

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณและคุณภาพอาหารสัตว์

นางสาวอุมาพร ทุมประดา

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

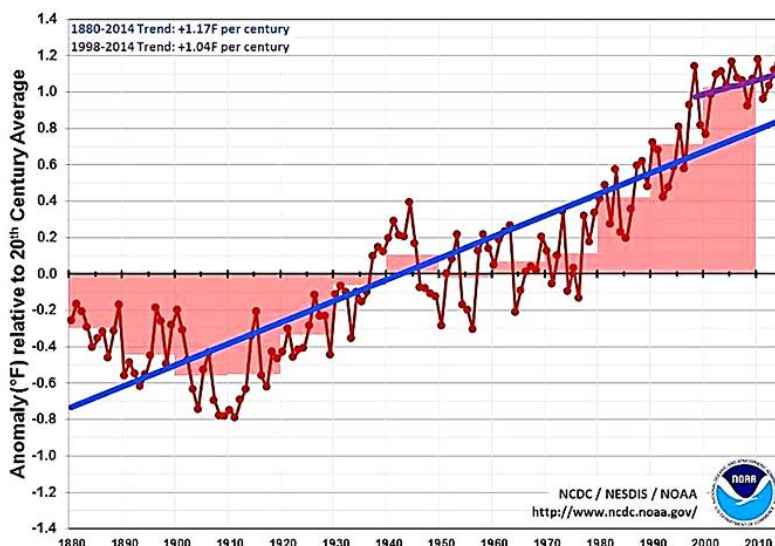
บทคัดย่อ

สัมมนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณและคุณภาพอาหารสัตว์ โดยสถิติอุณหภูมิของโลกที่มีการบันทึกไว้ในช่วง ค.ศ. 1880-2010 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของโลกค่อยๆ สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลให้โลกมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และปริมาณน้ำมากขึ้น ด้วย และปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อปริมาณและคุณภาพอาหารสัตว์ จากเอกสารงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองในการทำนายผลผลิตพืชในปี ค.ศ. 2021-2050 แสดงให้เห็นว่า ข้าว ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด และมันสำปะหลัง จะมีผลผลิตลดลงประมาณ 8-43% ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและพื้นที่เพาะปลูก ส่วนในด้านคุณภาพของพืชอาหารสัตว์นั้น ส่วนใหญ่ข้อมูลชี้ว่าการย่อยได้ของโปรตีนและเยื่อใยจะลดลง

คำสำคัญ: อุณหภูมิ, คาร์บอนไดออกไซด์, ปริมาณและคุณภาพอาหารสัตว์

บทนำ

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าอุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นทุกปี จากข้อมูลของ (Science for a healthy planet and safer world. 2016) ตั้งแต่มีการจดบันทึกอุณหภูมิปี 1880 จนถึงปี 2010 อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงอุณหภูมิโลก เริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 1880-2010

ที่มา : Science for a healthy planet and safer world. (2016)

