

Concept 8-1

1. การรักษาสสมดุล (homeostasis) ⇒ ความสามารถในการปรับระดับของสภาพแวดล้อมภายในร่างกายให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการทำงานของเซลล์ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย
2. มาตรการของการควบคุมให้สภาวะต่าง ๆ อยู่ในสภาพสมดุล

ตัวตรวจสอบ : detector	ตัวปรับสภาวะ : effector	ระบบประสานงาน : coordinating mechanism
<ul style="list-style-type: none"> • โดยมาก เป็นอวัยวะในระบบประสาท • ทำหน้าที่รับเอาข้อมูลของการเปลี่ยนแปลง (receptor) แล้วส่งสัญญาณความผิดปกติไปยังอวัยวะที่ทำหน้าที่ควบคุมอีกต่อหนึ่ง 	<ul style="list-style-type: none"> • กล้ามเนื้อ (muscle), ต่อม (gland), เส้นเลือด (blood vessel), ไต (kidney), หัวใจ (heart) • ทำหน้าที่ควบคุม และปรับสภาวะทางสรีระต่าง ๆ ให้กลับมาอยู่ในระดับปกติ 	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบประสาท, ระบบต่อมไร้ท่อ และ ระบบหมุนเวียนโลหิต • เป็นตัวกลางคอยประสานงานระหว่างตัวตรวจสอบ และตัวปรับสภาวะ เพื่อให้การควบคุมต่าง ๆ ทำงานในระดับที่เหมาะสม

1. ร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ⇒ แมงกะพรุน 95 % , คน 65-70 % , พืช > 50 %
2. คนอาจตายภายใน 1 สัปดาห์ ถ้าไม่ได้รับน้ำ
3. การรักษาสสมดุลของน้ำในสิ่งมีชีวิต

<p>พืช ⇒ การปิดเปิดของปากใบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชบกทั่ว ๆ ไป ใช้ ปากใบ (stoma) เป็นสำคัญ • เซลล์ที่ทำหน้าที่รักษาระดับน้ำในพืช ⇒ เซลล์คุม • การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับปากใบเพื่อควบคุมน้ำภายในลำต้น คือ การคายน้ำ ⇒ พืชคายน้ำทางปากใบ ⇒ ปากใบเปรียบเสมือนประตูคอยควบคุมปริมาณน้ำในพืช <ul style="list-style-type: none"> • ได้รับน้ำมาก (เช่น ฝนตกตลอดเวลา) ⇒ ปากใบเปิดกว้าง ⇒ คายน้ำมาก ⇒ ระบายน้ำที่เกินความต้องการ • ไม่ได้รับน้ำ, อยู่ในสภาวะแห้งแล้งขาดแคลนน้ำ ⇒ ปากใบปิด, แคบ ⇒ รักษาปริมาณน้ำภายในของพืชเอาไว้ • การปิดเปิดของปากใบ โดยปกติ ใ้วต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งเร้าต่าง ๆ มาก ⇒ การได้รับน้ำ, ความเข้มแสง, ระดับ T, ความชื้นในอากาศ
---------------------------------	--

