บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 การจำแนกกระบือ

กระบือมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Bubalus bubalis* หรือ *Bos bulalis*

Class : Mammalia

Order : Ungulata

Suborder : Artiodactyles

Family : Bovidae

Sub-family : Bovinae

Genus : Bos

Sub-genera : Bubaline

(Cockrill, 1974); (Fahimuddin, 1975) และ (ศรเทพ, 2522)

กระบือเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีกีบคู่ ซึ่งจัดอยู่ในพวกสัตว์ Ruminant มาจากภาษาลาติน ruminare แปลว่า นำมาเคี้ยวใหม่ (chew over again) เราจึงเรียกสัตว์พวกนี้ว่า สัตว์เคี้ยวเอื้อง (cud chewing) กระบือจึงเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องแท้ จัดอยู่ใน infraorder Pecora แบ่งออกได้เป็น 4 families ดังนี้ (บุญล้อม, 2527) และ (Fahimuddin, 1975)

(1) Cervidae พวกกวาง (deer) มี 17 genera

(2) Giraffidae พวกยีราฟ (giraffs) มี 2 genera

(3) Antilocapridae พวกแอนทีโลป (prongbuck)

(4) Bovidae พวกสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีเขากลวง มี 49 genera เช่น โค กระบือ ควายไบซัน (bison) วัวแดง (bunteng) แพะ แกะ ฯลฯ

กระบือได้ถูกจัดอยู่ใน Genus Bos และ Sub-genera Bubaline การจำแนกกระบือนั้นจะพิจารณาตามลักษณะต่างๆ เช่น การกระจายของขนทั่วตัว สีลำตัว ขนาดของหู และลักษณะโครงร่างของร่างกาย อันได้แก่ ความสูง ความยาว โครงกระดูก ลักษณะหัว ส่วนเว้าส่วนโค้ง ฯลฯ ในบรรดา bubaline ด้วยกันนี้พบว่ามีอยู่ 4 กลุ่มด้วยกัน คือ (ศรเทพ, 2522)

(ก) กระบืออินเดีย (*Bos bubalis*) พบทั่วไปในอินเดีย

(ข) กระบือทามาธอ (*Bos mindorensis*) พบในฟิลิปปินส์

(ค) กระบือป่าเอเชีย (*Bos depressicornis*) พบในอินโดนีเซีย

(ง) กระบือป่าอาฟริกัน (*Bos caffer*) พบในอาฟริกา

กระบืออินเดียและกระบือเอเชียเท่านั้นที่มนุษย์ได้นำมาฝึกฝนเป็นสัตว์เลี้ยง จนกระทั่งเกิดพันธุ์ขึ้นหลายพันธุ์ในอินเดียและปากีสถาน ส่วนพวกที่เหลือ คือ ทามาธอและกระบืออาฟริกัน ยังคงเป็นสัตว์ป่าอยู่ในปัจจุบันนี้

พันธุ์กระบือที่มนุษย์นำมาเลี้ยงไว้ใช้งาน ให้นมและเนื้อเป็นอาหาร นั้นสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1.1 กระบือปลัก (Swamp buffalo)

มีเลี้ยงมากในประเทศจีนตอนใต้ กระบือพวกนี้นิยมเลี้ยงไว้ใช้งานและเนื้อเป็นอาหาร ลักษณะโดยทั่วไปจะมีรูปร่างหนากลม อกใหญ่ มีเขาแผ่ออกกว้าง กีบเท้าใหญ่ใช้ทำงานได้ดี ลูกอัณฑะเล็กติดกับลำตัวไม่ห้อยยาน ชอบนอนแช่ปลักโคลน ใช้เหล็กเผาไฟประทับตราบนหนังไม่ติดทน เพศผู้น้ำหนักประมาณ 400-1,000 กิโลกรัม สูง 120-150 เซนติเมตร เพศเมียน้ำหนักประมาณ 250-600 กิโลกรัม สูง 110-135 เซนติเมตร ลักษณะเขาจะโค้งเป็นรูปครึ่งวงกลม มีตำแหน่งอยู่ระดับเดียวกับหน้าผาก ลักษณะเขาค่อนข้างคงที่ตามอายุ สีตลอดลำตัวเป็นสีเทาแก่ (dark grey) จนถึงดำ แต่จะมีขนสีขาวรูปตัววี (V) ที่หน้าอก และขนขาวบริเวณใต้คางกับที่ข้อเท้า เต้านมเล็กให้น้ำนมน้อยเพียงวันละ 1-3 ลิตร (จรัญ, 2524) ซึ่งมีเพียงพอสำหรับไว้เลี้ยงลูกเท่านั้น เหตุที่ได้ชื่อว่ากระบือปลักเพราะชอบนอนแช่ปลักโคลนในเวลาที่อากาศร้อน ความชื้นต่ำ กระบือจะใช้เวลาแช่ปลักวันละ 5-6 ชั่วโมง กระบือจะลงนอนแช่ปลักในตอนเที่ยงมากที่สุด รองลง

มาคือ ตอนบ่าย 4 โมงเย็น (ศรเทพ, 2522) ถ้าปลักที่กระบือนอนแช่กระบือจะพยายามดีปลักจนเป็นโคลน และจะใช้โคลนพอกส่วนต่างๆของลำตัว อันเป็นการระบายความร้อนออกจากร่างกาย และเป็นการป้องกันความร้อนจากแสงแดด ตลอดจนป้องกันการรบกวนของแมลงต่างๆ ประสบ (2520) และ Kearl (1982) ได้อ้างถึงรายงานของ Mason (1974) ว่า กระบือปลักมีโครโมโซม (chromosome) 48 คู่ ในขณะที่กระบือแม่น้ำมี 50 คู่ ถึงแม้ว่ากระบือทั้งสองพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน ก็สามารถผสมและสืบพันธุ์กันได้ สามารถให้ลูกได้ ลูกที่เกิดมามีลักษณะกึ่งกลางระหว่างสองพันธุ์ ลูกชั่วที่หนึ่งให้นมได้มากขึ้นกว่ากระบือปลักทั่วไป Tumwasorn (1981a) แนะนำให้ใช้การผสมข้ามระหว่างกระบือปลักกับกระบือนม เพื่อปรับปรุงความสามารถในการให้นมและการทำงานของกระบือปลัก กระบือปลักนับว่าเป็นสัตว์ที่ฉลาด เนื่องจากสามารถสอนให้เรียนรู้การทำงานต่างๆได้ง่ายกว่ากระบือแม่น้ำ

2.1.2 กระบือแม่น้ำ (River buffalo)

มีเลี้ยงมากในประเทศอินเดียและปากีสถาน จัดเป็นกระบือนม สามารถให้นมได้เฉลี่ย 1,400-3,000 กิโลกรัม/ระยะการให้นม (lactation) ในช่วง 300 วัน (Kearl, 1982) กระบือแม่น้ำมีอยู่หลายพันธุ์ เช่น พันธุ์มูร่าห์ (Murrah) พันธุ์เซอร์ตี (Surti) พันธุ์กุนดิ (Kundi) พันธุ์นิลิ/ราวี (Nili/Ravi) พันธุ์จาฟฟาราบิดิ (Jaffarabidi) ฯลฯ ลักษณะโดยทั่วไปของกระบือแม่น้ำ จะมีรูปร่างไม่กลม แต่มองดูมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมเป็นมุม เขาโค้งบิดเป็นเกลียวและอาจจะบิดโค้งขึ้นบน หรือบิดโค้งลงล่าง ซึ่งลักษณะเขาจะแปรปรวนไปได้มากตามชนิดของพันธุ์ กีบเท้าเล็ก ลูกอัณฑะห้อยยานจากลำตัว ชอบนอนแช่น้ำใส น้ำลึก ไม่มีโคลน โดยจะจมลงไปทั้งตัวโผล่เพียงจมูกเท่านั้น ผิวหนังสามารถประทับตราได้ โดยใช้เหล็กเผาไฟประทับตราบนหนังจะติดทนตลอดไป กระบือแม่น้ำนี้จะเป็นกระบือกระดูกใหญ่ โครงร่างใหญ่ เพศผู้มีน้ำหนัก 300-1,000 กิโลกรัม สูง 120-158 เซนติเมตร เพศเมียมีน้ำหนัก 250-650 กิโลกรัม สูง 115-140 เซนติเมตร สีขนและผิวหนังจะมีสีดำเป็ด (jet black) อาจมีสีออกคล้ายๆน้ำตาลแดงเนื่องจากสีขน แต่มีน้อยมาก บางพันธุ์อาจมีขนขาวขึ้นที่หน้าผากลงมาถึงจมูก หรือมีพู่หางขาว ลักษณะเพศเมียเต้านมใหญ่ซึ่งจะให้นมมาก นมกระบือจะมีไขมันสูง จึงเป็นที่นิยม

เลี้ยงกันมากในประเทศอินเดียและปากีสถาน ซึ่งนอกจากจะให้นมได้มากแล้ว บังสามารถใช้งานได้และเนื้อใช้เป็นอาหารบริโภค

De Guzman (1979) ได้รวบรวมผลการวิจัย Karyotype ในกระบือที่ทำการวิจัยในประเทศไทย เยอรมัน และมาเลเซีย ซึ่งสามารถใช้การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างกระบือพื้นเมืองไทยที่เป็นกระบือปลักกับกระบือมูร่าห์ที่เป็นกระบือแม่น้ำได้เป็นอย่างดี กระบือมูร่าห์จะมี acrocentric chromosome มากกว่ากระบือปลัก 1 คู่ แม้กระบือลูกผสมที่เกิดมาจะมี 2n = 49 ก็ไม่เป็นหมัน เนื่องจากรูปร่างลักษณะของ chromosome ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันมาก และเมื่อผสมกันแล้วไม่มีการสูญเสีย genetic material แต่อย่างใด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงจำนวน chromosome ของกระบือพันธุ์ต่างๆและกระบือลูกผสม

Domestic type *Bubalus bubalis*	Karyotype Diploid chromosome member
กระบือปลัก	2n = 48
กระบือมูร่าห์	2n = 50
กระบือเซอร์ดิ	2n = 50
กระบือพื้นเมืองศรีลังกา	2n = 50
กระบือลูกผสมมูร่าห์ x กระบือปลัก F_1 และ F_2	2n = 49
กระบือลูกผสมมูร่าห์ x กระบือปลัก F_3 และ F_4	2n = 48

ที่มา : De Guzman (1979)

2.2 บทบาทและความสำคัญของกระบือในประเทศไทย

การเลี้ยงกระบือในประเทศไทยมีการเลี้ยงกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเกษตรกรชาวนาชาวไร่จะเลี้ยงไว้สำหรับใช้งานควบคู่กับการเกษตร กระบือจะมีความสำคัญในกิจกรรมการเกษตรของเกษตรกรไทยนับตั้งแต่การใช้แรงงานในการไถนา คราด และนวด

ข้าว เมื่อแก่ใช้งานไม่ได้ก็จะเป็นแหล่งของเนื้อใช้เป็นอาหารบริโภค สามารถใช้กระบือเป็นเงินออมขายเมื่อมีความจำเป็นในด้านการเงิน นอกจากนี้กระบือยังสามารถใช้ผลพลอยได้ที่เหลือใช้ทางการเกษตรเป็นอาหารได้เป็นอย่างดี (Buranamanus, 1963; Bhanasiri, 1980; Chantalakhana, 1981c; Chantalakhana, 1985b; Ratanadilok Na Phuket, 1980; Wanapat, 1985a) แต่ในปัจจุบันการเลี้ยงกระบือในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์ที่นอกเหนือไปจากการใช้งานแล้ว แต่จะมีการเน้นในการเลี้ยงเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดีสำหรับบริโภคและส่งออก ตลอดจนผลิตน้ำนมกระบือสำหรับชาวต่างชาติที่นิยมบริโภคนมกระบือ ดังนั้นกระบือที่ใช้เลี้ยงจึงมีทั้งกระบือปลักที่เป็นกระบือพื้นเมืองของไทย แล้วก็ยังมีกระบือมูร่าห์ซึ่งเป็นกระบือแม่น้ำ เป็นกระบือนมที่นำเข้ามาจากประเทศอินเดีย กระบือมูร่าห์นี้จะมีบทบาทในประเทศไทยเพิ่มขึ้นด้วยการผลิตกระบือลูกผสมสำหรับใช้ได้ทั้งแรงงาน นม และเนื้อ ดังนั้นการเลี้ยงกระบือในปัจจุบันจึงมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการผลผลิตจากกระบือ ดังนี้

(1) แรงงาน

(2) เนื้อ

(3) นม

(4) มูล

2.2.1 แรงงานกระบือ

การเลี้ยงกระบือในประเทศไทยนับตั้งแต่ปี 2521 เป็นต้นมา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากจำนวนกระบือ 5.9 ล้านตัวในปี 2521 เพิ่มขึ้นเป็น 6.4 ล้านตัวในปี 2525 และลดลงเหลือ 6.3 ล้านตัวในปี 2527 การเลี้ยงกระบือนั้นเลี้ยงเพื่อไว้ใช้งานเป็นหลัก ดังนั้นจำนวนกระบือจึงผกผันกับจำนวนการใช้เครื่องจักรในการทำนา ดังจะเห็นจากจำนวนกระบือในภาคกลางซึ่งใช้เครื่องจักรในการทำนาสูงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ กระบือได้ลดจำนวนลงจาก 5.5 แสนตัวในปี 2525 เหลือ 5.0 แสนตัวในปี 2527 ภาคเหนือก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน แต่สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมีการใช้กระบือในการทำนาสูงถึง 93 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2527) จึงทำให้มีการเลี้ยงกระบือกันเป็นจำนวนมาก และเพิ่มขึ้นจาก 4.2 ล้านตัวในปี 2525 เป็น 4.4 ล้านตัวในปี 2527 กระบือจึงเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญต่อชาวนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาก โดย

เฉพาะในการใช้เป็นแรงงานหลักของการทำนาและทำไร่ การเกษตรของประเทศไทยเราใช้แรงงานกระบือมาตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สำหรับควายเหล็กหรือรถไถนาได้เข้ามาปรากฏและมีบทบาทในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อเดือนเมษายน 2453 โดย หม่อมราชวงศ์สุวพรรณ (ดร.ใหญ่ สนิทวงศ์ฯ) เป็นผู้นำเข้ามาใช้เป็นคนแรกและคันแรกในปลายรัชกาลที่ 5 ณ วังสระปทุม โดยได้นำมาแสดงในงานแสดงกสิกรรมและพานิชยการครั้งที่ 1 (อุวุธ, 2521) นับจากนั้นมาจึงมีปัญหาว่ากระบือดีกว่ารถไถ หรือรถไถดีกว่ากระบือ ซึ่งเป็นข้อถกเถียงที่ไม่สามารถจะตัดสินได้แน่ชัดว่าอะไรดีกว่ากัน นับได้ว่าเป็นเวลาถึง 78 ปีแล้วที่รถไถนาเข้ามามีบทบาททางการเกษตรในบางส่วนของประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียแล้วก็พอจะสรุปได้ว่า ดีกันทั้งสองฝ่าย แต่ดีกันคนละแบบ ซึ่งความเห็นของเกษตรกรแถวใกล้มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีความเห็นต่อกระบือและรถไถเดินตามที่ใช้ในการเกษตรไถนาไถไร่เป็นที่น่าสนใจยิ่ง มีดังนี้

<u>กระบือ</u>	<u>รถไถ</u>
1. เหมาะสมกับขนาดไร่นาของเกษตรกรซึ่งมีขนาดเล็ก โดยเฉพาะภาคอีสานนาเป็นแปลงเล็ก เพราะเป็นที่ลุ่มๆ ดอนๆ ต้องชอบให้แปลงเล็กเพื่อกักเก็บน้ำ ถ้าใช้กระบือจะสะดวกสามารถกลับตัวและข้ามคันนาได้ง่าย	1. เหมาะกับไร่นาขนาดใหญ่ แปลงนาที่มีแปลงขนาดใหญ่หรือไร่ โดยเฉพาะไร่มันสำปะหลังเป็นผืนใหญ่ไม่มีคันนา
2. ใช้พรวนปราบหญ้าระหว่างแถวของไร่มันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี เพราะกระบือสามารถเดินเข้าไประหว่างร่องปลูกได้	2. เข้าแปลงมันสำปะหลังเพื่อพรวนปราบหญ้าระหว่างแถวไม่ได้ เพราะมีขนาดโตกว่าร่องระหว่างแถวมันสำปะหลังที่ปลูก
3. มีปุ๋ยคอกให้ใช้ได้ตลอดปี	3. ไม่มีปุ๋ยให้ใช้ ต้องซื้อมาใช้ทำให้สูญเสียเงิน
4. เนื้อ-นมเป็นอาหารคนได้	4. เป็นอาหารไม่ได้

กระบือ	รถไถ
5. ประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่า ไถได้ตื้นและช้า ใช้ในงานเร่งด่วนไม่ได้	5. ประสิทธิภาพสูงกว่า ไถได้ลึกและเร็ว ใช้ในงานเร่งด่วนได้ดี
6. ราคาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อหมดฤดูกาลขายได้ราคาสูง	6. ราคาตกทุกวัน ถึงเวลาขายจะขายได้ราคาต่ำมาก
7. ต้องมีแรงงานเลี้ยงดูทุกวัน และต้องหาหญ้าให้กินหรือฟางให้กินในช่วงฤดูแล้ง	7. ไม่ต้องมีแรงงานเลี้ยงดู แต่เสียเงินค่าน้ำมัน ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซม
8. ลักขโมยได้ เกิดขึ้นบ่อยๆ	8. ลักขโมยเครื่องได้ แต่ไม่บ่อยครั้งนัก

เมธี (2529) ได้กล่าวถึงการใช้รถไถนาแทนการใช้แรงงานจากกระบือว่า เกษตรกรจะขาดทุนจากการใช้เครื่องจักรกล เนื่องจากเกษตรกรจะต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรกล รถไถชนิด 2 ล้อหรือ 4 ล้อ ซึ่งจะต้องมีค่าใช้จ่ายต่างๆที่เป็นทั้งต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ดังตารางที่ 2 แต่การใช้รถไถทำงานมีชั่วโมงการทำงานน้อย หรือเนื้อที่ที่ใช้รถไถทำงานมีน้อย จึงทำให้มีรายได้ที่เกิดจากการใช้รถไถต่ำ อันเป็นผลให้เกษตรกรประสบกับการขาดทุนจากการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร ผลตอบแทนจากการลงทุนในรถไถนาขนาดเล็กของเกษตรกรไม่คุ้มกับการลงทุน จะเห็นได้ว่าถ้าหากเนื้อที่ที่ใช้ในการทำการเกษตรมีน้อยแล้ว เกษตรกรเลือกการใช้เทคโนโลยีที่เป็นเครื่องจักรที่จะต้องลงทุนก็จะเกิดปัญหาขึ้น คือ ลงทุนทำการผลิตด้วยมูลค่าสูงแต่ได้ผลผลิตไม่คุ้มกับการลงทุน แม้ว่าเกษตรกรจะสามารถนำรถไถของตัวเองไปรับจ้างเตรียมดินให้กับเกษตรกรรายอื่นก็ตาม แต่ระยะเวลาในการรับจ้างไถ คราด ก็ยังน้อยอยู่มากเมื่อเทียบกับความสามารถในการทำงานของเครื่อง ซึ่งปัญหาการขาดทุนในการใช้รถไถนาขนาดเล็กนี้จะเกิดกับเกษตรกรภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการใช้รถไถถึง 76.4 เปอร์เซ็นต์ แต่มีการใช้แรงงานสัตว์เพียง 23.6 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งถือว่าเป็นเขตแห้งแล้งและประชากรยากจนมีจำนวนมากที่สุดของประเทศ ไม่ได้ประสบกับปัญหานี้มากนัก เพราะเกษตรกรในภาคนี้ใช้โค-กระบือไถนาอยู่สูงถึง 91.1 เปอร์เซ็นต์ และใช้รถไถทั้งสองชนิดเพียง 8.3 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (เมธี, 2529)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการใช้รถไถนาขนาดเล็ก รายได้ของเกษตรกรที่ใช้รถไถนา และจุดคุ้มทุนของการใช้งานรถไถ

รายละเอียด	ชนิดรถไถนา	
	แบบ 2 ล้อเดินตาม	แบบ 4 ล้อนั่งขับ
การลงทุนเพื่อซื้อรถไถนา (บาท)	24,273.49	33,578.75
ค่าใช้จ่ายต่างๆทั้งต้นทุนผันแปรและคงที่รวมกัน (บาท)	7,551.19-13,945.24	11,734.78-16,043.79
รายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการใช้รถไถ (บาท)	4,742.24-14,442.31	5,059.95-18,318.10
การใช้งานรถไถทำงานของเกษตรกร (ชม./ปี)	242.43	243.69
จุดคุ้มทุนของการใช้งานรถไถ (ชม./ปี)	252.54	364.80
จุดคุ้มทุนของการใช้งานรถไถ (ไร่/ปี)	52.83	87.90

ที่มา : เมธี (2529)

ตารางที่ 3. การใช้เครื่องจักรกลและแรงงานจากสัตว์ในการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูก ปี 2525/2526

ภาค	การใช้แรงงานสัตว์ (ร้อยละ)	การใช้เครื่องจักรกล รถไถ รถแทรคเตอร์ (ร้อยละ)
ภาคกลาง	23.6	76.4
ภาคเหนือ	54.2	45.8
ภาคใต้	67.8	32.2
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	91.1	8.9
เฉลี่ยทั้งประเทศ	59.2	40.8

