แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. ความสำคัญของน้ำและปริมาณน้ำในร่างกายสัตว์
2. หน้าที่และความต้องการน้ำของสัตว์
3. ความต้องการและการสูญเสียน้ำ
4. อาการขาดน้ำและปัญหาด้านคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์

บทสรุป

คำถามท้ายบท

เอกสารอ้างอิง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกความสำคัญของน้ำและปริมาณน้ำในร่างกายสัตว์
2. บอกหน้าที่และความต้องการน้ำของสัตว์
3. รู้ความต้องการและการสูญเสียน้ำ
4. บอกอาการขาดน้ำและปัญหาด้านคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์

วิธีการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ศึกษาเอกสารประกอบการสอน เรื่อง น้ำและบทบาทของน้ำ
2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่องน้ำและบทบาทของน้ำ
3. การตอบคำถามท้ายบท

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. สไลด์ Microsoft Power Point เรื่อง น้ำและบทบาทของน้ำ
3. เว็บไซต์ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์เลี้ยง คือ

   https://www.youtube.com/watch?v=b-_DJaQivdU

   https://www.youtube.com/watch?v=0__jlyTtWTA

   https://www.youtube.com/watch?v=pjClihDmfeA

การวัดผลและการประเมินผล

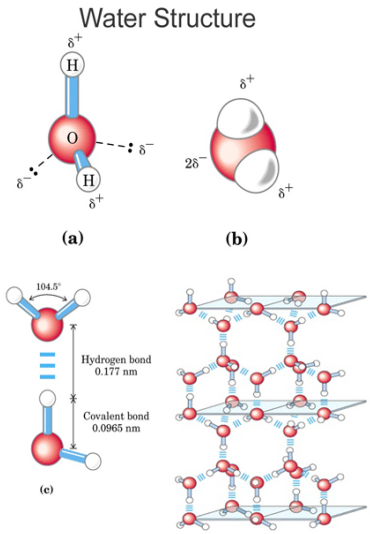
1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจเรียน
2. ตรวจคำตอบจากการค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่อง น้ำและบทบาทของน้ำ
3. ตรวจคำตอบจากการตอบคำถามท้ายบท

บทที่ 4
น้ำและบทบาทของน้ำ

น้ำมีบทบาทความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของร่างกาย แต่ร่างกายสูญเสียไปได้น้อย และถ้าหากสูญเสียมากจะทำให้สัตว์ตายได้

ความสำคัญของน้ำและปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์

น้ำประกอบด้วยธาตุ hydrogen (H) 2 atom และ oxygen (O) 1 atom (ภาพที่ 4.1) ดังนั้นสัดส่วนของ H: O จึงเป็น 2:1 โดยที่ hydrogen และ oxygen จับกันด้วยพันธะ covalent bond ในทางเคมีจัดว่าน้ำเป็นสารที่มีขั้ว (polar substance) จึงทำหน้าที่ในการละลายสารเคมีอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติเป็นสารที่มีขั้วได้ดี ในทาง ฟิสิกส์ถือว่าน้ำเป็นสารที่มีความร้อนจำเพาะและความร้อนแฝงที่สูง จึงมีคุณสมบัติในการป้องกันการ เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายของสัตว์ได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างของโมเลกุลของน้ำ ในภาพ (a) แสดงถึงโครงสร้างที่มี 2 ขั้ว ซึ่งมีเส้นประแสดงถึง nonbonding orbital ส่วนในภาพ (b) แสดงถึงโครงสร้างแบบ ball-and-stick โดยอิเลคตรอนวงนอกสุดของ H มีประจุเป็นบวก (δ^+) ขณะที่ O มีประจุเป็นลบ ($2\delta^-$) ในภาพ (c) แสดงโมเลกุลของน้ำ 2 โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วย Hydrogen bond

ที่มา: Nelson and Cox, 2000

โดยทั่วไปแล้วมักจะไม่จัดว่าน้ำเป็นโภชนะ (nutrient) (Pond *et al.,* 1995) แต่จะจัดว่าน้ำเป็นสารเคมีที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เนื่องจากน้ำเป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของร่างกาย ซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ยแล้วมากกว่า 60% ของน้ำหนักตัว หรือในบางช่วงอายุ เช่น ในตัวอ่อนหรือลูกสัตว์ที่เพิ่งคลอดใหม่ อาจจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 90%ของน้ำหนักตัว และถ้าหากพิจารณาถึงจำนวนโมเลกุลของน้ำต่อโมเลกุลของสารอื่นในร่างกายสัตว์จะพบว่าโมเลกุลของน้ำในร่างกายทั้งหมดมีถึง 99% ของโมเลกุลของสารทั้งหมดในร่างกาย (Church and Pond, 1982) ด้วยเหตุนี้ร่างกายของสัตว์จึงไม่สามารถขาดน้ำได้มาก เพราะอาจทำให้ถึงตายได้ ขณะที่ร่างกายสัตว์สามารถขาดสารอาหารอย่างอื่นๆได้ค่อนข้างมาก เช่น ไขมัน ที่ไม่ใช่โครงสร้างของเซลล์ ร่างกายอาจจะสูญเสียไปได้เกือบทั้งหมด หรือโปรตีนร่างกายสูญเสียไปได้เกือบครึ่งหนึ่ง แต่ถ้าร่างกายสูญเสียน้ำไปแค่ 10% ของน้ำทั้งหมดในร่างกายก็จะถึงกับชีวิตได้

1. ปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์

ปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์จะผันแปรไปตามปัจจัยดังต่อไปนี้

1. อายุของสัตว์ ในตัวอ่อนของ (fetus) จะมีน้ำมากกว่า 95% ในขณะที่ลูกสัตว์เพิ่งคลอดมีน้ำอยู่ประมาณ 80% เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น ปริมาณน้ำก็จะค่อยๆลดลง และเมื่อสัตว์โตเต็มที่ปริมาณน้ำจะคงอยู่ในระดับ 50-60 % ของน้ำหนักตัว

2. ปริมาณไขมันในร่างกายของสัตว์ สัตว์ที่มีการสะสมไขมันในร่างกายมากขึ้น จะเป็นผลทำให้มีปริมาณน้ำในร่างกายน้อยลง ซึ่งโดยปกติแล้วปริมาณน้ำและปริมาณไขมันในร่างกายจะเป็นสัดส่วนที่ผันแปรผกผันต่อกันเสมอ ซึ่งในการคำนวณปริมาณน้ำในร่างกายสามารถคำนวณได้จากการศึกษาโดยใช้ tritium หรือ deuterium oxide ฉีดเข้าไปในเส้นเลือดแล้วประเมินค่าปริมาณน้ำจากค่าความเจือจางของสารที่เข้าไปในส่วนประกอบที่ใช้ทดสอบ ในขณะที่ปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อสามารถคำนวณได้ จากสูตรที่ว่า (Church and Pond, 1982)

$$\% \text{ ไขมัน} = 100 - \frac{\%^{1}\acute{e}\acute{O}}{0.732}$$

0.732 คือ ค่าคงที่ของการคำนวณ

ซึ่ง ปริมาณไขมันในร่างกายจะมากน้อยก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่ได้รับ ในขณะที่ปริมาณน้ำในร่างกาย เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารอื่นที่ไม่ใช่ไขมันจะมีค่าค่อนข้างคงที่ในสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 70-75% (Helfferich and Gütte, 1972; Church and Pond, 1982) (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบของน้ำและไขมันในสัตว์ ชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	ปริมาณน้ำและไขมันในตัวสัตว์ (%)*			ปริมาณน้ำ (% ของสารอื่นที่ไม่ใช่ไขมัน)
	ไขมัน	สารอื่นๆ ที่ไม่ใช่ไขมัน	น้ำ	
โค				
-แรกคลอด	3	97	74	76
-2 เดือน(อ้วน)	15	85	65	76
-6 เดือน(ผอม)	7	93	69	74
-1 ปี	13	87	64	74
-โตเต็มวัย (ผอม)	18	82	59	72
-โตเต็มวัย(อ้วน)	38	62	44	70
แกะ				78
-ลูกแกะ (อ้วน)	32	68	53	76
- 1 ปี (ผอม)	21	79	61	76
- 1 ปี (อ้วน)	40	60	46	67
-โตเต็มวัย	24	76	50	74
ม้า (โตเต็มวัย)	14	86	62	72
สุกร				
-แรกคลอด	2	98	82	83
-4 สัปดาห์	17	83	66	80
-กิโลกรัม	21	79	60	76
-100 กิโลกรัม (อ้วน)	33	67	50	75
-100กิโลกรัม(อ้วนมาก)	41	59	44	74
-โตเต็มวัย (ผอม)	23	77	58	75
-โตเต็มวัย (อ้วน)	43	57	43	75

***** ไม่รวมน้ำหนักเครื่องใน

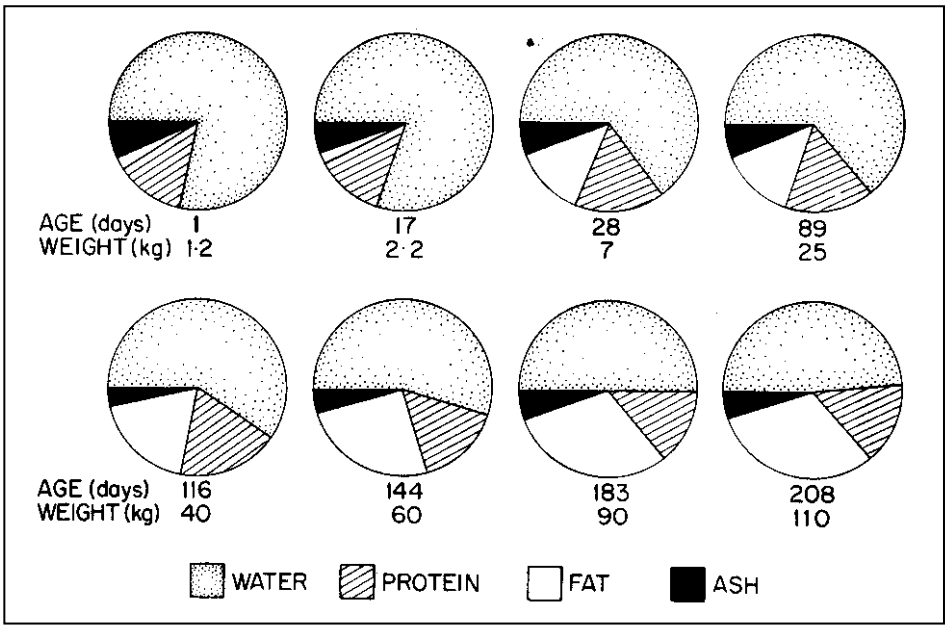
ที่มา: ดัดแปลงจาก Helfferich and Gütte (1972)

