

เมตาบอลิซึมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ประกาย จิตรกร

คณะสัตวแพทยศาสตร์

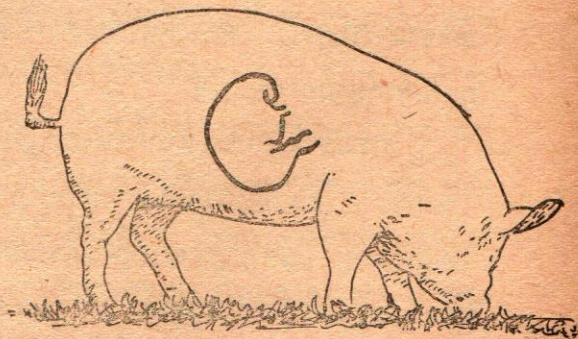
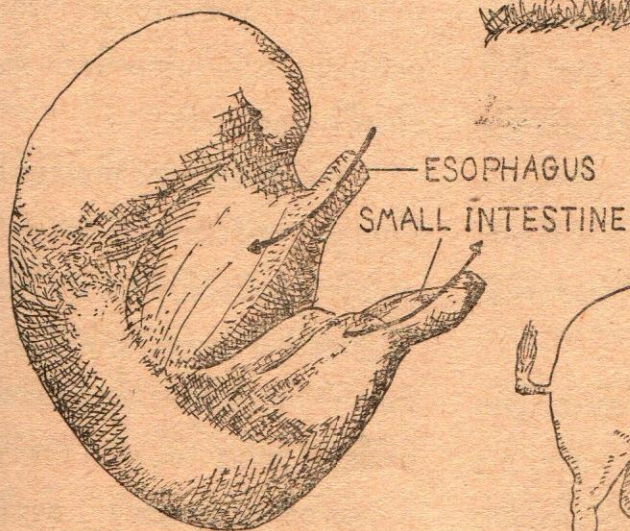
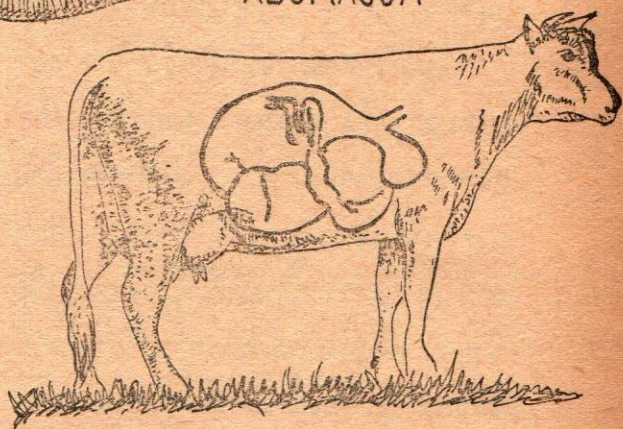
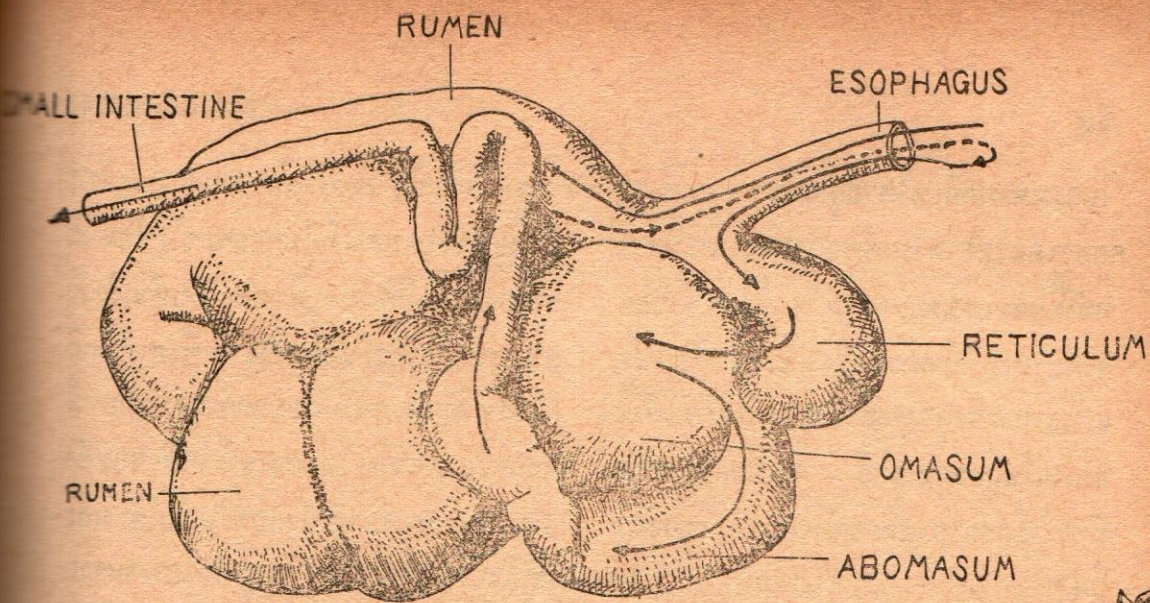
(เรียบเรียงจากต้นฉบับภาษาอังกฤษชื่อ "The Metabolism of Ruminants" by Terence A. Rogers in Scientific American, February, 1958)