CONCEPT 8-1

<p>อะมีบา, พารามีเซียม ⇒ contractile vacuole</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole) ● ทำหน้าที่กำจัดน้ำที่เซลล์รับผ่านเข้ามาทางเยื่อหุ้มเซลล์มากเกินไป (excess water) ● โดยกระบวนการออสโมซิสออกจากเซลล์ ● เพื่อรักษาปริมาณน้ำภายในเซลล์ หรือ รักษาแรงดันออสโมติก (osmoregulation) ภายในเซลล์ให้พอเหมาะ ● เป็น osmoregulator (ตัวปรับแรงดัน osmotic) ของเซลล์ ● เปรียบเสมือน ไต ของคน ● แรงดันออสโมติกของน้ำที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาศัยอยู่จะมีผลต่อ ⇒ อัตรา/ความถี่การบีบตัวของคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล <ul style="list-style-type: none"> ● ความถี่ของการบีบตัวช้าลง ในสารละลายที่มีแรงดันออสโมติกสูง(น้ำน้อย) ● ความถี่ของการบีบตัวมากขึ้น ในสารละลายที่มีแรงดันออสโมติกต่ำ(น้ำมาก) ● การทำงานของคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลในพารามีเซียม <ul style="list-style-type: none"> ● มี 2 แห่ง แต่ละแห่งมีท่อลำเลียงของเหลวเข้าสู่คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล ● คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลมีขนาดใหญ่เนื่องจากได้รับของเหลวมากขึ้น ● คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลบีบตัว ขับของเหลวซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำออกนอกเซลล์
<p>สาหร่ายเซลล์เดียว ⇒ ผัวยักษ์เซลล์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นโพรงเซลล์ที่อยู่ในน้ำหรือในที่ซึ่งมีความชื้นสูง ● มีผนังเซลล์ที่แข็งแรง ยึดหยุ่นได้น้อย <ul style="list-style-type: none"> ● น้ำเข้าไปในเซลล์ ⇒ ภายในเซลล์จะมีแรงดันเต่งเพิ่มขึ้น ⇒ เซลล์เต่ง ⇒ น้ำจากภายนอกออสโมซิสเข้าเล็กน้อย □ ● น้ำน้อย ⇒ แรงดันเต่งลดลง ⇒ เซลล์ไม่เต่ง ⇒ สามารถรับน้ำเข้าสู่เซลล์ได้อีก
<p>คน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เราอาจตายภายใน 1 สัปดาห์ ถ้าร่างกายไม่ได้รับน้ำ (ร่างกายสูญเสียน้ำ > 20 % อาจถึงแก่ชีวิตได้) ● ปริมาณน้ำที่รับเข้าและขับออกจากร่างกายของผู้ใหญ่ใน 1 วัน โดยเฉลี่ย <ul style="list-style-type: none"> ● ได้รับ ⇒ อาหาร 1000 + ดื่มน้ำ 1200 + กระบวนการหายใจภายในเซลล์ 300 ⇒ 2500 cm³ □ ● ขับออก ⇒ หายใจออก 350 + เหงื่อ 500 + ปัสสาวะ 1500 + อุจจาระ 150 ⇒ 2500 cm³ □ ● ถ้าปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับและขับออกไม่สมดุลกัน <ul style="list-style-type: none"> ● เสียน้ำ > ได้รับน้ำ ⇒ คนท้องเสีย ⇒ ร่างกายต้องขับน้ำออกมาในปริมาณมากปะปนออกมากับอุจจาระ ⇒ ผู้ป่วยจะมีอาการหมดแรง ตัวซีด มือเท้าเย็น เป็นตะคริว อาจถึงกับช็อคได้ ⇒ การแก้ไขต้องชดเชยโดยการให้น้ำและเกลือแร่แก่ร่างกาย □ ● การรับน้ำเข้า > น้ำที่ออก ⇒ คนเป็นโรคไต ⇒ จะขับน้ำออกได้น้อย ⇒ มีอาการบวม เพราะเกิดการคั่งของน้ำภายในเซลล์ ● การกำจัดน้ำภายในร่างกาย ขึ้นกับ ปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับในแต่ละวัน สภาพอากาศ และ ประสิทธิภาพของอวัยวะที่ทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำภายในร่างกาย <ul style="list-style-type: none"> ● ถ้าร่างกายสูญเสียน้ำทางเหงื่อออกไปมาก ก็จะมีความรู้สึกต้องการน้ำ และต้องดื่มน้ำเข้าไปทดแทน ● ถ้าดื่มน้ำมากเกินไปก็อาจทำให้ปัสสาวะมากขึ้น

1. การปรับตัวของพืช ให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำในแหล่งที่อยู่

