

## 肥育牛の血糖値および血清中FFA濃度に対する父牛と母方祖父牛の影響

著者	守屋 和幸, 松金 義晴, 福原 利一, 紺一向 哲也, 原田 宏
雑誌名	宮崎大学農学部研究報告
巻	35
号	1
ページ	55-62
発行年	1988-10
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/5685">http://hdl.handle.net/10458/5685</a>

## 肥育牛の血糖値および血清中 F F A 濃度に対する 父牛と母方祖父牛の影響

守屋 和幸\*・松金 義晴\*・福原 利一\*  
紺一向 哲也\*\*・原田 宏\*

Effects of Sire and/or Maternal Grandsire on Serum Glucose  
and FFA Levels in Fattening Cattle.

Kazuyuki MORIYA, Yoshiharu MATSUKANE, Riichi FUKUHARA,  
Tetsuya KONIKKOU and Hiroshi HARADA

(昭和63年5月7日 受理)

### 緒 言

血液試料は、同一個体から反復して採取することが容易である。そこで、血液試料の分析から得られる、各種の成分濃度と経済形質との間の遺伝的関連性を把握することができれば、種畜の早期選抜のための間接指標として、血中成分濃度が利用可能となると考える。

これまでも、血中成分濃度と経済形質との関連性については、ヒツジ、ウシなどでいくつか報告されている<sup>1-4)</sup>。また、Tilakaratne ら<sup>5)</sup>は、乳用牛について、乳量の育種価と血漿中尿素濃度との関連性を報告しており、さらに、乳用種については、乳腺組織への糖の供給量との関連で、高能力泌乳牛が低能力泌乳牛に比べ、血中インスリン濃度が低いことなどが報告されている<sup>6-8)</sup>。

一方、乳用牛と異なり、生体のままで産肉能力の情報を得ることの困難な肉用牛については、乳用牛以上に間接指標としての血中成分濃度の利点は大きいと考えられるにもかかわらず、肉用牛における血中成分濃度と経済形質についての遺伝的関連性に関する検討はほとんど行われていない。

そこで、本研究では血中成分濃度と経済形質の遺伝的関連性の検討の前段階として、黒毛和種去勢肥育牛の血糖値と血清中遊離脂肪酸(以下、FFA と略す)濃度に対する父牛および母方祖父牛の影響ならびに経済形質との関連性について検討した。

### 材 料 お よ び 方 法

#### 1. 供 試 牛

供試牛として、宮崎県酪農公社が実施した肉用牛産肉性向上特別対策事業(産肉能力相性検定)に供用された黒毛和種去勢肥育牛41頭を用いた。これらの供試牛は3頭の父牛と6頭の母方祖父牛との交配組合せにより生産された後代牛である。供試牛の概要については第1表に示すとおりである。

産肉能力相性検定(以下、検定と略す)は20日間の予備飼育を行った後、68週(476日)間行った。検定期間中、供試牛は交配組合せごとに群単位で管理し、濃厚飼料として間接検定用配合飼料(DCP

\*家畜種学研究室, \*\*宮崎県酪農公社

第1表 供試牛の概要

父牛×母方祖父牛	頭数	検定開始時 (7~13ヶ月齢)		検定終了時 (23~29ヶ月齢)	
		体重 <sup>a</sup> (kg)	体高 <sup>a</sup> (cm)	体重 <sup>a</sup> (kg)	体高 <sup>a</sup> (cm)
清章×隆美	7	239±15	111.3±2	646±44	137.3±2
清章×美福10	7	256±32	113.0±2	648±28	136.7±3
菊安×山本	7	258±27	112.6±5	650±67	138.1±5
菊安×岩光	6	226±36	111.7±3	600±42	135.2±3
梅松×富栄	7	276±17	115.1±1	682±25	138.4±2
梅松×一福	7	289±36	117.4±5	690±48	141.7±4

