

ค่าทางพันธุกรรมของลักษณะรูปร่างในโคนมลูกผสม โฮลสไตน์ฟรีเซียนในประเทศไทย

Genetic Parameters of Type Traits in Holstein Friesian Crossbreeds in Thailand

จूरีรัตน์ แสนโกชน¹ สายันห์ บัวบาน¹
Jureeratn Sanpote¹ Sayan Buaban¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลลักษณะรูปร่าง 14 ลักษณะ ประกอบด้วยกลุ่มลักษณะโครงสร้าง ลักษณะเต้านม และลักษณะขาและกีบของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 1,013 ตัว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2544 มาศึกษาหาค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรม โดยการวิเคราะห์ทุกลักษณะพร้อมกัน (multivariate analysis) ด้วยวิธี Restricted maximum likelihood (REML) โดยการใช้ Canonical transformation algorithm จากโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป MTC พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะรูปร่าง มีค่าตั้งแต่ 0.04-0.17 ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏ และสหสัมพันธ์พันธุกรรม มีค่าระหว่าง -0.01 ถึง 0.52 และ -0.88 ถึง 0.78 ตามลำดับ อัตราพันธุกรรมที่มีค่าปานกลาง และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่มีค่าปานกลางถึงสูง บ่งบอกให้ทราบว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะที่ศึกษา ดังนั้นการปรับปรุงลักษณะรูปร่างโดยการคัดเลือกพ่อพันธุ์ดีไว้ใช้ในการผสมเทียม สามารถทำได้โดยพิจารณาลักษณะรูปร่างไว้ในดัชนีการคัดเลือกพันธุ์ด้วย

คำสำคัญ: โฮลสไตน์ ฟรีเซียน ค่าทางพันธุกรรม ลักษณะรูปร่าง

Keywords: Holstein Friesian, Genetic parameters, Type traits

¹ สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

Bureau of Biotechnology for Animal Production, Patumtani, 12000

Abstract

The study was to estimate genetic parameters of 14 type traits in Holstein Friesian crossbreds dairy cattle in Thailand. The multivariate analysis was processed using REML applied to animal model. The data was transform by canonical transformation and analyze by an animal breeding software package, MTC. Heritability of 14 type traits range from as low as 0.04 in rear leg (rear view) and udder depth to moderate of 0.17 in rear udder width. The phenotypic and genetic correlation among the traits varied from -0.01 to 0.52 and -0.88 to 0.78 respectively. This indicates that genetic contributes variation in the type traits in dairy cattle. The genetic improvement of type traits through the cooperation of type traits in the breeding program and sire selection is clearly promising.

บทนำ

ภายใต้สภาวะการแข่งขันทางการค้าที่สูง โดยเฉพาะเมื่อไทยจำเป็นต้องเปิดการค้าเสรีน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมกับต่างประเทศ การลดต้นทุนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มโอกาสการแข่งขันมีความสำคัญไม่แพ้การเพิ่มประสิทธิภาพโดยการเพิ่มผลผลิต แม่โคที่มีอายุการให้ผลผลิต (Productive Life) ยาวนานเป็นแม่โคที่ให้ผลกำไรสูงสุด ซึ่งเป็นหัวใจของการประกอบธุรกิจ เนื่องจากเป็นแม่โคที่มีสุขภาพแข็งแรงและความสมบูรณ์พันธุ์ดี จึงเป็นเหตุให้ลักษณะรูปร่างที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพ ความสมบูรณ์ แข็งแรง และความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของลักษณะอายุการให้ผลผลิต (Productive Life) เริ่มมีคุณค่าทางเศรษฐกิจเด่นชัดมากขึ้นในด้านการช่วยลดต้นทุนการผลิตทั้งโดยทางตรง ซึ่งเกิดจากการลดต้นทุนค่าบริการทางการแพทย์และยารักษาโรค และโดยทางอ้อม คือ ลดโอกาสที่ต้องงดส่งน้ำนมเนื่องจากการใช้ยาปฏิชีวนะระหว่างการรักษาโรคและลดอัตราการคัตทิ้งโค ทำให้โคมีอายุการให้ผลผลิตจนถึงระยะโตเต็มวัย (Mature age) ซึ่งเป็นช่วงที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงที่สุด (Roger, 2001)