CONCEPT 8-1

xerophyte	hydrophyte	mesophyte
อยู่ในที่แห้งแล้ง	อยู่ในแหล่งน้ำมาก	อยู่บนบกทั่ว ๆ ไป น้ำปานกลาง
<ul style="list-style-type: none"> ● รากหยั่งลึก ● มีขนรากมาก ● หลังสารเคมีไปยับยั้งการเจริญของพืชอื่น ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> ● รากไม่หยั่งลึก ● มีขนรากหรือไม่ก็ได้ ● ลำต้นกลวง มีช่องอากาศมาก ไม่มีเนื้อไม้ ● ใบใหญ่ 	<ul style="list-style-type: none"> ● รากหยั่งลึก ● ขนรากมาก ● ลำต้น มีเนื้อไม้แข็งแรง ● ใบปานกลาง ● มีสารคิวติเคิลอบด้านบนของใบมาก
ปากใบอยู่ระดับต่ำกว่าชั้นผิวใบ (sunken stoma)	ปากใบอยู่ระดับสูงกว่าผิวใบ (raised stoma)	ปากใบอยู่ระดับเดียวกันกับผิวใบ (typical stoma)

1. แรงดันออสโมติก \propto ความเข้มข้น
 - 1.1. น้ำจะแพร่จากที่มีแรงดันออสโมติกน้อยไปสู่ที่มีแรงดันออสโมติกมาก
2. เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่นชนิดต่าง ๆ (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และ นก) กับอุณหภูมิของแหล่งที่อยู่
 - 2.1. T ปกติของร่างกาย
 - 2.1.1. สูงสุด \Rightarrow เป็ด
 - 2.1.2. ต่ำสุด \Rightarrow ปลาวาฬ
 - 2.1.3. เรียงลำดับ \Rightarrow ปลาวาฬ (35.7) < ช้าง (36.2) < คน (36.9) < หมีขาว, อุฐู (37.5) < ม้า (37.7) < หมี (38) < แมว (38.6) < สุนัข (38.8) < นกเพนกวิน (39) < นกกระจอกเทศ (39.2) < หนู (39.3) < นกนางนวลถิ่นหนาว (40) < นกกระจิบ (41.1) < เป็ด (43.1)
 - 2.2. ค่า $\pm T$ ของร่างกาย
 - 2.2.1. กว้างสุด \Rightarrow แมว, สุนัข, หนู \Rightarrow สามารถเก็บความร้อนในร่างกายได้มาก และขับเหงื่อ น้อย
 - 2.2.2. แคบสุด \Rightarrow ปลาวาฬ
 - 2.2.3. เรียงลำดับ \Rightarrow ปลาวาฬ (0.1) < นกเพนกวิน (0.2) < เป็ด (0.3) < หมีขาว (0.4) < อุฐู, ช้าง, ม้า, นกนางนวลถิ่นหนาว (0.5) < คน, นกกระจอกเทศ (0.7) < หมี, นกกระจิบ (1.0) < แมว, สุนัข, หนู (1.3)
 - 2.3. อุณหภูมิแหล่งที่อยู่
 - 2.3.1. ช่วงแคบที่สุด \Rightarrow นกเพนกวิน
 - 2.3.2. ทั่วไปกว้าง ๆ \Rightarrow คน, ม้า
 - 2.3.3. เขตศูนย์สูตร (อาจสูงเกิน 43) \Rightarrow อุฐู, ช้าง, นกกระจอกเทศ
 - 2.3.4. 4 ถึง 25 °C \Rightarrow แมว, สุนัข, หนู, เป็ด, นกกระจิบ

CONCEPT 8-1

2.3.5. อื่น ๆ \Rightarrow หมี [-7,21], หมีขาว/นกนางนวลถิ่นหนาว [-34,-1], ปลาวาฬ (>4), นกเพนกวิน [0,10]

2.4. อุณหภูมิร่างกายของสัตว์พวกนกสูงกว่าอุณหภูมิร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเล็กน้อย

3. จำแนกสัตว์โดยยึด T ของร่างกายเป็นหลัก

สัตว์เลือดอุ่น (homothermic animals)	สัตว์เลือดเย็น (poikilothermic animals)
<ul style="list-style-type: none"> ● สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายไว้ได้เกือบคงที่ ในขณะที่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือผันแปรไป ● อัตรา metabolism ของร่างกาย แปรผกผัน กับ T ของ สวล. ● นก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 	<ul style="list-style-type: none"> ● อุณหภูมิภายในร่างกายเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ● อุณหภูมิของร่างกายที่มีการเปลี่ยนแปลงก็มีขีดจำกัดในช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ● อัตรา metabolism ของร่างกาย แปรตาม T สวล.

1. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับขนาดและพื้นที่ผิวของร่างกาย

1.1. พื้นที่ผิวระบายความร้อนออกจากน้ำ = $2\pi rh + 2\pi r^2 = 2\pi r(h+r) = \frac{2(\text{ปริมาตร} + \pi^3)}{r}$

1.2. อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวและปริมาตรของน้ำ \propto การระบายความร้อน (การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ)

1.3. วัตถุที่มีปริมาตรมากจะมีการจุกความร้อนได้มาก ถึงแม้จะมีพื้นที่ผิวมาก ทำให้มีการระบายความร้อนออกได้ดี แต่ความร้อนภายในยังเหลืออีกมาก อุณหภูมิของวัตถุนั้นจึงเปลี่ยนช้า

1.4. ช้างกับหนู สัตว์ที่ควรจะสูญเสียความร้อนได้เร็วน่าจะเป็นหนู

ผิวหนัง	<ul style="list-style-type: none"> ● สัตว์ขนาดเล็ก ๆ (สัตว์ชั้นต่ำ) \Rightarrow ถ่ายเทความร้อนโดยตรง โดยการแผ่รังสี หรือ การนำความร้อนจากเซลล์ของร่างกายไปยังน้ำที่ล้อมรอบ ● สัตว์ขนาดใหญ่ \Rightarrow มีเลือดนำความร้อนมาถ่ายเทออกยังผิวหนัง <ul style="list-style-type: none"> ● สัตว์เลือดอุ่นขนาดใหญ่ (เช่น ปลาวาฬและหมีขาว) ขนาดของร่างกายได้เปรียบในด้านที่เกี่ยวกับการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ● สัตว์เขตร้อนหลายชนิดมีขาขาว หนังเหี่ยวย่น หางยาว ใบหูยาว
ขน	<ul style="list-style-type: none"> ● สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนมากมีขนปกคลุมร่างกาย ● สัตว์เขตร้อนมีขนสั้นเกรียน , สัตว์เขตหนาวมีขนยาวมาก ● ขนของเมื่อน้ำ ป้องกันความร้อนได้น้อยมากใช้ป้องกันอันตรายขณะที่ไหลตัวไปตามก้อนน้ำแข็ง
ชั้นไขมันใต้ผิวหนัง	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อน้ำ, ปลาวาฬ ● ทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนโดยตรง (มิให้ความร้อนในร่างกายสูญเสียไป) + แหล่งที่ให้ความร้อน

1. อุณหภูมิภายนอกมีผลกระทบต่อสัตว์เลือดอุ่น

2. กลไกการรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น \Rightarrow อาศัยการทำงานของประสาทเป็นสำคัญ

เมื่ออยู่ในสภาวะอากาศหนาว (T ภายนอก ต่ำกว่า T ในร่างกาย มาก ๆ)	เมื่ออยู่ในสภาวะอากาศร้อน (T ภายนอก เท่ากับหรือสูงกว่า T ในร่างกาย)
---	--