ผู้มีใจ อารี คอสัตว์ หาดาย ท่าน ต่างถกเถียงกันว่า ม้าหรือสุนัขจะเป็นเพื่อนที่ดีที่สุดของมนุษย์มากกว่ากัน แต่ในแง่ของชีววิทยาไม่มีข้อสงสัยกันว่าสัตว์ทั้งสองชนิดนี้จะเป็นเพื่อนที่ดีที่สุด สัตว์ที่มีค่าสูงที่สุดสำหรับมนุษย์ควรจะเป็นวัวมากกว่า เพราะว่าวัวมีอากัปกริยาที่ดึงดูดความสนใจ มีความสุภาพและฉลาดเกินกว่าที่คนเราจะนึกถึง นอกจากนี้มันยังเป็นผู้จัดหาโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมาให้แก่มนุษย์ด้วย มันหาโปรตีนมาให้โดยที่ไม่ต้องแย่งอาหารกับเรา เพราะอาหารส่วนใหญ่ของวัว เป็นพืชที่มนุษย์ไม่กินเช่นหญ้า เราอาจจะเลี้ยงวัวได้ในทุ่งหญ้าที่ไม่เหมาะจะปลูกพืชอย่างอื่น ซึ่งตรงกันข้ามกับมนุษย์ คือ พลังงานได้มาจากธัญญาพืชผลไม้และรากของพืชเท่านั้น วัวสามารถสกัดพลังงานมาได้จากเซตดูโลด ซึ่งเป็นส่วนประกอบใหญ่ของพืช

จุดมุ่งหมายที่จะกล่าวต่อไปคือ การสร้างพลังงาน จากพืช ที่มีค่าน้อยมาเป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์ ดังที่ทราบกันแล้วว่าวัวเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง หมายความว่ามันเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง มันสามารถจะบรรจุหญ้าเข้า

ไปในกระเพาะได้อย่างรวดเร็ว แล้วใช้เวลาที่เหลือของวันอยู่อย่างสงบเงียบ เพื่อบดเคี้ยวอาหารให้ละเอียดต่อไป การที่มันต้องทำเช่นนั้น เพื่อให้รอดพ้นภัยจากศัตรู มันปฏิบัติเช่นนั้นมาตั้งแต่สมัยยังเป็นสัตว์ป่าอยู่ กัดไถที่หาให้วัว (และสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่น ๆ เช่น แพะ, แกะ, อูฐ และ กวาง) สามารถสกัดเอาพลังงานออกมาได้ เป็นพิเศษ ประกอบ ด้วยกระเพาะ และกลุ่มของจุลินทรีย์ ซึ่งช่วยทำให้วัวอยู่ได้อย่างเป็นสุข โดยการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน

วัวมีสี่กระเพาะ สี่ช่องกระเพาะแรกคือกระเพาะหมักหรือฝางรว และกระเพาะที่สองคือกระเพาะคอกจอก กระเพาะที่กล่าวถึงนี้ทำหน้าที่เป็นถังหมัก ในวัวตัวใหญ่ ๆ กระเพาะที่ใช้สำหรับหมักหญ้ามีความจุประมาณ ๑๗๐ - ๒๒๕ ลิตร ในกระเพาะนี้เป็นที่พักอาหารที่วัวมันเคี้ยวกลืนเข้าไป มีจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมากในกระเพาะนี้ มันจะช่วยย่อยอาหาร ที่ไม่ สามารถ จะย่อย ได้ โดย น้ำย่อยธรรมชาติให้เป็นสารเคมีที่ม่อนูเด็ก ๆ ผนังของกระเพาะหมักจะทำให้ วัวตุลครึ่งแข็งครึ่งเหลว



COW AND PIG STOMACHS are compared. The cow has four stomachs: the first two (reticulum and rumen) together act as a fermenting vat; excess water is removed in the third stomach (the omasum); conventional digestion takes place in the fourth stomach (the abomasum). A nonruminant such as the pig has only one stomach, the function of which corresponds to that of the abomasum.

