 3.3).

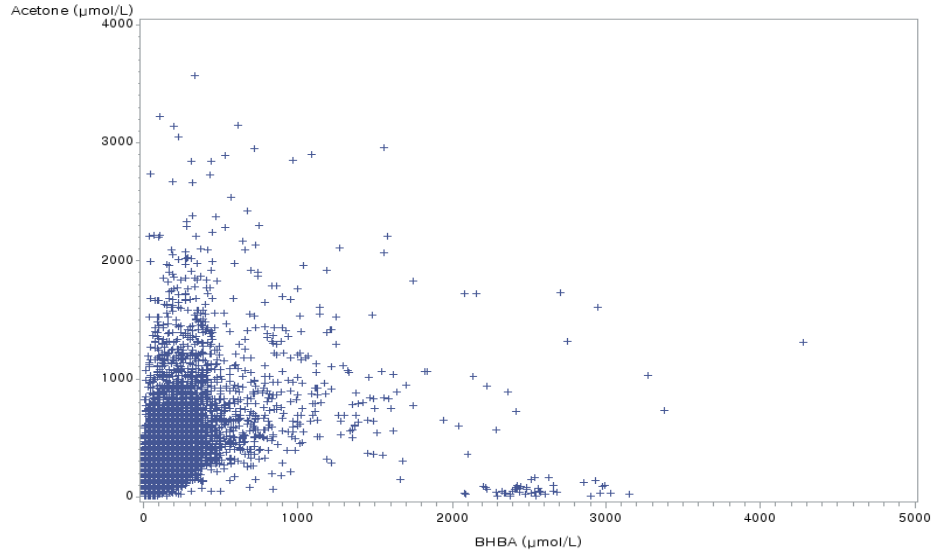


Figure 3.2 Relationship between acetone and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA)

### 3.3. 공유전력

공유전력이란 형질들간의 공동유전 비율이며 (Shobha와 Sumalini, 2013), 선발반응은 공유전력에 의해서 좌우되기 때문에 어느 특정 형질과 관련된 다른 형질들의 선발반응을 추정하는데 이용되나 본 연구에서는 1회 착유량에 대하여 아세톤과 BHBA 함량 중 어느 것이 더 밀접한 관계를 지니고 있는지 구명하기 위하여 공유전력을 활용하였다. 1회 착유량에 대하여 아세톤과 BHBA 함량은 모두 부(-)의 표형형 상관계수를 나타낸다 (Table 3.3). 즉 아세톤과 BHBA 함량이 증가하면 1회 착유량은 감소한다. 그러나 전체자료에서 1회 착유량과 아세톤의 유전상관은 0.08로 추정되어 이들간 공유전력은 -0.29로 추정된 반면  $\text{Log}_e$  아세톤의 경우 -0.04로 낮게 추정되었다. 이러한 결과에 대하여 정확한 이유는 밝힐 수 없으나 아세톤 자료의 불안정으로 야기된 결과라 판단된다. 하위군에서 1회 착유량에 대한 아세톤과  $\text{Log}_e$  아세톤의 공유전력은 각각 0.02와 0.16으로 추정된 반면, BHBA와  $\text{Log}_e$  BHBA의 공유전력은 각각 0.26과 0.32로 아세톤의 추정치보다 높게 나타났으며, 이러한 결과는 전체자료로 추정된 결과와도 일치하였다. 따라서 아세톤 함량보다는 1회 착유량과 공유전력이 높은 BHBA 함량이 1회 착유량에 대한 선발을 통하여 간접선발 반응을 유도하는데 더 효과적이며, 지시형질로서 바람직하다.

Table 3.4 Coheritabilities between daily milk yield and traits by herd production level.

Traits	High	Low	Overall
Acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.29	0.02	-0.10
BHBA <sup>1</sup> ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.03	0.26	0.16
$\text{Log}_e$ acetone ( $\mu\text{mol/L}$ )	-0.04	0.16	0.04
$\text{Log}_e$ BHBA ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.13	0.32	0.21

<sup>1</sup> $\beta$ -hydroxybutyrate

#### 4. 결론

젖소 사육농가의 규모화, 전업화로 인한 대사성질병의 발생률이 꾸준히 증가하고 있는 가운데 준임상형 케토시스는 가장 중요하면서도 일반적인 질병으로 간주된다. 원유내 아세톤과 BHBA의 함량은 케톤증 발생과 관련된 지시형질로 이용되나 아세톤함량보다는 BHBA 함량이 더 효율적인 지시형질로 판단되었다. BHBA는 에너지균형을 판단하는데 중요한 기준으로 질 나쁜 사료를 섭취할 경우 증가할 수 있다. 따라서 적절한 사료급여를 통한 영양분요구량을 가급적 충분하게 해준다면 준임상형 케토시스의 예방에 효과가 있다. 또한 낙농가를 위한 케토시스 질병관리 온라인 컨설팅 서비스 및 케토시스 발생 진단·예측 프로그램을 개발하기 위해서 국내 실정에 맞는 임상형 또는 준임상형 케토시스 진단의 최적 기준점 발굴 연구 및 이에 대한 검증이 필요할 것으로 판단된다.