CONCEPT 8-1

<p>ร่างกายจะกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนที่เป็น ไฮโปทาลามัส ⇒ ไฮโปทาลามัส กระตุ้น → เส้นประสาทที่ผิวหนัง กล้ามเนื้อหดตัว striated skeletal muscle (กล้ามเนื้อ ที่ติดกระดูก) หดตัว ⇒ ตัวสั่น arrector pilli (กล้ามเนื้อเรียบที่โคน เส้นขน) หดตัว ⇒ ขนลุก เส้นเลือดที่นำเลือดมาที่ผิวหนังหดตัว ⇒ เลือดที่มาเลี้ยงผิวหนังมีปริมาณลดลง ⇒ ร่างกายสูญเสียความร้อนน้อยลง ต่อมหมวกไต → สอร์โมน อะดรีนาลิน ⇒ เส้นเลือดหดตัว นอร์อะดรีนาลิน ⇒ เส้นเลือดหดตัว + เพิ่ม อัตรา metabolism ต่อมใต้สมอง → ต่อมไทรอยด์ → สอร์โมนไทรอก ซิน ⇒ เพิ่มอัตรา metabolism + เพิ่มกลูโคสในเลือด + เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ</p>	<p>ความร้อนจากร่างกายไม่สามารถถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อมได้ ⇒ ไฮโปทาลามัส กระตุ้น → ต่อมเหงื่อ → เพิ่มการผลิตเหงื่อและขับเหงื่อ ⇒ วิธี ลดความร้อนของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เส้นเลือดที่ผิวหนังขยายตัว ในสัตว์อื่น ๆ สุนัข (วัว ควาย แพะ แกะ) ⇒ เกือบไม่มีเหงื่อเลย ⇒ น้ำจะระเหยออกจากบริเวณลิ้นและเปดานปาก เมื่อสุนัขหายใจอย่างรวดเร็ว (ถี่, หอบ : panting) ⇒ การหอบของสุนัข = การขับเหงื่อออกของคน ควายแช่อยู่ในปลัก ⇒ เนื่องจากน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่า ร่างกายของสัตว์ ความร้อนจากร่างกายของสัตว์จึงถ่าย เทไปสู่ น้ำ ⇒ เป็นการระบายความร้อนออกจากร่าง กายโดยตรง □ แมว กระต่าย จิงโจ้ (หนู) ⇒ เลี้ยงอุ้งเท้าของตัวเองอยู่ เป็นเวลานาน ⇒ เนื่องจากบริเวณอุ้งเท้าไม่มีขน เมื่อ T ของอุ้งเท้าลดลง T ของร่างกายจึงลดลงตามไปด้วย ⇒ ประสิทธิภาพไม่ดี เท่า การขับเหงื่อ หรือ การ หอบ นกใช้ถุงลม (air sac)</p>
--	--

1. ความชื้นในอากาศเป็นปัจจัยเกี่ยวกับการมีเหงื่อออก
 - 1.1. อากาศร้อนอบอ้าว แต่มีความชื้นสูง ⇒ ไม่สามารถปล่อยเหงื่อออกมามาก การระบายความร้อนของร่างกายไม่ดี ⇒ อึดอัด □
 - 1.2. วันที่อากาศร้อนและความชื้นสูง เราารู้สึกร้อนมากกว่าวันที่มีอากาศร้อนแต่ความชื้นต่ำ แม้ว่าจะมีอุณหภูมิของอากาศเท่ากัน
 - 1.3. ความชื้นในอากาศ แปรผกผันกับ การมีเหงื่อออก □
2. การสั่น (shivering) นอกจากจะทำให้ความร้อนร่างกายเพิ่มขึ้นแล้ว ยังทำให้ผิวหนังเสียความร้อนไปได้อีกด้วย เพราะทำให้เลือดมาเลี้ยงที่ผิวหนังได้มากขึ้น
3. คนตัวร้อน (รู้สึกร้อน) ไม่เป็นการรักษาสมดุล แต่เป็นการทำงานของเม็ดเลือดขาว ต่อสู้กับ antigen เมื่อขาดพลังงานทำให้เรารู้สึกหนาว (ไฮโปทาลามัส) จึงต้องห่มผ้า เป็นการรักษาอุณหภูมิ
4. การหลบหลีกอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อม
 - 4.1. การลงแช่น้ำ
 - 4.2. พยายามหาที่หลบซ่อนที่มีอุณหภูมิค่อนข้างเหมาะสม เช่น ในโพรงไม้ หรือ ขุดรูอยู่
 - 4.3. หากินเวลากลางคืน ⇒ สัตว์เลือดอุ่นที่อาศัยอยู่ในทะเลทราย