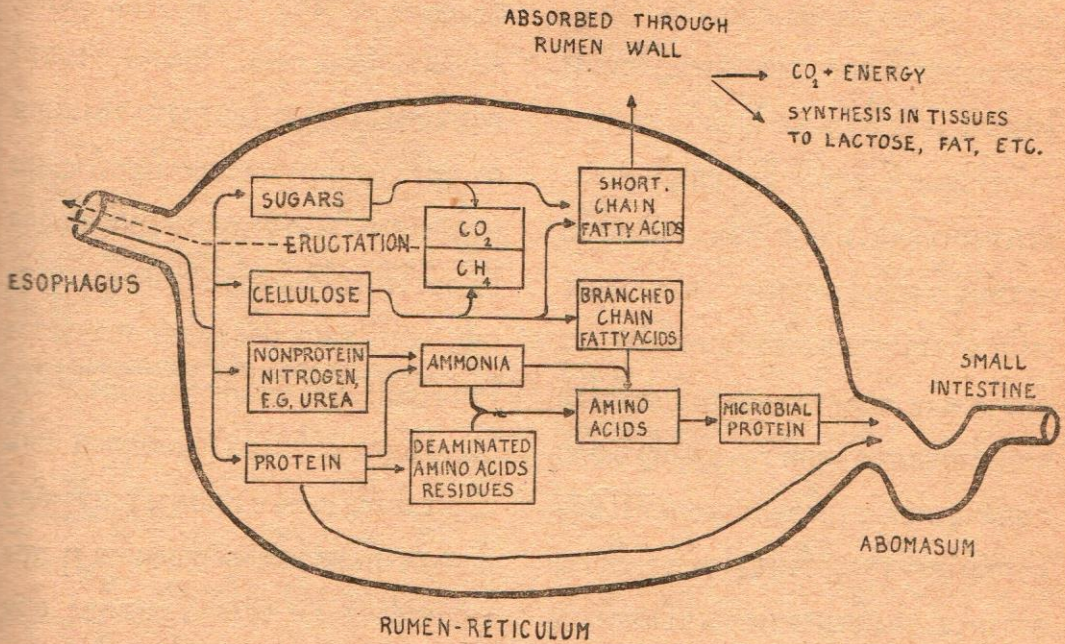
ในกระเพาะเกิดขึ้นให้อยู่เต็มอ ^{แล้วจึง}
 ค่อย ๆ ดันให้อาหารเคลื่อน ^{ไปสู่} กระเพาะที่ตาม
 หน้าที่ของ กระเพาะ ที่ตาม คือ คนเขา ^{นำออก}
 จากอาหาร ^{ที่} มีสภาพ ^{ที่} แข็ง ^{ที่} ครึ่ง ^{ที่} เหลว ^{ที่} น่น
 แล้วอาหารซึ่งถูกดูดเอา ^{นำออก} ไปบ้าง ^{แล้ว}
 จะผ่าน ^{ไปสู่} กระเพาะที่ดี ^{ซึ่ง} เป็นกระเพาะที่
 ทำหน้าที่ย่อยอย่างเดียวกับ กระเพาะของสัตว์
 อื่น ๆ

มีผู้เชี่ยวชาญมาจนถึงเมื่อเร็ว ๆ นี้ว่า หน้าที่
 ของ จุลินทรีย์ ใน กระเพาะ หมัก มีเพียง เพื่อ
 สลายเซลล์โตดังเท่านั้น แต่จากการวิจัย
 แสดงให้เห็นว่า จุลินทรีย์ ใน กระเพาะ หมัก
 สามารถ ดึง ^{เอ} คราว ^{ที่} สัตว์ ^{ที่} ใช้อาหาร ^{ได้}
 ด้วย ตัวอย่างคือมันดึง ^{เอ} คราว ^{ที่} วิตามิน บี
 ชนิดต่าง ๆ ดังนั้น ^{จึง} ไม่ต้องการ ^{เอ} วิตามิน
 เหล่านี้ในอาหาร เช่นที่มนุษย์ต้องการ ^{ที่}
 สำคัญยิ่งไปกว่านั้น คือ แบคทีเรีย ^{และ} โปร
 โทซัวในกระเพาะหมัก สามารถสร้างกรด
 อะมิโน ^{และ} โปรตีนจากสารเคมี ^{ที่} ไม่ซับซ้อน
 นักเขา ^{มา} ให้ ^{แก่} ^{สัตว์} ^{ที่} ให้อาหาร ^{ที่}
 กินไม่จำเป็นต้องมีกรดอะมิโน

ธรรมชาติได้มอบ ^{ให้} ^{กับ} ^{สัตว์} ^{ที่} สำคัญ ^{ยิ่ง}
 ให้ ^{แก่} ^{สัตว์} ^{ที่} โดย ^{ให้} ^{เป็น} ^{ผู้} ^{ที่} ผลิต ^{อาหาร}
 ให้ ^{แก่} ^{มนุษย์} มันสามารถจะ ^{เปลี่ยน} ^{พืช} ^{ที่} ^{มี} ^{ค่า}
 น้อย ^{มี} ^{โปรตีน} ^{ที่} ^{มี} ^{คุณภาพ} ^{ต่ำ} ^{และ} ^{ที่} ^{มี} ^{มนุษย์}
 ไม่สามารถจะย่อยได้ให้กลายเป็นเนื้อ ^{และ} ^{นม}
 แต่เป็นสิ่งที่แน่นอนว่าถ้าใน ^{อาหาร} ^{ของ} ^{สัตว์} ^{ที่}
 โปรตีนสูง ^{สัตว์} ^{ที่} จะ ^{ให้} ^{นม} ^{ที่} ^{มี} ^{ไขมัน}
 โปรตีนสูง ^{สัตว์} ^{ที่} จะ ^{ให้} ^{นม} ^{ที่} ^{มี} ^{ไขมัน}