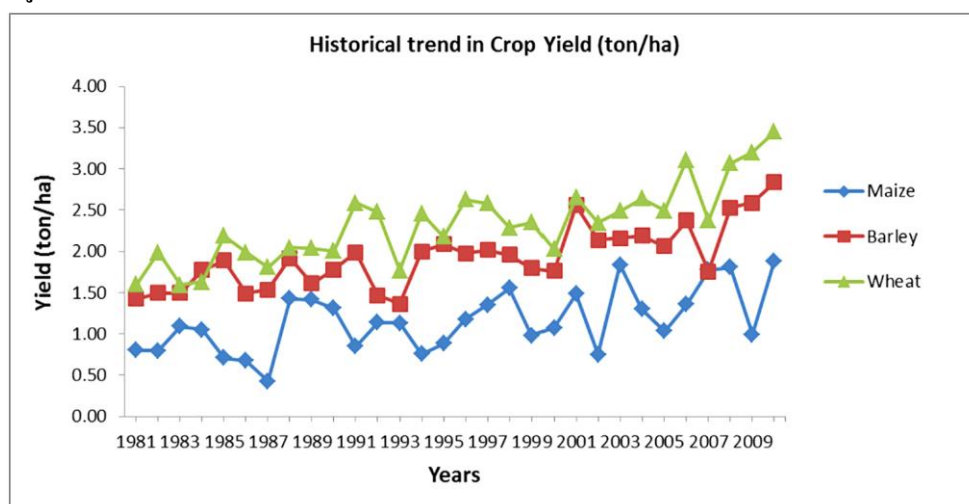
โดยทั่วไปเชื่อกันว่าสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น คือ มนุษย์ มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีความต้องการอาหารและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความร้อนโดยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซอื่นๆ มากขึ้นที่เป็นสาเหตุทำให้โลกร้อนเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปคาดการณ์ว่าประชากรมนุษย์จะมีปริมาณมากขึ้น ด้วยเหตุนี้การผลิตปศุสัตว์ก็คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในอนาคตเช่นกัน ในประเทศไทยภาคปศุสัตว์มีการขยายตัว (ไก่เนื้อ ไก่ไข่ สุกร และอื่นๆ) ที่ทำรายได้หลัก โดยประมาณข้อมูล ณ วันที่ 25 ธันวาคม 2556 มีมูลค่าการส่งออกรวม 9.8 หมื่นล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 12.5 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2555 (ทฤษฎี ชาวสวนเจริญ, 2557) โดยภาพรวมปศุสัตว์ถูกเลี้ยงมากในพื้นที่ที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งทั่วโลก ในแอฟริกา และเอเชียใต้การผลิตปศุสัตว์ถือเป็นอาชีพหลักและเป็นแหล่งรายได้สำคัญแก่เกษตรกรผู้เลี้ยง (Bank, 2002 อ้างโดย Bekele, 2017) แต่หลายสิบปีที่ผ่านมาการปศุสัตว์ในพื้นที่เหล่านี้ให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งผลผลิตมีความผันแปรต่อสภาพอากาศที่เพิ่มขึ้น (Porter et al., 2014 อ้างโดย Bekele, 2017) โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อการผลิตปศุสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งผลกระทบดังกล่าวคาดว่าจะมีความรุนแรงมากขึ้นต่อการผลิตปศุสัตว์ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตปศุสัตว์ก็คือ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้น (รวมทั้งปศุสัตว์) ซึ่งมีความขัดแย้งกับทรัพยากรที่คาดว่าจะขาดแคลนและเลวร้ายมากขึ้นทุกปี (IFAD, 2011 อ้างโดย Hidosa. และ Guyo, 2017).

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะกล่าวถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อผลผลิตด้านปริมาณและคุณภาพอาหารสัตว์

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อปริมาณอาหารสัตว์

สำหรับเอกสารงานวิจัยที่ใช้ศึกษาอุณหภูมิที่และปริมาณ CO₂ เพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณอาหารสัตว์ทั้งหมด 3 ฉบับ ได้แก่ งานวิจัยของ Dubey and Sharma. (2018), สมชาย บุญประดับ และคณะ, (2552) และ Knox et al. (2012)

คาดการณ์ว่าผลจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะมี CO₂ มากขึ้น เนื่องจากการเผาไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง โรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่า เพื่อใช้พื้นที่สำหรับอยู่อาศัยและการทำปศุสัตว์ (Wachapron, 2017) และจากการศึกษาใช้แบบจำลอง Aqua Crop เพื่อทำนายผลผลิตของข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ของ Dubey and Sharma. (2018) โดยพบว่าในปี ค.ศ. 1981-2010 ผลผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้น (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงการเพิ่มขึ้นของข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลี ในช่วงปี ค.ศ. 1981–2010.

ที่มา : Dubey and Sharma. (2018)

จากรูปที่ 2 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและ CO₂ มากขึ้น จึงคาดการณ์ได้ว่าในอนาคต อาจทำให้ผลผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดนี้มีความเป็นไปได้ว่าจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชเหล่านี้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโต จากการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2001-2100 อุณหภูมิโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.1 ถึง 6.4 องศา มีผลให้ภัยธรรมชาติต่างๆ มีแนวโน้มจะเกิดบ่อยขึ้น และรุนแรงมากยิ่งขึ้น เช่น ภัยแล้ง ปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น และฤดูไต้ฝุ่นไซโซนร้อน มีตัวอย่างให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง ได้แก่ สภาวะคลื่นความร้อน ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2011 ทำลายพืชผลทางการเกษตร ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งปรากฏการณ์น้ำท่วมใหญ่ในจีน ความแห้งแล้งในประเทศซูดาน และเอธิโอเปีย ตลอดช่วงปี 2011-2012 (Greenpeace.org. 2004)

ตารางที่ 1 แสดงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตพืชทั้งหมดใน แอฟริกา และ เอเชียใต้