CONCEPT 8-1

- 4.4. T ของทะเลทราย
- 4.4.1. ผิวหน้าดิน 71.5 , ร่มเงา 42.5
- 4.4.2. ความลึกระดับต่ำกว่าผิวหน้าดิน \Rightarrow 10 cm 40.1 , 30 cm 29.8 , 40 cm 27.9
- 4.5. ูง, จิ้งเหลน \Rightarrow ออกตากแดดในตอนเช้า ถ้าอากาศร้อนเกินไป จะหลบเข้าไปในที่เย็น ๆ เช่น ใต้ก้อนหิน และร่มไม้ในรู \Rightarrow ปรับตัวด้านพฤติกรรม
- 4.6. การจำศีล \Rightarrow สภาพที่สัตว์ซ่อนตัวอยู่หนึ่ง ๆ ไม่เคลื่อนไหว ในขณะที่ T ของ สวล. เปลี่ยนไปจากปกติ โดย ะยะนี้ อัตรา metabolism + การเต้นของหัวใจ + การหายใจ จะลดลง ร่างกายอาศัยอาหารที่สะสมไว้อย่างช้า ๆ
- 4.6.1. การหนีหนาว (hibernation) \Rightarrow สัตว์ในเขตหนาว \Rightarrow หนูบางชนิด, กระจอกแถบขั้วโลก, ค้างคาวบางชนิด
- 4.6.1.1. สัตว์เลือดเย็น \Rightarrow T ของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาพแวดล้อม อัตราการใช้ O_2 ลดลงอย่างมาก เป็น $\frac{1}{30}, \frac{1}{100}$ ของอัตราปกติ + หัวใจเต้นนาทีละไม่กี่ครั้ง
- 4.6.1.2. สัตว์เลือดอุ่น \Rightarrow มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเพียงเล็กน้อย
- 4.6.2. การหนีร้อน (estivation) \Rightarrow สัตว์ในเขตร้อน \Rightarrow กบ, อึ่งอ่าง, คางคก \Rightarrow ถึงฤดูฝน จึงจะออกจากที่ซ่อน หาอาหารกิน
- การจำศีลของสัตว์ เป็นการกระทำเพื่อหลบหลีกเลี่ยงสภาวะขาดแคลนอาหาร และสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม ไม่ใช่ เพื่อปรับและรักษาสภาวะสมดุลของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย
 - สัตว์จำพวกหมี ไม่ถูกจัดอยู่ในจำพวกสัตว์เลือดอุ่นที่จำศีล ถึงแม้ว่าในฤดูหนาว มันจะนอนหลับในถ้ำไม่ออกมาหากินก็ตาม แต่ T ร่างกาย ไม่ลดลงมากนัก และตื่นขึ้นมาเมื่อไรก็ได้ในระหว่างฤดูหนาว
5. องค์ประกอบในการรักษาอุณหภูมิของสัตว์เลือดอุ่น \Rightarrow โครงสร้างของผิวหนัง + ระบบการทำงานของร่างกาย + ความสามารถที่จะหลบหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- 5.1. คนนับว่าเป็นสัตว์เลือดอุ่นที่ค่อนข้างจะขาดองค์ประกอบดังกล่าวอยู่มาก
- 5.2. คนใช้หลักการเช่นเดียวกับสัตว์เลือดอุ่นอื่น ๆ ที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติมาดัดแปลงสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับตน
6. การรักษาสมดุลของแร่ธาตุ □
- 6.1. สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ น้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ จะเคลื่อนที่เข้าออกระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายภายในร่างกายกับสิ่งแวดล้อม จึงต้องมีการรักษาสมดุลของแร่ธาตุและน้ำในร่างกายต่างไปจากสัตว์บก
- 6.1.1. เมื่อนำปลาน้ำจืดไปเลี้ยงในน้ำทะเล หรือนำปลาทะเลไปเลี้ยงในน้ำจืด มักไม่รอด เพราะระบบควบคุมเกลือแร่ไม่ สามารถทำงานได้ตามปกติ ยกเว้น พวกปลา 2 น้ำ เช่น