<sup>a</sup>: 平均値±標準偏差

10.1%, TDN 72.3%) と圧扁大麦を、また粗飼料として稲ワラおよび乾草 (イタリアンライグラス) を給与した<sup>9)</sup>。

各々の供試牛について、検定開始時と終了時にそれぞれ1回ずつ真空採血管を用いて頸静脈より採血を行った。

## 2. 化学分析

採取した血液は3,000rpmで20分間遠心分離を行った後、血清を採取し、分析に供するまで-20°Cで凍結保存した。血糖値の定量はグルコースオキシダーゼ法により、市販の測定キット (イアトロクロム GLU-LQ, ヤトロン, 東京) を用いて行った。血清中 FFA 濃度の定量は、前畑と中の方法<sup>10)</sup>に前段階の抽出操作を加えた改良法<sup>11)</sup>により標準液としてパルミチン酸-クロロホルム液を用いた比色法で行った。

## 3. 統計処理

分析対象形質として、血糖値および血清中 FFA 濃度の検定開始時と終了時の濃度のほか、検定終了時の濃度から検定開始時の濃度を減じた値 (以下、検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) と略す) を取り上げ、変動因として、父牛、母方祖父牛および検定開始時日齢あるいは終了時日齢への一次回帰を考慮した数学モデルにより、Harvey の最小自乗分散分析を行った<sup>12, 13)</sup>。さらに、最小自乗平均値間の差の検定には Duncan の Multiple Range Test を用いた<sup>14)</sup>。統計処理に用いた数学モデルは第1図に示すとおりである。

$$y_{ijk} = \mu + S_i + S:D_{ij} + \alpha(D_{ijk} - \bar{D}) + e_{ijk}$$

但し、

$y_{ijk}$  : 分析対象項目

$\mu$  : 全平均

$S_i$  :  $i$  番目の父牛の効果 ( $i = 1, 2, 3$ )

$S:D_{ij}$  :  $i$  番目の父牛内の  $j$  番目の母方祖父牛の効果 ( $j = 1, 2$ )

$\alpha$  : 一次偏回帰係数

$D_{ijk}$  : 検定開始時あるいは終了時の日齢

$\bar{D}$  : 検定開始時あるいは終了時の日齢の算術平均値

$e_{ijk}$  : 残差

第1図 最小自乗分散分析のための数学モデル

結 果

1. 肥育に伴う血糖値および血清中 F F A 濃度の変化

血糖値と血清中 FFA 濃度の検定開始時、終了時並びに検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) の平均値と標準偏差は第 2 表に示すとおりである。

第 2 表 血糖値および血清中 F F A 濃度の平均値と標準偏差

	検 定 開 始 時	検 定 終 了 時	検定期間中の 変化量 ( $\Delta$ )
血 糖 値 (mg/dl)	78.8 $\pm$ 6.0 <sup>a</sup>	66.3 $\pm$ 5.5 <sup>b</sup>	-12.6 $\pm$ 7.3
血清中 F F A 濃度 ( $\mu$ mol/l)	467 $\pm$ 211 <sup>a</sup>	301 $\pm$ 75 <sup>b</sup>	-146 $\pm$ 244

$\Delta$  : 検定終了時の値から検定開始時の値を引いた値  
 $a, b$  : 同じ行内で肩文字の異なるアルファベット間の値に 1% 水準で有意差があることを示す

血糖値は、検定開始時の平均値が 78.8 mg/dl、終了時が 66.3 mg/dl であり、検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) の平均値は -12.6 mg/dl であった。血清中 FFA 濃度は、検定開始時の平均値が 467  $\mu$  mol/l、終了時が 301  $\mu$  mol/l であり、検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) の平均値は -146  $\mu$  mol/l であった。血糖値と血清中 FFA 濃度は、いずれも検定終了時の濃度が開始時に比べ有意に低い値となった ( $p < 0.01$ )。

2. 血糖値に対する父牛および母方祖父牛の影響

血糖値についての最小自乗分散分析の結果は第 3 表に示すとおりである。

第 3 表 血糖値についての最小自乗分散分析

因 子	自由度	均 平 平 方		
		検 開 始 時	検 終 了 時	検定期間中の 変化量 ( $\Delta$ )
父 牛	2	125.81*	153.04**	177.76*
清章内母方祖父牛	1	153.62*	35.35	41.89
菊安内母方祖父牛	1	10.13	23.29	2.71
梅松内母方祖父牛	1	1.39	122.16*	149.60
日 齢 へ の 回 帰 <sup>a</sup>	1	0.31	14.40	18.95
残 差	34	31.48	18.99	45.97