น้ำในร่างกายแบ่งออกได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. น้ำที่อยู่ในเซลล์ (intracellular fluids) มีอยู่ประมาณ 40% ของน้ำหนักตัว จัดเป็นน้ำส่วนใหญ่ในร่างกาย ได้แก่ น้ำที่อยู่ใน cell ของกล้ามเนื้อ ของผิวหนัง และในเนื้อเยื่ออื่น ๆ

2. น้ำที่อยู่นอกเซลล์ (extracellular fluids) ได้แก่ น้ำที่อยู่ระหว่างเซลล์ น้ำใน blood plasma (น้ำเลือด) ในน้ำเหลือง น้ำมันไขข้อ (synovial fluid) น้ำในไขกระดูกและสมอง (cerebro-

spinal fluids) โดยปกติปริมาณน้ำในร่างกายจะค่อยๆ ลดลงตามอายุของสัตว์ ซึ่งจะเป็นสัดส่วนผกผันต่อไขมัน (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำและโภชนะอื่นที่ประกอบในร่างกายของสุกรที่เปลี่ยนแปลงตามอายุ (1 ถึง 208 วัน) และจากน้ำหนัก (1.2 ถึง 110 กิโลกรัม)
ที่มา: Church and Pond (1982)

สัตว์ที่อยู่ในช่วงให้ผลผลิตจะมีน้ำอยู่ในร่างกายมากกว่าภาวะปกติ เช่น โคในระยะกำลังให้นมจะมีน้ำอยู่มากกว่าโคในระยะนมแห้ง และโคเพศผู้จะมีน้ำนอกเซลล์มากกว่าโคเพศเมียที่มีอายุเท่ากัน

การดูดซึมน้ำจากระบบทางเดินอาหารเข้าสู่เส้นเลือดหรือหลอดน้ำเหลืองนั้น จะถูกควบคุมโดยความเข้มข้นของ sodium นอกจากนี้ระดับของน้ำนอกเซลล์ยังถูกควบคุมโดยฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ที่มีชื่อว่า (antidiuretic hormone) ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานของไต ทำให้ไตขับน้ำน้อยลงได้ ถ้าร่างกายขาดน้ำจะปัสสาวะน้อยแต่ถ้ากินน้ำมากก็จะปัสสาวะมาก เนื่องจากมี tubular reabsorption ในไตเกิดขึ้นมาก ถ้าน้ำนอกเซลล์มีน้อย สัตว์จะแสดงอาการกระหายน้ำ แต่ถ้ามีมากเกินไป antidiuretic จะเป็นตัวกระตุ้นให้สัตว์ขับน้ำออกจากร่างกายให้มากขึ้นได้

กรณีที่มีโรค หรือมีอาการไข้ หรือท้องร่วง อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะขาดน้ำได้ หรือในบางภาวะที่เกิดจากความผิดปกติของระบบเส้นเลือด ที่อาจจะทำให้มีน้ำจากเลือดไปสะสมในเนื้อเยื่อมากขึ้นได้เช่น ในภาวะการเกิดอาการบวมน้ำ (edema)

น้ำในร่างกายจของสัตว์จะมีการถูกแทนที่ด้วยน้ำที่สัตว์กินเข้าไปได้และเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “การหมุนเวียนถ่ายเทของน้ำ (water turn over) ” ซึ่งจะมีอัตราเร็ว (water turn over rate)

ในสัตว์แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีผู้ให้ความหมายของ “อัตราการหมุนเวียนถ่ายเทน้ำ” ของสัตว์ว่า คืออัตราเร็วของช่วงระยะเวลาที่น้ำในเนื้อเยื่อที่สัตว์ถูกขับออกแล้วถูกแทนที่ด้วยน้ำที่รับเข้าไปใหม่ ซึ่งค่า water turn over rate นี้ สามารถบอกให้ทราบถึงความสามารถในการทนทานต่อการขาดน้ำของสัตว์แต่ละชนิดในแต่ละสภาวะแวดล้อมได้ การศึกษาสามารถทำได้โดยการให้สัตว์กินน้ำที่ label ด้วยสาร tritium (tritium-labeled water) แล้ววัดปริมาณ tritium ที่หายไป (สัตว์ขับออกมา) ทำให้สามารถประมาณอัตราการเกิด water turn over rate ได้ เช่นในโคปริมาณของ tritium หายไปครึ่งหนึ่งภายในระยะเวลาประมาณ 3.5 วันหลังจากการกินครั้งแรก ซึ่งเรียกว่า half life value ของ water turn over rate ในโคมีค่าเท่ากับ 3.5 วัน เป็นต้น สัตว์แต่ละชนิดจะมีค่า water turn over rate ที่ต่างกัน ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวจะมีค่า water turn over rate ที่สั้นกว่าในสัตว์บางชนิดที่ทนทานต่อการขาดน้ำได้ดี เช่น อูฐ หรือ แกะ มีค่า water turn over rate ที่มากกว่า อย่างไรก็ตามค่า water turn over rate นี้ มักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้าน อุณหภูมิ ความชื้น และชนิดของอาหารที่สัตว์กิน เช่นการกินอาหารที่มี NaCl มากมักจะทำให้ค่า water turn over rate สั้นลง (Church and Pond, 1982)