ที่มา : เมธี (2529)

นับว่าเป็นความโชคดีของเกษตรกรชาวอีสาน ไม่ใช่จะขึ้นอยู่กับการที่ไม่ได้ใช้เครื่องจักรกลเพราะเหตุที่ไม่คุ้มทุนเพียงอย่างเดียว แต่เพราะในภาคนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ผลิตข้าวขึ้นเพื่อบริโภคก่อนแล้วจึงขายส่วนที่เหลือ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้เครื่องจักรกลที่ต้องลงทุนสูง ดูแลรักษายาก อีกทั้งต้องพึ่งพาปัจจัยจากภายนอกทั้งหมด นอกจากนี้หากพิจารณาการใช้โค-กระบือไถนาแล้ว จะเห็นว่านอกจากจะไม่เกิดปัญหาความไม่คุ้มทุนแล้ว มูลจากโค-กระบือยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินในปริมาณที่สูงอีกด้วย แต่น้ำมันหรือน้ำมันเครื่องที่รั่วไหลหยดลงพื้นนา นอกจากจะไม่ช่วยเพิ่มแร่ธาตุอาหารให้แก่ดินแล้ว บังจะเป็นการทำลายคุณสมบัติของดินและน้ำด้วย จรัญ (2524) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของกระบือไว้ว่า สัตว์เลี้ยงชนิดนี้เปรียบเสมือนเงินฝากกระแสรายปีของเกษตรกร ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรสามารถใช้แรงงานและได้มูลเป็นปุ๋ยบำรุงพืชผล อันเทียบได้กับดอกเบี้ยที่ได้รับ และเมื่อมีเหตุการณ์จำเป็นขึ้นมาก็สามารถนำกระบือที่เลี้ยงไว้ไปจำหน่ายในราคาที่พอใจได้อีกทางหนึ่งด้วย

กระบือในประเทศไทยจะถูกฝึกใช้งานเมื่ออายุราว 3-4 ปี และจะใช้งานจนกระทั่งสัตว์ทำงานไม่ไหวจึงขายเพื่อฆ่าเป็นเนื้อ โดยตลอดช่วงอายุของการใช้งานประมาณ 13.9 ปี (Buranamanus, 1963) งานหลักของกระบือจะเกี่ยวข้องกับการทำนา อันได้แก่ ไถนา คราด นวดข้าว ขนข้าว ลากเกวียน นอกจากนี้ในบางท้องที่เกษตรกรยังใช้กระบือทำไร่ เช่น ไถไร่ ดายรุ่น ขนส่งผลผลิต เป็นต้น (จรัญ, 2524) สำหรับอายุการทำงานของกระบือจะยาวนานกว่าโค แต่กระบือทนร้อนสู้โคไม่ได้ เมื่ออากาศร้อนกระบือจะต้องหยุดพัก (Cockrill, 1974) จากรายงานของ Buranamanus (1963) ได้รายงานการใช้แรงงานกระบือว่า เกษตรกรในประเทศไทยใช้กระบือทำงานวันละ 5 ชั่วโมง และไถนาได้ประมาณ 0.5 ไร่ กระบือทำงานหนักในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน และจำนวนวันทำงานมีมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ratanadilok Na Puket (1980) ที่กล่าวว่า การเพาะปลูกของเกษตรกรขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและฤดูกาลเพาะปลูก จึงมีการขาดแคลนแรงงานสัตว์ในช่วงนี้ เพราะกระบือทำงานในแต่ละวันได้จำกัด

2.2.2 เนื้อกระบือ

การเลี้ยงกระบือของเกษตรกรโดยทั่วไปไม่ได้มุ่งเพื่อผลิตเนื้อ การเลี้ยงดูและความเป็นอยู่ของกระบือจึงมิได้เป็นไปแบบการเลี้ยงมาตรฐานสากล ดังนั้นการเจริญเติบโตและลักษณะการให้เนื้อของกระบือปลักไทย จึงถือได้ว่าเป็นสมรรถภาพการผลิตในเกณฑ์ขั้นต่ำ หากกระบือไทยได้รับการเลี้ยงดูและได้รับอาหารที่มีคุณภาพดีเต็มที่ ก็คาดว่าจะให้ผลผลิตที่สูงขึ้นได้ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันจะเห็นได้ว่าราคาเนื้อโค-กระบือนับวันจะยิ่งมีราคาสูงมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเนื้อสัตว์ประเภทอื่น จะมีการขึ้นลงตามสภาวะของตลาดและปริมาณการผลิต จนทำให้บางครั้งผู้เลี้ยงต้องขาดทุนล้มละลายไปก็มี แต่ราคาเนื้อของโค-กระบือมีแต่ถีบตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีคำว่าลงราคาหรือทำให้ผู้เลี้ยงต้องขาดทุนจนถึงล้มละลาย แต่ก่อนนั้นเนื้อกระบือที่นำมาบริโภคจะเป็นเนื้อจากกระบือที่มีอายุมาก ซึ่งปลดจากการใช้งานแล้วจึงได้นำมาฆ่าเพื่อการบริโภค คุณภาพเนื้อจึงเลว ต่อมาได้มีการพัฒนาการบริโภค การปรุงแต่งในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆที่ทำจากเนื้อโคและกระบือ จึงเป็นเหตุให้มีการผลิตเนื้อโคและกระบือที่มีคุณภาพ การเลี้ยงดูโคและกระบือจึงมีการพัฒนาในรูปแบบของการเลี้ยง การจัดการด้านอาหาร เพื่อต้องการให้ได้

เนื้อที่ดีมีคุณภาพ ตามปกติกระบือจะมีอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านมเฉลี่ยประมาณ 340 กรัม/ตัว/วัน ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมช่วงอายุ 7 เดือนจนถึง 1 ปีจะเติบโตเฉลี่ยเพียง 120 กรัม/ตัว/วัน (Chantalakhana, 1979) แต่อัตราการเจริญเติบโตของกระบือหลังหย่านมอาจจะเฉลี่ยระหว่าง 340-650 กรัม/ตัว/วัน ขึ้นอยู่กับสภาพการเลี้ยงดูและอาหารที่ได้รับ หากกระบือได้รับการเลี้ยงดูในสภาพดีมาก ได้รับอาหารข้นเต็มที่ อาจจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย 800-1,000 กรัม/ตัว/วัน (จรัญ, 2524) เปอร์เซ็นต์ซากเป็นลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ เพราะน้ำหนักซากเป็นส่วนที่ขายได้ในทัศนะของผู้ค้า ถ้ากระบือตัวหนึ่งมีน้ำหนักซากมากและส่วนที่เหลือ อาทิ หัว หนัง เครื่องใน เขา เป็นต้น น้อย ก็จะขายได้รายได้มาก เนื้อกระบือที่ตัดขายได้คิดได้ประมาณ 75% ของน้ำหนักซาก ส่วนอีก 25% เป็นกระดูก (จรัญ, 2524) Charles and Johnson (1972) ได้รายงานว่า ซากของกระบือจะประกอบด้วยเนื้อแดง (lean or muscle tissues) 68.6% กระดูก 17.3% และไขมัน (Separable fat) 10.6% ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Villegas (1973) อ้างโดย Arganosa และคณะ (1975) รายงานว่า ซากกระบือประกอบด้วย เนื้อแดง 65.65% กระดูก 20.58% และไขมัน 13.77% ดังนั้นถ้าน้ำหนักซากมีมากก็ย่อมตัดเนื้อแดงขายได้รายได้เพิ่มมากตามไปด้วย เปอร์เซ็นต์ซากของกระบือโดยทั่วไปเฉลี่ยประมาณ 42-49% ซึ่งต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ซากโคเล็กน้อย หากกระบือได้รับการขุนอย่างดีอาจมีเปอร์เซ็นต์ซากถึง 52-53% (จรัญ, 2524) ซึ่งตรงกับรายงานการศึกษาของ จินตนา และคณะ (2523); Intaramongkul และคณะ (1979); Intaramongkul และคณะ (1980) รายงานการศึกษาคุณภาพซากกระบือพื้นเมือง มีเปอร์เซ็นต์ซากแต่งเฉลี่ย 43.56% และ 46.69% แต่โคลูกผสมบราห์มันมีเปอร์เซ็นต์ซากแต่งเฉลี่ย 52.77% ในกรณีของกระบือลูกผสม ศักดิ์สงวน และ อรุณ (2529) ได้ศึกษาคุณภาพซากของกระบือลูกผสมมูร่าห์ 50% พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ซาก 45.37% เช่นเดียวกับการศึกษาของ Thawinprawat และคณะ (1985) ได้เปรียบเทียบลักษณะซากกระบือพื้นเมืองและกระบือลูกผสมมูร่าห์ 50% พบว่ากระบือพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ย 43.84% กระบือลูกผสมมูร่าห์มีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ย 45.99%

Valin และคณะ (1984) ได้ขุนกระบือและโคด้วยอาหารข้นอย่างดีเหมือนกัน พบว่ากระบือขุนมีเปอร์เซ็นต์ซาก 52.6% และโคขุนมีเปอร์เซ็นต์ซาก 53.7% นอกจากนี้

Johnson และ Charles (1975) ได้ขุนกระบือตอนเพื่อศึกษาซาก พบว่ากระบือขุนสามารถให้เปอร์เซ็นต์ซากได้ถึง 53.3% เนื้อกระบือเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดีเช่นเดียวกับเนื้อวัว มีโปรตีนไม่แตกต่างกัน สำหรับเนื้อกระบือจะมีไขมันแทรกน้อยกว่าเนื้อโค แต่ Cholesterol เนื้อกระบือสูงกว่าเนื้อโค ดังตารางที่ 4

สีของเนื้อกระบือจะเข้มกว่าเนื้อโคเพราะมี pigment และ myoglobin มากกว่าเนื้อโคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสีของเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและอายุของกระบือ (Arganosa และคณะ, 1975; Valin และคณะ, 1984) สำหรับลักษณะความน่ากินของเนื้อกระบือขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆหลายประการ ได้แก่ สี กลิ่น รส ความอ่อนนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความละเอียดอ่อน Calub และคณะ (1971) ได้ทดสอบความน่ากิน ความนุ่ม ครั้งของการเคี้ยว และ Warner-Bratzler shear force ของโคและกระบือขุน พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน จรัญ (2524) กล่าวว่า เนื้อกระบือจะมีความอ่อนนุ่มเช่นเดียวกับเนื้อโค หากได้รับการเลี้ยงดูเหมือนกันและมีอายุพอๆกัน แต่เนื้อกระบือจะมีลักษณะหยาบกว่าและสีคล้ำกว่าเนื้อโคเล็กน้อย ไขมันที่แทรกระหว่างเนื้อกระบือมีสีขาว ในเนื้อโคจะมีไขมันสีเหลือง เนื้อกระบือดำและกระบือขาวมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

2.2.3 นมกระบือ

ในประเทศอินเดีย ปากีสถาน บุลกาเรีย และอียิปต์ ประเทศเหล่านี้จะนิยมดื่มนมกระบือกันมาก ปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ได้จากสัตว์เพื่อนำมาบริโภคของมนุษย์ พบว่าน้ำนมจากกระบือผลิตได้มากเป็นอันดับ 2 รองมาจากนมโค ปริมาณน้ำนมจากสัตว์ให้นมทุกชนิดที่มนุษย์นำมาเลี้ยงรวมกันแล้วมีมากกว่า 400 ล้านตัน (Cockrill, 1974) การให้นมของกระบือจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์กระบือ กระบือนมในประเทศอินเดียจะให้นมเฉลี่ยระหว่าง 600-2,000 กิโลกรัมต่อช่วงการให้นม ในปากีสถานกระบือนมจะให้นมเฉลี่ยประมาณ 1,500 กิโลกรัม ส่วนกระบือพื้นเมืองไทยให้นมเฉลี่ยเพียงวันละ 1 กิโลกรัม หรือประมาณ 300 กิโลกรัมต่อช่วงการให้นม 394 วัน (ศรเทพ, 2522) แต่จากการศึกษาของ Thawinprawat และคณะ (1985) ได้ศึกษาการให้นมของกระบือพื้นเมืองไทย โดยปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติให้เดินแทะเล็มหญ้าตามข้างถนน ในสภาพที่คล้ายกับเกษตรกรเลี้ยงโดยทั่วไป เพียงแต่มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุใส่ไว้ให้กินในรางอก จาก

ตารางที่ 4. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกระบือและเนื้อโค

องค์ประกอบ	เนื้อกระบือ	เนื้อโค	ที่มา
Moisture (%)	75.50	66.60	จรัญ (2524)
	74.42	76.29	Argonasa และคณะ (1975)
	75.38	74.82	Valin และคณะ (1984)
Protein (5)	20.30	20.20	จรัญ (2524)
	20.20	19.20	Arganosa และคณะ (1975)
	22.20	22.11	Valin และคณะ (1984)
Fat (%)	3.50	12.3	จรัญ (2524)
Intramuscular fat (%)	1.61	1.76	Valin และคณะ (1984)
Cholesterol (mg/100 gm)	64.00	54.80	Arganosa และคณะ (1975)
Ash (%)	0.60	0.90	จรัญ (2524)
	1.11	1.10	Arganosa และคณะ (1975)
Myoglobin (mg/gm)	2.50	1.50	Arganosa และคณะ (1975)
	3.51	3.38	Valin และคณะ (1984)

ที่มา : จรัญ (2524); Arganosa และคณะ (1975) และ Valin และคณะ (1984)

การศึกษาพบว่าแม่กระบือพื้นเมืองสามารถให้นมเฉลี่ย 1.46 กิโลกรัม/ตัว/วันต่อช่วงการให้นม 305 วัน อีกทั้งน้ำนมกระบือปลักยังมีคุณค่าทางอาหารสูง ซึ่งประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ ดังตารางที่ 5 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วจะพบว่า น้ำนมจากกระบือจัดได้ว่ามีคุณค่าทางอาหารไม่แพ้น้ำนมจากสัตว์ชนิดอื่นๆที่มนุษย์นำมาบริโภค ดังตารางที่ 6

จรัญ (2524) ได้เปรียบเทียบส่วนประกอบของนมกระบือ นมโค และนมคน จะเห็นได้ว่านมกระบือมีไขมันและโปรตีนสูงสุด ส่วนนมคนมีน้ำตาลแลคโตสสูงสุด ในกระบวนนมกระบือ นม โค และนมคน จะพบว่านมโคมีคุณค่าอาหารต่ำสุด ดังตารางที่ 7

จากข้อมูลเกี่ยวกับน้ำนมของสัตว์ทั้งหลาย จะเห็นได้ว่าน้ำนมกระบือมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงเป็นที่นิยมในต่างประเทศบางประเทศ ซึ่งปัจจุบันการเลี้ยงกระบืออินเดียและกระบือลูกผสมได้มีการผลิตผสมพันธุ์ในประเทศ นับว่ากระบือนมจะมีบทบาทที่สำคัญอันหนึ่งในอนาคต โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นสัตว์ผลิตน้ำนมบริโภคในเขตชนบทห่างไกล อันเป็นการส่งเสริมอาชีพของเกษตรกรแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรและเยาวชนในชนบทได้รู้จักการบริโภคนมสด จะทำให้โรคขาดอาหารของเด็กในชนบทของไทยมีจำนวนลดน้อยลง และอาจจะหมดไปในอนาคตอันใกล้นี้

2.2.4 มูลกระบือ

ในปัจจุบันเกษตรกรเริ่มเห็นถึงความสำคัญของปุ๋ยหมัก ซึ่งวิธีการทำปุ๋ยหมักจำเป็นต้องใช้มูลสัตว์เป็นส่วนประกอบเพื่อให้ปุ๋ยมีคุณภาพดี มูลสัตว์ที่เกษตรกรใช้ทำปุ๋ยจะเป็นมูลจากโค-กระบือเป็นส่วนใหญ่ เพราะเกษตรกรไทยจะเลี้ยงโค-กระบือไว้ใต้ถุนบ้าน จึงได้มูลโค-กระบือใช้ทำปุ๋ย โค-กระบือใช้งานแต่ละตัวให้มูลได้ปีละประมาณ 2-3 ตัน ถ้ามีโค-กระบือใช้งานถึง 60% ของจำนวนประชากรโค-กระบือทั้งสิ้น ซึ่งถ้ามีโค-กระบือใช้งานประมาณ 6 ล้านตัว ก็จะให้ปุ๋ยแก่ไร่นาได้ปีละไม่ต่ำกว่า 18 ล้านตัน ทั้งนี้ยังไม่คิดโค-กระบืออื่นๆอีกกว่า 4 ล้านตัว (จรัญ, 2524) จากการศึกษาของ Chaidet, Pongpairoj and Khongpharm (1981) ได้ศึกษาการถ่ายมูลของกระบือ พบว่ากระบือจะถ่ายมูลเฉลี่ยวันละ 6 ครั้ง การถ่ายมูลครั้งหนึ่งจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.9% ของน้ำหนักตัว หรือกระบือจะถ่ายมูลวันละ 5.17% ของน้ำหนักตัว หรือเฉลี่ย 17.81 กก./ตัว/วัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ De Guzman (1975) รายงานว่ากระบือฟิลิปปินส์จะถ่ายมูลประมาณ 18.8 กก./ตัว/วัน หรือประมาณ 6,835 กก./ปี มูล

ตารางที่ 5. แสดงปริมาณการให้นมและส่วนประกอบทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำนมกระบือปลักไทย (จำนวน 8 ตัว)

คุณสมบัติทั่วไป	จำนวน
ปริมาณการให้นมเฉลี่ยต่อระยะการให้นม 305 วัน	447.14 กก.
ปริมาณการให้นมเฉลี่ยต่อวัน (305 วัน)	1.46 กก.
เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย	8.78%
เปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ย	4.90%
เปอร์เซ็นต์แลคโตสเฉลี่ย	4.77%
เปอร์เซ็นต์เถ้าเฉลี่ย	0.88%
เปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ย	87.11%
เปอร์เซ็นต์วัตถุแข็งทั้งหมดเฉลี่ย	12.89%
เปอร์เซ็นต์วัตถุแข็งปราศจากไขมันเฉลี่ย	8.74%
จุดเยือกแข็งเฉลี่ย	-0.513 องศาเซลเซียส
ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย	6.7
<u>แร่ธาตุ</u>	
Calcium	0.2327%
Phosphorus	0.1368%
Sodium	0.0395%
Magnesium	0.0166%
Iron	0.0092 ppm by W
Potassium	0.3749 meq/lit
Chloride	258.4160 meq/lit
<u>โปรตีน</u>	
Casein	1.7657%
Albumin	1.5315%
Globulin	1.6208%
<u>คุณภาพ</u>	
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น
รส	หวานเล็กน้อย
สี	ขาวจัดปราศจาก carotenoid หรือ flavin

ที่มา : Thawinprawat และคณะ (1985)

ตารางที่ 6. แสดงส่วนประกอบของนมในสัตว์ชนิดต่างๆ

ประเภท	น้ำ (%)	ไขมัน (%)	โปรตีน (%)	แลคโตส (%)	เถ้า (%)
มนุษย์	88.53	3.23	1.25	6.75	0.23
แพะ	88.20	4.00	3.40	3.60	0.78
แกะ	79.50	8.50	6.70	4.30	0.69
โคเมืองหนาว	87.60	3.70	3.30	3.80	0.72
โคเมืองร้อน	86.40	4.70	3.30	4.90	0.68
อูฐ	87.00	2.90	4.21	5.40	0.77
กระบือยุโรป	82.93	7.46	3.95	4.59	0.88
กระบืออียิปต์	84.10	5.56	4.20	5.41	0.85
กระบืออินเดีย	83.20	8.00	4.01	4.90	0.78
กระบือฟิลิปปินส์	78.50	8.40	5.90	4.30	0.83
กระบือประเทศจีน	82.14	12.00	4.80	3.70	0.90
กระบือปลักไทย	-	9.19	4.67	-	-

ที่มา : ศรเทพ (2522)

ตารางที่ 7. เปรียบเทียบส่วนประกอบของนมกระบือ นมโค และนมคน

ส่วนประกอบ	นมกระบือ (%)	นมโค[1]/ (%)	นมคน (%)
ไขมัน	9.2	3.5	4.6
โปรตีน	4.7	3.2	1.2
แลคโตส	4.3	4.6	6.9
วัตถุทั้งหมด	18.2	12.1	13.6
น้ำ	82.8	87.8	86.4

1/ วัวพันธุ์ขาวดำ

ที่มา : จรัญ (2524)

กระบือดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ไนโตรเจน 0.28% ฟอสฟอรัส 0.57% โปตัสเซียม 0.11% และแคลเซียม 0.21% ซึ่งส่วนประกอบแร่ธาตุต่างๆเหล่านี้สามารถเป็นปุ๋ยอย่างดี ในบางประเทศนิยมเอามูลกระบือมาผสมดินเหนียวแล้วใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง หรือเป็นภาวอุตภาชนะต่างๆ ในประเทศอินเดียจะนำมาปั้นเป็นก้อนแบนๆตากแดดเก็บไว้ใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร เกษตรกรไทยในชนบทโดยทั่วไปนิยมเอามูลกระบือมาหาดินรองพื้นบริเวณลานนวดข้าว เพื่อรองเมล็ดข้าวเปลือกที่นวดแล้ว ซึ่งได้ผลดียิ่ง นอกจากนี้ยังใช้อุดกะพ้อมใส่ข้าวเปลือกและอื่นๆอีกมากมาย