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

$a$ : 検定開始時と検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) については開始時日齢を、検定終了時には終了時日齢を示す

検定開始時、終了時ならびに検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) のいずれにおいても、父牛の効果には有意な変動が認められた。一方、母方祖父牛の効果は、検定開始時について、父牛が清章である場合の母方祖父牛間に、また、検定終了時については、父牛が梅松である場合の母方祖父牛間にそれぞれ 5%

水準で有意差が認められたが、その他の場合は母方祖父牛間には有意差は認められなかった。

検定開始時日齢あるいは終了時日齢への一回帰の効果にはいずれの形質においても有意な変動は認められなかった。

検定開始時および終了時の血糖値と検定期間中の血糖値の変化量 ( $\Delta$ ) に関する父牛別最小自乗平均値は第4表に示すとおりである。検定開始時の血糖値は菊安が清章に比べ有意に高い値となり、両者の差は 8.4 mg/dl であった。一方、検定終了時の血糖値は梅松が清章、菊安に比べ有意に低い値となり、梅松と菊安との差は 8.4 mg/dl であった。検定期間中の血糖値の変化量 ( $\Delta$ ) については、梅松が清章に比べ血糖値の低下が有意に大きなものとなった。

第4表 血糖値の父牛別最小自乗平均値

父牛	検定開始時	検定終了時	検定期間中の変化量 ( $\Delta$ )
清章	75.8 <sup>b</sup>	67.2 <sup>a</sup>	-8.6 <sup>a</sup>
菊安	81.9 <sup>a</sup>	70.1 <sup>a</sup>	-11.7 <sup>ab</sup>
梅松	78.8 <sup>ab</sup>	61.7 <sup>b</sup>	-17.1 <sup>b</sup>

単位: mg/dl

a, b: 肩文字の異なるアルファベットの値の間に5%水準で有意差がある

### 3. 血清中 FFA 濃度に対する父牛および母方祖父牛の影響

血清中 FFA 濃度についての最小自乗分散分析の結果は第5表に示すとおりである。

第5表 血清中 FFA 濃度についての最小自乗分散分析

要因	自由度	平均		
		検定開始時	検定終了時	検定期間中の変化量 ( $\Delta$ )
父牛	2	356,524*	35,678**	600,365**
清章内母方祖父牛	1	5,321	2,322	5,889
菊安内母方祖父牛	1	25,380	63,781**	181,597*
梅松内母方祖父牛	1	67,128	9,4611	131,792*
日齢への回帰 <sup>a</sup>	1	91,175	34,804**	272,700**
残差	34	29,206	3,320	30,666

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

a: 検定開始時と検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) については開始時日齢を、検定終了時には終了時日齢を示す

検定開始時、終了時ならびに検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) のいずれにおいても血糖値と同様に、父牛の効果には有意な変動が認められた。一方、母方祖父牛の効果は、検定開始時および検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) について、父牛が菊安である場合の母方祖父牛間に有意差が認められ、さらに、検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) については父牛が梅松である場合の母方祖父牛間にも有意差が認められたが、その他の場合については母方祖父牛間には有意差は認められなかった。

検定終了時の血清中 FFA 濃度に対する検定終了時日齢，および検定期間中の血清中 FFA 濃度の変化量 ( $\Delta$ ) に対する検定終了時日齢への一次回帰の効果にはともに 1%水準で有意な変動が認められ，一次偏回帰係数はそれぞれ，0.8, 2.4 であった。しかしながら，検定開始時の血清中 FFA 濃度に対する検定開始時日齢への一次回帰の効果には有意な変動は認められなかった。

検定開始時および終了時の血清中 FFA 濃度と，検定期間中の血清中 FFA 濃度の変化量 ( $\Delta$ ) に関する父牛別最小自乗平均値は第 6 表に示すとおりである。検定開始時の血清中 FFA 濃度は梅松が清章および菊安と比べ有意に高い値となった。一方，検定終了時の血清中 FFA 濃度は，3 頭の父牛間で各々有意差が認められ，濃度の高い順に列挙すると清章，菊安，梅松であった。検定期間中の血糖値の変化量 ( $\Delta$ ) については，梅松が他の 2 頭の父牛に比べ低下の割合が有意に大きなものとなった。