Crop	n	Mean change (%)	Median change (%)	Crops with significant variation	n	Mean change (%)	Crops with non-significant variation	n
All crops	257	-7.7	-7.0	Wheat	37	-12.1	Rice	43
				Maize	12	-7.2	Cassava	8
				Sorghum	9	-13.0	Sugarcane	7
				Millet	23	-8.8		
Africa	163	-7.7	-10.0	Wheat	20	-17.2	Rice	5
				Maize	10	-5.4	Cassava	7
				Sorghum	6	-14.6	Sugarcane	3
Southern Africa	33	-11.0	-15.1	Maize	24	-11.4	Wheat	2
							Sorghum	3
Central Africa	14	-14.9	-12.1	Maize	8	-13.1	Wheat	2
East Africa	35	-0.4	-2.3	-	-	-	Wheat	2
							Maize	29
West Africa	34	-12.5	-8.4	Maize	19	-7.4	Wheat	3
							Sorghum	5
							Cassava	4
Sahel	24	-11.3	-11.5	Maize	13	-12.6	Sorghum	3
				Millet	6	-10.6		
North Africa	22	0.8	-7.3	-	-	-	Wheat	10
							Maize	12
S. Asia	94	-7.7	-5.0	Maize	23	-15.9	Rice	38
				Sorghum	10	-10.8	Wheat	17
							Sorghum	4
S. East Asia	20	-3.6	-2.5	-	-	-	Rice	12
							Wheat	4
							Maize	2

หมายเหตุ : n = จำนวนงานวิจัย

ที่มา : คัดแปลงมาจาก Knox et al. (2012)

จากการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง PRECIS ร่วมกับแบบจำลอง DSSAT และ GIS โดยพบว่าผลผลิตข้าวโพด และมันสำปะหลัง ในปี ค.ศ. 1980-2099 ปริมาณผลผลิตลดลงร้อยละ 43 และ 15 ตามลำดับ (สมชาย บุญประดับ และคณะ, 2552) และจากการใช้แบบจำลอง Meta-analysis วิเคราะห์งานวิจัย 52 ฉบับ ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อปริมาณผลผลิตของพืช 8 ชนิด ในแอฟริกา และเอเชียใต้ ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ถั่วเขียว มันสำปะหลัง อ้อย และมันเทศ พบว่าในแอฟริกาตะวันตก ปริมาณผลผลิตข้าวโพดในปี ค.ศ. 2050 จะลดลงจากปัจจุบัน 12.5% แอฟริกาใต้ 11% และเอเชียใต้ 8.7% อย่างไรก็ตาม ผลผลิตข้าวโพดในแอฟริกาตะวันออก, แอฟริกาเหนือ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไม่ได้รับผลกระทบ เช่นเดียวกับปริมาณผลผลิตข้าวและมันสำปะหลัง ในแอฟริกา เอเชียใต้ และแอฟริกาตะวันตก (Knox et al., 2012) (ดังตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ดังนั้นอุณหภูมิและ CO₂ เพิ่มขึ้นอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม ทำให้มีฝนตกบ่อยขึ้น เนื่องจากความร้อนในบริเวณนั้นสูงทำให้มีความร้อนสะสมในชั้นบรรยากาศมากขึ้นเมื่อความร้อนประทะกับลมเย็นทำให้เกิดฝนตก

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อคุณภาพอาหารสัตว์

จากการศึกษา He et al. (2015) ทำการทดลองผลกระทบของอุณหภูมิ และ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2555 ถึงมิถุนายน 2556 ใน Agro-ecological experimental station, เมืองฉางชู ประเทศจีน ต่อกองประกอบทางเคมีและการหมักในกระเพาะหมักในหลอดทดลองฟางข้าวสาลี (ดังตารางที่ 2-5)

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบเคมีของฟางข้าวสาลี (Dry matter basis)

Item, g/100 g	CK	CO ₂	TEM	CO ₂ +TEM	S.E.M	P-Value
Dry matter	94.37±0.11 ^a	95.25±0.31 ^{bc}	94.60±0.12 ^{ab}	95.57±0.24 ^c	0.17	*
Crude ash	4.46±0.10 ^a	4.56±0.14 ^a	3.49±0.13 ^b	3.69±0.13 ^b	0.15	*
Crude protein	1.45±0.05 ^{ab}	1.29±0.03 ^{bc}	1.59±0.06 ^a	1.17±0.06 ^c	0.05	*
Ether extracts	0.70±0.07 ^b	0.57±0.04 ^b	0.92±0.02 ^a	0.64±0.02 ^b	0.04	*
Neutral Detergent fiber	82.95±0.03 ^a	82.98±0.19 ^a	82.96±0.23 ^a	84.72±0.16 ^b	0.24	*
Acid detergent fiber	52.47±0.76	52.52±0.66	52.59±0.46	53.96±0.69	0.33	ns
Hemicellulose	30.48±0.77	30.46±0.84	30.65±0.37	31.09±0.28	0.27	ns
Acid detergent lignin	6.31±0.24	6.45±0.15	6.57±0.13	7.02±0.29	0.12	ns