หน้าที่และความต้องการน้ำของสัตว์

1. หน้าที่ของน้ำในร่างกายของสัตว์

น้ำในร่างกายของสัตว์จะทำหน้าที่ในด้านต่างๆได้ดังนี้

1.1 ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย (solvent) ที่ดี ซึ่งการทำหน้าที่ของน้ำในการเป็นสารละลายนี้จัดว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุด ทั้งนี้เพื่อจะละลายสารต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การดูดซึม การขนส่งไปยังเซลล์ต่างๆต่อไปสารประกอบใน protoplasm สามารถจะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ฉะนั้นกิจกรรมต่างๆของเซลล์จึงจำเป็นต้องอาศัยน้ำเป็นตัวควบคุมรักษาความสมดุลย์ของสารละลายในเซลล์ต่างๆ นอกจากนี้การขับถ่ายของเสียต่างๆออกจากร่างกาย ก็จำเป็นต้องอาศัยน้ำเป็นตัวทำละลายและขับออกสู่ภายนอกทั้งในรูปของเหงื่อ หรือปัสสาวะ

1.2 ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายๆ อย่างในร่างกาย ได้แก่

- hydrolysis ในปฏิกิริยาการย่อยอาหารหรือ สารเคมีต่างๆ ก็ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวทำในปฏิกิริยา
- oxidation ในปฏิกิริยายาการเติม oxygen ก็ต้องใช้น้ำเป็นตัวทำในปฏิกิริยา

1.3 ทำหน้าที่ควบคุมรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ เนื่องจากน้ำมีความร้อนจำเพาะที่สูง จึงมีความสามารถในการควบคุมและรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ได้ รวมทั้งความสามารถในการถ่ายเทความร้อน และการระเหยกลายเป็นไอได้มาก

1.4 ทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นในข้อต่อของกระดูกโดยในข้อต่อต่างๆจะมีของเหลว (synovial fluid) อยู่ ซึ่งของเหลวแหล่งนี้มีน้ำเป็นสารประกอบสำคัญของของเหลวชนิดนี้

1.5 ทำหน้าที่เป็นสารกันกระเทือนของระบบสำคัญของร่างกาย เช่น ในสมอง และไขสันหลัง (central nervous system: CNS) จะมีน้ำกันกระเทือนอยู่ด้วย หรือในสัตว์อุ้มท้องก็จะมีถุงน้ำคร่ำเพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนของตัวอ่อน

1.6 ทำหน้าที่เป็นตัวนำพาคลื่นเสียงที่ดีของระบบหูส่วนกลาง ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการรับความรู้สึกต่างๆได้เป็นอย่างดี

1.7 น้ำที่เกิดจากเมทาบอลิซึมของโภชนะต่างๆ (metabolic water) นั้นช่วยให้สัตว์บางชนิดที่อยู่ในช่วงพักหรือหยุดการออกหากิน (จำศีล) สามารถใช้ประโยชน์ได้ทำให้สัตว์พวกนี้ไม่ต้องกินน้ำเป็นเวลานานๆโดยยังคงมีชีวิตอยู่ได้

ความต้องการน้ำของสัตว์

สัตว์แต่ละชนิด ขนาด อายุ และสภาพการให้ผลผลิตที่ต่างกันมีความต้องการน้ำในปริมาณต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำของสัตว์ มีหลายปัจจัยดังนี้

1. ชนิดของสัตว์ สัตว์แต่ละชนิด หรือแต่ละประเภทจะมีความต้องการน้ำในปริมาณที่ต่างกัน โดยสัตว์ชนิดที่มีขนาดใหญ่กว่าจะต้องการน้ำที่มากกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็กว่า ซึ่งความต้องการน้ำในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิด แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการดื่มน้ำของสัตว์ชนิดต่างๆ ที่โตเต็มวัย

ชนิดสัตว์	ลิตร/ วัน
โคเนื้อ	22-26
โคนม	38-110
แพะ-แกะ	4-15
ม้า	30-45
สุกร	11-19
ไก่	0.2-0.4
ไก่งวง	0.4-0.6

ที่มา: Pond *et al.,* 1995

2. สภาพและชนิดของอาหารที่กิน อาหารที่อยู่ในสภาพแห้ง เช่น หญ้าแห้ง อาหารอัดเม็ด (pellet) หรืออาหารป่น อาหารที่มีแร่ธาตุ และโปรตีนในปริมาณเข้มเข้ม อาหารที่มีเยื่อใยสูง รวมทั้งอาหารที่มีหางนมผงและกากน้ำตาล ประกอบอยู่มาก เมื่อสัตว์กินอาหารประเภทนี้เข้าไปมาก ทำให้สัตว์จำเป็นต้องใช้น้ำมากกว่าอาหารที่มีความชื้นสูงกว่า เช่นหญ้าหมัก (ตารางที่ 4.3) หรืออาหารที่มีโปรตีน แร่ธาตุ หรือเยื่อใยปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการมีโภชนะอยู่อย่างเข้มข้นจำเป็นจะต้องใช้น้ำเพื่อกลไกการย่อย ดูดซึม และเมทาบอลิซึมของสารอาหารที่มากกว่า (ตารางที่ 4.3)

3. อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้น สัตว์จะบริโภคน้ำมากขึ้น ในขณะที่อากาศร้อนและความชื้นในอาหารสูงจะก่อให้เกิดภาวะ heat stress แก่สัตว์ได้ สัตว์จำเป็นต้องกินน้ำมากๆ ภาพที่ 4.3 เพื่อระบายความร้อนเนื่องจากว่าขณะที่มีความชื้นในอากาศสูงประสิทธิภาพในการระบายความร้อนออกจากร่างกายจะลดน้อยลง ดังนั้นสัตว์จึงจำเป็นต้องดื่มน้ำเข้าไปมากขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

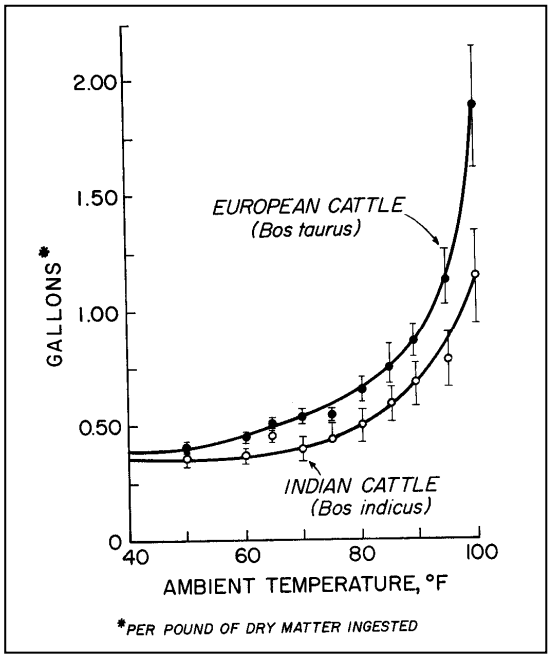
4. สภาพทางสรีระวิทยาของสัตว์ สัตว์ที่อยู่ในระยะการให้ผลผลิต จำเป็นต้องใช้น้ำในปริมาณที่มากขึ้น เช่น ในโคนม แม่โคที่อยู่ในช่วงระยะให้นม (milking cows) จำเป็นต้องใช้น้ำมากกว่าโครระยะนมแห้ง (drying off) ถึง 2 เท่า ทั้งนี้เพราะว่าน้ำนมประกอบด้วยน้ำ ถึง 85-88 % หรือในไก่ไข่ แม่ไก่ที่อยู่ในช่วงกำลังให้ไข่ก็จำเป็นต้องใช้น้ำมากขึ้น เพราะไข่ 1 ฟอง มีน้ำอยู่ประมาณ 35 กรัม

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของชนิดอาหารและระดับการให้อาหารต่อปริมาณการกินน้ำของโคสาวพันธุ์ขาวดำ

รายการ	ชนิดของอาหารหยาบที่ให้และระดับการให้			
	หญ้าแห้ง		หญ้าหมัก	
	เต็มที่	จำกัด\1	เต็มที่	จำกัด\1
- ปริมาณวัตถุแห้ง (กก./กก. น้ำหนักตัว)	2.06	1.24	1.70	1.15
- ปริมาณน้ำในอาหาร (กก./กก.วัตถุแห้งของอาหาร)	0.11	0.12	3.38	3.38
- ปริมาณที่ดื่ม (กก./กก. วัตถุแห้งของอาหาร)	3.36	3.66	1.55	1.38
- ปริมาณน้ำทั้งหมด (กก./กก.วัตถุแห้งของอาหาร)	3.48	3.79	4.93	4.76
- ปริมาณปัสสาวะ (กก./กก.วัตถุแห้งของอาหาร)	0.93	1.14	1.85	1.68

\1 จำกัดอาหารที่ให้ตามความต้องการเพื่อการดำรงชีพ (maintenance)

ที่มา: Pond *et al.,* 1995



ภาพที่ 4.3 แสดงความต้องการน้ำของโคยุโรปและโคอินเดียเมื่ออุณหภูมิรอบข้างเพิ่ม

ที่มา: Pond *et al.* (1995)

แหล่งของน้ำและการสูญเสียน้ำ

1. แหล่งของน้ำ สัตว์ได้รับน้ำสำหรับใช้ประโยชน์แก่ร่างกายจากแหล่งต่อไปนี้

1. น้ำดื่ม (drinking or beverage water) ได้แก่น้ำที่สัตว์ดื่มกินเข้าไปโดยอิสระ ซึ่งการให้น้ำประเภทนี้แก่สัตว์ควรคำนึงถึง ทั้งปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

1.1 ด้านปริมาณ (quantity) สัตว์จะต้องรับน้ำพอเพียงกับความต้องการตาม ชนิด ประเภท ขนาด อายุ และ หรือระยะต่างๆ ของการให้ผลผลิต (ตารางที่ 4.4)

1.2 ด้านคุณภาพ (quality) ต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี สะอาด รสจืด ไม่มีแร่ธาตุหรือสารเคมี หรือสิ่งที่เป็นพิษเจือปน (water impurity) ไม่ควรเป็นน้ำทะเล หรือน้ำกระด้าง