ประโยชน์ของกระบือที่กล่าวมาแล้วในรูปของ แรงงาน-เนื้อ-นม-มูล ส่วนประกอบของร่างกายกระบือก็ยังมีประโยชน์อีกมาก เหอด (2529) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากตัวกระบือว่า ทุกส่วนของร่างกายกระบือใช้ประโยชน์ได้สารพัด คือ

- **หัวกระบือ (พร้อมเขา)** นิยมใช้เป็นเครื่องประดับที่เป็นสัญลักษณ์ของการเกษตร และยังจะเป็นสัญลักษณ์ของวงดนตรีชั้นนำของเมืองไทยที่มีชื่อเป็นกระบือฟิลิปปินส์
- **เขากระบือ** ใช้แกะสลักเป็นเครื่องประดับ ใช้เป่าให้สัญญาณ และใช้ทำง่ามหนังสติ๊กยิงนก กิ้งก่า ของคู่มือเด็กเลี้ยงควายด้วย
- **กระดูก** ใช้แกะสลักเป็นเครื่องประดับ ทำปุ๋ย อาหารแร่ธาตุเสริมในอาหารสัตว์
- **เลือดกระบือ** นอกจากจะเป็นอาหาร ยังใช้ย้อมแห อวนที่ทำด้วยด้ายจะทำให้ใช้ได้ทนทานกว่า เช่นเดียวกับที่ชาวประมงแถวชายทะเลใช้ไข่ขาวย้อมแหอวน แต่สมัยนี้แหอวนส่วนใหญ่ทำด้วยไนล่อนทนทานอยู่แล้วจึงไม่ต้องย้อมอีก เลือดกระบือยังใช้ย้อมเชือกใช้คล้องบ่วงบาศสัตว์ เชือกจะแข็งอยู่ตัวเหวี่ยงคล้องได้ง่าย แม่นยำ
- **หนังกระบือ** ใช้ทำรองเท้าหนัง โดยเฉพาะรองเท้ากีฬาที่ทำจากหนังกระบือจะคงทนดีเยี่ยม ใช้ทำเชือกที่เหนียวและทนทาน เช่น ทำเชือกยกแอกคันไถ เชือกคล้องช้าง เป็นต้น
- **ขี้กระบือ** ใช้ทำปุ๋ย โดยเฉพาะดินในภาคอีสานซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายขาดธาตุอาหารจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยคอกเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ขี้กระบือยังเป็นที่เกิดและที่อยู่ของแมลงปีกแข็งหลายชนิด ซึ่งแมลงเหล่านี้เป็นอาหารที่ดีของคน

- **ปลักกระบือ** กระบือชอบทำปลักทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำขนาดเล็กที่เป็นที่อยู่ของแมลง หอย ปู ปลา ซึ่งเป็นอาหารของคนได้ เมื่อเวลาน้ำหลากจะมีการเกิดกระจายของกุ้ง หอย ปู ปลา พอน้ำลดจะสามารถจับสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารได้จากปลักกระบือ เพราะสัตว์น้ำพวกนี้จะไปพักอาศัยในปลักเมื่อน้ำลด

จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของกระบือมีมากมาย ซึ่งการเลี้ยงกระบือของเกษตรกรจะต้องควบคู่ไปกับการปลูกพืช ทำนา ทำไร่ สิ่งสำคัญในขณะนี้ก็คือ จะทำอย่างไรในการส่งเสริมการเลี้ยงกระบือให้มีเพิ่มมากขึ้น มีการปรับปรุงพันธุ์กระบือให้ดียิ่งขึ้น สามารถใช้ประโยชน์จากกระบือในรูปต่างๆได้อย่างเต็มที่ สิ่งนี้เป็นสิ่งที่จะต้องรีบดำเนินการเพื่อการเลี้ยงกระบือที่ดีในอนาคตสืบต่อไป

2.3 สมรรถภาพการทำงานของกระบือ

กระบือเป็นสัตว์กีบคู่ มีกีบเท้าใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับเดินในโคลนเฉณตามท้องทุ่งนาโดยไม่จมลึกติดหล่ม สามารถชักดึงเท้ากลับขึ้นมาได้ง่าย กระบือมีข้อกีบและข้อเท้าเคลื่อนไหวคล่องตัวเหมาะกับพื้นที่ขรุขระ เหมาะกับการไถนาเพราะชอบน้ำและโคลน นอกจากนี้รูปร่างทรวดทรงอันบึกบึนและความกระจายของน้ำหนักตัวส่วนต่างๆเหนือแข้งขาเป็นข้อได้เปรียบสำคัญของกระบืองาน ถึงแม้ว่าบางครั้งจะรู้สึกว่ากระบือเคลื่อนไหวและทำงานช้า แต่สามารถลากของหนักได้มากกว่าโค กระบือเดินได้เร็วประมาณ 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถทำงานได้ดีในเวลาเช้าและเย็นเมื่ออากาศยังไม่ร้อนจัด (จรัญ, 2524) โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับกันว่ากระบือที่มีน้ำหนักมากกว่าสามารถทำงานได้มากกว่า ถ้าเทียบว่ากระบือตัวผู้อายุ 7-15 ปีทำงานได้เทียบเท่ากับ 1 หน่วยงาน ควายตัวผู้อายุ 4-6 ปีทำงานได้เทียบเท่ากับ 0.50 หน่วยงาน คือ ครึ่งหนึ่ง ควายตัวเมียอายุ 4-6 ปีเท่ากับ 0.43 หน่วยงาน (ดังตารางที่ 8) แรงฉุดลากของกระบือที่มีน้ำหนักระหว่าง 400-900 กิโลกรัมเทียบได้กับ 0.75 แรงม้า เท่ากับแรงงานที่ได้จากโคตัวผู้ขนาด 500-900 กิโลกรัม ในขณะที่โคตัวเมียน้ำหนัก 400-600 กิโลกรัมใช้แรงงานได้ 0.45 แรงม้า (ดังตารางที่ 9) อย่างไรก็ดีความสามารถในการฉุดลากของกระบือขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องเทียมหรือแอกด้วย จากการทดสอบแรงม้าพบว่ากระบือตัวเดียวกันอาจ

ห้องสมุด
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 8. แสดงค่าโดยประมาณกำลังงานในการจุดลากของโคและกระบือจาก อายุ พันธุ์ และเพศ

ชนิดสัตว์	อายุ (ปี)	เพศ	กำลังจุดลาก คิดเป็นหน่วยงาน
กระบือ	4-6	เมีย	0.43
	4-6	ผู้	0.50
	7-15	เมีย	0.71
	7-15	ผู้	1.00
โคพื้นเมือง	4-11	เมีย	0.39
	4-11	ผู้	0.58
โคลูกผสม	4-11	เมีย	0.50
	4-11	ผู้	0.74

ที่มา : จรัญ (2524)

กพ
SF
พ๑๗๘

๑๗๕๔๕๓๑

ตารางที่ 9. แสดงกำลังงานของสัตว์ชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	นน.สัตว์ (กก.)	นน.ลาก (กก.)	ความเร็ว เมตร/วินาที	กำลังงาน	
				กก./วินาที	แรงม้า
ม้า	400-700	60-80	1.0	75	1.00
โคเพศผู้	500-900	60-80	0.6-0.85	56	0.75
กระบือ	400-900	50-80	0.8-0.9	55	0.75
โคเพศเมีย	400-600	50-60	0.7	35	0.45
ล่อ	350-500	50-60	0.9-1.0	52	0.70
ลา	200-300	30-40	0.7	25	0.35

ที่มา : จรัญ (2524)

จะฉุดลากให้แรงม้าได้ตั้งแต่ 0.5-0.9 แรงม้าเมื่อใช้เครื่องเทียมแตกต่างกัน (Garner, 1958 อ้างถึงใน จรัญ, 2524) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ชนิดของเครื่องเทียม	แรงม้าที่ได้	% เพิ่ม
แอกแบบชาวบ้าน (yoke)	0.522	มาตรฐาน
ปลอกคอ (collar)	0.773	48
สายรัดคอ (breast strap)	0.885	69.5

แรงม้าที่ได้แตกต่างกันเป็นเพราะมีพื้นที่ที่เครื่องเทียมได้สัมผัสกับตัวกระบือมีแตกต่างกัน หากพื้นที่สัมผัสมีมากก็ช่วยให้น้ำหนักที่ตกบนตัวควายกระจายออกไป กระบือก็จะสามารถฉุดด้วยแรงม้ามากกว่า แอกที่ทำด้วยไม้แบบโค้งงอของชาวบ้านทั่วไปมีพื้นที่สัมผัสผิวหนังกระบือหรือเรียกว่า พื้นที่ฉุดลาก (draft area) เพียงประมาณ 200 ตร.ซม. ปลอกคอม้ามีพื้นที่ฉุดลากประมาณ 650 ตร.ซม. และสายรัดอกที่ใช้ทดสอบมีพื้นที่ฉุดลากประมาณ 620 ตร.ซม. ในการทดสอบการทำงานไถนาและคราดปรากฏว่ากระบือทำงานด้วยเครื่องเทียมแบบปลอกคอหรือสายรัดคอได้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ในเวลาเท่ากันเมื่อเทียบกับการเทียมด้วยแอกแบบทั่วไป ประสิทธิภาพการทำงานของกระบือนอกจากจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ต่างๆดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของกระบือ การฝึก อายุ เพศ น้ำหนัก ความร้อนของอากาศ ตลอดจนผู้ควบคุมสัตว์ และอื่นๆ สมัยก่อนกระบือที่ทำงานในไร่นามักเป็นกระบือเพศผู้ แต่ปัจจุบันเกษตรกรใช้กระบือตัวเมียทำงานกันมากขึ้น เนื่องจากภาวะขาดแคลนกระบืองาน

ความสามารถในการฉุดลากของสัตว์โดยทั่วไปคิดได้ประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักตัว นอกจากเกษตรกรจะใช้กระบือในการฉุดลากไถคราดแล้ว ยังใช้ในการนวดข้าว โดยมากจะใช้กระบือ 3-4 ตัวเดินนวดบนกองข้าว ทำให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากรวงแล้วแยกฟางออกไป ฟางข้าวที่ย่ำโดยกระบือมีลักษณะนุ่มน่ากินสำหรับโค-กระบือเพราะฟางแตกและอ่อนตัว จากการทดสอบใช้กระบือ 3 ตัวนวดข้าว ปรากฏว่านวดข้าวได้ 490 กิโลกรัม ในเวลา 1 ชม. นอกจากนี้การใช้ของบรรทุกบนหลังกระบือก็ทำได้เหมือนกัน กระบือที่มีน้ำหนักตัว 367-635 กิโลกรัม สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ 100-150 กิโลกรัม และเดินทางได้ไกล 25 กิโลเมตรในหนึ่งวัน (Cockrill, 1974) ในการใช้งาน

กระบือจะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพของภูมิภาค หรือตามลักษณะของงานที่เกษตรกรมีความต้องการ ดังนั้นการใช้งานกระบือจึงมีตั้งแต่ ไถ คราด นวดข้าว ลากเกวียน ลากเลื่อน หีบอ้อย สูบน้ำ เป็นต้น Buranamanus (1963) ได้สำรวจการใช้งานกระบือของประเทศไทย พบว่าในรอบปีเกษตรกรจะใช้งานกระบือตั้งแต่ 66-146 วัน คิดเฉลี่ย 122 วัน/ปี เกษตรกรจะใช้งานกระบือหนักในช่วงฤดูเพาะปลูก โดยจะใช้งานเฉลี่ยประมาณ 5 ชม./วัน ส่วนใหญ่จะใช้กระบือไถนา ซึ่งพื้นที่ที่กระบือสามารถไถได้ประมาณ 0.10-0.14 ไร่/ชม.

กมล (2527) ได้ศึกษาการผลิตกระบือในบางหมู่บ้านของอำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จัดเป็นภาคอีสานตอนใต้ รายงานว่า เกษตรกรใช้กระบือทำงานทั้งเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งกระบือเพศเมียมากกว่าเพศผู้ โดยจะใช้กระบือไถนาวันละ 4.5 ชั่วโมง กระบือจะไถนาได้พื้นที่เฉลี่ย 347.9 ตร.ม./ชม. หรือประมาณ 0.98 ไร่/ตัว/วัน ในการศึกษาความเร็วในการเดินลากเกวียนซึ่งบรรทุกฟ่อนข้าวที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 412.5 กิโลกรัม กระบือเทียมคู่สามารถเดินลากเกวียนด้วยความเร็วเฉลี่ย 3.1 กม./ชม. หรือ 51.75 ม./นาที นอกจากนี้ยังได้ศึกษาสมรรถภาพในการทำงานหีบน้ำอ้อย โดยใช้กระบือ 1 ตัวเทียมกับคานหมุนของเครื่องหีบอ้อย พบว่ากระบือสามารถหีบน้ำอ้อยได้ 60 ลิตร/ชม. โดยใช้ความเร็วในการเดินหมุนเครื่องหีบอ้อยด้วยความเร็ว 50.52 เมตร/นาที

พิสุทธิ์ และ จีรสิทธิ์ (2521) ได้ศึกษาการใช้งานของกระบือภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน พบว่าเกษตรกรจะใช้งานกระบือทั้งเพศผู้และเพศเมียเช่นเดียวกับภาคอีสาน แต่ภาคเหนือจะใช้กระบือเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเกษตรกรนิยมเลี้ยงกระบือเพศเมีย จีรสิทธิ์ และคณะ (2522) ได้ศึกษาการทำงานของกระบือเพศเมียอายุ 3 ปี พบว่ากระบือจะทำงานในฤดูทำนาเฉลี่ย 30.5 วัน คิดเป็นชั่วโมงทำงาน 131.2 ชั่วโมง ซึ่งกระบือจะทำงานเฉลี่ยวันละ 4.3 ชั่วโมง และมีความสามารถไถนาได้เฉลี่ย 0.21 ไร่/ตัว/วัน ในการศึกษาการทำงานในการไถนาของกระบือในประเทศไทย มีผู้ศึกษาและรายงานไว้มาก พอที่จะสรุปรวบรวมได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10. แสดงการใช้แรงงานและสมรรถภาพการทำงานของกระบือภาคต่างๆของประเทศไทย

สถานที่	จำนวนวันทำงานของกระบือ		ผลผลิตกระบือไถได้			ทำงานวันละ	ผู้ศึกษา
	วัน/ปี	เฉลี่ย	ไร่/ตัว/ชม.	ไร่/ตัว/วัน	ไร่/ตัว/ปี	ชั่วโมง	(ที่มา)
ทั่วประเทศ	66-146	122	0.125	0.60	10.6	5	(1)
ทั่วประเทศ	-	122	0.32	1.60	-	5	(2)
ภาคเหนือ	20-78	38.8	0.13	0.81	-	4.95	(3)
ภาคเหนือ	-	30.5	-	0.21	-	4.3	(4)
ภาคอีสาน	-	-	0.22	0.98	-	4.5	(5)
ภาคอีสาน	-	60	-	-	13.5	-	(6)
ภาคอีสาน	-	ไถและคราด 22 ไร่/3 เดือน เฉลี่ย 4 วัน/ไร่				7	(7)
ภาคอีสาน	-	ไถและคราด 1 ไร่/12 ชม.			-	-	(8)
ภาคกลาง	50-60	-	-	-	-	-	(9)

ที่มา : (1) Buranamanus (1963)

(2) กัญจนะ (2522)

(3) พิสุทธิ์ และ จิรสิทธิ์ (2521)

(4) จิรสิทธิ์ อภิชัย และ สุรศักดิ์ (2522)

(5) กมล (2527)

(6) Rife and Buranamanus (1959)

(7) พิม (2518)

(8) Kamolpatana and Walker (1969)

(9) DeBoer (1971)

การใช้แรงงานกระบือในการหีบอ้อยนิยมใช้กันในแถบจังหวัดสุรินทร์และบุรีรัมย์ ผกาพรรณ (2526ก) ได้รายงานว่า เกษตรกรอำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ จะใช้กระบือเพศเมียทำงานหมุนเครื่องหีบอ้อย โดยจะใช้งานวันละ 2 เวลา โดยใช้กระบือ 2 ตัว ตัวละ 1 ชั่วโมง นอกจากจะใช้แรงงานในการหีบอ้อยแล้ว เกษตรกรยังใช้แรงงานในการสูบน้ำ ชาญชัย (2526) ได้รายงานการทดลองใช้พลังงานกระบือเพื่อลากจูงน้ำในชนบท พบว่ากระบือเพศผู้มีความสามารถจุดเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบหมุน โดยกระบือเดินวนเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เมตร ความเร็วของการเดินเฉลี่ย 2.82 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งเท่ากันกับความเร็วที่กระบือเดินลากไถแต่ใช้แรงงานน้อยกว่าการไถ กระบือเดินหมุนเครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ 37 ลิตร/นาที คิดเป็นกำลังม้าจากการทำงานของกระบือได้ 0.346 แรงม้า หรือ 0.258 กิโลวัตต์ ซึ่งตามปกติกระบือจะสามารถทำงานได้วันละ 4 ชม. ดังนั้นจะสามารถสูบน้ำได้วันละ 9,024 ลิตร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้ในการเกษตรของเกษตรกรรายย่อยที่ต้องการใช้น้ำในการเพาะปลูกและบริโภคภายในครัวเรือน เช่นเดียวกับ ผกาพรรณ และคณะ (2529) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของกระบือเพื่อหมุนเครื่องจุดน้ำ รายงานว่ากระบือเพศผู้ที่ใช้ในการหมุนเครื่องจุดน้ำจะมีความสามารถเดินหมุนเครื่องจุดน้ำได้ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง หรือ 3.08 รอบ/นาที โดยมีความยาวก้าวของกระบือเฉลี่ย 0.7 เมตร

Chantalakhana (1981c) ได้กล่าวถึงการสำรวจข้อมูลบางประการในการใช้งานกระบือ พบว่าการใช้งานกระบือจะเป็นช่วงฤดูแล้งถึงฤดูฝน ประมาณ 4-5 เดือน ประเทศไทยจะใช้งานกระบือระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยจะใช้งานประเภทไถนา ควาด และนวดข้าว กระบือไทยจะต้องทำงานวันละ 5 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละตัวจะสามารถไถนาได้ประมาณ 10-12 ไร่/ปี อายุเริ่มใช้งานประมาณ 4 ปี ซึ่งเกษตรกรจะนิยมใช้กระบือเพศผู้มากกว่าเพศเมียเพราะมีขนาดใหญ่ กระบือเพศผู้ถ้ามีลักษณะดีน่าจะนำไปใช้งานก็จะถูกตอนตั้งแต่อายุประมาณ 2.5-3 ปี นอกจากนี้ยังได้รวบรวมความสามารถในการทำงานของกระบือปลักที่ต่างประเทศได้ศึกษาไว้ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11. แสดงความสามารถในการทำงานของกระบือปลัก

รายการ	ค่าโดยประมาณ	
1. ขนาดบรรทุกสูงสุด (maximum bunden capacity)	เพศเมีย 869 กก.	(ไต้หวัน)
2. แรงลากจูด (draft capacity)	เพศเมียเฉลี่ย 287 กก.	
	สูงสุด 370 กก.	(ไต้หวัน)
3. ความเร็วลากเกวียน (cart speed)	50-57 เมตร/นาที	(ไต้หวัน)
4. การไถ (plow)	3.1 ไร่/คู่/วัน	(ศรีลังกา)
	1.5 ไร่/ตัว/วัน	(ศรีลังกา)
	0.31-0.38 ไร่/ชม.	(ไทย)
	0.5 ไร่/ชม.	(ไต้หวัน)
	0.5 ไร่/ชม.	(จีน)
5. การไถนาโคลน (puddle)	0.78-1.56 ไร่/คู่/วัน	(ศรีลังกา)
6. งาน (work)	122 (66-146) วัน/ปี	(ไทย)
	20-78 วัน/ปี	(ไทย)
	53 วัน/ปี	(ไต้หวัน)

ที่มา : Chantalakhana (1981c)

Siriwardene และคณะ (1981) ได้รายงานการใช้แรงงานกระบือของประเทศศรีลังกาไว้ว่า เกษตรกรศรีลังกาจะนิยมใช้กระบือคู่ในการไถ โดยการไถพื้นที่สภาพทั่วๆ ไปกระบือทำงานได้ 3.125 ไร่/วัน และการไถนาโคลน (puddle) กระบือจะทำงานได้ประมาณ 0.78-1.56 ไร่/วัน ในประเทศอินโดนีเซีย Adisuwirjo และคณะ (1980) ได้ทำการทดลองใช้กระบือเพศเมียไถนาเทียมคู่ โดยทำงานทั้งเช้าและบ่าย กระบือสามารถทำงานได้ 0.9 ไร่/คู่/วัน แต่กรณีให้ทำงานเพียงช่วงเวลาเช้ากระบือสามารถ

ทำงานได้ 0.5 ไร่/คู่/วัน โดยกระบือทำงานทั้งเช้า-บ่ายได้เดือนละ 21 วัน หรือคิดเป็นชั่วโมงการทำงานทั้งสิ้น 1,041 ชั่วโมง/ปี