โยชน์อันสำคัญ ของ ^{สัตว์} ^{ที่} คือ สามารถ ^{ทำ} ^{โปร}
 คิน ^{จาก} ^{สาร} ^{เคมี} ^{ที่} ^{ไม่} ^{ค่อย} ^{จะ} ^{จับ} ^{ซ้อน} ^{ได้}
 จากการวิจัยเมื่อเร็ว ๆ นี้ แสดงให้เห็นว่า ^{สัตว์}
 สามารถผลิตโปรตีนได้จากยูเรีย ซึ่งตามปกติ
 เป็นสารที่ร่างกายขับถ่ายออกจากร่างกาย มี
 จุลินทรีย์ บาง ชนิด ใน กระเพาะ หมัก ^{ของ} ^{สัตว์}
 สามารถแยกยูเรียให้เป็นแอมโมเนียได้ ^{และ}
 มีจุลินทรีย์พวกอื่นคอยจับเอา ^{ใน} ^{โครเจน} ^{จาก}
 แอมโมเนียไปตั้ง ^{ที่} ^{โคร} ^{ที่} ^{ให้} ^{เป็น} ^{กรด} ^{อะมิโน}
 อีก ^{ที่} ^{หนึ่ง} ^{อาหาร} ^{สัตว์} ^{ที่} ^{มี} ^{ไขมัน} ^{ที่} ^{มี} ^{หลาย} ^{ชนิด}
 จึงประกอบด้วยยูเรียจำนวนเล็กน้อย ยูเรีย
 นั้น ^{คือ} ^{เป็น} ^{สาร} ^{ที่} ^{ให้} ^{โปรตีน} ^{ใน} ^{ราคา} ^{ที่} ^{ถูก} ^{ที่สุด}
 การได้ยูเรีย ^{ใน} ^{อาหาร} ^{สัตว์} ^{นั้น} ^{ต้อง} ^{ได้} ^{เพียง}
 เล็กน้อย ^{มี} ^{ชนิด} ^{หนึ่ง} ^{จะ} ^{ทำ} ^{ให้} ^{เกิด} ^{แอม} ^{โมเนีย}
 มากเกินไป ^{มี} ^{จุลินทรีย์} ^{บาง} ^{จำ} ^{พวก} ^{เปลี่ยน}
 แอมโมเนีย ให้เป็น ^{ใน} ^{ไตรด} ^{ซึ่ง} ^{เป็น} ^{พิษ} ^{ต่อ}
 จุลินทรีย์เอง ^{และ} ^{แก่} ^{สัตว์}

หน้าที่ส่วนหนึ่งของ จุลินทรีย์ ^{ที่} ^{คือ} ^{การ}
 ตั้ง ^{ที่} ^{โคร} ^{ที่} ^{ให้} ^{เป็น} ^{กรด} ^{อะมิโน}
 สลาย ^{วัตถุ} ^{ที่} ^{มี} ^{ความ} ^{ซับซ้อน} ^{มาก} ^{เพื่อ} ^{เอา} ^{ไป}
 ใช้ ^{เป็น} ^{พลังงาน} ^{การ} ^{หมัก} ^{อาหาร} ^{ใน} ^{กระเพาะ}
 หมัก ^{ทำ} ^{ให้} ^{คาโบ} ^{ไฮ} ^{เดรต} ^{ที่} ^{จับ} ^{ซ้อน} ^{สลาย} ^{ตัว}
 ลง ^{เป็น} ^{กรด} ^{ไขมัน} ^{ช่วง} ^{สั้น} ^ๆ ⁽ ^{กรด} ^{ไขมัน} ^{ที่} ^{มี}
 จำนวน ^{คาบ} ^{อน} ^{อะ} ^{ตอม} ^{น้อย} ⁾ ^{ส่วน} ^{ใหญ่} ^{คือ}
 กรด ^{น้ำ} ^{ส้ม} ⁽ ^{Acetic} ^{acid} ⁾ ^{เกิด} ^{ของ} ^{กรด} ^{เหล้า}
 จะ ^{ซึม} ^{เข้า} ^{เส้น} ^{เลือด} ^{โดย} ^{ผ่าน} ^{ผนัง} ^{ของ} ^{กระ}
 เพาะ ^{หมัก} ^{กระบวนการ} ^{เคมี} ^{ของ} ^{คาโบ} ^{ไฮ}
 เดรต ^{ภายใน} ^{ร่างกาย} ^{สัตว์} ^{ที่} ^{เคย} ^{เคย} ^{เอง} ^{แตกต่าง}



DIGESTION AND SYNTHESIS both take place in the rumen and reticulum. Cellulose and sugars are broken down to fatty acids and the gases carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄), which are removed by eructation (belching). Protein and other foods containing nitrogen are broken down to amino acids and ammonia, and then rebuilt into microbial protein. This protein is redigested.