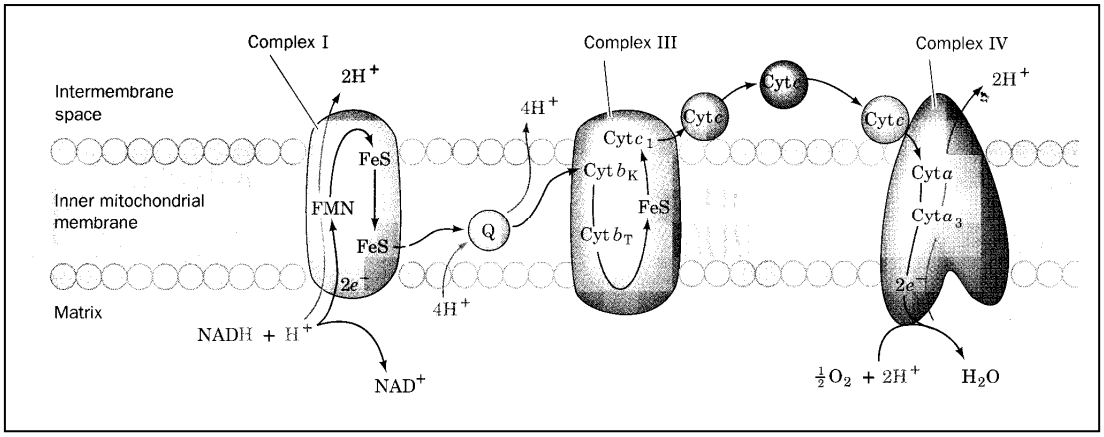
2. น้ำที่ประกอบในอาหาร (free water from feed) ได้แก่น้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหารแต่ละชนิด และโดยทั่วไปแล้ว อาหารที่สัตว์กินเข้าไปแต่ละชนิดจะมีน้ำประกอบอยู่ในปริมาณมากน้อยต่างกัน มีตั้งแต่ อาหารสัตว์ที่มีน้ำน้อยๆ เช่น ใบถั่วอัลฟ่าแห้ง ซึ่งอาจจะมีน้ำแค่ 10.6% หรือ ข้าวโพดสด ซึ่งอาจจะมีน้ำถึง 66.4% (ตารางที่ 4.2)

3. น้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอาหารในร่างกาย (metabolic water) เป็นน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอาหาร ที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ในระดับเซลล์ เช่น ในน้ำที่เกิดจากกระบวนการขนส่งอิเลคตรอน (electron transport system: ETS) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้าง ATP ซึ่งเป็นสารพลังงานสูง (high energy phosphate) ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นภายในเยื่อชั้นในของ mitochondria (ภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำและโภชนะบางอย่างที่เป็นองค์ประกอบในพืชสดและแห้ง

	น้ำ	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า	แคลเซี่ยม	ฟอสฟอรัส
Green plants							
Corn (Zea mays)	66.4	2.6	0.9	28.7	1.4	0.09	0.08
Alfalfa	74.1	5.7	1.1	16.8	2.4	0.44	0.07
Timothy	72.4	3.5	1.2	20.7	2.2	0.16	0.10
Dried plant products							
Alfalfa leaves	10.6	22.5	2.4	55.6	8.9	2.22	0.24
Alfalfa stems	10.9	9.7	1.1	74.6	3.7	0.82	0.17
Corn grain	14.6	8.9	3.9	71.3	1.3	0.02	0.27
Corn stover	15.6	5.7	1.1	71.4	6.2	0.50	0.08
Soybean seeds	9.1	37.9	17.4	30.7	4.9	0.24	0.58
Timothy hay	11.4	6.3	2.3	75.6	4.5	0.36	0.15

ที่มา: Maynard (1981)



ภาพที่ 4.4 กระบวนการขนส่งอิเลคตรอน (electron transport chain) แสดงการเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O) ในขั้นตอนสุดท้ายของ ปฏิกิริยาเมื่อมี $\frac{1}{2}$ O_2 เข้ามาทำปฏิกิริยากับ $2H^+$ จนได้เป็นน้ำ (H_2O)ในที่สุด

ที่มา: Voet and Voet (1990)

ซึ่งการ oxidation ของโภชนะแต่ละชนิดจะให้ metabolic water ในปริมาณต่างกันดังนี้ (Helfferich and Gütte, 1972)

- คาร์โบไฮเดรต 1 กิโลกรัม จะให้ metabolic water จำนวน 555 กรัม
- ไขมัน 1 กิโลกรัม จะให้ metabolic water จำนวน 1,071 กรัม
- โปรตีน 1 กิโลกรัม จะให้ metabolic water จำนวน 413 กรัม

การสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย

น้ำสามารถจะสูญเสียไปจากร่างกายได้หลายทางดังต่อไปนี้

1. สูญเสียโดยการติดไปกับอุจจาระ ในมูลของสัตว์จะมีน้ำประกอบอยู่ในปริมาณมากน้อยต่างกัน เช่น ในโค ปริมาณน้ำในมูลจะมีมากกว่า การสูญเสียไปกับปัสสาวะ

2. การสูญเสียน้ำทางปัสสาวะ โดยการที่ไตจะทำการสกัดของเสียที่เป็นของเหลวออกจากร่างกาย ซึ่งโดยทั่วๆไปแล้ว สัตว์จำพวกเลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่จะขับโปรตีนที่เหลือใช้ออกจากร่างกายในรูปของ urea ละลายปนออกมากับน้ำ ในขณะที่สัตว์จำพวกสัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลานจะขับโปรตีนที่เกินความต้องการเหล่านี้ออกจากร่างกายโดยการขับออกในรูป uric acid (สารสีขาวลักษณะกึ่งเหลวกึ่งแข็งในมูลไก่ และสัตว์เลื้อยคลาน) ได้ซึ่ง uric มีน้ำประกอบอยู่น้อยมาก จึงเป็นการลดการสูญเสียน้ำจากร่างกายของสัตว์ได้