CONCEPT 8-1

ปลาหมอ

- 6.2. สัตว์ทะเลชั้นต่ำ \Rightarrow แรงดันออสโมติกของของเหลวในตัวมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับแรงดันออสโมติกของน้ำทะเล \Rightarrow ปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ใกล้เคียงกับน้ำทะเล \Rightarrow จะอยู่ในภาวะสมดุล (osmotic equilibrium) กับน้ำทะเล \Rightarrow สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบของไอออนแต่ละชนิดได้ (ionic regulation)
- 6.3. ปลากระดูกอ่อน \Rightarrow ปลาฉลาม \Rightarrow สะสมยูเรียในเลือดปริมาณมาก เพื่อให้มีแรงดัน osmotic ใกล้เคียงกับน้ำทะเล
- 6.4. นกทะเล, นกนางนวล, นกเพนกวิน, แร้งทะเล, เต่าทะเล (กินอาหารทุกชนิดจากทะเล \Rightarrow เกือบแรมมากเกินความจำเป็น) \Rightarrow มี ต่อมนาสิก (nasal gland, salt gland) สำหรับขับถ่ายเกลือที่มากเกินความจำเป็นออกทางรูจมูก
- 6.5. สัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่ \Rightarrow ขับกรดยูริก
- 6.6. สัตว์ที่ออกลูกเป็นตัว \Rightarrow ขับยูเรีย

	น้ำจืด	น้ำเค็ม
แรงดันออสโมติกของน้ำ (เทียบกับในตัวสมชว.)	ต่ำ (เข้มข้นน้อย)	สูง (เข้มข้นมาก)
ทิศทางของน้ำ	เข้าร่างกาย	ออกจากร่างกาย
ผล	น้ำมากเกินไป	น้ำน้อยเกินไป
ปลาน้ำจืด	ปลาน้ำเค็ม	
ไม่กินน้ำ กินอาหารที่มีแร่ธาตุ	กินน้ำทะเลตลอดเวลา + กินอาหาร <ul style="list-style-type: none"> • แร่ธาตุที่เข้าไปมากมาพร้อมกับอาหารนั้น ส่วนใหญ่จะผ่านทางเดินอาหารไปโดยไม่มีการดูดซึม ซึ่งจะกำจัดออกทางทวารหนัก 	
ผิวหนังและเกล็ด \Rightarrow ป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านได้	ผิวหนังและเกล็ด \Rightarrow ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุจากน้ำทะเลซึมผ่านเข้าสู่ร่างกาย	
น้ำซึมเข้าทางเหงือก แร่ธาตุในร่างกายสูญเสียทางเหงือก	สูญเสียน้ำโดย osmosis ทางเหงือก	
มีเซลล์พิเศษบริเวณเหงือกคอยดูดแร่ธาตุที่จำเป็นกลับคืนเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีแอกทีฟทรานสปอร์ต	บริเวณเหงือกจะมีกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่ขับแร่ธาตุที่มีมากเกินไปความต้องการของร่างกายออกโดยวิธีแอกทีฟทรานสปอร์ต	
ไตขับปัสสาวะบ่อย, มาก แต่เจือจาง (ขับเกลือแร่เล็กน้อย) (hypotonic urine)	ไตขับปัสสาวะน้อย แต่เข้มข้นสูง (hypertonic urine)	
หน่วยไตใหญ่ (กรองเอาแร่ธาตุได้มาก) ท่อสั้น (คู่น้ำกลับได้น้อย)	หน่วยไตเล็ก ท่อยาว	

1. การรักษาสมดุลของกรด-เบสในร่างกาย \Rightarrow เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีของสารหลายชนิด ซึ่งควบคุมด้วยระบบประสาท ฮอว์โมน และเอนไซม์
2. ของเหลวในร่างกายหรือเซลล์ H^+ ซึ่งแตกตัวมาจากกรดชนิดต่าง ๆ