การปรับปรุงลักษณะอายุการให้ผลผลิตโดยการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อพ่อโคนมพันธุ์ดีนั้น จำเป็นต้องคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมของลักษณะอายุการให้ผลผลิตดีเพื่อไว้ใช้ผลิตน้ำเชื้อบริการผสมเทียมเพื่อปรับปรุงพันธุ์แม่โคนมของเกษตรกร แต่การใช้ข้อมูลลักษณะอายุการให้ผลผลิตมาเป็นดัชนีคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนม จำเป็นต้องใช้ข้อมูลการคัดออกจากฝูงของลูกสาวเมื่อสิ้นสุดอายุการให้ผลผลิต หรือเมื่อถูกคัตทิ้งด้วยสาเหตุต่างๆ ทำให้การคัดเลือกลักษณะอายุการให้ผลผลิตโดยตรงกินเวลานานเกินไป การใช้ลักษณะรูปร่างที่มีความสัมพันธ์กับอายุการให้ผลผลิตเพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมที่มีข้อดีคือ สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ง่าย แม่นยำ และได้ข้อมูลตั้งแต่ลูกสาวอายุยังไม่มากทำให้สามารถคัดเลือกพ่อพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ทันการ Hansen (2000) พบว่าการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมโดยมุ่งเน้นลักษณะการให้ปริมาณน้ำนมอย่างเดียวมีผลกระทบต่อสุขภาพ และระบบการสืบพันธุ์โดยรวม

ของโคนม ดังนั้นการเลือกลักษณะรูปร่างที่สำคัญบางลักษณะจะช่วยให้เกิดสมดุลของการคัดเลือกและได้พ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมดีทั้งการให้ผลผลิต สุขภาพ และการสืบพันธุ์ ไว้สำหรับปรับปรุงพันธุ์โคนมในประเทศต่อไป

การศึกษาครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์หาค่าทางพันธุกรรมของลักษณะรูปร่าง จำนวน 14 ลักษณะซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพ ความแข็งแรงและการสืบพันธุ์โดยตรง (Holstein Association USA, 1999) เพื่อให้ได้ข้อมูลช่วยในการตัดสินใจเลือกลักษณะรูปร่างที่จะตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดี และนำไปใช้ร่วมในการพัฒนาชนิดคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมร่วมกับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ดำเนินการอยู่แล้ว

วัตถุประสงค์ และวิธีการ

ข้อมูลและการจัดการข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลลักษณะรูปร่างของแม่โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนจากระบบฐานข้อมูลโคนมของสำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2544 เป็นโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในจังหวัด สระบุรี ชลบุรี ขอนแก่น เชียงใหม่ ราชบุรี แบ่งกลุ่มพันธุ์ออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1) 50-62.5 % โฮลสไตน์ฟรีเซียน | 2) 62.6 - 75 % โฮลสไตน์ฟรีเซียน |
| 3) 76-87.5 % โฮลสไตน์ฟรีเซียน | 4) 87.6-100 % โฮลสไตน์ฟรีเซียน |

โคนมที่ทำการศึกษาอยู่ในรอบการให้นมที่ 1-3 ทำการวัดและให้คะแนนเมื่อโคนมมีจำนวนวันให้นมไม่ต่ำกว่า 15 วัน และไม่เกิน 120 วัน (ICAR, 1999) ค่าเฉลี่ยจำนวนวันให้นมของโคนมที่ใช้ในการศึกษามีค่าเท่ากับ 75 + 25 วัน ลักษณะรูปร่างที่ศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 14 ลักษณะได้แก่

กลุ่มลักษณะโครงสร้าง

1. ความสูง (ST)
2. ความกว้างอก (CW)
3. ความลึกลำตัว (BD)
4. ลักษณะโคนม (DF)
5. มุมสะโพก (RA)
6. ความกว้างสะโพก (RW)
12. ความกว้างเต้านมหลัง (UW)
13. เอ็นยึดเต้านมหลัง (UC)
14. ความลึกเต้านม (UD)

กลุ่มลักษณะขาและกีบ

7. ความโค้งของขาหลัง (มุมมองด้านข้าง) (RLS)
8. ความตรงของขาหลัง (มุมมองด้านหลัง) (RLR)
9. มุมกีบ (FA)

กลุ่มลักษณะเต้านม

10. การเกาะยึดเต้านมหน้า (FU)
11. ความสูงเนื้อเยื่อเต้านมหลัง (UH)

การให้คะแนนและวัดรูปร่างดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกการให้คะแนน รวมตามวิธีการของ Holstein Association USA (Holstein Association USA, 1999) (Table 1) ข้อมูลที่