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือ

งานหลักของกระบือจะเกี่ยวข้องกับการทำนาเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ไถนา คราดนวดข้าว ขนข้าว สีข้าว ลากเกวียน นอกจากนั้นในบางท้องที่เกษตรกรจะใช้กระบือไถไร่มันสำปะหลัง ดายรุ่น และขนส่งผลผลิต แต่ก็มีในบางประเทศจะใช้กระบือในการทำสวน เช่น ประเทศมาเลเซียจะใช้กระบือในการขนผลผลิตในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งสมรรถภาพการทำงานต่างๆเหล่านี้จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยหลายประการ ดังนี้คือ

2.4.1 พันธุ์กระบือ

กระบือที่ใช้งานในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นกระบือปลัก นอกจากประเทศอินเดียจะใช้กระบือแม่น้ำเป็นกระบืองาน ปัจจุบันในบางประเทศได้ปรับปรุงพันธุ์กระบือ โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตกระบือลูกผสมที่มีคุณสมบัติในการให้เนื้อ นม และแรงงาน ดังรายงานของ Liu (1979) ได้รายงานผลการศึกษากระบือลูกผสม 50% พื้นเมือง-มูร่าห์ ที่ได้ปรับปรุงพันธุ์ในสาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ที่สถาบันวิจัยสัตวศาสตร์มณฑลกวางสี พบว่ากระบือลูกผสม 50% จะทำงานได้ดีกว่ากระบือพื้นเมือง พื้นที่ในการไถกระบือลูกผสม 50% สามารถไถได้เฉลี่ย 0.3 ไร่/ชั่วโมง และมีอัตราความเร็วในการไถเฉลี่ย 32.1 เมตร/นาที ส่วนกระบือพื้นเมืองสามารถไถได้เฉลี่ย 0.2 ไร่/ชั่วโมง และมีอัตราความเร็วเฉลี่ย 23.9 เมตร/นาที เช่นเดียวกับรายงานของ จีรสิทธิ์ และอุดม (2526) ได้ศึกษาสมรรถภาพการทำงานของกระบือลูกผสมมูร่าห์ 50% ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้กระบือลูกผสมมูร่าห์อายุ 2-3 ปีมาฝึกใช้ทำงาน พบว่ากระบือลูกผสมมูร่าห์สามารถฝึกทำงานได้ง่าย ไม่ดุร้ายหรือขี้ตื่นมากนัก ก้าวเท้าได้ยาวกว่ากระบือพื้นเมือง เดินเร็วกว่า ทำนาได้ 7.4 ไร่/ตัว (นาน้ำฝน) ซึ่งเหนือกว่ากระบือพื้นเมืองอายุ 2-4 ปีที่ทำนาได้เพียง 6.5 ไร่/ตัว จากรายงานของ จันทรา (2529) กล่าวถึงเกษตรกรในจังหวัดสระบุรีที่ได้เลี้ยงกระบือลูกผสมมูร่าห์ 50% และได้ให้ทัศนคติรายละเอียดข้อเปรียบเทียบระหว่างกระบือพื้นเมืองกับกระบือลูกผสมไว้ว่า กระบือลูกผสมมีลักษณะพิเศษคือ หนแตดได้ดีกว่ากระบือพื้นเมือง การเลี้ยงดูก็ง่าย การทำงาน

ในด้านการใช้แรงงานก็ทำงานได้ดีกว่ากระบือพื้นเมือง ก้าวเท้าเร็วกว่า สามารถนำมาใช้งานได้เป็น 2 ผลัด ผลัดเช้าเริ่ม 7.00 น. ถึง 11.00 น. และผลัดบ่ายเริ่ม 14.00 น. ถึง 17.00 น. รวมทำงานได้นานวันละ 7 ชั่วโมง ซึ่งกระบือพื้นเมืองที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่จะทำงานได้เพียง 5 ชั่วโมงเท่านั้น Buranamanus (1963) ได้เสนอความเห็นไว้ว่า สมควรนำกระบือพื้นเมืองไทยผสมข้ามกับกระบือมูร่าห์ ซึ่งจะได้ลูกผสมที่มีส่วนดีจากกระบือสองพันธุ์ คือ จะสามารถให้น้ำนมได้ดีขึ้นกว่ากระบือพื้นเมือง และจะมีความสามารถในการทำงานได้เหมือนกระบือพื้นเมือง

2.4.2 เพศกระบือ

เพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือ ในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาสมรรถภาพการทำงานของกระบือระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย พบว่ากระบือเพศผู้มีสมรรถภาพการทำงานดีกว่ากระบือเพศเมีย ดังรายงานการศึกษาของ กมล (2527) พบว่า กระบือเพศผู้สามารถไถนาได้ 355.72 ตร.ม./ชม. และกระบือเพศเมียสามารถไถนาได้ 340.18 ตร.ม./ชม. จรัญ (2524) ได้เปรียบเทียบสมรรถภาพการทำงานของกระบือในรูปของกำลังจุดลาก ซึ่งกระบือเพศผู้อายุ 7-15 ปีมีกำลังจุดลากเทียบเท่ากับ 1 หน่วยงาน กระบือเพศเมียอายุ 4-6 ปีจะมีกำลังจุดลากเท่ากับ 0.43 หน่วยงาน (ดังรายละเอียดตารางที่ 8) เกษตรกรส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระบือเพศผู้ในการทำงานมากกว่าเพศเมียเพราะมีขนาดใหญ่ กระบือเพศผู้จะถูกตอนตั้งแต่อายุ 2.5-3 ปี และเริ่มใช้งานตั้งแต่อายุ 4 ปีขึ้นไป โดยจะใช้งานไปเป็นเวลา 12-20 ปีจึงจะปลดชรา (Chantalakhana, 1981c) ในภาคกลางและภาคอีสานเกษตรกรจะใช้กระบือทั้ง 2 เพศ ยกเว้นในเขตภาคเหนือจะนิยมเลี้ยงเฉพาะกระบือเพศเมียไว้ใช้งานเป็นส่วนใหญ่ (ศรเทพ, 2522) สำหรับกระบือเพศผู้มีข้อสังเกตว่ากระบือไม่ตอนจะมีกำลังมากแต่ใช้งานไม่ดี นิสัยดื้อ ดุร้าย (Konanta, Sooksom and Konanta, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พิสุทธิ์ และ จีรสิทธิ์ (2521) ได้กล่าวว่า กระบือตัวผู้มักจะถูกตอนเพื่อให้เชื่องและใช้ได้ง่าย ดังนั้นเพศจึงเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือ

2.4.3 อุปกรณ์เครื่องมือ

การทำงานทุกชนิดจะให้มีผลงานที่ดี งานมีสมรรถภาพ อุปกรณ์เครื่องมือที่ดีจะสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้สมรรถภาพการทำงานดี อุปกรณ์เครื่องมือจำพวก แอก ปลอกคอ สายรัดอก ชนิดของไถ ชนิดของคราด ตลอดจนเล่มเกวียน สิ่งเหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือ ในประเทศแถบเอเชียจะนิยมใช้แอก (yoke) กันมาหลายศตวรรษ ซึ่งความสามารถในการจุดลากของกระบือขึ้นอยู่กับลักษณะของแอกและเครื่องเทียม กระบือจะสูญเสียกำลังในการจุดลากมากถ้าแอกหรือเครื่องเทียมไม่ดีเท่าที่ควร (Goe, 1983) แอกที่ทำด้วยไม้เนื้อแข็งมักจะถูกใช้กับกระบือในประเทศแถบอัฟริกาและเอเชีย แอกไม้นี้มีลักษณะโค้งงอที่เห็นของเกษตรกรทั่วไป ลักษณะโค้งเพื่อให้มีพื้นที่เหมาะสมกับลักษณะส่วนบนของคอกระบือ แต่ก็มีพื้นที่สัมผัสกับผิวหนังหรือพื้นที่จุดลากน้อย ไม่สะดวกสำหรับสัตว์จึงทำให้สัตว์ไม่สามารถออกแรงดึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สมรรถภาพการทำงานต่ำ (National Research Council, 1981; Goe, 1983) ในการใช้เครื่องเทียมหรือแอกที่มีลักษณะเหมาะสม จะช่วยในการจุดลากของสัตว์สามารถถ่ายทอดกำลังงานได้มาก ซึ่งการปรับปรุงแอกและเครื่องมืออุปกรณ์จะต้องถูกพัฒนาให้เหมาะสม จรัญ (2524) ได้แสดงให้เห็นว่า การใช้ปลอกคอ (collar) และสายรัดอก (breast strap) สามารถเพิ่มกำลังในการจุดลากหรือกำลังที่สัตว์ออกแรงจุดลากมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง 48% และ 69.5% ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับแอกแบบชาวบ้าน (yoke) ให้เป็นมาตรฐานในการทดสอบ เช่นเดียวกับรายงานของ National Research Council (1981) รายงานว่า กระบือที่ใช้ปลอกคอออกแรงจุดลาก 24% และกระบือที่ใช้สายรัดอกออกแรงจุดลาก 12% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แอกไม้แบบชาวบ้าน เมื่อคิดเป็นแรงม้าพบว่าสามารถเพิ่มแรงม้าได้ถึง 48% และ 70% ตามลำดับ จากรายงานการทดลองของ Rojanasaroj, Fisher and Chakkaphak (1981) ได้ศึกษาทดลองเปรียบเทียบการใช้ไถแบบพื้นบ้านกับไถที่ออกแบบใหม่ 2 ชนิด คือ ชนิดใบกว้างและใบแคบ พบว่าการใช้ไถที่ออกแบบใหม่ทั้ง 2 ชนิดสามารถไถได้พื้นที่เพิ่มมากขึ้นถึง 66% และ 25% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไถแบบชาวบ้านที่เกษตรกรใช้ประจำอยู่ในปัจจุบัน การใช้ปลอกคอและสายรัดอกจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกระบือในการไถ คราด และการลากบรรทุก แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมในเกษตรกรในประเทศไทย

ในชนบทของไทยไม่ค่อยนิยมใช้กระบือบรรทุกสิ่งของบนหลัง โดยทั่วไปมักจะวางสิ่งของบนเลื่อนหรือเกวียนแล้วใช้กระบือลาก การใช้กระบือบรรทุกสิ่งของบนหลังทำได้เหมือนกัน Cockrill (1974) รายงานว่า กระบือปลักที่มีน้ำหนักตัว 367-635 กิโลกรัมสามารถบรรทุกน้ำหนักบนหลังได้ 100-150 กิโลกรัม และเดินทางได้ไกล 25 กิโลเมตร/วัน จะเห็นได้ว่าเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทำงานของกระบือจะช่วยผ่อนแรงกระบือ และช่วยเพิ่มสมรรถภาพการทำงานให้เพิ่มมากขึ้นได้ จึงเป็นสิ่งหนึ่งที่จะต้องพิจารณาในการใช้งานกับกระบือให้เหมาะสม จึงจะมีประโยชน์อย่างเต็มที่

2.4.4 ภูมิอากาศ

สภาพของภูมิอากาศที่จะเกี่ยวข้องจนนับได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญ จะประกอบด้วย อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ แสงจากดวงอาทิตย์ และฝน ปัจจัยเหล่านี้นับว่ามีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือเป็นอย่างมาก กระบือโดยทั่วไปจะมีสีดำ ไม่ค่อยมีขนปกคลุมมากขึ้น รูขุมขนที่จะใช้ระบายความร้อนออกจากร่างกายมีน้อยมากเมื่อเทียบกับโค กระบือจึงเป็นสัตว์ที่ไม่ทนร้อน เมื่อกระบือทำงานท่ามกลางแสงแดดจ้าเป็นเวลานาน ผิวหนังสีดำของมันจะถูกดูดซึมและร้อนเข้าไปในร่างกายได้เป็นอย่างดี ทำให้อุณหภูมิในตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว หัวใจเต้นเร็วขึ้น หายใจถี่ขึ้น และจะเหนื่อยหอบ กระบือจึงต้องพักเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยเร็ว ด้วยการนอนแช่ในปลักหรือหลบเข้าที่ร่ม (ผกาพรรณ, 2526ข) จากการศึกษาการใช้แรงงานโค-กระบือของเกษตรกร รายงานโดย Konanta, S., Sooksom and Konanta, C. (1985) พบว่า เกษตรกรจะใช้งานกระบือตอนเช้าตั้งแต่ 6.00-10.00 น. เพราะหลังจากนี้ไปแล้วอากาศจะร้อนเกินไปสำหรับกระบือ และเกษตรกรจะใช้งานตอนบ่ายตั้งแต่ 15.00-17.00 น. โดยในช่วงเช้าเกษตรกรจะหยุดพักรับประทานอาหารเช้าประมาณ 15-20 นาที ซึ่งคิดเป็นชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย 5.6 ชั่วโมง ปริมาณงานที่ทำได้ต่อตัวต่อวันเฉลี่ยไถดะ 0.75 ไร่

Bunyavejchewin และคณะ (1985) ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการไถนาและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของกระบือทำงาน พบว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมจะมีอิทธิพลมากต่อการทำงานของกระบือ กระบือจะหอบมากเมื่ออากาศร้อนจัดในระหว่าง 14.00-15.00 น. ในการทำงานของกระบือจะให้ทำงานไถในภาคเช้าเวลา 7.00-

10.00 น. และภาคบ่ายเวลา 14.00-15.00 น. ผลของการทำงานพบว่า ในภาคเช้ากระบือทำงานไถได้เฉลี่ย 448.9 ตร.ม./ชม. ซึ่งมากกว่าภาคบ่ายกระบือทำงานไถได้เฉลี่ย 422.6 ตร.ม./ชม. ในประเทศอินโดนีเซียก็ได้ศึกษาเช่นเดียวกัน ดังรายงานของ Adisuwirjo และคณะ (1980) ได้ศึกษาทดลองใช้กระบือเพศเมียทำงานไถนาเทียมคู่ โดยทำงานภาคเช้าเวลา 6.00-10.00 น. และภาคบ่ายเวลา 13.30-16.30 น. ซึ่งเวลาของการทำงานของกระบือภาคเช้าเฉลี่ย 138 นาที และภาคบ่ายเฉลี่ย 110 นาที รวมเวลาทำงานทั้งเช้าและบ่าย 248 นาที/วัน (4 ชม.) ในช่วงเช้ากระบือสามารถทำงานได้ 0.5 ไร่/คู่ ขณะที่ภาคบ่ายทำงานได้ 0.4 ไร่/คู่ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศ ภูมิอากาศ จะมีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือเป็นอย่างดี

2.4.5 สภาพพื้นที่

สภาพพื้นที่สามารถจำแนกออกได้หลายชนิด นับตั้งแต่ ไร่ นา สวน สภาพเนื้อดิน เช่น ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย เป็นต้น สภาพที่ลุ่มน้ำขังหรือที่ดอน สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีต่อสมรรถภาพการทำงานของกระบือ ดังนั้นในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันจึงทำให้สมรรถภาพการทำงานของกระบือแตกต่างกันไปด้วย Konanta, S., Sooksom and Konanta, C. (1985) รายงานว่า กระบือทำงานวันละเฉลี่ย 5.6 ชั่วโมง ปริมาณงานที่ทำได้ต่อวันต่อตัวเฉลี่ยไถคะ 0.75 ไร่ ไถแปร 1.50 ไร่ ไถไร่ 1.00 ไร่ ชักร่อง 3.56 ไร่ และทำรุ่น 3.86 ไร่ ในกรณีสภาพของเนื้อดินที่แตกต่างกันประสิทธิภาพการทำงานก็จะแตกต่างกันออกไป ดังรายงานของ Bunyavejchewin และคณะ (1985) รายงานไว้ว่า กระบือทำงานไถในสภาพดินร่วนเหนียวปนทราย (sand 51%, silt 26% และ clay 23%) กระบือไถได้เฉลี่ย 471.88 ตร.ม./ชม. สำหรับสภาพดินทรายร่วน (sand 77%, silt 20% และ clay 3%) กระบือไถได้เฉลี่ย 404.93 ตร.ม./ชม. นอกจากนี้ในประเทศมาเลเซียได้ศึกษาการใช้กระบือขนส่งผลผลิตในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งกระบือสามารถเข้าไปในสวนปาล์มได้เป็นอย่างดี และทำงานขนผลผลิตได้อย่างรวดเร็วจนสามารถเพิ่มปริมาณการขนได้มากถึง 30.7% จึงสามารถแก้ปัญหาของชาวสวนปาล์มได้ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเมื่อตัดผลปาล์มลงจากต้นแล้วจะต้องรีบขนส่งเข้าสู่โรงงานหีบน้ำมันปาล์มภายใน 24 ชั่วโมง ซึ่งถ้าระยะเวลาเกินจาก 24 ชั่วโมง จะหีบยาก ได้น้ำมันน้อย เกษตรกรชาวสวนจะถูกตัดราคา ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผล

ผลิตจึงต้องรีบเร่ง ซึ่งกระบือมีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ของสวนปาล์มดังกล่าว (Lau, 1982; Liang และคณะ, 1984) ดังนั้นการใช้กระบือขนผลผลิตในสวนปาล์มจะช่วยเพิ่มปริมาณการขนส่งได้มากขึ้น ขนส่งได้รวดเร็ว และลดปัญหาต่างๆได้

2.4.6 อาหาร

กระบือเป็นสัตว์ใช้งานที่มีประสิทธิภาพการทำงานในไร่นาสูง แต่กระบือจะไม่ได้รับความสนใจเอาใจใส่ในด้านการจัดการอาหารจากเกษตรกรผู้เลี้ยงเท่าที่ควร อาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งที่ทำให้ได้พลังงานในกระบือใช้งาน กระบือที่ได้รับอาหารที่มีคุณภาพต่ำก็จะทำให้ร่างกายทรุดโทรม และประสิทธิภาพการทำงานก็จะต่ำด้วย Konanta และคณะ (1984) รายงานว่า กระบือที่ใช้งานในช่วงแรกที่เป็นช่วงอาหารไม่สมบูรณ์ ทั้งกระบือลูกผสมมูร่าห์และกระบือพื้นเมืองที่ไม่ได้รับอาหารเสริมจะสูญเสียน้ำหนักตัว แต่พวกที่ได้รับอาหารเสริมน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ต่อมาในช่วงหลังซึ่งพืชอาหารสัตว์อุดมสมบูรณ์ ทำให้พวกที่ไม่ได้รับอาหารเสริมไม่สูญเสียน้ำหนักตัว แต่พวกที่ได้รับอาหารเสริมมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพการทำงานของกระบือพวกที่ได้รับอาหารเสริมจะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่ากระบือพวกที่ไม่ได้รับอาหารเสริม และความเร็วในการไถก็มีแนวโน้มสูงกว่าด้วย ซึ่งอัตราการไถของกระบือพื้นเมืองเฉลี่ย 48.6 เมตร/นาที แสดงให้เห็นว่าอาหารเสริมมีความจำเป็นอย่างยิ่งในกระบือใช้งาน ในกรณีของพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอหรือมีคุณภาพต่ำ เช่นเดียวกับรายงานการทดลองของ Wachirapakorn (1987) พบว่า สมรรถภาพการทำงานของกระบือที่ได้รับอาหารระดับสูงก่อนการทำงาน มีปริมาณพื้นที่ที่ไถได้และอัตราความเร็วในการไถสูงกว่า ($P < 0.05$) กระบือที่ได้รับอาหารระดับต่ำก่อนการทำงาน ซึ่งปริมาณพื้นที่ไถ 858.8 ตร.ม./ชม.ในกระบือพวกที่ได้รับอาหารระดับสูง และ 781.5 ตร.ม./ชม.ในกระบือพวกที่ได้รับอาหารระดับต่ำ สำหรับอัตราความเร็วในการไถ 47.0 เมตร/นาทีในกระบือพวกที่ได้รับอาหารระดับสูง และ 44.0 เมตร/นาทีในกระบือพวกที่ได้รับอาหารระดับต่ำ จะเห็นได้ว่าการเตรียมสภาพร่างกายของกระบือใช้งานให้มีสภาพดีและสมบูรณ์ก่อนถึงฤดูการทำงาน โดยให้สัตว์ได้รับอาหารอย่างเพียงพอ ทั้งนี้โดยการเสริมด้วยอาหารคุณภาพดีที่มีอยู่ในท้องถิ่นและหาได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จะสามารถเพิ่มสมรรถนะ (performance) และความพร้อมของกระบือในช่วงการทำงาน