CONCEPT 8-1

- 2.1. $[H^+]$ มาก \Rightarrow pH ต่ำ \Rightarrow สภาพเป็นกรดสูง
- 2.2. $[H^+]$ น้อย \Rightarrow pH สูง \Rightarrow มีสารบางชนิดในของเหลวในร่างกายหรือในเซลล์สามารถรวมกับ H^+ ได้ ได้แก่ HCO_3^- , HPO_4^- , OH^-
 - 2.2.1. OH^- เป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูง ในการรวมกับ H^+ \Rightarrow ถ้า $[OH^-]$ มากขึ้น $[H^+]$ จะน้อยลง
 - 2.2.2. สารอินทรีย์บางชนิด เช่น โปรตีน และ ฮีโมโกลบิน สามารถรวมกับ H^+ ได้อีกด้วย
 - 2.2.3. H_2CO_3 จะมีความสัมพันธ์อยู่ที่ปอด เนื่องจาก H_2CO_3 แยกตัวไปเป็น H_2O และ CO_2 ได้ง่าย
 - 2.2.4. HCO_3^- เกี่ยวข้องอยู่ที่ไต เพราะเป็นอวัยวะที่ขับ H^+ ออกจากร่างกายทางปัสสาวะ
- 2.3. เป็นกลางเมื่อค่า pH เท่ากับ 7 ($[H^+] = 10^{-7}$ mol/l)
3. สารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ pH ของเลือด คือ CO_2
 - 3.1. เมื่อร่างกายมี metabolism จะทำให้เกิด CO_2
 - 3.2. $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$
 - 3.3. เมื่อ CO_2 มาก จะทำให้ $[H^+]$ สูงตามไปด้วย ทำให้ pH ต่ำลง
4. เลือดคนปกติมี pH 7.4 (เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจาก ปฏิกิริยาในร่างกาย และ มีการทำสารที่ให้และรับ H^+ เข้า หรือ ออก)
 - 4.1. ต่ำกว่า 7.35 \Rightarrow acidosis
 - 4.2. สูงกว่า 7.45 \Rightarrow alkalosis
5. กลไกการควบคุม pH

ข้อเปรียบเทียบ	การเปลี่ยนแปลงอัตรา การหายใจ	chemical buffer system	การขับ H^+ ทางไต
ลักษณะ	<ul style="list-style-type: none"> • ศูนย์ควบคุม \Rightarrow respiratory center ที่สมองส่วน medulla oblongata \Rightarrow ไวต่อการเปลี่ยนแปลง CO_2 มาก • CO_2 สูง \Rightarrow การหายใจเร็วขึ้น • CO_2 ลด \Rightarrow การหายใจช้าลง 	<p>สารละลายที่มี ความเป็นกรด เบส เกือบคงที่ แม้จะเพิ่มกรดหรือเบส ปริมาณหนึ่งลงไป (เพียงเล็กน้อย) กลไกที่สำคัญของระบบนี้คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> • อัตราส่วนของ H_2CO_3 และ HCO_3^- • Hb (ฮีโมโกลบิน) ในเม็ดเลือดแดง • โปรตีนในพลาสมา เช่น albumin, globulin 	<ul style="list-style-type: none"> • ไต เป็นอวัยวะสำคัญที่สุด ในการควบคุมสมดุลกรด เบส ของร่างกาย • เป็นด่านสุดท้ายของการควบคุม • หลัก \Rightarrow อะไรมาเกินไป ก็ขับออก โดยการเพิ่มหรือลด $[HCO_3^-]$ ในของเหลวในร่างกาย <p>การควบคุมเกิดขึ้นที่เส้นเลือดฝอย โดย</p> <ul style="list-style-type: none"> • การสร้าง H^+ และขับถ่าย H^+ ออกไป • การดูด Na กลับ • การขับ HCO_3^- • ระบบ buffer ที่ไต
กำลังในการแก้ไข	medium = 2min	min	max

CONCEPT 8-1

ความเร็วในการแก้ไข	medium	เร็ว	ช้า
ข้อดี	เป็นการช่วยเหลือเมื่อเกินกำลังของ buffer	ทำได้รวดเร็ว ไม่ปล่อยให้ร่างกายมี pH เปลี่ยนไปมาก เพราะอาจเป็นอันตราย	กำลังมาก สามารถแก้ไข pH ที่เปลี่ยนไปมาก ให้กลับเข้าที่ได้
ข้อเสีย	ไม่ได้ทำให้ pH กลับเท่าเดิม (เพราะเมื่อเกือบจะเท่าเดิมแล้ว จะขาดตัวกระตุ้น)	มีกำลังน้อย	ต้องเสียเวลามาก อาจทำให้ pH เปลี่ยนไปมาก ยากต่อการแก้ไข