โดยปกติแล้วไตของสัตว์แต่ละชนิดมีความสามารถในการขับน้ำออกจากร่างกายได้ต่างกัน ในกรณีที่สัตว์กินน้ำมากเกินไป หรือกินสารจำพวก caffeine หรือ alcohol จะเป็นผลทำให้ไตขับน้ำออกจากร่างกายมากขึ้น นอกจากนี้การที่สัตว์กินอาหารจำพวก เกลือแร่มากๆ สัตว์ก็ต้องใช้น้ำในการขับถ่ายเกลือแร่ออกจากร่างกายมากขึ้น

3. การสูญเสียน้ำโดยการระเหยกลายเป็นไอ (convection) เป็นการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายในปริมาณมากอีกทางหนึ่ง โดยเฉพาะสัตว์บางประเภทที่ไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายทางเหงื่อได้ เช่น แกะจะสูญเสียน้ำทางการหายใจออก หรือการระเหยออกจากผิวหนังประมาณ 45-55% ของการสูญเสียน้ำทั้งหมด โดยปกติอากาศที่สัตว์หายใจเข้าไปมักจะเป็นอากาศแห้งคือความชื้นต่ำ แต่ถ้าเป็นอากาศที่สัตว์หายใจออกมาจะมีความชื้นสูงมาก (>90%) ฉะนั้นการสูญเสียน้ำทางนี้จึงสำคัญมากอีกทางหนึ่ง

4. การสูญเสียน้ำทางเหงื่อ การสูญเสียน้ำทางนี้อาจจะมีมากสำหรับสัตว์บางชนิด โดยที่สัตว์จะใช้ต่อมเหงื่อเพื่อการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ซึ่งการที่ร่างกายมีต่อมเหงื่อ (sweat gland) มากก็จะสามารถช่วยระบบความร้อนออกจากร่างกายได้เป็นอย่างดี การระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยใช้ ต่อมเหงื่อนี้มีประสิทธิภาพสูงดีกว่าโดยการหายใจ ดังนั้นสัตว์ที่มีต่อมเหงื่อมากกว่า เช่นโคอินเดียมีต่อมเหงื่อมากกว่าโคยุโรป จึงมีความสามารถในการระบายความร้อนได้ดีกว่าซึ่งเป็นเหตุผลที่อธิบายได้ว่าทำไมโคอินเดียจึงทนร้อนได้ดีกว่าโคยุโรป หรือ กระบือที่มีต่อมเหงื่อน้อยจึงมักจะไม่ทนร้อนได้น้อยกว่าโค และมักจะชอบนอนแช่ปลักอยู่เสมอๆโดยเฉพาะ กระบือปลัก (Swamp buffaloes)

การขาดน้ำของสัตว์และปัญหาด้านคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์

ในการเลี้ยงสัตว์หากผู้เลี้ยงไม่ได้จัดหาน้ำที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์แล้วอาจเป็นที่มาของปัญหาด้านคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์ได้

1. ปัญหาการขาดน้ำของสัตว์

ถ้าหากสัตว์ได้รับน้ำไม่พอเพียงต่อความต้องการตามปกติของร่างกาย สัตว์ก็จะแสดงอาการขาดน้ำให้เห็นได้ ซึ่งสามารถสังเกตได้ดังนี้ (พันทิพา, 2533)

1. สัตว์จะส่งเสียงร้อง และจะมาออกันที่บริเวณอ่างน้ำหรือขวดน้ำ
2. สัตว์จะไม่ยอมกินอาหาร
3. สัตว์จะแสดงอาการหงุดหงิด เช่นไล่กัดจิกตัวอื่น

4. สัตว์จะหายใจหอบ และจะยิ่งถี่มากขึ้น ถ้าอากาศร้อนขึ้น ซึ่งหากจับชีพจรก็พบว่าชีพจรเร็วกว่าปกติ หากปล่อยให้ขาดน้ำไปนานๆ สัตว์จะมีอาการเชื่องซึมอ่อนเพลีย และหากว่าสัตว์ขาดน้ำเกินกว่าที่กำหนดก็ถึงกับตายได้

2. ปัญหาด้านคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์

เนื่องจากน้ำดื่มเป็นปัจจัยสำคัญต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ที่มีผลต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผู้เลี้ยง ดังนั้นผู้จัดการฟาร์มควรรู้ถึงปัญหาของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์ด้วย ซึ่งปัญหาที่พบโดยทั่วไปมีดังนี้

2.1 ระดับไนเตรทและไนไตรท์ในน้ำดื่มของ**สัตว์** น้ำโดยทั่วๆไปมักมีไนเตรท ไนไตรท์จากอากาศหรือดินละลายปนอยู่ ซึ่งถ้าหากสัตว์รับเข้าไปเป็นจำนวนมากก็จะมีผลทำให้สัตว์กินอาหารน้อยลง และถ้าเป็นสัตว์ที่อุ้มท้องจะเกิดการแท้งได้ ซึ่งปัญหาของไตเตรทและไนไตรท์นี้นับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเป็นสาเหตุให้เกิดการเพิ่มจำนวนเชื้อโรคในน้ำได้ด้วย ปริมาณของสารเคมีทั้งสองชนิดจะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าน้ำดื่มนั้นมีจุลินทรีย์ปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาจะมีการกำหนดระดับความเข้มข้นสูงสุดของธาตุอนินทรีย์ที่ยอมให้มีได้ในน้ำสำหรับเลี้ยงสัตว์ (ตารางที่ 4.5) ทั้งนี้เพื่อป้องกันความไม่บริสุทธิ์ของน้ำ (water impurity) อันเนื่องมาจากแร่ธาตุจากแหล่งต่างๆด้วย