กับสัตว์อื่น เช่น มนุษย์มาก คนเราย่อยคาโบไฮเดรตไปเป็นน้ำตาลอณูเล็กๆ ซึ่งส่วนใหญ่ก็ออกสู่โคสต์แล้วจึงเกิดกรดไขมันช่วงสั้นๆ ขึ้นภายในเซลล์ของร่างกาย ในเลือดของเรา น้ำตาลกลูโคสอยู่จำนวนหนึ่ง และเกือบจะไม่มีการเกิดไขมันช่วงสั้นๆ เลย ส่วนในเลือดสัตว์นั้นตรงกันข้าม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ในระดับต่ำ (มีประมาณครึ่งหนึ่งของในคน) พลังงานที่สัตว์ใช้มาจากกรดไขมัน ซึ่งเกิดขึ้นในกระเพาะหมักถึง ๘๘ เปอร์เซ็นต์ กลุ่มเซลล์ (ทีซซู) ในร่างกายสัตว์มีประสิทธิภาพที่

จะเอาชนะขีดเขต มาใช้เมื่อพลังงานได้โดยตรง สัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ได้เริ่มใช้ระบบอาหารแบบดีกระเพาะตั้งแต่แรกเกิด แต่จะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพของอาหารที่มันกิน

ในดูควัดทราบเท่าที่มันยังกินนมแม่อยู่ กระบวนการเคมี เกี่ยว กับอาหารก็ เช่นเดียวกับสัตว์อื่น ๆ กระเพาะหมักของมันยังไม่เจริญและเกือบจะยังไม่มีการเจริญ สัตว์ในวัยสถาปนสารปฏิชีวนะจำนวนเล็กน้อยในอาหารก็จะช่วยเร่งการเติบโตเช่นเดียวกับหมู

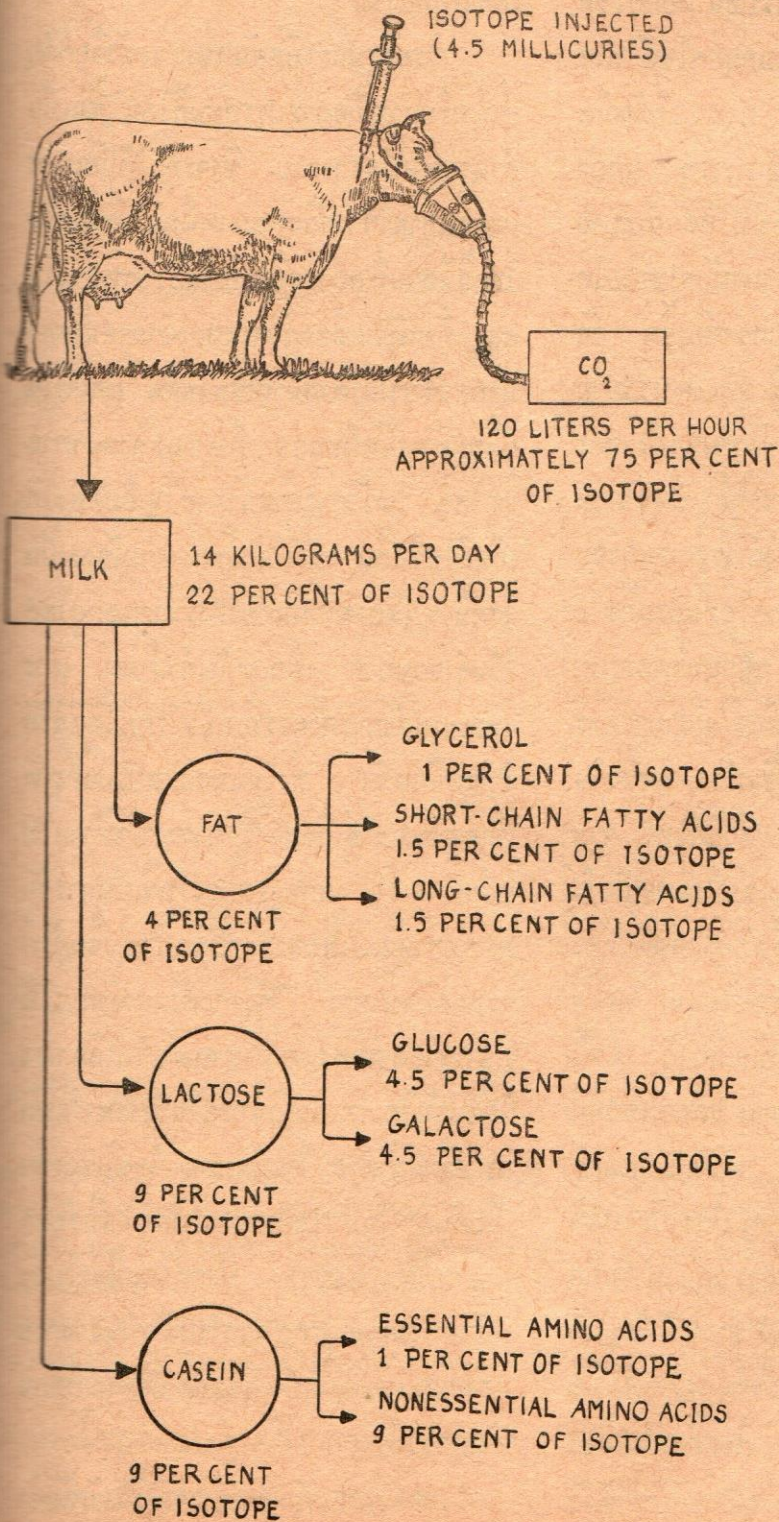
และไก่ แต่ถ้าวัวอายุถึงสี่เดือนแล้วให้ปฏิ-
 ชีวระกบับจะให้โทษ เพราะสารปฏิชีวนะจะ