第 6 表 血清中 FFA 濃度の父牛別最小自乗平均値

父 牛	検 定 開 始 時	検 定 終 了 時	検定期間中の 変化量 ( $d$ )
清 章	296 <sup>b</sup>	360 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>
菊 安	359 <sup>b</sup>	308 <sup>b</sup>	- 47 <sup>a</sup>
梅 松	675 <sup>a</sup>	240 <sup>c</sup>	-440 <sup>b</sup>

単位 :  $\mu\text{mol}/\ell$

$a, b, c$ : 肩文字の異なるアルファベットの値の間に  
5%水準で有意差がある

#### 4. 血糖値および血清中 FFA 濃度と発育形質ならびに枝肉形質との関連性

血糖値および血清中 FFA 濃度の検定開始時，終了時ならびに検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) と，発育形質の指標である検定開始時体重，検定終了時体重ならびに検定期間中の一日当り増体量との単相関係数を第 7 表に，また，枝肉形質である枝肉歩留，背脂肪厚，胸脂肪厚，脂肪交雜評点およびロース芯面積との単相関係数を第 8 表に示した。

第 7 表 血糖値および血清中 FFA 濃度と発育形質との単相関係数

	検定開始時 体 重	検定終了時 体 重	検定期間中の 一日当り増体量
<b>【血 糖 値】</b>			
検 定 開 始 時	-0.03	-0.06	-0.05
検 定 終 了 時	-0.25	-0.23	-0.09
検定期間中の 変 化 量 ( $d$ )	-0.16	-0.12	-0.02
<b>【血清中 FFA 濃度】</b>			
検 定 開 始 時	0.19	0.16	0.05
検 定 終 了 時	-0.01	-0.07	-0.08
検定期間中の 変 化 量 ( $d$ )	-0.16	-0.18	-0.10

第8 表血糖値および血清中 FFA 濃度と枝肉形質との単相関係数

	枝肉歩留	背脂肪厚	胸脂肪厚	脂肪交雑点 評 点	ロース芯積 面 積
<b>【血糖値】</b>					
検 定 開 始 時	-0.353*	-0.022	0.117	-0.350*	-0.368*
検 定 終 了 時	-0.192	-0.145	-0.105	-0.146	-0.165
検定期中の 変 化 量 (d)	0.147	-0.090	-0.175	0.179	0.181
<b>【血清中 FFA 濃度】</b>					
検 定 開 始 時	0.191	0.177	0.095	-0.316*	0.039
検 定 終 了 時	0.118	-0.082	-0.062	0.141	-0.053
検定期間の 変 化 量 (d)	-0.113	-0.176	-0.085	0.308	-0.053

\* :  $p < 0.05$ 

発育形質と血糖値および血清中 FFA 濃度との間には取り上げた全ての組合せについて、統計的に有意な相関関係は認められなかった。一方、枝肉形質については、検定開始時の血糖値と枝肉歩留、脂肪交雑評点ならびにロース芯面積との間に、また、検定開始時の血清中 FFA 濃度と脂肪交雑評点との間にそれぞれ、統計的に有意な負の相関関係が認められた ( $p < 0.05$ )。

## 考 察

反すう動物の血糖値は成長に伴い次第に低下し、成熟時には出生時の約  $\frac{1}{2}$  のレベルとなることが報告されている<sup>15)</sup>。このような血糖値の低下は、おもにルーメン機能の発達に伴う糖代謝過程の変化によるものと考えられている<sup>15)</sup>。本研究においても検定終了時の血糖値は開始時に比べ有意に低下しており、糖代謝過程の変化による影響を反映したことが推察される。しかしながら、本研究の供試牛の検定開始時の月齢が7ヶ月～13ヶ月の範囲にあり、すでに離乳が終了している点から、今回得られた肥育期間中の血糖値の低下はルーメン機能の発達による糖代謝過程の変化以外の要因が関与している可能性も示唆される。その一つとして、濃厚飼料と粗飼料の給与割合に伴う血糖値の変動がある。成熟したウシの血糖値は、濃厚飼料の給与割合が大きいと高くなる傾向にある<sup>16)</sup>。ところが、本研究の場合、検定前期よりむしろ検定後期の方が濃厚飼料の給与割合が大きくなっており、濃厚飼料と粗飼料の給与割合の点から検定期間中の血糖値の低下を説明することはできなかった。