2.5 การใช้ผลพลอยได้เยื่อใยเป็นอาหารกระบือใช้งาน

การเลี้ยงกระบือของเกษตรกรตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันก็อาศัยพืชอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นอาหารหยาบอันประกอบด้วย หญ้า ถั่ว วัชพืช ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปตามไร่ นา ที่รกร้างว่างเปล่า พื้นที่ทำเลเลี้ยงสัตว์ ทุ่งสาธารณประโยชน์ ป่าสงวนแห่งชาติ ตลอดจนสองข้างถนน เป็นต้น แต่ในปัจจุบัน ทำเลเลี้ยงสัตว์ ป่าสงวนแห่งชาติ และท้องทุ่งต่างๆ มีเจ้าของ มีการบุกรุกเพื่อการเกษตรในด้านอื่นๆ จึงเป็นเหตุให้สภาพที่ผลิตพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติลดน้อยลง เกษตรกรผู้เลี้ยงโค-กระบือจึงต้องหาแหล่งอาหารหรือปลูกพืชอาหารสัตว์แบบสวนครัวตามที่ทางราชการแนะนำ เพื่อให้มีอาหารเพียงพอสำหรับโค-กระบือที่เลี้ยง ดังนั้นผลพลอยได้หรือสิ่งเหลือทิ้งจากการเกษตร โดยเฉพาะ ฟางข้าว ต้นถั่วพุ่ม ต้น-ใบ-เปลือกข้าวโพด เปลือกสับปะรด กากสับปะรด ชานอ้อย ยอดอ้อย ใบมันสำปะหลัง กากปาล์มน้ำมัน กากมะพร้าว เป็นต้น สิ่งเหล่านี้นับวันก็จะมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการแปรรูปเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ก็เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าคุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ได้จากผลพลอยได้ทางการเกษตรมีคุณค่าต่ำถ้าเกษตรกรนำไปให้สัตว์กินโดยตรง สัตว์ใช้งานมักจะถูกทอดทิ้งในด้านการจัดการหลายๆด้าน โดยเฉพาะการจัดการด้านอาหาร มักจะไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่เท่าที่ควร กระบือนับว่าเป็นสัตว์ใช้งานที่คู่กับเกษตรกรไทยมาช้านานแล้ว แต่การเลี้ยงดูก็จะเลี้ยงแบบปล่อยให้กระบือหากินตามที่ว่างเปล่า ตามไหล่ถนน หรือตามท้องนาในหน้าแล้ง ซึ่งอาหารส่วนใหญ่จะเป็นผลพลอยได้จากการเกษตรที่มีในฤดูเก็บเกี่ยวต่างๆ จึงทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ หรือการใช้งาน เป็นไปตามสภาพการเลี้ยงดูตามธรรมชาติ (Wanapat, 1985a) อาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งที่ทำให้ได้พลังงานในกระบือใช้งาน อาหารที่มีคุณภาพต่ำที่กระบือได้รับจะทำให้ร่างกายทรุดโทรมและประสิทธิภาพการทำงานต่ำ การใช้ประโยชน์ของผลพลอยได้ทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสัตว์ จะใช้ตามฤดูกาลที่สามารถผลิตได้ในแต่ละท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องก็มีข้อจำกัด ไม่สามารถใช้ได้ในปริมาณที่มาก เนื่องจากผลพลอยได้เยื่อใยเหล่านี้จะมีคุณค่าทางโภชนะต่ำและการย่อยได้ต่ำ ผลก็คือ สัตว์ที่กินอาหารเหล่านี้เพียงอย่างเดียวก็จะได้รับโภชนะต่ำไม่เพียงพอ ทำให้สมรรถภาพลดลงหรือให้ผลผลิตต่ำ (Jackson, 1977ab; Devendra, 1982; Wanapat, Praserdsuk and Chanthai, 1983; Wanapat, Sriwattanasombat and Chanthai, 1985)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้องการโภชนะของสัตว์ใช้งาน โดยเฉพาะกระบือ มีอยู่อย่างจำกัดมาก Preston และ Leng (1984) รายงานไว้ว่า การพัฒนาระบบการจัดการด้านอาหารและการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับกระบือใช้งาน ได้รับความสนใจเพียงเล็กน้อยในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา กระบือใช้งานจะถูกปล่อยเลี้ยงในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ได้มีการจัดการเสริมอาหารหรือให้อาหารตามความต้องการของกระบือเมื่อเกษตรกรมีความต้องการใช้แรงงาน ซึ่งความต้องการใช้แรงงานจากกระบือจะสูงสุดในช่วงเริ่มต้นของฤดูฝน ช่วงเวลานี้เกษตรกรต้องการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูก (Smith, 1981; Chantalakhana, 1985c; Wanapat, 1985a, 1986ac) ในช่วงเวลานี้กระบืออาจจะมีความสามารถทำงานได้ช้ามาก หรืออาจจะไม่แข็งแรง ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง (Smith, 1981) ถึงแม้ว่ากระบือจะได้รับอาหารหยาบอย่างเพียงพอ แต่เยื่อใยจากอาหารที่กระบือได้รับกระบือจะใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ ในช่วงฤดูแล้งอาหารจะเป็นผลพลอยได้ซึ่งจัดเป็นอาหารเยื่อใยสูง การใช้ประโยชน์ต่ำและเกษตรกรไม่ได้มีการจัดเตรียมอาหารเสริมหรืออาหารที่เหมาะสมตามความต้องการของกระบือ เพื่อเพิ่มผลผลิตในระยะเวลาที่ต้องทำงานยาวนาน จึงทำให้กระบือมีสภาพร่างกายทรุดโทรมสูญเสียน้ำหนักตัว

Lawrence (1985) ได้รายงานว่า ในสัตว์ใช้งานพลังงานในอาหารเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีให้เพิ่มขึ้นพิเศษจากปกติที่สัตว์ได้รับ ในสภาพที่เลี้ยงสัตว์ที่มีหญ้าสดเพียงพอและหญ้าสดมีพลังงานมากกว่า 2.15 Mcal ME/kg DM (9 MJ ME/kg DM) ก็จะเพียงพอสำหรับโคใช้งาน และจะไม่มีการสูญเสียน้ำหนักตัวในระหว่างสัปดาห์ของการทำงาน ในการใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรเป็นอาหารในสัตว์ใช้งาน การให้สัตว์กินโดยตรงก็จะทำให้สัตว์ได้รับประโยชน์จากอาหารดังกล่าวได้น้อย เนื่องจากอาหารเหล่านี้มีคุณค่าทางอาหารต่ำ การที่จะใช้อาหารเหล่านี้ให้ได้ประโยชน์แก่สัตว์ได้มากจึงต้องมีการปรับปรุงปรุงแต่ง หรือหมัก เพื่อเพิ่มความน่ากิน เพิ่มการย่อยได้ เพิ่มคุณค่าทางโภชนะ ซึ่งผลพลอยได้ทางการเกษตรที่สามารถนำมาปรับปรุงและหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าอาหาร ได้แก่ ฟางข้าว ใบมันสำปะหลัง ต้นกั่วพุ่ม เศษสับปะรด ยอดอ้อย เปลือกข้าวโพด เป็นต้น การปรุงแต่ง การหมัก และการแปรรูปผลพลอยได้เยื่อใยจากการเกษตร มีดังนี้

2.5.1 ฟางข้าว

เกษตรกรรู้จักการใช้ฟางข้าวเป็นอาหารกระบือเป็นเวลาช้านานแล้ว แต่ไม่ได้ทำให้ฟางข้าวเกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้เป็นอาหารสัตว์ การที่จะทำให้ฟางข้าวมีคุณค่าทางโภชนะเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้เป็นอาหารสัตว์ จะต้องทำการหมักฟางข้าวด้วยปุ๋ยยูเรีย 46% ไนโตรเจน โดยใช้อัตราส่วน คือ ยูเรีย 5 กิโลกรัมต่อฟางข้าว 100 กิโลกรัมต่อน้ำ 120 กิโลกรัม ใช้เวลาในการหมัก 10-14 วัน โดยการปิดคลุมด้วยพลาสติกอย่างมิดชิด ก็จะได้ฟางหมักยูเรียที่มีคุณค่าอาหารสูง ซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มขึ้น การย่อยได้เพิ่มขึ้น มีความน่ากินเพิ่มขึ้น จึงทำให้สัตว์กินได้มากขึ้นและเกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตร (เมธา, 2529ก)

2.5.2 ใบมันสำปะหลัง

จัดเป็นผลพลอยได้ที่มีมากทางภาคอีสาน ประมาณกันว่าปีหนึ่งๆจะมีเศษเหลือในรูปของใบ ก้านใบ เหลืออยู่ประมาณ 1,500 ล้านตัน ซึ่งนับว่ามีอยู่ในปริมาณมากมาย แต่สิ่งที่น่าเสียดายก็คือว่า เศษเหลือเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันเท่าที่ควร ใบมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะสูง โดยเฉพาะโปรตีนมีถึง 15-30% ของวัตถุแห้ง ในใบมันสำปะหลังจะมีสารพิษ คือ กรดไฮโดรไซยานิกจะมีมากในส่วนของยอดอ่อน เพราะฉะนั้นถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องกินใบมันสดเข้าไปอาจจะเป็นพิษถึงตายได้ โดยถ้าได้รับมากกว่า 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว การลดสารพิษนี้ทำได้ง่ายๆ โดยการนำใบมันสำปะหลังไปผึ่งแดดจนแห้ง และเก็บใบแห้งไว้ใช้เลี้ยงสัตว์ โดยให้สัตว์กินร่วมกับฟางข้าวหรือฟางหมักเป็นอาหารเสริมโปรตีนกับสัตว์เลี้ยงและสัตว์ใช้งาน การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเสริมใบฟางข้าวเพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ในระยะแรกสัตว์อาจจะเลียกินนิดหน่อย และจะเพิ่มปริมาณการกินขึ้นภายใน 2-3 วัน ซึ่งการใช้เสริมฟางข้าวจะต้องใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง 600 กรัม/วัน ทำให้สัตว์สามารถรักษาสภาวะของร่างกายไว้ได้ แต่การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับฟางหมักยูเรียจะใช้เพียง 200 กรัม/วัน ก็สามารถทำให้สัตว์รักษาสภาพของร่างกายและเพิ่มน้ำหนักตัวได้เล็กน้อย (เมธา, 2529ข)

2.5.3 ถั่วพุ่ม (cowpea)

นับว่าเป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้ผลผลิตสูง หลังเก็บเกี่ยวฝักแล้วต้นของถั่วพุ่มยังเขียวมีใบเหลืออยู่มาก ต้นถั่วพุ่มเหล่านี้มีคุณค่าทางอาหารสูงมาก เป็นแหล่งโปรตีนที่ดี ใบมีโปรตีนสูงถึง 24% ของสิ่งแห้ง นอกจากนั้นสัตว์ยังย่อยได้ดีด้วย มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของสิ่งแห้งสูงถึง 70% และอัตราการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนก็เร็วด้วย จากการวัดปริมาณเศษเหลือของถั่วพุ่มหลังเก็บเกี่ยวพบว่า ได้ปริมาณต้นถั่วพุ่ม (ใบและต้น) 2,640 กก./ไร่ (สด) หรือประมาณ 560 กก./ไร่ (แห้ง) นับว่าเป็นเศษเหลือที่ได้ในปริมาณสูงพอสมควร ซึ่งสามารถให้กระบือใช้งานกินในรูปสดหรือแห้งก็ได้ โดยใช้อัตราส่วนของการเสริมเช่นเดียวกับการใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง (เมธา, 2529ข)

2.5.4 สับปะรด

การนำเศษเหลือสับปะรดมาใช้ประโยชน์ในรูปของอาหารสัตว์ ปัจจุบันจะนิยมมากในการขุนโคของเกษตรกรในแหล่งที่ใกล้โรงงานสับปะรด โดยทั่วไปแล้วเศษเหลือจากโรงงานสับปะรดจะมีถึง 75-85% โดยน้ำหนัก ในด้านคุณค่าอาหารแล้วเศษเหลือของสับปะรดประกอบด้วยน้ำตาลที่ใช้ประโยชน์ง่าย คือ มีน้ำตาลซูโคลส 70% น้ำตาลกลูโคส 20% และน้ำตาลฟรุทโตส 10% นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วยสารประกอบเยื่อใยที่ย่อยได้ง่ายถึง 73% เปรียบเทียบกับการย่อยได้ของใบข้าวโพดแห้งแล้วพบว่า การย่อยได้ของทั้งสองอย่าง คือ 80% และ 50% โดยลำดับ นับว่าสูงมากทีเดียวพอๆกับการย่อยได้ของเมล็ดธัญพืชบางชนิด กรดที่มีอยู่ในเศษเหลือของสับปะรดส่วนใหญ่คือ กรดซิตริคและกรดมาลิค ส่วนกรดออกซาลิคนั้นมีอยู่น้อยมาก ถ้าทิ้งเศษสับปะรดไว้ค้างวันจะมีการผลิตกรดแลคติคมาก หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นกรดบิวทีริคในสภาพที่มีออกซิเจน จะทำให้มีกลิ่นเหม็นพอสมควร นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าในเศษเหลือสับปะรดนี้มีไวตามินเอที่ใช้ประโยชน์ได้ถึง 80,000 หน่วยสากล (โดยน้ำหนักแห้ง) การใช้เศษเหลือสับปะวดสดๆจะต้องมีการปรับให้สัตว์ได้รับโภชนะอย่างสมดุลย์ แต่ถ้ามีการใช้เป็นระยะเวลานานเกินไปอาจจะไม่ดีนักในด้านผลผลิตและสุขภาพของสัตว์

การใช้เศษสับปะรดสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ คือ

(1) **ใช้ในรูปสด** มีความชื้นสูง 90% ให้สัตว์กินได้ แต่จะต้องให้สัตว์ได้ปรับตัวก่อน ถ้าให้สัตว์กินในระดับสูงโดยไม่มีเวลาปรับตัวอาจจะทำให้ท้องเดินได้

(2) **ใช้ในรูปผงแห้ง** เป็นการนำเอาเศษเหลือหรือกากของสับปะรดไปตากแห้งหรือลดความชื้นลงโดยสับให้เป็นชิ้นและนำเข้าอบที่อุณหภูมิสูงถึง 95°ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นควรบดและเก็บไว้ใช้ได้ในเวลานานๆ

(3) **การทำเป็นอาหารหมัก** วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเก็บถนอมอาหาร เนื่องจากเศษสับปะรดมีความชื้นสูง อาจมีการลดความชื้นลงบ้างก่อนนำไปหมัก หรืออาจต้องใช้อาหารหยาบ เช่น ฟางข้าวหรือหญ้าขนหมักผสมร่วมด้วย ซึ่งจะช่วยซับความชื้น การหมักเศษเหลือสับปะรดที่มีความชื้นประมาณ 70% และมูลไก่กระทง ในอัตราส่วน 70:30 (โดยน้ำหนักเปียก) หมักไว้เป็นเวลา 10 วัน จะได้เศษสับปะรดหมักที่มีลักษณะดี ประกอบด้วย โปรตีนประมาณ 14% ความเป็นกรดเป็นด่าง 4.5 กรดอะซิติค 1.3% กรดบิวทีริค 0.9% และกรดแลคติค 3.9% โดยน้ำหนักแห้ง ที่สำคัญคือมีพลังงานรวมที่ย่อยได้ถึง 72% ถ้านำไปเลี้ยงโคร่วมกับอาหารเสริมจะให้ผลดี (เมธา, 2529ค)

2.5.5 **อ้อย**

ผลพลอยได้ของอ้อยหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี ผลพลอยได้จากอ้อยที่ใช้ได้ มีดังนี้

(1) **ยอดอ้อย** สามารถนำมาให้สัตว์กินได้เลยโดยสับเป็นท่อนเล็กๆก่อน หรืออาจจะเอาไปหมักด้วยกากน้ำตาลและยูเรีย เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้สูงขึ้นก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ โดยทั่วไปยอดอ้อยจะมีโปรตีนประมาณ 4-6% โดยน้ำหนักแห้ง และมีพลังงานรวมที่ย่อยได้ประมาณ 50% การเติมยูเรียและกากน้ำตาลในการหมักเป็นการเพิ่มระดับโปรตีนและพลังงานให้สูงขึ้น

(2) **ชานอ้อย** สามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้แต่จะต้องผ่านกรรมวิธีในการหมักก่อน ชานอ้อยจัดว่ามีคุณค่าอาหารต่ำมาก คือ มีโปรตีนประมาณ 2-3% และมีพลังงานรวมที่ย่อยได้ 30% เพราะมีเยื่อใยสูงมากสัตว์ไม่สามารถย่อยได้ ในการใช้ชานอ้อยที่ผ่านกรรมวิธีแปรรูปแล้วจะทำให้ได้คุณค่าอาหารสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าควรใช้ชานอ้อยเป็นแหล่งของอาหารหยาบไม่เกิน 40% ของสิ่งแห้งในอาหาร (เมธา, 2529ค)

(3) **กากน้ำตาล** จะใช้ในรูปของการเสริมในการหมักอาหารสำหรับสัตว์ กากน้ำตาลจะเป็นตัวเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้สูงขึ้น มีความน่ากินเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนเพิ่มคุณภาพของพืชหมัก ตามปกติในประเทศแถบยุโรปจะนิยมใช้กากน้ำตาลในอัตรา 0.7% ใน

หญ้าแห้ง และอาจจะสูงถึง 2.2% ในหญ้าอ่อนที่นำมาหมัก (Silage) แต่ในแถบอเมริกาจะใช้กากน้ำตาลในการหมักอัตรา 3-5% ซึ่งพืชอาหารสัตว์ในประเทศไทยก็ควรใช้ในอัตราเดียวกับการใช้หมักในอเมริกา (สายัณห์, 2520)

2.5.6 ข้าวโพด

อุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นมาก ทำให้มีผลพลอยได้เยื่อใยในรูปของเปลือกและไหมข้าวโพดอ่อนถึงปีละ 25,120-56,520 ตัน นับได้ว่าเป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการเกษตรที่มากที่เดียว นอกจากนี้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บฝักออกแล้วยังมีลักษณะสีเขียว ก็สามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับโค-กระบือได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ซึ่งเศษเหลือต้นข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณที่มากประมาณ 100,000 ตัน/ปี จากการวิเคราะห์เปลือกและไหมข้าวโพดอ่อนมีความชื้น 82.0 และ 88.6%, โปรตีน 12.6 และ 17.1%, เยื่อใย 61.1 และ 38.4%, ลิกนิน 1.6 และ 1.9%, การย่อยได้ทั้งหมดของโภชนะ (TDN) 69.9 และ 77.3% ตามลำดับ นอกจากนี้เปลือกและไหมยังมีแร่ธาตุ เช่น แคลเซียมและฟอสฟอรัส อยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของโค-กระบือ สำหรับต้นข้าวโพดหวานมี สิ่งแห้ง 22.8%, โปรตีน 9.1% และเยื่อใย 69.3% มีการย่อยได้ทั้งหมดของโภชนะ 60.3% จากการทดลองใช้ต้นข้าวโพดหวานเป็นอาหารหยาบในโค-กระบือเปรียบเทียบกับฟางข้าว พบว่าปริมาณการกินได้ของต้นข้าวโพดและฟางข้าวไม่แตกต่างกัน แต่ต้นข้าวโพดมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และโปรตีน สูงกว่าการย่อยได้ของฟางข้าว เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะของต้นข้าวโพดกับหญ้าขน หญ้ากินนี และหญ้าเนเปียร์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1984 อ้างถึงใน ฉลอง, 2530) ในกรณีข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวฝักแก่ เศษที่เหลือประกอบด้วย ซังข้าวโพด เปลือก ต้น และใบ ที่มีเยื่อใยสูงคุณค่าทางโภชนะต่ำ ถ้ามีการนำมาหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารให้สูงขึ้นด้วยการหมักด้วยมูลไก่ โดยใช้อัตราส่วนในการหมัก คือ มูลไก่ 40% ต้นรวมใบข้าวโพดหรือซังข้าวโพดสับละเอียด 46.5% กากน้ำตาล 12% ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.5% และเกลือแกง 1% จะได้อาหารหมักที่มีคุณภาพดีที่มีโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 12% มีความชื้นประมาณ 50% ซึ่งจะใช้ในการเลี้ยงโค-กระบือได้เป็นอย่างดี (เมธา, 2529ค)

การใช้ผลพลอยได้เยื่อใยจากการเกษตรเป็นอาหารสัตว์ที่ยังไม่เป็นที่นิยมในเกษตรกรรายย่อยมากนัก ทั้งนี้มีสาเหตุที่เป็นอุปสรรคบางอย่างที่เป็นตัวจำกัดการนำผลพลอยได้มาใช้ วีระศักดิ์ (2529) ได้สรุปอุปสรรคของการใช้ผลพลอยได้เยื่อใยมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ ดังนี้คือ

- เกษตรกรขาดความรู้และความเข้าใจ
- ผลพลอยได้อยู่ในรูปที่ไม่เหมาะสมและขัดความรู้สึก
- ปริมาณผลพลอยได้ปริมาณน้อย กระจัดกระจาย
- ผลพลอยได้บางอย่างเสียค่าใช้จ่ายสูง
- ผลพลอยได้บางอย่างยากต่อการเก็บรักษา
- ส่วนประกอบของเยื่อใยสัตว์ไม่ชอบกินหรือมีสารพิษปะปน
- ผลพลอยได้มีเป็นฤดู

จากรายงานของ กังวาน (2528) รายงานการสำรวจพบว่า เกษตรกร 3 หมู่บ้านในเขตการเกษตรอาศัยน้ำฝนมีเพียง 71% และเกษตรกร 2 หมู่บ้านในเขตการเกษตรชลประทานมีถึง 95% ที่เก็บฟางข้าวไว้เป็นอาหารสำหรับโค-กระบือ ฟางข้าวที่ใช้เลี้ยงโค-กระบือจะมีโปรตีน 2-4% และแร่ธาตุที่จำเป็นในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ ซึ่งมักจะพบความเสียหายที่เกิดกับสัตว์ในรูปของร่างกายทรุดโทรม น้ำหนักลด ในกรณีที่ให้สัตว์กินฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (Wanapat, 1984; Dixon, 1985ab) ฟางข้าวจัดได้ว่าเป็นอาหารที่มีเยื่อใยสูง ซึ่งประกอบด้วย cellulose, hemicellulose, lignin และ silica ถึงแม้ว่า cellulose และ hemicellulose สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถที่จะย่อยได้บางส่วนเพื่อไปใช้เป็นพลังงานในร่างกาย แต่ความสัมพันธ์ของการย่อยได้ในการใช้ประโยชน์จะขึ้นกับปริมาณ lignin และ silica ที่มีอยู่ในฟางข้าว (Han และ Garrett, 1986) ซึ่ง silica จะมีผลกระทบในการยับยั้งการย่อยได้ของฟางข้าวมากกว่า lignin และทำให้ได้รับพลังงานในการย่อยได้ต่ำจากการที่ได้กินอาหารดังกล่าวในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Jackson, 1977ab; Wanapat, 1984) ฟางข้าวจะมีพลังงาน 7 MJ.ME/kg DM ซึ่งต่ำกว่าความต้องการของสัตว์ใช้งานที่มีความต้องการถึง 9 MJ.ME/kg DM (Lawrence, 1985) ฟางหมักยูเรียจะช่วยเพิ่มผลกำไรในรูปแบบของคุณค่าของอาหารเพิ่มขึ้น ความน่ากินเพิ่มขึ้น