 ไปฆ่า จุลินทรีย์ ที่เป็น ประโยชน์ ใน กระเพาะ
 หมักเคี้ยวหมัก เมื่อถูกตัวเริ่มกินหญ้าและฟาง
 กระเพาะหมักจะเริ่มขยายโตขึ้น จุลินทรีย์ก็
 แพร่พันธุ์ ขึ้นเป็นจำนวนมาก กระบวนการ
 เคี้ยวภายในร่างกายก็เปลี่ยนโฉมหน้าไป ระ-
 ดับน้ำตาลใน เลือดตกลง และ อะซิเตทก็ยังมี
 ความสำคัญมากจนทุกที่ ปรากฏว่าสัตว์
 ตอบสนองต่อการ เปลี่ยนแปลงของ กระบวนการ
 การเคี้ยวโดยที่ขลุ่ยสร้างเอ็นไซม์ซึ่งให้ความ
 สะดวกในการเปลี่ยนอะซิเตท มาเป็นพลังงาน
 ทั้งนี้ ไม่ได้ หมายความว่า วัวจะ อยู่ ได้ โดย
 ปราศจากน้ำตาลกลูโคส วัวก็เหมือนสัตว์ทง
 หหลายที่เก็บพลังงานไว้ในตับในรูปของไกลโค-
 เจน ซึ่งเป็นสิ่งแน่นอนว่าไกลโคเจนต้องมา
 จากน้ำตาลกลูโคส นอกจากนั้นกลูโคสยังเป็น
 สิ่งจำเป็นสำหรับเซลล์ประสาท วัวที่กำลัง
 ให้นมยังต้องการ น้ำตาลเป็น จำนวน มากต่อ
 เหนือกัน น้ำตาลที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักจะ
 ถูกจุลินทรีย์ทำให้สลายตัวไปก่อน ที่จะถึงลำ-
 ไส้ วัวจึงจำต้องสังเคราะห์น้ำตาลขึ้นในทิสซุ
 ของมันจากสารอื่น จากงานวิจัยเมื่อเร็ว ๆ
 นี้แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลกลูโคสส่วนใหญ่ของ
 วัวมาจากกรดไขมันช่วงสั้น