เข้าวิเคราะห์ทั้งหมดมีจำนวน 1,003 ตัว ร่วมกับข้อมูลพันธุ์ประวัติของโคที่เกี่ยวข้องกับโคที่ได้รับการวัดและให้คะแนนจำนวน 1,589 ตัว

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม และค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม (ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์) ของลักษณะที่ทำการศึกษา โดยวิเคราะห์ทุกลักษณะพร้อมกัน (Multivariate analysis) ด้วยวิธี Restricted maximum likelihood, REML (Patterson and Thompson, 1971) โดยการใช้ Canonical transformation algorithm (Jensen and Mao, 1988) จากโปรแกรมสำเร็จรูป MTC (Mizstal, 1994) ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาสำหรับการคำนวณสิ้นสุดเมื่อค่าความแปรปรวนที่ได้แต่ละซ้ำต่างกันน้อยกว่า 10⁻⁶ การวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ animal model โดยมีตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์ดังนี้

$$y_i = Xb_i + Za_i + e_i$$

- เมื่อ y_i = เวกเตอร์ของค่าสังเกตของลักษณะรูปร่างที่ศึกษา (14 ลักษณะ)
 b_i = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่ที่ไม่ทราบค่าต่อลักษณะที่ศึกษา ประกอบด้วยปัจจัยคงที่ของฝูง-ปี-เดือนที่ทำการวัดและให้คะแนน รอบการให้นม-ระยะเวลาหลังคลอดที่ทำการวัดและให้คะแนน กลุ่มพันธุ์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นตรงของอายุเมื่อทำการวัดและให้คะแนน (วัน)
 a_i = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์สำหรับลักษณะที่ศึกษา
 e_i = เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสำหรับลักษณะที่ศึกษา
 X = เมตริกซ์ปรากฏที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่
 Z = เมตริกซ์ปรากฏที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์

โดยมีความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมดังนี้

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \otimes G & 0 \\ 0 & I \otimes R \end{bmatrix}$$

- เมื่อ G = เมตริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ศึกษา
 I = Identity matrix
 A = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์
 R = เมตริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนระหว่างลักษณะที่ศึกษา
 \otimes = Kronecker product (Searle, 1982)

ผลการทดลอง

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะรูปร่าง 14 ลักษณะแสดงใน Table 2 มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขาหลังมองด้านหลัง และความลึกเต้านมหลังมีค่าต่ำสุดที่ 0.04 และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะมุมสะโพก มุมกีบ ความกว้างเต้านมหลัง และเอ็นยึดเต้านมหลังมีค่าปานกลาง ที่ 0.13 0.10 0.17 และ 0.14 ตามลำดับ ลักษณะรูปร่างอื่นๆ มีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.09

ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏและค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะรูปร่างทั้ง 14 ลักษณะแสดงใน Table 3 ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏที่ได้้อยู่ระหว่าง -0.11 ถึง 0.52 และค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมมีค่าระหว่าง -0.88 ถึง 0.78

ค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะโครงสร้างได้แก่ ความสูง ความกว้างอก ความลึกลำตัว และความกว้างสะโพก เป็นบวกมีค่าตั้งแต่ 0.05 สำหรับความสูง กับ ความกว้างอก ถึง 0.64 สำหรับความกว้าง อก กับ ความลึกลำตัว ยกเว้นสหสัมพันธ์ระหว่างความกว้างอก กับ ความกว้างสะโพก และความลึกลำตัว กับ มุมสะโพก มีค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมเป็นลบ (-0.19 และ -0.21 ตามลำดับ)

ค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของขาและกีบได้แก่ขาหลังมองด้านข้าง ขาหลังมองด้านหลัง และมุมกีบ มีค่าค่อนข้างสูงและเป็นลบ (-0.53 และ -0.66) ยกเว้นค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ขาหลังมองด้านข้างกับมุมกีบมีค่า 0.52

ค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะเต้านม ได้แก่ ลักษณะการเกาะยึดของเต้านม ความสูงเนื้อเยื่อเต้านม ความกว้างของเต้านม เอ็นยึดเต้านม และความลึกของเต้านม มีค่าตั้งแต่ -0.50 ถึง 0.81

บทวิจารณ์

อัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะรูปร่าง 14 ลักษณะแสดงใน table 2 มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง และส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาในโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Thompson et al., 1983; VanRaden et al., 1990; Lawlor et al., 1992; DeGroot et al., 2002) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในประชากรโคนมที่ไม่มีการคัดเลือกลักษณะรูปร่างมาก่อนผลการศึกษานี้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Yazdi and Schaeffer (2001) ที่รายงานว่าลักษณะรูปร่างของโคใน commercial herd ที่มีการคัดเลือกด้านรูปร่างน้อยกว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำกว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของโคใน Registration herd ซึ่งมุ่งเน้นในด้านการคัดเลือกรูปร่างมาเป็นเวลานาน