ตลอดจนถึงการยอมรับ (Jackson, 1978; Jayasuriya, 1981; Wanapat, 1985, 1986bc, 1987; Sundstol, Wanapat and Promma, 1987; Hart, Wanapat and Kongpiroon, 1987) การเสริมอาหารข้นให้แก่สัตว์ที่ได้รับฟางข้าวจะเป็นการช่วยเพิ่มการย่อยได้ ทำให้สัตว์ได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น (Dixon and Egan, 1987) วิธีการเสริมอาหารข้นให้แก่สัตว์ที่กินฟางจะช่วยเพิ่มการกินได้และการย่อยได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ถึง 30.2 และ 20.1% ตามลำดับ (Han and Garrett, 1986)

Dixon and Egan (1987) ได้สรุปการใช้อาหารจากผลพลอยได้ทางการเกษตรที่ใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องไว้ ดังนี้

1. เลือกผลพลอยได้ทางการเกษตรที่หาได้ง่ายในพื้นที่ มีคุณค่าทางโภชนะและมีการย่อยได้สูง

2. จัดระบบการจัดการที่เหมาะสมที่จะทำให้สัตว์กินได้สูงสุด

3. พิจารณาถึงการเสริมด้วยพืชสด เพราะสัตว์จะใช้ประโยชน์จากพืชสดได้ดีทั้งปริมาณและคุณภาพ

4. พิจารณาถึงการเสริมไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และแร่ธาตุอื่นๆ ให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์

5. พิจารณาถึงการเตรียม การแปรรูป และหมัก ผลพลอยได้เพื่อเป็นการเพิ่มการย่อยได้และเพิ่มคุณค่าอาหาร

6. พิจารณาถึงอาหารข้นที่ใช้เสริมให้สัตว์

ในปัจจุบันการวิจัยการใช้แรงงานจากสัตว์ใช้งาน โดยมุ่งไปยังระบบการย่อยอาหารของสัตว์เพื่อให้สัตว์ใช้ประโยชน์จากอาหาร เพื่อให้ได้ผลผลิตในรูปของแรงงาน ตลอดจนถึงศึกษาผลของการเพิ่มคุณค่าของอาหาร ทั้งในรูปแบบของการให้แหล่งอาหารพื้นฐานที่มีอยู่และอาหารเสริมที่เหมาะสมกับสัตว์ใช้งาน เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้เยื่อใยจากการเกษตรให้ได้มากที่สุด (Wanapat, 1987)

2.6 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว

ฟางข้าวนับว่าเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรที่ใช้เป็นอาหารโค-กระบือมานานนับศตวรรษ ซึ่งประเทศไทยก็มีข้าว (*Oryza sativa*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่จัดได้ว่าเป็นอันดับหนึ่ง ในแต่ละปีนับตั้งแต่ปี 2524 เป็นต้นมา ไทยจะผลิตข้าวได้ 16-19 ล้าน

ตัน/ปี โดยแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญคือ ข้าวนาปี ผลิตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด รองลงมาคือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ ส่วนข้าวนาปรังผลิตมากที่สุด คือ ภาคกลาง รองลงมาคือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2528) หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้วจะมีเศษเหลือในแปลงนา คือ ตอซังและฟาง ซึ่งเหลือจากการนวดข้าว ทั้งฟางและตอซังสามารถใช้เป็นอาหารโค-กระบือได้โดยปล่อยให้สัตว์ลงไปแทะเล็มตอซังในแปลงนา ส่วนฟางเกษตรกรจะเก็บสะสมไว้เพื่อใช้เป็นอาหารโค-กระบือในฤดูกาลที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ สำหรับสัดส่วนของผลผลิต ข้าว:ฟาง ในต่างประเทศจะได้สัดส่วน 1:1 (Devendra, 1982) ในประเทศไทย Wanapat (1985) ใช้สัดส่วน 1:1.4 สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย Hart and Wanapat (1985) แนะนำว่า ผลผลิตข้าว:ฟางและตอซัง = 1:1.66 ดังนั้นในปีหนึ่งๆประเทศไทยจะมีฟางข้าวและตอซังสำหรับใช้เป็นอาหารโค-กระบือมากถึง 26.5-31.5 ล้านตัน

2.6.1 ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี

ฟางข้าว หมายถึง ส่วนของลำต้นที่ถูกตัดเอาส่วนบนมาและนวดเอาเมล็ดข้าวเปลือกออกแล้ว ดังนั้นผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวจึงขึ้นอยู่กับการเก็บเกี่ยวของแต่ละท้องถิ่น โดยทั่วไปฟางข้าวมีลักษณะคล้ายกับพืชอาหารสัตว์แห้งและหญ้าแห้ง (Hay) จะต่างกันที่พืชอาหารสัตว์แห้งมีการเก็บเกี่ยวในระยะการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะมีเมล็ดติดอยู่ด้วย จึงทำให้พืชอาหารสัตว์แห้งมีคุณค่าทางอาหารดีกว่าฟางข้าว ลักษณะของฟางข้าวประกอบด้วย ส่วนของใบ ลำต้น และช่อดอกที่นำเมล็ดออกแล้ว จึงทำให้ฟางข้าวมีความเหนียวมากกว่าพืชอาหารสัตว์แห้งทั่วๆไป และจะมีสีเหลืองซีด แสดงว่าไวตามินเอซึ่งเป็นโภชนะที่จำเป็นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ถูกทำลายไปด้วยแสงแดดในขบวนการเก็บเกี่ยว

ฟางข้าวมีส่วนประกอบที่แตกต่างจากฟางของธัญพืชอื่น คือ มีผนังเซล (cell wall) 79 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 33 เปอร์เซ็นต์ เฮไมเซลลูโลส 26 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 7 เปอร์เซ็นต์ (Jackson, 1977) ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12. แสดงส่วนประกอบของเซลพืชที่เป็นผลพลอยได้จากการเกษตรบางชนิด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง

ชนิดของฟาง	Cell content	Cell wall	Cullulose	Hemicellulose	Lignin	Silica
	---------- % ----------					
ฟางข้าว	21	79	33	26	7	13
ฟางข้าวบาร์เลย์	19	81	44	27	7	3
ฟางข้าวสาลี	20	80	39	36	10	6
ฟางข้าวโอ๊ต	27	73	41	16	11	3
ตอซังฟางข้าว	26	74	31	30	11	3
ชานอ้อย	18	82	40	29	13	2

ที่มา : Jackson (1977)

ลักษณะและส่วนประกอบเยื่อใยในผนังเซล (cell wall) ของพืชทั่วไปมีคาร์โบไฮเดรตที่แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆตามลักษณะและหน้าที่ คือ กลุ่มแรกทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของส่วนต่างๆของพืช (structural polysaccharides) ได้แก่ พวกสารเยื่อใยต่างๆ คือ เซลลูโลส (cellulose) เฮไมเซลลูโลส (hemicellulose) และเพคติน (pectin) กลุ่มที่สองทำหน้าที่เก็บสะสมแป้ง (storage polysaccharides) ได้แก่ พวกแป้ง (starch) น้ำตาล fructans, mannans ตลอดจน gum และอื่นๆ (Theander and Aman, 1984) ซึ่งการจับเรียงตัวของโมเลกุลของสารเยื่อใยต่างๆ Hogan and Leche (1983) ได้อธิบายไว้ดังนี้ เซลลูโลส 1 โมเลกุลประกอบด้วย โมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสประมาณ 10,000 จับเรียงต่อกันที่ตำแหน่ง , 1-4 ส่วนเฮไมเซลลูโลสจะประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลไซโลส (xylose) ที่มีขนาดสั้นกว่าโมเลกุลของเซลลูโลส บางครั้งอาจจะเกิดจากส่วนผสมของน้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลแมนโนส (mannose) ลักษณะการจับตัวกันเหมือนกับเซลลูโลส

ส่วนเพคติน (pectin) ประกอบด้วยน้ำตาลกาแลคโตส (galactose) ต่อกันที่ตำแหน่ง α, 1-4 ลิกนิน (lignin) เป็นอนุพันธ์ของ phenylpropane

โครงสร้างการจับตัวกันของกลูโคสภายในเซลลูโลสในผนังเซลจะจับกันในรูปของ crystalline fiber น้ำย่อยในร่างกายไม่สามารถเข้าย่อยสลายได้ ต้องอาศัยจุลินทรีย์ช่วย และทำให้เซลลูโลสไม่ละลายในกรด (Theander and Aman, 1984) ระดับการตกผลึก (degree of crystallinity) มีส่วนสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับการย่อยได้ของเซลลูโลส (เมธา, 2529) ในการเพิ่มการละลายได้ของเซลลูโลส Theander and Aman (1984) แนะนำให้ใช้วิธีการบด (milling) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว หรือใช้ไอน้ำอบ หรือปรุงแต่งด้วยสารเคมี เพื่อทำให้การเป็นผลึกลดลง ส่วนเฮไมเซลลูโลสมีความสามารถละลายในกรดและด่างได้ดีกว่าเซลลูโลส สำหรับลิกนิน (lignin) จัดได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของผนังพืช เพราะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับส่วนโครงสร้างในผนังเซลพืช โดยจับตัวอยู่ระหว่างชั้นของเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลส ลิกนินเป็นสารที่สัตว์ย่อยไม่ได้ และมีผลทำให้การย่อยได้ของสารเยื่อใยอื่นๆลดลงด้วย โดยเฉพาะเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลส (วรพงษ์, 2529) นอกจากนี้ Jung and Vogel (1986) ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลิกนินจับกับเฮไมเซลลูโลสและเซลลูโลสต่างกัน โดยที่ลิกนินมีผลต่อการย่อยเฮไมเซลลูโลสมากกว่าการย่อยเซลลูโลส เพราะเมื่อแยกลิกนินออกการย่อยได้ของเฮไมเซลลูโลสมากกว่าเซลลูโลส ยกเว้นกรณีที่แยกลิกนินออกด้วยวิธี ozone treatment จึงทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสสูงกว่าเฮไมเซลลูโลส กลไกที่ลิกนินไปยับยั้งการย่อยได้ของเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลสเป็นไปได้ 2 ทาง คือ ทางกายภาพ (physical) และทางเคมี (chemical) ทางกายภาพลิกนินอาจเป็นตัวที่ทำหน้าที่ห่อหุ้ม (encrust) รอบๆผิวของเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลส ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าไปย่อยได้ แต่ถ้านำอาหารนั้นมาบดให้ละเอียดจะทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลสเพิ่มขึ้น สำหรับทางเคมีเชื่อว่าโมเลกุลของลิกนินอาจเชื่อมโยงโดยโครงสร้างทางเคมีกับสารเยื่อใยอื่นๆ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าย่อยได้ จึงเข้าใจว่าภายหลังการปรุงแต่งฟางข้าวด้วยด่างต่างๆ และทำให้การย่อยได้ของสารพวกเยื่อใยในฟางข้าวเพิ่มขึ้นนั้น อาจเนื่องจากด่างต่างๆไปทำลายการจับตัวของลิกนินให้แยกออกจากสารเยื่อใยเหล่านั้น (วรพงษ์, 2529) ดังนั้นลิกนินที่รวมอยู่ในส่วนของผนังเซลทำให้เป็นอุปสรรคต่อการย่อยได้ของฟางข้าว นอกจากนี้ในฟางข้าวยังมีคิวติน

(cutin) ในปริมาณสูงถึง 7 เปอร์เซ็นต์ และสารพวกออกซาเลท (oxalate) 1-2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถแตกตัวในกระเพาะรูเมนกลายเป็นคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต ผ่านการดูดซึม และสุดท้ายถูกขับออกทางปัสสาวะ (Jackson, 1977) นอกจากนี้ยังมีคิวติน (cutin) ในปริมาณสูงถึง 7 เปอร์เซ็นต์ โดยคิวตินก็คล้ายกับลิกนินและซิลิก้า คือ ทำให้การย่อยได้ของฟางต่ำ แต่คิวตินไม่ได้ไปยับยั้งการย่อยได้ของเยื่อใย เพราะคิวตินเป็นส่วนประกอบอยู่ตามผิวนอก ในตารางที่ 12 จะเห็นว่าฟางข้าวมีส่วนประกอบของซิลิก้า (silica) 13 เปอร์เซ็นต์, ซึ่งสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับฟางอื่นๆ เมื่อซิลิก้ารวมอยู่กับลิกนินจะทำให้การย่อยได้ลดลง (Jackson, 1977)

2.6.2 คุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ (roughage) ที่มีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างต่ำ คือ มีโปรตีนประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ (Jackson, 1977; Wanapat และคณะ, 1983) หรือประมาณ 40-42 กรัม/กิโลกรัมของวัตถุแห้ง แต่มีเถ้า (Ash) ค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 189 กรัม/กิโลกรัมของฟางข้าว เนื่องจากมีซิลิก้าอยู่สูง โดยเฉลี่ยฟางข้าวมีเถ้ามากเป็น 3 เท่าของฟางจากธัญพืชชนิดอื่นๆ (Theander and Aman, 1984) แร่ธาตุที่จำเป็นในฟางข้าวมีอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ คือ มีฟอสฟอรัสอยู่ประมาณ 0.01-0.16 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์ (Jackson, 1977; Wanapat และคณะ, 1983) ส่วนแร่ธาตุอื่นๆ เช่น กำมะถัน ทองแดง โคบอลท์ และไอโอดีน มีอยู่ในปริมาณต่ำเช่นเดียวกัน (Verma and Jackson, 1984) ฟางข้าวยังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตประเภทเยื่อใยค่อนข้างสูง คือ มี acid detergent fiber (ADF) 49.2 เปอร์เซ็นต์ และมี acid detergent lignin (ADL) 3.9 เปอร์เซ็นต์ (เมธา และคณะ, 2525) คล้ายกับที่ Sitorus และคณะ (1986) รายงานคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวของประเทศอินโดนีเซีย มี ADF 52.8 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 30.3 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 6.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยในพืชอาหารสัตว์โดยวิธีใช้สารฟอก (detergent analysis) ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970) พบว่า ส่วนที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent) คือ ผนังเซลทั้งหมด หรือ neutral detergent fiber, NDF (เมธา, 2529) เยื่อใยส่วนที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

(acid detergent) คือ เฮไมเซลลูโลส (ดังนั้นเฮไมเซลลูโลสมีค่าเท่ากับ NDF-ADF) ส่วนที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ได้แก่ เซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างของสาร 2 ชนิดนี้ได้โดยการหา acid detergent lignin (ADL) ส่วนที่ละลายในขบวนการหา ADL คือ เซลลูโลส ดังนั้นเซลลูโลสมีค่าเท่ากับ ADF-ADL (Jung and Vogel, 1986)

2.6.3 ปริมาณการกินฟางได้และการย่อยได้

อาหารไม่ว่าจะเป็นหญ้าสด หญ้าแห้ง ฟาง หรืออาหารเสริม เมื่อถูกกระบือกินเข้าไปจะตกถึงกระเพาะรูเมน และจะถูกย่อยสลายโดยน้ำย่อยจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย (Wanapat, 1986b) การหมักอาหารจะเป็นการผลิตความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 6-7 และอุณหภูมิอยู่ที่ 39 องศาเซลเซียส และค่อนข้างจะคงที่ (เมธา, 2529) การกินอาหารของกระบือส่วนหนึ่งจะถูกควบคุมโดยกลไกของ thermostatic, chemostatic และ lipostatic ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวสัตว์เอง (Church, 1974) แต่ก็ยังมีปัจจัยอื่นๆที่สำคัญเข้ามามีส่วนในการกินอาหารด้วย เช่น ลักษณะทางกายภาพของอาหาร อาหารหยาบ โดยเฉพาะฟางข้าวจะมีลักษณะฟ่าม ความถ่วงจำเพาะต่ำ กินเนื้อที่มากในระบบทางเดินอาหาร Jackson (1977) กล่าวว่า การกินอาหารได้อย่างอิสระ (voluntary intake) จากผลพลอยได้เยื่อใยจากอาณาจักรพืชของสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยมากจะต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว สาเหตุของการกินได้ต่ำนั้น Van Soest (1981) กล่าวว่า เกิดจากส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของอาหาร ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกินได้ ดังสรุปในตารางที่ 13

ในกรณีอาหารมีชิ้นส่วนขนาดใหญ่ การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นช้า ทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหาร (rate of passage) ช้า และไปมีผลจำกัดปริมาณการกิน เพราะการที่อาหารจะผ่าน recticulo-omasal orifice ได้ ขนาดชิ้นส่วนของอาหารจะต้องมีขนาดเล็ก การยืดตัว (distention) ของกระเพาะอาหารจะไปจำกัดปริมาณการกินอาหาร Ranjhan และ Pathak (1979) อ้างโดย Castillo (1981) รายงานความต้องการอาหารของกระบือเพศผู้ที่กำลังเจริญเติบโต น้ำหนักประมาณ 250 กิโลกรัม จะต้องการอาหารคิดเป็นวัตถุแห้ง 6 กิโลกรัม/วัน ซึ่งเท่ากับ 2.4

ตารางที่ 13. แสดงส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของอาหารหยาบที่มีผลต่อการกินและการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปัจจัย	มีผลต่อ
ส่วนประกอบทางเคมี	
ซิลิก้า	ลดการย่อยได้ ความเอร็ดอร่อย
แทนนินและลิกนิน	ลดการย่อยได้ของไนโตรเจน
ลักษณะทางกายภาพ	
ความถ่วงจำเพาะ	ลดปริมาณการกิน
ชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่	ลดปริมาณการกิน ลดอัตราการไหลผ่านของอาหาร
ขนาดโมเลกุลของเซลลูโลส	จำกัดการย่อยได้

ที่มา : Van Soest (1981)

เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว Chaidet, Pongpairoj and Khongphram (1982) กล่าวว่า การกินพืชอาหารสัตว์แห้งของกระบือจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารนั้น เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวตั้งแต่ 2.5, 2.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับหญ้าแห้งคุณภาพดี คุณภาพปานกลาง และคุณภาพเลว ตามลำดับ Wanapat และคณะ (1982) ทำการทดลองในโคพื้นเมืองและกระบือ พบว่าปริมาณการกินฟางข้าวเท่ากับ 2.92 และ 2.12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวตามลำดับ ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกับ วรพงษ์ และคณะ (2517) ที่ทดลองในกระบือกินฟางข้าวอย่างเดียวคิดเป็น 2.11 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่ สารกิจ และคณะ (2514) รายงานว่า กระบือที่ได้รับฟางข้าวอย่างเดียวจะกินได้ 1.34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของฟางข้าว เช่น การสับ การบดให้มีขนาดเล็กลงมากๆ จะไปลดการย่อยได้ เพราะการทำให้ฟางมีขนาดเล็กลงนั้น อัตราการไหลผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหารเร็วขึ้น ช่วงเวลาที่ฟางจะถูกจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักทำให้เกิดการหมักบูดในกระเพาะหมัก (rumen) จะสั้นลง (Russell and Hespell, 1981; Van Soest, 1981) การเสริมอาหารข้นในระดับสูงให้กับฟางข้าวจะมีผลคล้ายกับการบดฟางหรือสับฟางให้เป็นชิ้นเล็กๆ อัตราการไหลผ่านของอาหารจะเกิดขึ้นเร็วและ pH ต่ำ ซึ่งในสภาพเช่นนี้ทำให้จุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายเซลลูโลสลดจำนวนลง (Van Soest, 1981) ทำให้อัตราการหมักในกระเพาะหมักของอาหารหยาบคุณภาพต่ำจะช้า เพราะความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่จะไปย่อยเซลลูโลสต่ำกว่า (Von Engelthardt, 1981) สัมประสิทธิ์การย่อยได้จะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า อาหารหยาบนั้นมีคุณค่าทางโภชนะเป็นอย่างไร มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องต่อการย่อยได้ของฟางข้าว แต่ที่สำคัญคือ ฟางข้าวมีส่วนประกอบของลิกนินจับรวมตัวอยู่กับเยื่อใยเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลส ทำให้การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ถูกขัดขวาง (Hartley, 1981) เพราะจุลินทรีย์ไม่สามารถผ่านผนังเซลที่มีลิกนินได้สะดวก และเอนไซม์พวก cellulolytic ไม่สามารถแทรกผ่านได้ ดังนั้นจึงถือว่าลิกนินเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดความเป็นประโยชน์ของฟาง (Van Soest, 1981) แม้ว่าฟางข้าวจะถูกย่อยได้เพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารหยาบคุณภาพดี แต่ก็มีแนวโน้มว่าศักยภาพของการย่อยได้จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากมีการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารให้ดีด้วยวิธีที่เหมาะสม (Jackson, 1977)