โดยการ ใช้ไขมันถ่าน กัมมันตภาพรังสี
 เป็นเครื่องหมาย ทำให้ทราบเรื่องเกี่ยวกับ
 การสร้างนํามของวัวดังเช่น (ดู "The

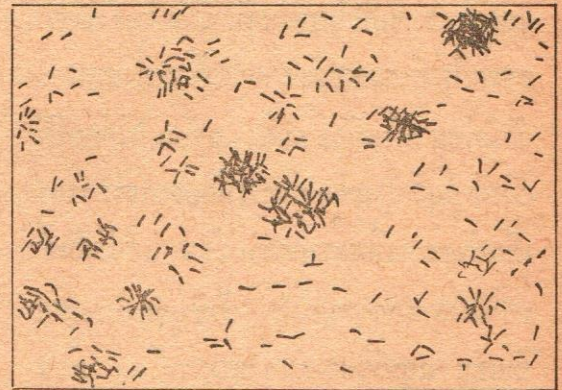
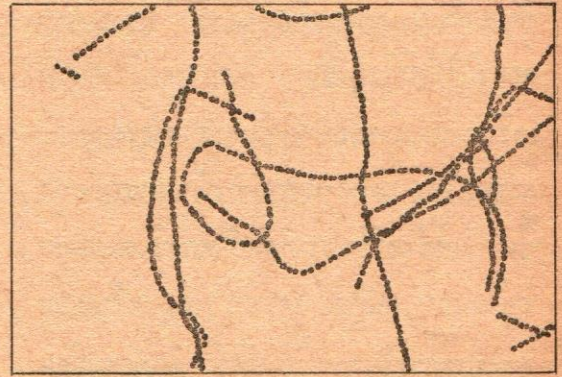
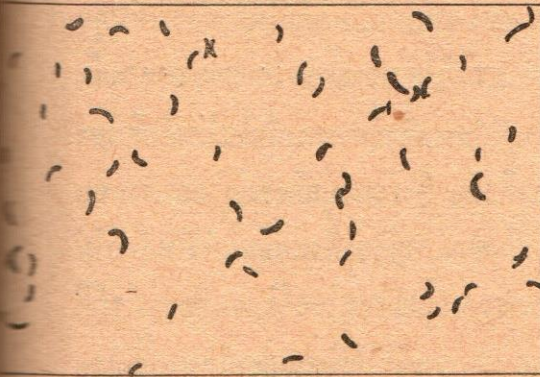
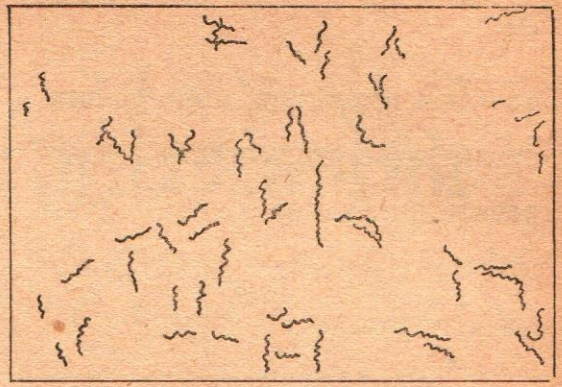
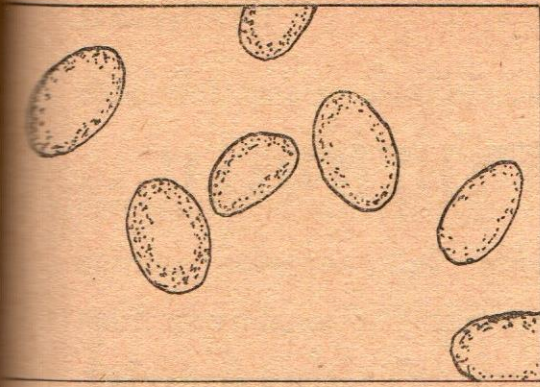
Synthesis of Milk" bo J. M. Barry;
 Scientific American, October, 1957)
 กลุ่มนัก วิทยาศาสตร์ โดย การนำ ของแมกซ์
 คิลเบอร์ แห่งมหาวิทยาลัยคาลิฟอร์เนียและ
 นักวิทยาศาสตร์ในประเทศอังกฤษก็ได้แสดง
 ใจว่าวัวใช้กรดไขมันอย่างเดียวกันคือ อะซิ-
 เทท, โพรปีโอเนต, และ บูทีเรต เขามาสร้าง
 ไขมันในนม นอกจากกรดไขมันยังให้วัสดุ
 ในการสังเคราะห์โปรตีนในนมอีกด้วย อันนี้
 เป็นจุด สำคัญใน ความแตกต่าง ระหว่างสัตว์
 เคี้ยวเอื้องกับสัตว์เคี้ยวเอื้องน้อย นมอื่น ๆ พลัง
 งานและส่วนต่าง ๆ ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วน
 ใหญ่ได้มาจากกรดไขมัน ซึ่งเกิดขึ้นในกระ-
 เพาะหมัก ส่วนในคนพลังงานส่วนใหญ่และ
 ส่วนประกอบของร่างกายขึ้นอยู่กับน้ำตาลกลู-
 โคสและกรดอะมิโนที่ได้จากอาหาร

การศึกษากระบวนการเคี้ยวภายในร่าง-
 กายโดยใช้ธาตุ กัมมันตภาพรังสีเป็นการเบิก
 ช่องทางไปสู่การศึกษากระบวนการสังเคราะห์
 ทางชีวโมเลกุลที่มีชีวิต ในการสอบสวนการ
 ผลิตนํามของวัว เราอาจตรวจสอบการ
 สังเคราะห์ของสารต่าง ๆ โดยไม่ไปผันแปร
 กระบวนการทางเคมีภายในร่างกายสัตว์ ไม่
 ว่าในกรณีใด ๆ

ระบบย่อย อาหาร ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง
 ทำให้สัตว์มีความสะดวกมากในการหาอาหาร
 แต่ก็มีข้อเสียบางประการ ข้อแรกก็คือการ
 หมักภายในกระเพาะ หมักทำให้เกิดแก๊ส



LABELLED BUTYRATE, a fatty acid, was injected into the vein of a cow, and then milk and respired air were analyzed for radioactive carbon to indicate how butyrate is utilized. The chart above is based on data obtained by Max Kleiber of the University of California.