一方、血清中 FFA 濃度の肥育期間中の変化について、服部<sup>17)</sup>、北川<sup>18)</sup>は肥育開始時より終了時の方が高い値となったことを報告したが、西邑ら<sup>19)</sup>は逆に終了時の方が低い値となったことを報告している。血中に動員された FFA は、エネルギー不足の際のグルコースに代わるエネルギー源としての生理的役割を持っており<sup>20)</sup>、必ずしも蓄積脂肪の量と関連して変動するものとは思われない。本研究の結果からは、平均値としては血清中 FFA 濃度は終了時の方が低い値となったが、終了時の方が高い個体もあり、肥育に伴う一定の傾向は得られなかった。

血糖値や血清中 FFA 濃度などの血中成分濃度は、個体の栄養状態、給与飼料の量ならびに質、季節、採血時間、採血時のストレスなど種々の環境要因により影響を受け変動することが報告されている<sup>21)</sup>。それ故、個体の血中成分濃度の代表値を得るためにはできるだけ多くの反復採血を行う必要性

が示唆されている<sup>6,22)</sup>。一方、選抜指標として利用する場合には、経費、労力の点から採血回数ではできるだけ少ないことが望ましい。この点に関連して、Moriya et al<sup>23)</sup>は反復測定値の信頼性の点について検討を行い、黒毛和種の血糖値については反復率推定値が 0.572 と比較的高く、1 回の測定値でも個体の代表値を把握することが可能であることを示唆した。また、松金<sup>24)</sup>は、黒毛和種とホルスタイン種去勢肥育牛の血糖値と血漿中 FFA 濃度の反復率推定値としてそれぞれ、0.817, 0.489 となったことを報告している。これらの反復率推定値に基づいた分散分析の結果から、Moriya et al<sup>23)</sup>は血糖値に父牛間差が存在することを、また、松金<sup>24)</sup>は、血糖値と血漿中 FFA 濃度に品種間差が存在することを示唆した。

本研究においても、最小自乗分散分析の結果から血糖値と血清中 FFA 濃度には検定開始時、終了時および検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) のいずれにおいても父牛間に有意な変動が認められた。しかしながら、母方祖父牛間の影響はほとんどの交配組合せで認められなかった。

これらの結果から、血糖値と血清中 FFA 濃度には検定開始時、終了時および検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) のいずれにおいても父牛の持つ遺伝的な要因が関与していることが示唆された。

経済形質のうち発育形質と血中成分濃度との間には有意な相関関係は認められなかったが、枝肉形質のうち、枝肉歩留、脂肪交雑評点およびロース芯面積と検定開始時の血糖値との間および脂肪交雑評点と検定開始時の血清中 FFA 濃度との間でそれぞれ負の有意な相関関係が認められた。今回算出した相関係数はいずれも単相関係数であり、必ずしも遺伝的関連性を反映したものではないが、血糖値と血清中 FFA 濃度に父牛間差が存在し、かつ、経済形質の一部との間に相関関係が認められたことから、今回検討した血糖値と血清中 FFA 濃度は肉用牛種雄牛の選抜における間接指標の一つとして利用可能であるものと考えられる。

## 要 約

黒毛和種去勢肥育牛の血糖値と血清中 FFA 濃度に対する父牛および母方祖父牛の影響ならびに経済形質との関連性について検討した。供試牛として、産肉能力相性検定に供用された黒毛和種去勢肥育牛41頭を用いた。これらの供試牛から、検定開始時と終了時に採血を行い血糖値と血清中 FFA 濃度を測定した。

血糖値と血清中 FFA 濃度はいずれも、検定終了時が検定開始時に比べ有意に低い値となり、検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) の平均値は両者とも負の値となった。