#### References

- De Roos, A. P. W., Van Den Bijgaart, H. J. C. M., Hørlyk, J. and De Jong, G. (2007). Screening for subclinical ketosis in dairy cattle by Fourier transform infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, **90**, 1761-1766.
- Groeneveld, E., Kovac, M. and Mielenz, N. (2008). *VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0*, Institute of Farm Animal Genetics, Friedrich Loeffler Institute (FLI), Germany.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Gianola, D. and Klemetsdal, G. (2005). Genetic analysis of clinical mastitis, milk fever, ketosis, and retained placenta in three lactations of Norwegian red cows. *Journal of Dairy Science*, **88**, 3273-3281.
- Kadarmideen, H. N., Thompson, R. and Simm, G. (2000). Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. *Animal Science*, **71**, 411-419.
- Lee, K. J., Park, K. D., Kang, M. G., Choi, Y. S., Yang, Y. M., Son, J. G. and Kang, M. S. (1993). A study on the estimation of genetic parameters by milk production levels in dairy herds. *Journal of Animal Science and Technology*, **35**, 477-481.
- McArt, J. A. A., Nydam, D. V. and Oetzal, G. R. (2012). Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **95**, 5056-5066.
- Koeck, A., Miglior, F., Jamrozik, J., Kelton, D. F. and Schenkel, F. S. (2013). Genetic associations of ketosis and displaced abomasum with milk production traits in early first lactation of Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, **96**, 4688-4696.
- Nielsen, N. I., Friggens, N. C., Chagunda, M. G. G. and Ingvarsen, K. L. (2005). Predicting risk of ketosis in dairy cows using in-line measurements of  $\beta$ -hydroxybutyrate: A biological model. *Journal of Dairy Science*, **88**, 2441-2453.
- SAS Institute Inc. (2012). *SAS/STAT 9.3 user's guide*, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shobha, R. T. and Sumalini, K. (2013). Coheritability in wilt tolerant maize hybrids. *Sky Journal of Agricultural Research*, **2**, 159-162.
- Suthar, V. S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A. and Heuwieser, W. (2013). Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **96**, 2925-2938.
- Zwald, N. R., Weigel, K. A., Chang, Y. M., Welper, R. D. and Clay, J. C. (2004). Genetic selection for health traits using producer-recorded data. I. Incidence rates, heritability estimates, and sire breeding values. *Journal of Dairy Science*, **87**, 4287-4294.
- Zhang, Z., Liu, G., Wang, H., Li, X. and Wang, Z. (2012). Detection of subclinical ketosis in dairy cows. *Pakistan Veterinary Journal*, **32**, 156-160.

## (Co)heritability of acetone and $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations in raw milk related to ketosis in Holsteins<sup>†</sup>

Kwang-Hyun Cho<sup>1</sup> · Chung-Il Cho<sup>2</sup> · Joon-Ho Lee<sup>3</sup> · Kyung-Do Park<sup>4</sup>

<sup>12</sup>National Institute of Animal Science, RDA

<sup>34</sup>The Genomic Informatics Center, Hankyong National University

Received 1 May 2015, revised 3 July 2015, accepted 13 July 2015

### Abstract

This experiment was conducted to estimate the heritability and coheritability of daily milk yield, acetone and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA) concentrations in raw milk. The average concentrations of acetone and BHBA were  $135.54 \pm 96.29$   $\mu\text{mol}$  and  $61.08 \pm 66.76$   $\mu\text{mol}$ , respectively, and the differences between high group and low group cows were highly significant ( $p < 0.01$ ). The estimates of heritability of daily milk yield, acetone and BHBA concentrations were in the range of 0.18~0.21, 0.11~0.13 and 0.01~0.02, respectively. The estimate of heritability of  $\text{Log}_e$ acetone did not change much, while that of  $\text{Log}_e$ BHBA increased to 0.03~0.04. The estimates of phenotypic and genetic correlation coefficients between acetone and BHBA were 0.44 and 0.48, respectively. In low milk yield group, the coheritability estimates of BHBA and  $\text{Log}_e$ BHBA when selection was for daily milk yield were 0.26 and 0.32, respectively. These were higher than the coheritability estimate of acetone when selection was for daily milk yield. The same trend was noted in the coherihability estimates from the whole records using both high and low milk yield groups together. BHBA concentration seemed to be more effectively responding than acetone concentration when selection was for daily milk yield.

*Keywords:* Acetone,  $\beta$ -hydroxybutyrate, coheritability, ketosis.

---

<sup>†</sup> This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ01046503)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

<sup>1</sup> Junior researcher, National Institute of Animal Science, RDA, Chungnam 330-801, Korea.

<sup>2</sup> Post Doc., National Institute of Animal Science, RDA, Chungnam 330-801, Korea

<sup>3</sup> Researcher, The Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Gyeonggi-do 456-749, Korea.

<sup>4</sup> Corresponding author: Research professor, The Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Gyeonggi-do 456-749, Korea. E-mail: doobalo@hknu.ac.kr