RUMEN MICROORGANISMS redrawn from photograph taken by workers of the U.S. Agricultural Reacherch Service Jose Gutierrez made the picture of the protozoon *Isotricha intestinalis* (top left). Bacteria photographed by Marvin P. Bryant include *Borrelia spirochaetales* (top right); *Selenomonas ruminantium* (center left), which ferments carbohydrate; a starch-fermenting coccus (center right); two that digest cellulose, *Ruminococcus flavefaciens* (bottom left) and *Bacteroides succinogenes* (bottom right)

สาเหตุเบื้องต้น ของ โรค นี้ อาจจะ เนื่อง จาก
ความผิดปกติของ กระบวนการเคี้ยว ของกรด

ไขมันบางชนิด หรืออาจเนื่องมาจากอาหาร
บางอย่างไม่พอ หรืออาจเนื่องมาจากจำนวน

จุดินทรีย์ใน กระเพาะหมัก ไม่ม่พอ ซึ่งเป็นผล
 ให้การผลิตในกระเพาะหมักลดลง การที่
 จุดินทรีย์ในกระเพาะหมักม่พอนี้ อาจนำ
 เอาไปอธิบายได้ ในการ ระบาดของ โรคคักโค
 ซิดในไร่บางแห่ง

ในประเทศที่ด้อยความเจริญ ความ
 รุกดิในเรื่องเมคตาบอติสม์ของวัว (และแพะ)
 จะทำให้หมักำไรสูงชัน ในประเทศที่ม้ความ
 เจริญมาก การผสมพันธุ์ และอาหารสมบรูณ์
 จะช่วยให้วัวม้ ความ ดำรงใน การผลิตสูง
 ชัน แต่ดำหรับประเทศที่ตาหลังซึ่งด้อยมาก
 อยู่ในแถบ เด้นศูนย์ ตู๋ครม้ขอ เดีย เบรียบ อยู่
 ต้องประการในการเลี้ยงสัตว์ คือความร้อน
 และการขาดแคลนอาหารค้ วัวที่เลี้ยงในเขต
 อบอุ่นม่ต้องผจญกับอากาศร้อน ทงนเพราะ
 วัวม้ตอม เหงื่อออก มั่นจิง ทนร้อน ม่ค่อยได้
 วัวพันธุ์ ยุโรปจะกิน อาหารน้อยดงและอาจจะ
 เป็นอันตรายเนื่องจากความร้อน แต่วัวพันธุ์
 บราแมน (พราหมณ์) วัวซ้บของประเทศ
 อินเดีย และวัวบางพันธุ์ ของอาฟริกา ค่อน
 ข้างจะทน ความ ร้อนให้ ดึกว่า วัวพันธุ์ ยุโรป
 วัวพันธุ์ แซนตาเกอทรูดีดแห่งฟาร์มคิงแดนซ์
 ในรัฐเทคซัส ซึ่งเป็นพันธุ์ ผสมชันใหม่จาก
 วัวบราแมนและเฮียฟอร์ด เป็นวัวที่ทนอากาศ
 ร้อนได้ดี และในเวลาเดี่ยวก้นก็ยังรักษา
 ลักษณะวัวเนอขอของพันธุ์ เฮียฟอร์ดไว้ จึงเป็น
 ที่หวังได้ว่า ความดำมารถทงต้องประการ

ของวัวพันธุ์ ใหม่ จะช่วยการผลิตในประ
 เทศร้อนให้ท่วมากยิ่งขึ้น

ปัญหาเรื่อง อาหาร เป็นเรื่อง ยากยิ่งที่
 จะแก้ไข ในประเทศร้อนพื้นที่ ๆ เหมาะแก่
 การเพาะปลูก ด้อยมากมักจะทำการปลูก
 ข้าวแดง สำคัญ ชนิดอื่น ๆ เพื่อ ใช้ เป็น อา
 หารของมนุษย์ แต่ยังมีทางที่จะเพิ่มพูน
 อาหาร สัตว์ได้ หลายทาง โดยการ ทดลองค้น
 คว้า ทางหนึ่งทีอาจจะเป็นไปได้ คือศึกษา
 เรื่องดิกนิน ซึ่งร่วมอยู่กับเซตดูโตดประกอบ
 ชันเป็นส่วนใหญ่ของพืชดิกนินทำให้สัตว์ม่
 ดำรงจะย่อยเซตดูโตดได้ แต่อย่างไรก้ดี
 เราดำมารถทำให้พืชถูกย่อยได้มากขึ้นโดย
 การบดเพื่อ ทำลาย ผง ดิกนินของ เซตดูของ
 พืช ถ้ามีกรรมวิธีเค้มราคาถูก ๆ เพื่อทำการ
 สกัดดิกนินออก เราก้อาจเลี้ยงวัวได้ด้วย
 ไรต์ปอร์ด กากอ้อยและกากพืชชนิดอื่น ๆ
 ในระหว่าง สงครามโลก ครังที่ดอง ในสัตว์เดนม
 ได้มีผู้พยายามเลี้ยงวัวด้วยขเดือย แต่ปรากฏ
 ว่าได้ผลทางโภชนะน้อยมาก ปัญหาที่จะขบ
 คิคอีกประการหนึ่งก้คือ ทำอย่างไรจึงจะให้
 จุดินทรีย์ในกระเพาะหมักย่อยดิกนินได้ ถ้า
 เราดำมารถทำได้ เราก้จะดำมารถขยายการ
 เลี้ยงสัตว์ออกไปได้ใหญ่โต โดยให้วัวกิน
 แดขเดือยและยูเรีย ซึ่งถ้าความเพ้อฝันเป็น
 จริงขึ้นมาเมื่อใด การผลิตอาหารของโลกก้
 จะพลอยสันดะเทือนไปด้วย.