ค่าอัตราพันธุกรรมที่มีค่าสูงสุดจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความกว้างของเนื้อเยื่อเต้านมหลัง มีค่า 0.17 และค่าอัตราพันธุกรรมต่ำสุดมีค่า 0.04 ได้แก่ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขาหลังด้านหลัง และความลึกของเต้านม นอกจากนี้พบว่าค่าอัตราพันธุกรรม

ของลักษณะมุมสะโพก ขาหลังด้านข้าง มุมกีบ ความกว้างเต้านม และเอ็นยึดเต้านม มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกับอัตราพันธุกรรมของลักษณะเดียวกันที่ศึกษาโดย (Thompson et al., 1983; VanRaden et al., 1990; Lawlor et al., 1992; DeGroot et al., 2002) ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอื่นๆ ที่เหลือมีค่าค่อนข้างต่ำและมีส่วนต่างจากผู้ที่ทำการศึกษาในโคนมโฮลสไตน์ ฟรีเซียนพันธุ์แท้ที่อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.38 (Thompson et al., 1983; VanRaden et al., 1990; Lawlor et al., 1992; DeGroot et al., 2002)

ค่าอัตราพันธุกรรมที่มีค่าปานกลางบ่งชี้ให้ทราบถึงผลตอบแทนของการคัดเลือกที่ดี และอาจนำไปพิจารณาเกี่ยวกับการคัดเลือกลักษณะอื่นๆ เช่น น้ำนม ในรูปของดัชนีการคัดเลือก เพื่อให้สามารถดำเนินการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์หลายลักษณะไปพร้อมๆ กัน เพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมของการปรับปรุงลักษณะการให้ผลผลิต สุขภาพ และลักษณะการสืบพันธุ์

ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรม

ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏมีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของผู้วิจัยในโคนมโฮลสไตน์พันธุ์แท้ (VanRaden et al., 1990 และ Short and Lawlor, 1992)

ค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะโครงสร้างได้แก่ ความสูง ความกว้างอก ความลึกลำตัว และความกว้างสะโพก มีแนวโน้มและค่าต่างจากผลที่ได้จากการศึกษาของ VanRaden et al. (1990) และ Short and Lawlor (1992) แต่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ DeGroot et al. (2002) ซึ่งศึกษาในโคนมโฮลสไตน์ ฟรีเซียนพันธุ์แท้ โดยวิธี REML derivative free algorithm ค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะโคนมกับลักษณะโครงสร้างต่างๆ มีค่าใกล้เคียงศูนย์ ยกเว้นค่าสหสัมพันธ์กับลักษณะความกว้างอกและความลึกลำตัวที่มีค่าเป็นลบค่อนข้างสูง (-0.78 และ -0.49) เป็นไปในแนวทางเดียวกับผลการศึกษาของ DeGroot et al., (2002) เช่นกัน ทำให้ทราบว่า การคัดเลือกโคนมลักษณะดีไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ มีแนวโน้มที่จะได้โคที่มีโครงสร้างไม่ใหญ่

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะขาและกีบที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าและเครื่องหมายสอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษาของ DeGroot et al., (2002), VanRaden et al. (1990) และ Short and Lawlor (1992) ซึ่งให้เห็นว่าการคัดเลือกลักษณะขาหลังด้านหลังและการคัดเลือกลักษณะมุมกีบอย่างใดอย่างหนึ่งจะเป็นผลให้อีกลักษณะหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน ดังนั้นหากจะรวมลักษณะขาและกีบไว้ในดัชนีการคัดเลือกอาจเลือกใช้ลักษณะใดเพียงลักษณะเดียวได้

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะระบบเต้านมมีทั้งค่าที่เป็นบวก และ ลบ ซึ่งต่างจากการศึกษาในโคนมโฮลสไตน์ฟรีเซียนพันธุ์แท้ที่มีค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะเต้านมเป็นบวกทุกลักษณะ (DeGroot et al., 2002; VanRaden et al.; 1990 และ Short and Lawlor, 1992) จากผลการศึกษามีค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมระหว่างลักษณะการยึดเกาะเต้านมหน้ากับความลึกของเต้านม (0.81) เท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาอื่น DeGroot et al. (2002) VanRaden et al. (1990) และ Short and Lawlor (1992) ซึ่งรายงานค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 0.89, 0.78 และ 0.79 ตามลำดับ