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

ที่มา: คัดแปลงมาจาก He et al. (2015)

โดยมีกลุ่มการทดลอง CK มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 500 ppm. อุณหภูมิ 10.5 องศา กลุ่ม CO₂ มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 500 ppm. อุณหภูมิ 10.5 องศา กลุ่ม TEM มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 413 ppm. อุณหภูมิ 12.5 องศา และกลุ่ม CO₂+TEM มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 413 ppm. อุณหภูมิ 12.5 องศา โดยพบว่า Dry matter และ Crude protein ลดลงในกลุ่ม CO₂ และ CO₂+TEM พบว่า Acid detergent fiber (ADF), Hemicellulose และ Acid detergent lignin (ADL) ทั้ง 4 กลุ่มทดลองให้ผลไม่ต่างกัน ในกลุ่ม CO₂ และ CO₂+TEM พบว่า Dry matter (DM) เพิ่มขึ้นแต่ Crude protein และ Ether extracts ลดลงมากกว่ากลุ่ม TEM ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโดยทั่วไปความเข้มข้นของ CO₂ จะเพิ่มการผลิตของพืชเนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงและการใช้น้ำที่สูงขึ้นและลดความเข้มข้นของโปรตีนเมล็ดซึ่งส่งผลให้คุณภาพเมล็ดลดลงและจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของวัตถุแห้งในพืช ในขณะที่เดียวกันการหายใจและการคายน้ำที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจเพิ่มการระเหยน้ำที่พื้นที่ใบลดลง ส่งผลให้ปริมาณวัตถุแห้งในพืชเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงผลของ CO₂ และอุณหภูมิในหลอดทดลอง pH ความเข้มข้นของไนโตรเจนแอมโมเนีย (mg/100 ml) ปริมาณโปรตีน (mg/100 mL) ก๊าซและก๊าซมีเทนในวันที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของฟางข้าวสาลี

Index, g/100 g	Time, h	CK	CO ₂	TEM	CO ₂ +TEM	S.E.M	P-Value
pH	24	6.62±0.01 ^a	6.67±0.01 ^b	6.64±0.01 ^a	6.69±0.01 ^b	0.01	*
	48	6.56±0.01 ^a	6.58±0.01 ^{ab}	6.56±0.01 ^a	6.61±0.01 ^b	0.01	*
NH ₃ -N (mg/100 mL)	24	3.34±0.03 ^a	3.22±0.08 ^b	3.24±0.02 ^b	3.24±0.03 ^b	0.3	*
	48	5.17±0.03 ^a	4.60±0.08 ^b	4.71±0.06 ^b	4.55±0.07 ^b	0.08	*
MCP (mg/100 mL)	24	8.29±0.14 ^a	7.13±0.21 ^b	8.31±0.13 ^a	7.09±0.43 ^b	0.21	*
	48	10.46±0.19 ^a	7.93±0.19 ^b	8.63±0.32 ^b	7.72±0.55 ^b	0.36	*
Gas production (mL)	24	25.41±0.71	25.78±0.46	25.80±1.25	23.51±1.21	0.5	ns
	48	76.38±1.28 ^a	68.16±1.55 ^{bc}	73.63±2.24 ^{ab}	66.44±1.49 ^c	1.41	*
Methane production (mL)	24	6.41±0.10 ^a	7.84±0.59 ^a	3.95±0.58 ^b	7.25±0.69 ^a	0.5	*
	48	25.80±1.15 ^a	27.58±1.38 ^a	17.88±0.77 ^b	20.67±0.21 ^b	1.24	*

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก He et al. (2015)

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ากลุ่ม CK ผลิตก๊าซสูงสุดในช่วง 48 ชั่วโมงตามด้วยกลุ่ม TEM และกลุ่ม CO₂ ในขณะที่กลุ่ม CO₂+TEM ซึ่งผลิตได้เพียง 66.44 ± 1.49 ส่วนการผลิต Gas production ในกลุ่ม CO₂ และ CO₂+TEM ช่วง 48 ชั่วโมงพบว่าผลิต Gas production ลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเพิ่มระดับ CO₂ อาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น อาหารเกิดมากขึ้น จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งในการทดลองอุณหภูมิอยู่ในช่วง 10.5-12.5 องศา ซึ่งโดยปกติแล้วพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 10-35 องศา ถ้าอุณหภูมิต่ำหรือมากเกินไปจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้าหรือมีชะงักการเจริญเติบโตได้เช่นกัน