2.2 เชื้อซาโมเนลลา (Samonella) เป็นจุลินทรีย์ที่พบได้ในน้ำจากแหล่งธรรมชาติ เนื่องจากมีปลาบางชนิดเป็นพาหนะของเชื้อดังกล่าว ซึ่งหากสัตว์ดื่มน้ำที่มีเชื้อชนิดนี้ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องเสียได้ และอาจมีปัญหาของระบบทางเดินอาหารได้

ตารางที่ 4.5 ระดับความเข้มข้นสูงสุดของธาตุอนินทรีย์ที่ยอมให้มีได้ของสัตว์เลี้ยงในน้ำ (safe upper limit)

ธาตุ	ระดับที่มีได้สูงสุด (มิลลิกรัม/ลิตร)
Arsenic	0.2-0.5
Boron	10.0
Cadmium	0.05-0.5
Chromium	1.0-5.0
Cobalt	1.0
Copper	0.5
Fluoride	2.0-3.0
Lead	0.1
Mercury	0.01
Nickel	1.0
Selenium	0.1
Vanadium	0.1-1.0
Zinc	25.0

ที่มา: Pond *et al.* (1995)

2.3 เชื้ออีโคไล *(E.coli)* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่พบตามปกติในทางเดินอาหารส่วนปลายของสัตว์เลี้ยงหลายชนิด ซึ่งจัดเป็นจุลินทรีย์ที่พบตามปกติในทางเดินอาหารของสัตว์ แต่เมื่อเชื้อดังกล่าวมาเจริญอยู่ในน้ำที่เป็นน้ำดื่มของสัตว์ และเมื่อสัตว์รับเข้าไปก็อาจทำให้เกิดอาการท้องร่วงได้เช่นกัน ในกรณีที่มีการใช้น้ำที่มีเชื้อดังกล่าวปนเปื้อนสำหรับล้างโครีดนม เชื้อนี้อาจทำให้เกิดภาวะเต้านมอักเสบรุนแรงขึ้นได้ ดังนั้นในน้ำดื่มทั่วๆไปจึงมักจะทำการตรวจหาจำนวนเซลล์ของ *E.coli* ด้วย

2.4 สาหร่าย (Algae) เป็นพืชที่เจริญได้ดีในน้ำที่มีอาหารอยู่มาก ซึ่งอาจจะมีพิษจากของเสียที่พืชชนิดนี้ปล่อยออกมาในน้ำได้

ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้จะเป็นอุปสรรคต่อความสำเร็จของการสัตว์เลี้ยง ดังนั้นในการเลือกพื้นที่ที่จะทำพร้อมปัจจัยเรื่องแหล่งน้ำและคุณภาพของน้ำที่จะนำมาใช้ จึงเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นหัวข้อแรกๆของการกำหนดเลือกพื้นที่เป็นที่ตั้งของฟาร์ม

บทสรุป

น้ำมีบทบาทความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของร่างกาย แต่ร่างกายสูญเสียไปได้น้อย และถ้าหากสูญเสียมากจะทำให้สัตว์ตายได้ น้ำประกอบด้วยธาตุ hydrogen (H) 2 atom และ oxygen (O) 1 atom น้ำทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย (solvent) ที่ดี ซึ่งการทำหน้าที่ของน้ำในการเป็นสารละลายนี้จัดว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุด โดยสัตว์แต่ละชนิด ขนาด อายุ และสภาพการให้ผลผลิตที่ต่างกันมีความต้องการน้ำในปริมาณต่างกัน

คำถามท้ายบท

1. บอกความสำคัญของน้ำมาพอสังเขป
2. จงอธิบายองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ
3. บอกหน้าที่ของน้ำในร่างกายมาพอเข้าใจ
4. บอกแหล่งของน้ำที่ร่างกายจะได้รับมาพอเข้าใจ
5. บอกปัญหาทั่วไปที่พบในน้ำดื่มของสัตว์
6. บอกอาการที่สัตว์ขาดน้ำมาพอเข้าใจ

เอกสารอ้างอิง

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2533. หลักการอาหารสัตว์เล่ม 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 241 หน้า

Church, D. C. and W.G. Pond. 1982. Basic animal nutrition and feeding. 2nd. John Wiley & Sons. Canada. 403 p.

Helfferich, B. and J. O. Gütte. 1972. *Tierernährung in Stichworten.* Ferdinald Hirt Verlag, Kiel, Germany. 260 p.

Nelson, D. L. and M.M. Cox. 2000. Lehninger principles of biochemistry. 3rd. Worth Puplihers, New York. 1,152 p.

Pond, W. G., D.C. Church and K.R. Pond. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley & Sons. New York. 615 p.

Voet, D. and Voet, J. G. 1990. Biochemistry. John wiley & Sons. Toronto, Canada. 1,223 p.

Alcock. J. (1998). **Animal behavior an evolutionary approach**. 6th. Sinauer ASSociates.USA.

Amazing Art. (2008). 20 Most Fascinating Prehistoric Cave Paintings. Retrieved January 13, 2015, from http://www.oddee.com/item_93915.aspx [2015, May 5].