สรุป

จากการศึกษาพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ได้แก่ มุมสะโพก ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการเคลื่อนไหวได้แก่ มุมกีบ และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตได้แก่ลักษณะความกว้างของเต้านม และเอ็นยึดเต้านม มีค่าในระดับปานกลาง บ่งชี้ว่าการคัดเลือกและผสมพันธุ์สามารถปรับปรุงลักษณะเหล่านี้ให้ดีขึ้นได้ในประชากรรุ่นต่อไป ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์โคนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมที่ใช้ในการผสมเทียมควรนำเอาลักษณะเหล่านี้มาพิจารณาร่วมด้วยนอกเหนือจากการพิจารณาคัดเลือกโดยลักษณะปริมาณน้ำนมเพียงลักษณะเดียว แต่การจะให้น้ำหนักหรือความสำคัญกับลักษณะใดมากกว่าควรพิจารณาค่าสหสัมพันธ์พันธุกรรมของลักษณะเหล่านี้ร่วมด้วยโดยละเอียดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- DeGroot, B.J., Keown, J.F., Van Vleck, L.D. and Marotz, E.L. 2002. Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 85: 1578-1585.
- Hansen, L.B. 2000. Consequence of selection for milk yield from geneticist's Viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83: 1145-1150.
- Holstein Association USA. 1999. Sire Summary "Linear Type Evaluation". Holstein Association USA Inc. Brattleboro. pp. 10-18.
- ICAR. 1999. ICAR International Agreement of Recording Practice. Section 5. ICAR Guidelines on reference conformation Recording Method.
http://www.icar.org/docs/Rules%20and%20regulations/New%20Guidelines/a_chapter05.pdf 11/1/1999.
- Jensen, J. and Mao, I.L. 1988. Transformation algorithms in analysis of single trait and of multitrait models with equal design matrices and one random factor per trait: A review. *J. Anim. Sci.* 66: 2750-2758.
- Lawlor, T.J., Short, T.H. and Vanraden, P.M. 1992. Multiple traits estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *J. Dairy Sci.* 75: 544-551.
- Mizstal, I. 1994. Software package in animal breeding.
http://www.math.usu.edu/~vukasio/ANSCI/soft_anbr.htm 1/12/2004.
- Misztal, I. 1994. Comparison of computing properties of derivative and derivative-free algorithms in variance component estimation by REML. *J. Animal Breed. Genet.* 111: 346-355.

- Patterson, H.D. and Thompson, R . 1971. Recovery of inter-block information when block size are unequal. *Biometrika*. 58: 545-554
- Roger, G.W. 2001. Importance of Genetic Evaluation for Longevity in Dairy Cattle. Agricultural Extension service. The University of Tennessee.
http://animalscience.ag.utk.edu/dairy/pdf/pubs/ImportanceOfGeneticEvaluationsForLongevityInDairyCattle_DairyMail_Longevity_3_03.pdf. 10/11/2004.
- Searle, S.R. 1982. *Matrix Algebra Useful for Statistics*. John Wiley & Sons Inc. New York. 438p.
- Short, T.H. and Lawlor, T.J. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75: 1987-1998.
- Thompson, J.R., Lee, K.L., Freeman, A.E. and Johnson, L.P. 1983. Evaluation of linearized type appraisal system for Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 66: 32-38
- VanRaden, P.M., Jensen, E.L., Lawlor, T.J. and Funk, D.A. 1990. Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. *J. Dairy Sci.* 73: 191-197.
- Yazdi, H. and Schaeffer, L. 2001. Estimates of genetic parameters for dairy cattle type traits from multivariate analyses.
www.cdn.ca/committees/archives/Sept2001/Geneticparameters.pdf 1/12/2004.



Table 1 Linear type classification score (Holstein Friesian Association,1999).

Type traits	appearance	Score 1-50	appearance
1. stature (ST)	short	1-----25-----50	tall
2. chest width (CW)	narrow	1-----25-----50	wide
3. body depth (BD)	shallow	1-----25-----50	deep
4. dairy form (DF)	tight rib	1-----25-----50	open rib
5. rump angle (RA)	high pin	1-----25-----50	sloped
6. rump with (RW)	narrow	1-----25-----50	wide
7. rear leg (side view) (RLS)	posty	1-----25-----50	sickle
8. rear leg (rear view) (RLR)	hock in	1-----25-----50	straight
9. foot angle (FA)	low	1-----25-----50	steep
10. fore udder attachment (FU)	loose	1-----25-----50	strong
11. rear udder height (UH)	low	1-----25-----50	high
12. rear udder width (UW)	narrow	1-----25-----50	wide
13. udder cleft (UC)	weak	1-----25-----50	strong
14. udder depth (UD)	deep	1-----25-----50	shallow

Table 2 Heritabilities of 14 type traits.