การเสริมด้วยสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จะทำให้การย่อยได้ของโภชนะดีขึ้น (Schnieder and Flatt, 1975) โดยเฉพาะสัดส่วนของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) ต่อสารประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรทที่เหมาะสม จะทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักผลิต microbial transaminase เพิ่มขึ้น (Bhatia และคณะ, 1981) กำมะถันก็มีความจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอาหารที่มียูเรียเป็นองค์ประกอบ เพราะจุลินทรีย์จะนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ Ahuja และ Arora (1982) ได้กล่าวว่า ซัลเฟอร์จากอินทรีย์วัตถุจะถูกใช้โดยจุลินทรีย์ได้ดีในโคและกระบือ Walli และ Mudgal (1981) รายงานว่า การย่อยได้ของโปรตีน (CP) เซลลูโลส หรือ acid detergent fiber จะดีที่สุดเมื่อมีอัตราส่วนของไนโตรเจนต่อซัลเฟอร์ (N:S) = 10:1 เมื่อเปรียบเทียบการย่อยได้ระหว่างโคและกระบือ Wanapat และคณะ (1983) รายงานว่า กระบือมีความสามารถในการย่อยวัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีน และเยื่อใย (ADF) ได้ดีกว่าโค ในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นฟางจัดได้ว่าเป็นอาหารที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรท โครงสร้างซึ่งสลายตัวแล้วจะเป็นแหล่งของพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและตัวสัตว์เอง ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ทั้งหมดถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ (Voluntile fatty acid, VFA) ในกระเพาะรูเมน เช่น กรดอะซิติค (Acetic) กรดโพรปิออนิค (Propineonic) กรดบิวทีริค (Butyric) และกรดวาลาริค (Valeric) พลังงานที่อยู่ในรูปต่างๆจะได้มาจาก VFA คือ 3-42% ของพลังงานที่ย่อยได้ (DE), 70% ของพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพ (energy for maintenance), 70-80% ของพลังงานรวม (GE) (เมธา, 2529) ส่วนโปรตีนที่กินเข้าไปจะถูกย่อยสลายด้วยน้ำย่อยจากจุลินทรีย์ในรูเมนได้เป็น VFA และแอมโมเนีย (Kang-Maznarich and Broderick, 1981) ดังนั้นการที่ฟางได้ถูกจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ซึ่งทำให้การกินได้และการย่อยได้ต่ำ จึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพฟางให้ดีขึ้น เพื่อให้สัตว์ได้ใช้ประโยชน์จากฟางให้ได้มากยิ่งขึ้น

2.7 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว

ฟางข้าวจัดได้ว่าเป็นอาหารหยาบหลักที่ใช้เลี้ยงโค-กระบือในฤดูแล้งที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ด้วยเหตุที่ฟางข้าวมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างต่ำ เมื่อสัตว์ได้รับฟางข้าวเป็น

อาหารหลักเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถรักษาน้ำหนักตัวไว้ได้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้ฟางข้าวใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น เมธา (2528) แนะนำว่า อาจจะเสริมด้วยอาหารข้น แต่วิธีนี้ต้นทุนค่อนข้างสูงอาจไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนาที่จะนำไปใช้ Devendra (1985) ได้แนะนำว่า อาจช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนะของอาหารหยาบต่างๆและฟางด้วยพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่นๆที่มีลักษณะและคุณสมบัติหาได้ง่ายในไร่นา มีปริมาณมากพอเพียงกับการใช้ สัตว์ชอบกิน และเป็นแหล่งของโปรตีนในช่วงที่ขาดแคลน เช่นเดียวกับ จรัญ (2526) และ Manidool (1985) ได้แนะนำไว้ คือ ใบกระถิน ใบแคฝรั่ง ใบปอ ใบหรือฝักจามจุรี ใบขนุน และเศษเหลือจากพืชตระกูลถั่วอื่นๆ ตลอดจนใบมันสำปะหลัง (Wanapat, Praserdsuk and Chanthai, 1982) ใบผักตบชวา (Wanapat, Sriwattanasombat and Chanthai, 1984) ซึ่งวิธีการเสริมโดยใช้ใบพืชนี้ช่วยเพิ่มการกินได้และการย่อยได้ของอาหาร (จินตนา และคณะ, 2527; บุญเสริม และบุญล้อม, 2528; วีระศักดิ์ และ เมธา, 2526) การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวโดยทั่วๆไปมี 4 วิธี คือ (เมธา, 2527ก, 2529; Ibrahim, 1983; Jackson, 1977; Wanapat, 1986)

2.7.1 การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ (Physical or Mechanical treatment)

เป็นกรรมวิธีง่ายที่ทำให้ลักษณะรูปร่างของฟางเปลี่ยนไป เช่น การสับ การแช่ (soaking) ในการทำให้ฟางมีขนาดเล็กลงโดยการสับทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น สัตว์จะกินได้เพิ่มขึ้น Van Soest (1981) กล่าวว่า การสับหรือบดฟางให้มีขนาดเล็กลงจะมีผลทำให้การย่อยได้ลดลง เพราะอัตราการไหลผ่านของอาหาร (rate of passage) เร็วขึ้น ได้มีการทดลองกับกระบือโดย Castillo และคณะ (1982) รายงานว่า ผลการสับและแช่ฟางข้าวในน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นและฟางอ่อนนุ่มขึ้น ทำให้กระบือกินฟางได้มากกว่า นอกจากนี้ได้มีการศึกษาวิธีการอบด้วยความดันหรือไอน้ำโดย Hart และคณะ (1975) การอัดเม็ดและการใช้รังสีแกมม่า (gamma irradiation) ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่มุ่งยากสลับซับซ้อน ไม่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย การปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบโดยวิธีเหล่านี้ต้องลงทุนสูงและใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆมาก ตลอดจนผู้ปฏิบัติจะต้องมีความชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ

2.7.2 การปรับปรุงด้วยสารเคมี (Chemical treatment)

เป็นกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีที่มีผลทำให้ฟางเปลี่ยนแปลงไป การใช้สารเคมีในการปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 เป็นต้นมา จุดประสงค์คือ เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของอาหารหยาบ สาเหตุที่การใช้สารเคมีเข้ามามีบทบาทมากนั้น เป็นเพราะว่าวิธีการปฏิบัติไม่มีข้อยุ่งยาก ได้ผลเป็นที่พอใจ แต่อาจจะใช้เวลาบ้างขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ใช้ สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้กันมาก คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ยูเรีย แอมโมเนีย ส่วนพวกแคลเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคลอไรด์ ก๊าซคลอรีน และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีรายงานการใช้น้อยมาก อาจจะเป็นเพราะมีราคาสูงและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ถ้าหากใช้ความเข้มข้นสูง สารเคมีเหล่านี้จะไปมีผลทำให้ลิกนินสามารถละลายได้สูงขึ้น (Ibrahim, 1983) โดยไปลดแรงดึงระหว่างจุดเชื่อมของลิกนินหรือ phenolic group กับส่วนประกอบของผนังเซลส่วนอื่น โดยเฉพาะเฮไมเซลลูโลส เนื่องจากในสภาพที่เป็นกรดหรือด่างสูง (pH ต่ำกว่า 4 หรือสูงกว่า 8) จะทำให้ลิกนินแยกตัวออกจากเฮไมเซลลูโลส และทำให้ความสามารถละลายได้สูงขึ้น Fiest และคณะ (1970) รายงานว่า สารพวก alkali จะทำให้ bond ของเซลลูโลสคลายตัวออก ทำให้เอนไซม์จากจุลินทรีย์สามารถแทรกเข้าไปย่อยสลายเซลลูโลสได้มากขึ้น การใช้สารเคมีที่เป็นด่างมาใช้ในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของฟาง ผู้ที่เริ่มวิธีการเอาฟางแช่ (soaking) ในสารละลายด่างคนแรกคือ Beckmann โดยมีวิธีการดังนี้คือ เอาฟางแช่ในสารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 18-20 ชั่วโมง หลังจากนั้นระบายสารละลายด่างออกล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อชะล้างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ตกค้างออกไป การล้างต้องใช้น้ำมากประมาณ 40-50 เท่าของน้ำหนักฟาง ต่อมาวิธีดังกล่าวได้ถูกดัดแปลงโดย Torgrimsby (1971) อ้างโดย Jackson (1978) โดยสร้างถังขึ้นมา 3 ถัง ถังแรกจะบรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนถังที่สองและสามเป็นถังบรรจุน้ำสะอาดสำหรับล้างฟางหลังจากที่แช่ในถังแรกแล้ว ด้วยวิธีการนี้ทำให้ประหยัดการใช้น้ำ สารเคมี และป้องกันการเกิดมลพิษเนื่องจากการระบายน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลองด้วย ผลของการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของฟาง Fingerling (1923) อ้างโดย Hall (1983) รายงานว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในสารละลาย 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยวิธีการแช่ฟาง ทำให้การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นจาก 45.7 เป็น 71.2 เปอร์เซ็นต์

วิธีการฉีดพ่น (spray) โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นวิธีการที่จะลดปัญหาเรื่องมลพิษจากการระบายน้ำลงแม่น้ำลำคลอง และเป็นวิธีที่ประหยัดในการใช้น้ำ เพราะหลังจากพ่นแล้วจะไม่มีการล้างสารเคมีออก ข้อดีของการใช้วิธีพ่นคือ ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์สิ่งแห้งสูง ลดการสูญเสียสิ่งแห้ง แร่ธาตุต่างๆที่อาจจะละลายไปกับน้ำ ข้อเสียอาจจะทำให้เกิดมลพิษแก่บริเวณที่ฉีดพ่น เนื่องจากผลตกค้างของสารเคมี และการฉีดพ่นต้องใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ โดยเฉพาะโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นอันตรายต่อผิวหนังและร่างกายทั่วๆไป Jackson (1977) กล่าวว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางข้าว ละลายและใช้วิธีการฉีดพ่นใส่ฟาง ทำให้การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น 30 หน่วยเปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้นั้นจะมีผลต่อคุณภาพของฟางโดยตรง เช่นเดียวกับรายงานของ Wilson and Pigden (1964) ที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับต่างๆฉีดพ่นฟางข้าวสาลี และทดสอบการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พบว่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงสุดเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟาง ซึ่งสาเหตุของการย่อยได้ต่ำนั้น เป็นเพราะว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์สูง อัตราการไหลผ่านของอาหารจะเร็วขึ้น Berger และคณะ (1980) ได้แสดงให้เห็นว่า อัตราการไหลผ่านของอาหารมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงกับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ตั้งแต่ 0 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟาง เมื่อดูการยอมรับของสัตว์ต่อฟางที่ฉีดพ่นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ Kristensen (1982) อ้างโดย Hall (1983) ว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟาง โดยการฉีดพ่นทำให้แกะกินฟางได้ 1.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว นอกจากนี้การทดลองของ Choung and McManus (1976); Koers และคณะ (1970); Oji และคณะ (1977) ได้สรุปตรงกันว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ฉีดพ่นให้กับอาหารหยาบคุณภาพต่ำเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องสำหรับการดำรงชีพ เป็นสิ่งที่คุ้มค่ากับการลงทุน

การใช้ยูเรีย แอมโมเนีย และแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของฟางมีข้อดีคือ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสารเคมีตกค้างที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์และมนุษย์ และยังทำให้สามารถเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับฟางที่นำมาหมัก การใช้ยูเรียซึ่งก็จะสลายตัว (degrade) ให้แอมโมเนียเหมาะกับประเทศที่ยังขาดความพร้อมเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เพราะทำได้สะดวกกว่าการใช้แอมโมเนียหรือแอมโมเนียมไฮ

ครอกไซด์ ความเข้มข้นของแอมโมเนียและยูเรียสามารถเปรียบเทียบกันได้ โดย Males and Gaskins (1982) กล่าวว่า ถ้าการหมักฟางด้วยยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟาง และการสลายตัวของยูเรียเป็นแอมโมเนียเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จะมีค่าเท่ากับการใช้แอมโมเนีย 3 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการหมักฟางด้วยยูเรีย แอมโมเนียหรือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย ดังรายงานของ Sundstol และคณะ (1978) รายงานว่า การหมักฟางด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ใช้เวลาในการหมักประมาณ 4 ถึง 6 สัปดาห์ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่า 30°C ระยะเวลาในการหมักจะลดลงเป็น 1 สัปดาห์ก็เพียงพอ Jayasuriya (1981) ได้ทำการทดลองหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 สัปดาห์ นำไปเลี้ยงกระบือโดยมีอาหารเสริมที่ได้มาจากเศษเหลือจากโรงงานใบชา 20 เปอร์เซ็นต์ของฟางหมัก (ผลพลอยได้จากใบชามีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดลองพบว่า การหมักฟางด้วยยูเรียและเสริมด้วยผลพลอยได้จากใบชา ทำให้การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น 30 หน่วยเปอร์เซ็นต์ และปริมาณการกินได้ของฟางเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของฟางหมักนั้นเปรียบเทียบได้กับพืชอาหารสัตว์คุณภาพปานกลาง

สมคิด และคณะ (2525) หมักฟางโดยใช้ยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ต่อฟางข้าว 100 กิโลกรัม โดยให้เหตุผลว่า ถ้าใช้ยูเรีย 60 กรัมจะได้แก๊สแอมโมเนียประมาณ 34 กรัม ดังนั้นถ้าต้องการแอมโมเนียประมาณ 3-3.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟาง เพื่อให้ปรุงแต่งได้ผลดีที่สุด ต้องใช้ยูเรีย 5.3-6.18 กรัมต่อฟาง 100 กรัม ส่วนปริมาณน้ำที่เติมลงไปควรเป็นปริมาณสูงสุดที่ฟางสามารถรับไว้ได้ คือ เท่าๆกับน้ำหนักของฟาง และผสมกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มความน่ากิน โดยใช้เวลาหมักอย่างน้อย 3 สัปดาห์ จะได้ฟางปรุงแต่งที่มีโปรตีน 4.99 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของสารอินทรีย์ 53 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าฟางธรรมดาที่มีโปรตีน 2.76 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของสารอินทรีย์ 50.5 เปอร์เซ็นต์ เมธา และคณะ (2525) ใช้ฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ และเกลือ 0.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้คุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวดีขึ้น คือ ปริมาณโปรตีนของฟางหมักยูเรียเพิ่มขึ้นจาก 3.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ ADF และ ADL ของฟางข้าวและฟางข้าวหมักยูเรีย คือ 49.2, 56.1 และ 3.9, 3.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ วีระศักดิ์ และ เมธา (2526) เปรียบเทียบการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 3 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ADF เพิ่มขึ้นจาก 56.38 เปอร์เซ็นต์ในฟาง

ข้าวธรรมดา เป็น 59.52 และ 60.59 เปอร์เซ็นต์ในฟางหมักยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเช่นเดียวกันทำให้โปรตีนในฟางเพิ่มขึ้นเป็น 5.54 และ 6.83 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวัตถุแห้งและเถ้าลดลง เมธา (2527ข) พบว่า ปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มยูเรีย

2.7.3 การปรับปรุงด้วยวิธีทางชีววิทยา (Biological treatment)

เป็นกรรมวิธีในการใช้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายฟางก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่ใช้เชื้อรา (fungi) ในการเข้าย่อยสลายลิกนินซึ่งเป็นส่วนประกอบชนิดหนึ่งในผนังเซลของฟาง ซึ่งมีผลทำให้ได้ฟางที่มีลิกนินเป็นส่วนประกอบน้อยลง สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น ในบางครั้งอาจใช้น้ำย่อย (enzyme) สังเคราะห์ในการเข้าย่อยสลายเซลลูโลสและเฮไมเซลลูโลสในฟางข้าว ซึ่งจะทำให้การย่อยได้ของฟางข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง Leathewood และคณะ (1960); Ralston และคณะ (1962) ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำย่อยเซลลูโลสเติมลงไปในหญ้าแห้งคุณภาพต่ำ ก็พบว่าทำให้การย่อยได้ของหญ้าแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเอนไซม์ที่ใช้ แต่เมื่อดูผลในด้านการเจริญเติบโตของสัตว์ก็ไม่ทำให้การเพิ่มน้ำหนักดีขึ้น Vanselow (1981) ได้นำเอาฟางข้าวมาหมักร่วมกับมูลโคในระยะแรก และหลังจากนั้นก็จะนำไปหมักโดยเติมกรดอะซิติคให้ pH ของฟางเท่ากับ 4.0 นำไปหมักไว้โดยใช้เวลาต่างๆกัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีจะเกิดขึ้นในระยะหมัก โดยเฉพาะฟางที่มีการหมักร่วมกับมูลโคก่อน การทดสอบการย่อยได้โดยวิธี in vitro ดีกว่าฟางข้าว แต่เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ไม่ทำให้ปริมาณการกินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าลักษณะของฟางหมักดังกล่าวทำให้สัตว์ไม่ยอมรับ การเพาะเชื้อราลงบนฟางข้าว เช่น เชื้อราพวก white rot type ซึ่งเป็นเชื้อราอยู่ในกลุ่ม basidiomycetes ซึ่งเชื้อราพวกนี้สามารถย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และนำไปสร้างเป็นโปรตีนได้ (Ibrahim, 1983) แต่จากการศึกษาของ Vichulata และ Sanpote (1982) ได้ศึกษาผลของการเพาะเชื้อเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) ร่วมกับฟางข้าวในเวลา 12 วัน พบว่าไม่ทำให้ส่วนประกอบของโภชนะต่างๆเปลี่ยนแปลง

2.7.4 การเสริมฟางข้าวร่วมกับโภชนะอื่นๆ

การใช้ฟางข้าวเลี้ยงสัตว์จำเป็นจะต้องเสริมโภชนะที่ขาดให้กับสัตว์ จึงจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารเป็นไปได้อย่างเต็มที่ เป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่าการกินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะถูกจำกัดถ้าอาหารมีโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (Blaxter and Wilson, 1963) ในการเสริมโภชนะที่ยังขาดโดยให้ร่วมกับผลพลอยได้ทางการเกษตรที่เป็นอาหารเยื่อใยคุณภาพต่ำ เพื่อเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อจะไปทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักเพิ่มจำนวนมากขึ้น (Doyle, 1981) ซึ่งการขาดธาตุไนโตรเจนจะขัดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แบคทีเรียมีความสามารถใช้แอมโมเนีย กรดอะมิโน หรือสารประกอบเปปไทด์ต่างๆ เพื่อสร้างเป็นโปรตีนของตัวมัน ดังนั้นจึงได้มีผู้ศึกษาในการเสริมฟางข้าวที่เป็นอาหารเยื่อใยคุณภาพต่ำ รวมกับโภชนะอื่นๆ ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

2.7.4.1 การเสริมฟางข้าวด้วยยูเรีย ยูเรียและกากน้ำตาล จากการศึกษาของ วรพงษ์ และคณะ (2517) ได้ทำการทดลองในกระบือโดยใช้ฟางข้าวเสริมด้วยยูเรียและกากน้ำตาล พบว่าการเสริมฟางข้าวด้วยกากน้ำตาลโดยไม่มียูเรียไม่ก่อให้เกิดผลดี กลับทำให้กระบือกินฟางลดลง การเสริมกากน้ำตาลและยูเรียทำให้กระบือกินฟางเพิ่มขึ้นระดับยูเรียที่ใช้ 1 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้กระบือกินฟางเพิ่มขึ้น แต่อัตราการสูญเสียน้ำหนักของกระบือที่ได้รับสูตรอาหารที่มียูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่าการสูญเสียน้ำหนักจะต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับยูเรีย 3, 2, 1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่กินฟางโดยไม่มียูเรีย ซึ่งสอดคล้องกับ ณรงค์ และคณะ (2521) กล่าวว่า การเสริมฟางข้าวด้วยอาหารแร่ธาตุไวตามินที่มีส่วนผสมของยูเรีย 20 เปอร์เซ็นต์สำหรับโคและกระบือ มีแนวโน้มจะทำให้ปริมาณการกินฟางและลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการกินฟางข้าวอย่างเดียว เช่นเดียวกับการทดลองของ จินตนา และคณะ (2521) ทำการทดลองในโคและกระบือ โดยเปรียบเทียบระหว่างการกินฟางข้าวอย่างเดียว ฟางข้าวเสริมด้วยแร่ธาตุไวตามิน และฟางข้าวเสริมด้วยแร่ธาตุไวตามินที่มียูเรีย 12.0 เปอร์เซ็นต์ กากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริมแร่ธาตุไวตามินเมื่อไม่มีกากน้ำตาลไม่ทำให้โค-กระบือเพิ่มน้ำหนักได้ แต่การเสริมแร่ธาตุไวตามินที่มียูเรียและกากน้ำตาลด้วย ทำให้โค-กระบือสามารถเพิ่มน้ำหนักตัวได้เฉลี่ย 4.5 กรัม และ 17.1 กรัมตามลำดับ