血糖値と血清中 FFA 濃度には、検定開始時、終了時ならびに検定期間中の変化量 ( $\Delta$ ) のいずれについても父牛間に有意差が認められた。

血糖値および血清中 FFA 濃度と発育形質との間には有意な相関関係は認められなかった。一方、枝肉形質については検定開始時の血糖値と枝肉歩留、脂肪交雑評点ならびにロース芯面積との間、検定開始時の血清中 FFA 濃度と脂肪交雑評点との間にいずれも負の有意な相関関係が認められた。

## 文 献

- 1) Hafs, H.D., Purchas, R.D. and Pearson, A.M.: J. Anim. Sci., **33**, 64(1971).
- 2) Purchas, R.W., Pearson, A.M., Pritchard, D.E., Hafs, H.D. and Tucker, H.H.: J. Anim. Sci., **32**, 628(1971).
- 3) Purchas, R.W., Barton, R.A. and Kirton, A.H.: Aust. J. Agric. Res., **31**, 221(1980).
- 4) Trenkle, A. and Topel, D.G.: J. Anim. Sci., **46**, 1604(1978).



- 5) Tilakaratne, N., Alliston, H.C., Carr, W.R., Land, R.B. and Osmond, T.J.: Anim. Prod, **30**, 327(1980).
- 6) Sejrnsen, K., Larsen, F. and Andersen, B.B.: Anim. Prod., **39**, 335(1984).
- 7) Bines, J.A. and Hart, I.C.: Proc. Nutr. Soc., **37**, 281(1978).
- 8) Hart, I.C., Bines, J.A., Morant, S.V. and Ridley, J.L.: J. Endocrinol., **77**, 333(1978).
- 9) 社団法人宮崎県酪農公社: 肉用牛産肉向上特別対策事業(産肉能力相性検定)成績書, 1986.
- 10) 前畑英介, 中甫: 臨床化学, **1**, 447(1972).
- 11) Sasaki, Y., Moriya, K. and Hamada, H.: Jpn. J. Zootech. Sci., **52**, 780(1981).
- 12) Harvey, W.R.: Least-Squares Analysis of Data with Unequal Subclass Numbers, A. R. S. 20-8, USDA(1960).
- 13) Harvey, W.R.: User's Guide for LSML76. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Mimeo, Ohio State Univ., Columbus(1977).
- 14) Kramer, C.Y.: Biometrics., **12**, 307(1956).
- 15) Bergman, E.N.: Cornell. Vet., **63**, 341(1973).
- 16) Henny, B.F. and Polan, C.E.: J. Dairy. Sci., **58**, 512(1975).
- 17) 服部直彦: 日畜関西支部報, **96**, 7(1984).
- 18) 北川政幸: 栄養生理研究会報, **27**, 119(1983).
- 19) 西邑隆徳, 佐藤幸信, 川崎勉, 森清一: 肉用牛研究会報, **42**, 19(1986).
- 20) Newsholme, E.A. and Start, C. (中沢 淳, 森 正敬訳): 動物の代謝調節, 講談社サイエンティフィック, 東京(1977).
- 21) Hart, I.C., Morant, S.V. and Roy, J.H.B.: Anim. Prod, **32**, 215(1981).
- 22) Little, W., Harrison, R.D., Williams, L.A. and Hart, I.C.: Anim. Prod., **41**, 113(1985).
- 23) Moriya, K., Tsuiki, M., Murayama, S. and Sasaki, Y.: Jpn. J. Zootech. Sci., **59**, 61(1988).
- 24) 松金義晴: 宮崎大学農学部修士論文(1988).

### Summary

Effects of sire and/or maternal grandsire on serum glucose and FFA levels, and relationship between these serum concentrations of metabolites and some economically important traits were examined.

Forty one fattening Japanese Black steers, which were subject to a feeding test for meat production, were used in this study. Serum samples were collected at the start point and the end point of the testing period.

Both serum glucose and FFA levels were significantly lower at the end point than at the start point of the testing period. In addition, the mean values of gain during the testing period on serum glucose and FFA were also significantly negative.

The effects of sire on all traits of serum glucose and FFA levels were significant, but the effects of maternal grandsire were not always significant.

These serum concentrations of metabolites were not correlated with any growth performance character. On the other hand, serum glucose level at the start point was negatively correlated with some carcass characters such as dressing percentage, marbling score and rib eye area. Serum FFA level at the start point was also negatively correlated with marbling score.