ตารางที่ 4 ผลของ CO₂ และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในหลอดทดลองกรดไขมันระเหย (VFA) ที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของฟางข้าวสาลี

Index, mmol/L	Time, h	CK	CO ₂	TEM	CO ₂ +TEM	S.E.M	P-Value
TVFA	24	17.52±0.17 ^a	15.04±0.02 ^b	16.90±0.38 ^a	12.42±0.23 ^c	0.63	*
	48	38.83±1.96 ^a	34.95±0.30 ^{ab}	37.11±1.41 ^a	32.50±1.07 ^b	0.91	*
Acetate	24	11.10±0.29 ^a	9.18±0.23 ^b	10.32±0.30 ^a	6.95±0.07 ^c	0.52	*
	48	23.97±0.94 ^a	21.17±0.45 ^{bc}	22.23±0.73 ^{ab}	19.17±0.63 ^c	0.61	*
Propionate	24	4.94±0.14	4.54±0.26	5.12±0.47	1.19±0.32	0.17	ns
	48	11.37±0.61	10.64±0.19	11.42±0.53	10.24±0.41	0.25	ns
Butyrate	24	1.33±0.12	1.14±0.03	1.25±0.11	1.10±0.08	0.07	ns
	48	2.98±0.37	2.49±0.07	2.81±0.20	2.43±0.11	0.12	ns
Acetate: propionate	24	2.25±0.10	2.04±0.18	2.06±0.25	1.68±0.13	0.1	ns
	48	2.11±0.04	1.99±0.06	1.95±0.06	1.88±0.05	0.03	ns

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

ที่มา: คัดแปลงมาจาก He et al. (2015)

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า Propionate, Butyrate และ Acetate: propionate ไม่มีความแตกต่างกันทุกกลุ่มการทดลองในขณะที่ TVFA ในกลุ่ม CO₂ และ CO₂+TEM ลดลงช่วงที่ 24 ชั่วโมง ส่วน Acetate ในกลุ่มการทดลอง CO₂+TEM ที่ 48 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง พบว่ามีความเข้มข้นลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่ม TEM และ CK ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการลดลงของ TVFA ส่วนใหญ่จะทำให้ Acetate ลดลงตาม โดยทั่วไปพบว่า Acetate เป็นผลผลิตตัวสุดท้ายที่สำคัญของการหมักจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดย Acetate ประมาณ 40% มีส่วนช่วยในเรื่องของความต้องการพลังงานในชีวิตประจำวันของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ดังนั้นการลดลงของการผลิต Acetate อาจบ่งบอกถึงการลดพลังงานของสัตว์เคี้ยวเอื้องลง

สรุป

จากการทบทวนเอกสารสามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลผลิตด้านปริมาณและคุณภาพพืชลดลง ซึ่งมีผลต่อการลดประสิทธิภาพการผลิตปศุสัตว์ อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นพืชสามารถ

เจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากพืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าเกษตรกรรับรู้ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเกษตรกรก็สามารถวางแผนเพื่อจะลดการเสียหายของพืชชนิดนั้นได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

สมชาย บุญประดับ และคณะ, 2552. “ผลกระทบของสภาวะโลกร้อนต่อการผลิตพืชไร่หลักสามชนิดของประเทศไทย” วารสารวิจัย มข. 14 (7) กรกฎาคม หน้า 626-648

NCDC, MESDIS, NOAA. 2015. National Centers for Environmental Information 1998.

Bekele 2017. “Impacts of Climate Change on Livestock Production: A Review”. Journal of Natural Sciences Research.

He and et al. 2015. “The effect of increased atmospheric temperature and CO₂ concentration during crop growth on the chemical composition and in vitro rumen fermentation characteristics of wheat straw”. Journal of Animal Science and Biotechnology 6:46.

Erbs and et al. 2010. “Effects of free-air CO₂ enrichment and nitrogen supply on grain quality parameters and elemental composition of wheat and barley grown in a crop rotation”. Agriculture, Ecosystems and Environment Volume 136, Issue 1-2, Pages 59-68.

Hidosa and Guyo. 2017. “Climate Change Effects on Livestock Feed Resources: A Review”. Journal of Fisheries & Livestock Production.

Knox and et al. 2012. “Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia”. Environmental Research Letters.

Source : <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2014/13/supplemental/page-4>