2.7.4.2 การเสริมฟางข้าวด้วยอาหารข้น อาหารข้นนับว่ามีความจำเป็นมากสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องพวกให้ผลผลิตในรูปน้ำนม หรือให้ผลผลิตในรูปเนื้อคุณภาพดี ในการใช้อาหารข้นขุนสัตว์ แต่สำหรับการใช้เสริมฟางข้าวให้แก่สัตว์เพื่อเป็นการเสริมให้สัตว์ได้รับอาหารที่ครบถ้วนในช่วงฤดูขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ จากการทดลองของ Wanapat และคณะ (1982) โดยการเสริมด้วยมันสำปะหลังตากแห้งในอัตรา 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน กับโคพื้นเมืองที่กินฟางข้าวหรือฟางหมักยูเรีย พบว่าปริมาณฟางข้าวและฟางหมักยูเรียที่กินลดลง การย่อยได้ของวัตถุแห้งสูตรอาหารที่มีฟางข้าวเสริมด้วยมันสำปะหลังลดลงจาก 42.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 36.1 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียเสริมด้วยมันสำปะหลังลดลงจาก 51.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 47.7 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่โคกินฟางลดลงเป็นเพราะว่ามันสำปะหลังเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรทที่มีซูโครสสูง ทำให้การกินฟางลดลง ส่วนการย่อยได้ลดลงในสูตรอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังนั้น เป็นเพราะว่าความเป็นกรดเป็นด่างในมูลลดลงไม่เหมาะสำหรับจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยต่างๆ จินตนา และคณะ (2521) เสริมรำข้าวในอัตรา 1 กิโลกรัม/ตัว/วันสำหรับกระบือ ทำให้กระบือกินฟางลดลง แต่ก็สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวได้เฉลี่ยวันละ 26 กรัม การที่กระบือกินฟางลดลงเพราะว่าได้รับพลังงานจากอาหารข้นไปทดแทนพลังงานที่ได้จากฟางข้าว Saadullah และคณะ (1981) เสริมอาหารข้นซึ่งประกอบด้วย รำ 300 กรัม oilcake 200 กรัม และหญ้าสด 1 กิโลกรัม ให้โคที่กินฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย ฟางแช่สารละลายแคลเซียมออกไซด์ และฟางแช่สารละลายของแคลเซียมออกไซด์ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณการกินวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุในกลุ่มที่ได้รับฟางหมักยูเรีย จะสูงกว่าพวกที่กินฟางข้าว ฟางข้าวแช่ในสารละลายแคลเซียมออกไซด์ และฟางข้าวแช่ในสารละลายของแคลเซียมออกไซด์ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมด Castillo และคณะ (1982) เสริมฟางข้าวด้วยอาหารข้นที่มีกากมะพร้าว 55 เปอร์เซ็นต์ รำข้าว 18 เปอร์เซ็นต์ กากน้ำตาล 15 เปอร์เซ็นต์ ใบกระถินป่น 10 เปอร์เซ็นต์ กระดูกป่น 1.5 เปอร์เซ็นต์ และเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของกระบือทดลอง พบว่าปริมาณการกินอาหารทั้งหมดไม่เพิ่มขึ้นเมื่อคิดเฉพาะฟางอย่างเดียว ปริมาณฟางที่กินจะลดลงเมื่อเทียบกับกระบือที่ไม่ได้รับอาหารเสริมเลย แต่กระบือทุกตัวก็มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แสดงว่าถ้ากระบือได้รับฟางข้าวโดยไม่มีอาหารเสริมจะไม่สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวได้

2.7.4.3 การเสริมฟางข้าวด้วยแหล่งโปรตีนจากใบพืช มีใบพืชหลายชนิดที่สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนโดยใช้ร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ซึ่งจะทำให้อาหารเหล่านั้นมีโปรตีนสูงขึ้น สัตว์สามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ Suriyajantratong และคณะ (1973) ใช้ใบปอแก้วเสริมฟางข้าวเลี้ยงแกะ แต่ใช้ในระดับสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ก็ทำให้การย่อยได้ดีกว่าการกินฟางอย่างเดียว โดยการย่อยได้วัตถุแห้งเมื่อเสริมใบปอแก้วเท่ากับ 57.59 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 62.90 เปอร์เซ็นต์ สารกิจ และคณะ (2514) ได้ทดลองในกระบือ โดยให้กินฟางข้าวเสริมด้วยใบปอแก้วแห้ง ต้นกั่วพุ่มแห้ง ต้นกั่วสไตโล วันละ 2.5 กิโลกรัมต่อตัวในตอนเช้าตอนกลางวันกระบือจะถูกนำไปเลี้ยงในแปลงหญ้า ตอนเย็นและกลางคืนให้กินฟางเต็มที่ พบว่าการใช้ใบปอแก้วเป็นอาหารเสริม ทำให้กระบือเพิ่มน้ำหนักได้ดีกว่าการให้กินฟางอย่างเดียว หรือพวกที่กินเถากั่วพุ่มหรือกั่วสไตโลทั้งหมด นอกจากใบปอแก้วแล้ว ใบมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรก็มีรายงานโดย จินตนา และคณะ (2521) ทดลองเสริมฟางข้าวด้วยใบมันสำปะหลังให้กระบือกินอัตราวันละ 1 กิโลกรัมต่อตัว ทำให้กระบือเพิ่มน้ำหนักได้เฉลี่ยวันละ 7.4 กรัม เช่นเดียวกับการทดลองของ Wanapat และคณะ (1982) รายงานว่า การเสริมใบมันสำปะหลังเพียง 200 กรัม/ตัว/วัน (โปรตีน 26.11 เปอร์เซ็นต์) สำหรับกระบือที่กินฟางหมักยูเรียสามารถที่จะเพิ่มน้ำหนักการกินอาหารและการย่อยโปรตีนเพิ่มขึ้น อาหารที่กินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเมื่อกระบือกินฟางข้าว ฟางข้าวหมักยูเรีย และฟางข้าวหมักยูเรียเสริมด้วยใบมันสำปะหลังเท่ากับ 1.84, 2.47 และ 2.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเมื่อใช้ AIA (acid insoluble ash) เป็นตัวบ่งชี้ภายใน พบว่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียเสริมใบมันสำปะหลังย่อยได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรต่างๆ คือ 57.6, 64.6 และ 66.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้มีการใช้ใบผักตบชวาและใบกระถินป่นเสริม ดังการทดลองของ พนอม (2526) ได้ทดลองให้กระบือกินฟางหมักยูเรียอย่างเดียว ฟางหมักยูเรียเสริมใบกระถินป่น 250 กรัม/ตัว/วัน ฟางหมักยูเรียเสริมใบผักตบชวา 310 กรัม/ตัว/วัน และฟางหมักยูเรียเสริมด้วยส่วนผสมของใบกระถินป่นและใบผักตบชวาป่น ในสัดส่วน 125 และ 155 กรัม/ตัว/วัน พบว่าปริมาณการกินอาหารของกระบือที่ได้รับอาหารเสริมโปรตีนใบพืช เพิ่มขึ้นจากการกินฟางหมักยูเรียอย่างเดียว โดยเฉลี่ยแล้วกระบือจะกินอาหาร 5.6, 6.2, 6.2, 5.8 กิโล

กรัม/ตัว/วัน กระบือสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีขึ้นจากการใช้ใบกระถินป่น และ/หรือใบผักตบชวาป่นเสริมใบฟางหมักยูเรีย ซึ่งสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และ ADF (acid detergent fiber) พบว่ากระบือที่ได้รับอาหารเสริมโปรตีนจากใบพืชมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

2.8 การใช้ประโยชน์ของอาหารในสัตว์ใช้งาน

สัตว์ใช้งานเป็นสัตว์ที่เกษตรกรปล่อยเลี้ยงตามที่ต่างๆ ซึ่งอาหารส่วนใหญ่จะเป็นผลพลอยได้จากการเกษตรที่มีในฤดูเก็บเกี่ยวต่างๆ จึงทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ หรือการใช้งาน เป็นไปตามสภาพการเลี้ยงดูตามธรรมชาติ การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้องการโภชนะของสัตว์ใช้งาน โดยเฉพาะกระบือมีอยู่อย่างจำกัดมาก จากการศึกษาของ Ffoulkes, Bamualim and Panggabean (1986) ได้ทำการทดลองในกระบือเพศเมียที่ไม่ได้ตั้งท้อง โดยให้ลากของหนัก 80 กิโลกรัม เป็นเวลา 3 ชม./วัน พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้น 7 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้วัตถุแห้งเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระหว่างการทำงาน ซึ่งเปรียบเทียบกับระยะเวลาพักที่ไม่ได้ทำงาน ในการทดลองนี้ให้กระบือกินหญ้าสดและฟางข้าว (1:1) อย่างเต็มที่ แต่ต่อมาภายหลังซึ่งทดลองโดย Bamulim and Ffoulkes (1987) พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ตลอดจนน้ำหนักของกระบือที่ใช้งานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของ Wanapat and Wachirapakorn (1987) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ของกระบือที่ทำงานกับกระบือที่ไม่ได้ทำงานจะไม่แตกต่างกัน แต่การย่อยได้ของวัตถุแห้งจะลดลงบ้างเล็กน้อยในกระบือที่ทำงาน สำหรับในโคที่ใช้งาน Soller, Reed and Butterworth (1986) พบว่า ในโคทำงานมีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นในระยะแรกเท่านั้น หลังจากนั้นปริมาณการกินได้จะค่อยๆลดลง แสดงว่าโคพยายามที่จะกินอาหารให้ได้มากขึ้น เพื่อให้ได้พลังงานครบตามความต้องการในระยะใช้งาน แต่ไม่สามารถกินได้ตามความต้องการดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและความสมดุลย์ของไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างไปจากโคที่ไม่ได้ทำงาน เช่นเดียวกับรายงานของ Lawrence and Campbell (1985) ได้ทดลองกับโคใช้งาน พบว่าปริมาณการกินได้ของโคใช้งานลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้ใช้งานโดยให้กินอาหารคุณภาพเลว แต่ถ้าให้กินอาหารคุณภาพดี

ปริมาณการกินได้ของโคใช้งานเพิ่มขึ้น 1.8% ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ การย่อยได้และความสมดุลย์ของไนโตรเจนจะไม่มีผลจากการทำงาน ยกเว้นกรณีที่อาหารคุณภาพเลวการย่อยได้จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสรุปได้ว่าโคที่ใช้ทำงานจะไม่สามารถที่จะเพิ่มพลังงานตามที่ต้องการได้จากการกินให้เพิ่มขึ้น ในกรณีของอาหารที่มีคุณภาพเลวโคจึงต้องสูญเสียน้ำหนักตัว

Konanta และคณะ (1986) ได้เปรียบเทียบการทำงานของกระบือลูกผสมมูร่าห์กับกระบือปลักไทย พบว่ากระบือที่ได้รับอาหารไม่สมบูรณ์จะสูญเสียน้ำหนักตัว แต่พวกที่ได้รับอาหารเสริมน้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพการทำงานของกระบือพวกที่ได้รับอาหารเสริม จะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่ากระบือพวกที่ไม่ได้รับอาหารเสริม และความเร็วในการไถก็มีแนวโน้มสูงกว่าด้วย ซึ่งอัตราการไถของกระบือพื้นเมืองเฉลี่ย 48.6 เมตร/นาที แสดงให้เห็นว่าอาหารเสริมมีความจำเป็นในกระบือใช้งาน ในกรณีของพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอและมีคุณภาพต่ำ เช่นเดียวกับรายงานของ Wachirapakorn (1987) ได้ศึกษาในกระบือทำงานและไม่ทำงานที่ได้รับอาหารในระดับสูงและต่ำ พบว่าการเสริมอาหารข้นสามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ของฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้น 22 เปอร์เซ็นต์ กระบือที่ได้รับอาหารระดับสูงสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ ขณะที่กระบือพวกที่ได้รับอาหารระดับต่ำจะมีการสูญเสียน้ำหนักตัว ในขณะเดียวกันสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และโปรตีน ในกระบือที่ได้รับอาหารระดับสูง สูงกว่า ($P < 0.01$) ในกระบือที่ได้รับอาหารระดับต่ำ แต่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเซลลูโลส (neutral-detergent fiber, NDF) และของเซลลูโลสและลิกนิน (acid-detergent fiber, ADF) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ในด้านสมรรถภาพการทำงานพบว่า กระบือที่ได้รับอาหารระดับสูงก่อนการทำงานมีปริมาณพื้นที่ที่ไถได้และอัตราความเร็วในการไถสูงกว่า ($P < 0.05$) กระบือที่ได้รับอาหารระดับต่ำก่อนการทำงาน การใช้ประโยชน์ของอาหารในสัตว์ใช้งานมีผู้ทำการศึกษาทดลองและมีรายงานน้อยมาก ซึ่งผลที่ได้ยังไม่สามารถจะชี้เฉพาะลงไปได้ ถึงอย่างไรก็มีรายงานการวิจัยหลายรายงานที่สรุปไว้ว่า เกษตรกรควรจะต้องทำให้สัตว์มีสภาพร่างกายที่สมบูรณ์ก่อนที่จะเริ่มต้นนำไปใช้งาน (Goe, 1983; Smith, 1981; Wanapat, 1986bc; Lawrence and Cambpell, 1985; Soller, Reed and Butterworth, 1986)

2.9 ผลทางสรีรวิทยาที่ตอบสนองต่อการทำงานของกระบือ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของกระบือใช้งานจะผันแปรไปมาก ซึ่งขึ้นกับ อายุ สายพันธุ์ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ฯลฯ โดยทั่วไปกระบือเพศผู้อายุ 3-5 ปี จะมีอุณหภูมิร่างกายที่วัดทางทวารหนัก (rectal temperature) ระหว่าง 38.5-39.6°C อัตราการหายใจ (respiration rate) 14-28 ครั้ง/นาที และอัตราการเต้นของหัวใจหรือชีพจร (pulse rate) 30-60 ครั้ง/นาที (พีระศักดิ์ และ ประสิทธิ์, 2518) โดยทั่วไปผิวหนังของกระบือจะมีต่อมเหงื่อน้อยมาก คือ จะมีเพียง 1 ใน 6 เมื่อเปรียบเทียบกับต่อมเหงื่อที่ผิวหนังโค ดังนั้นกระบือจึงไม่สามารถขจัดความร้อนออกจากร่างกายโดยทางเหงื่อได้เหมือนโค ถ้ากระบือทำงานในกลางแจ้งที่มีแสงแดดร้อนจัด อุณหภูมิของร่างกาย ชีพจร อัตราการหายใจ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าโคเป็นอย่างมาก สาเหตุนี้จึงทำให้กระบือชอบที่จะนอนแช่น้ำเย็นหรือลงนอนแช่ปลัก และอาจจะไปหาที่หลบในที่ร่มเงา กระบือจะนอนแช่ปลักประมาณ 5 ชั่วโมง/วัน เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีความร้อนสูงและความชื้นต่ำ (National Research Council, 1981)

McFarlane (1968) รายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีระสภาพของกระบือเมื่ออยู่ในที่ที่มีอากาศร้อน โดยแสดงอาการหอบ น้ำลายเหนียวไหล อ้าปาก และลิ้นห้อย ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีระสภาพที่แสดงถึงการปรับตัวเพื่อให้ร่างกายทนอยู่ได้ในสภาวะที่ผิดปกติ โดยการระบายความร้อนออกจากร่างกายในทุกๆทางที่สามารถทำได้ Nagpaul และคณะ (1984) รายงานลักษณะทางพฤติกรรมของกระบือ ได้แก่ การหอบ (panting) การไหลของน้ำลายฟูมปาก (dribbling of saliva) อาการเหน็ดเหนื่อย (tiresomeness) และการหลบเข้าร่มเงา (shelter seeking) โดยให้กระบือทำงานลากเกวียนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงกลางแสงแดดในฤดูร้อน และให้ทำงานเช่นเดียวกันเป็นเวลา 3 ชั่วโมงในฤดูหนาว ถึงแม้ว่าลักษณะของพฤติกรรมของกระบือจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับโค แต่กระบือจะสามารถลดลักษณะของพฤติกรรมต่างๆลงได้อย่างรวดเร็วจนถึงระดับธรรมดาได้ เมื่อกระบือได้ลงนอนแช่ปลักหรือหลบเข้าอยู่ในที่ที่มีร่มเงา ซึ่งกระบือสามารถลดลงได้เร็วกว่าโค กระบือจะชอบลงนอนแช่ในปลักมากกว่าการหลบเข้าร่มเงาหรือการฉีดพ่นน้ำ (Barkie และคณะ, 1987; National Research Council, 1981; Cockrill, 1974; Chikamune and Shimizu, 1983) กระบือที่ตากแดดจะมีอุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และการเต้น

ของหัวใจ สูงกว่าในโค แสดงว่ากระบือมีความไวต่อแสงแดดและมีการปรับตัวต่ออากาศร้อนมากกว่าโค สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า กระบือมีสีผิวหนังที่เข้มดำกว่าโค และขนที่กระจายบางกว่า จึงเปิดโอกาสให้ความร้อนดูดซึมเข้าทางผิวหนังของกระบือมากกว่า จึงเกิดความเครียดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโค (Moran, 1973; Tilakaratne และคณะ, 1982; Chikamune and Shimizu, 1983) การให้กระบือนอนแช่ปลักเป็นวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่เป็นประจำในการเลี้ยงกระบือ หลังจากที่กระบือเสร็จจากการทำงานแล้วเกษตรกรจะปล่อยให้กระบือลงไปนอนแช่ปลัก ซึ่งเป็นปลักโคลนในท้องนา หรือในหลุมปลักที่มีน้ำขังตามธรรมชาติ เพื่อให้กระบือได้ระบายความร้อนออกจากร่างกาย (Wanapat and Wachirapakorn, 1987)

ผกาพรรณ และคณะ (2529) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของร่างกายกระบือที่ทำงานหมุนเครื่องฉุดน้ำกลางแจ้ง ภายในเวลา 1 ชั่วโมง พบว่ากระบือมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.94°C เช่นเดียวกับ National Research Council (1981) ได้รายงานไว้ว่า ในประเทศอียิปต์มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของร่างกายกระบือ พบว่า อุณหภูมิของร่างกายกระบือเพิ่มขึ้น 1.3°C เมื่อกระบือทำงานกลางแจ้งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chaiyabutr และคณะ (1983) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายของกระบือ โดยปล่อยให้กระบืออยู่กลางแดดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งแต่ 10.00 น. ถึง 14.00 น. ติดต่อกัน พบว่าอุณหภูมิร่างกายของกระบือจะเพิ่มขึ้นทุกช่วง 1 ชั่วโมง เป็น 0.23°C, 0.62°C, 1.23°C และ 1.45°C ตามลำดับ หรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 38.9°C เพิ่มขึ้นเป็น 40.4°C และพบว่าอัตราการหายใจก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบือเมื่ออยู่กลางแดด ไม่ว่าจะทำงานหรือไม่ทำงานก็ตามอุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้น แต่ขณะที่กระบือทำงานอุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าไม่ทำงาน Bakrie และคณะ (1987) รายงานว่า กระบือที่ใช้ทำงานในการลากเกวียนหนัก 530 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที โดยให้กระบือลากนาน 1 ชั่วโมง พบว่าอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและอุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น 1.5°C ซึ่งตรงกับรายงานของ Wanapat and Wachirapakorn (1987)

Wachirapakorn (1987) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในกระบือใช้งานที่ได้รับอาหารระดับต่างกัน โดยให้กระบือทำงานไถเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิของร่างกายกระบือเพิ่มขึ้นจาก 37.6°C เพิ่มเป็น 41.7°C ซึ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย

4.1°C ในเวลา 2 ชั่วโมง อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจาก 43.8 ครั้ง/นาที เพิ่มเป็น 77.4 ครั้ง/นาที ซึ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 33.6 ครั้ง/นาที ในเวลา 2 ชั่วโมง และทั้งอุณหภูมิของร่างกายและการเต้นของหัวใจจะลดลงสู่ระดับปกติภายใน 2 ชั่วโมงหลังจากพักในคอกและอาบน้ำ (showering) ให้กระบือ สำหรับพฤติกรรมการแสดงออก เช่น การหอบ (panting) การไหลของน้ำลายฟูมปาก (dribbling of saliva) ความเหน็ดเหนื่อย (tiresomeness) และการหาที่พักในร่ม (shelter seeking) ในขณะทำงาน จะเห็นได้ชัดในชั่วโมงที่สองของการทำงาน ความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อนเป็นสาเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการ เช่น อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจหรือการเต้นของชีพจร อุณหภูมิของร่างกาย ตลอดจนการควบคุมความสมดุลย์ของของเหลวในร่างกาย (Findlay, 1968; Collins and Weiner, 1968)

จากการตรวจเอกสารจะเห็นได้ว่า การศึกษาในด้านสัตว์ใช้งานยังมีการศึกษาและรายงานน้อยมาก โดยเฉพาะกระบือปลัก ซึ่งเป็นกระบือไทยที่เกษตรกรใช้งานมาเป็นระยะเวลานานมาแล้ว การศึกษาภายในประเทศไทยทั้งทางด้านแรงงาน อาหารที่เหมาะสมสำหรับกระบือที่ใช้แรงงาน และสรีรวิทยาของกระบืองาน มีข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาน้อย สิ่งเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศยังต้องใช้แรงงานจากกระบือในการผลิตผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นพืชหลักของประเทศ ดังนั้นในการศึกษาทดลองครั้งนี้เพื่อต้องการทราบข้อมูลบางประการในกระบือใช้งาน ตั้งแต่ปริมาณและชนิดของอาหารที่เหมาะสม ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ประสิทธิภาพการทำงาน และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกระบืองาน เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานกระบือให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมไปถึงเป้าหมายของการปรับปรุงอาหารเพื่อกระบืองาน และการปรับปรุงการผลิตกระบือในประเทศต่อไป