Traits	Heritability				
	Jureeratn (2005)	Thompson (1983)	Lawlor (1992)	VanRaden (1990)	DeGroot (2002)
1. stature (ST)	0.09	0.32	0.42	0.37	0.47
2. chest width (CW)	0.07	0.22	0.29	0.26	0.41
3. body depth (BD)	0.08	-	0.35	0.32	0.36
4. dairy form (DF)	0.05	0.16	0.28	0.23	0.36
5. rump angle (RA)	0.13	0.17	0.28	0.29	0.36
6. rump with (RW)	0.08	0.26	0.26	0.24	0.30
7. rear leg (side view) (RLS)	0.10	0.15	0.16	0.16	0.11
8. rear leg (rear view) (RLR)	0.04	-	-	-	0.12
9. foot angle (FA)	0.10	0.15	0.13	0.10	0.04
10. fore udder attachment (FU)	0.08	0.15	0.24	0.18	0.37
11. rear udder height (UH)	0.08	0.22	0.16	0.18	0.32
12. rear udder width (UW)	0.17	0.15	0.19	0.16	0.30
13. udder cleft (UC)	0.14	0.12	0.10	0.15	0.29
14. udder depth (UD)	0.04	0.26	0.25	0.25	0.23

Table 3 Genetic correlation (above diagonal) and phenotypic correlation (under diagonal)

Type traits	Type traits													
	ST	CW	BD	DF	RA	RW	RLS	RLR	FA	FU	UH	UW	UC	UD
1. stature (ST)	-----	0.05	0.41	0.08	0.38	0.26	-0.36	-0.47	-0.12	-0.46	0.43	-0.12	-0.85	-0.35
2. chest width (CW)	0.23	-----	0.64	-0.78	0.24	-0.19	-0.06	0.16	0.37	0.35	0.12	-0.10	-0.06	0.42
3. body depth (BD)	0.52	0.23	-----	-0.49	-0.21	0.16	-0.46	0.13	0.58	0.38	-0.20	0.31	-0.57	0.22
4. dairy form (DF)	0.18	0.06	0.15	-----	0.07	0.01	-0.36	0.27	-0.21	-0.17	-0.22	-0.29	0.17	-0.21
5. rump angle (RA)	0.19	0.10	0.08	0.05	-----	-0.38	0.15	-0.17	-0.61	-0.52	0.43	-0.88	0.08	-0.31
6. rump with (RW)	0.46	0.17	0.44	0.17	0.00	-----	0.01	-0.40	0.19	-0.29	0.17	0.65	-0.54	-0.17
7. rear leg (side view), (RLS)	-0.01	0.11	0.01	0.10	0.05	0.05	-----	-0.53	-0.66	-0.54	0.26	-0.05	0.25	-0.42
8. rear leg (rear view), (RLR)	0.07	0.03	0.07	0.15	-0.02	0.16	0.05	-----	0.52	0.78	-0.63	-0.19	0.59	0.61
9. foot angle (FA)	0.07	0.02	0.06	0.14	-0.03	0.09	0.01	0.15	-----	0.85	-0.26	0.56	-0.12	0.78
10. fore udder attachment (FU)	-0.01	-0.02	-0.03	0.03	-0.10	0.02	0.06	0.07	0.04	-----	-0.50	0.27	0.33	0.81
11. rear udder height (UH)	-0.07	-0.05	-0.08	0.08	0.05	-0.10	0.01	-0.02	-0.01	0.10	-----	-0.15	-0.38	0.03
12. rear udder width (UW)	0.13	0.01	0.17	0.07	0.02	0.28	0.05	0.10	0.04	0.01	0.06	-----	-0.38	0.15
13. udder cleft (UC)	0.04	0.06	0.05	0.05	0.07	0.02	0.01	0.06	-0.05	-0.01	-0.01	0.00	-----	0.25
14. udder depth (UD)	0.03	-0.02	-0.12	0.01	-0.11	-0.09	0.02	-0.10	0.00	0.11	0.09	-0.06	-0.05	-----