



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์คชภัณฑ์บัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปริญญา

สัตวศาสตร์

สัตวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนมต่อระบบ
แลคโตเพอร์ออกซิเดส และคุณภาพน้ำนมดิบ

Effects of Cassava Hay Supplementation in Dairy Cow Feed on Lactoperoxidase
System and Raw Milk Quality

นามผู้วิจัย นางสาวศุภิษา วรรณ พันธุ์รา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์พรศรี ชัยรัตน์นุรักษ์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ประวีร์ วิษุฒดา, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์อุทัย คั่นโธ, วท.ม.)

กรรมการ

(นายสัตวแพทย์วงศ์อนันต์ ณรงค์วิธาน, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมจิต สุรพัฒน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ชัยภูมิ ปัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม
ต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส และคุณภาพน้ำนมดิบ

Effects of Cassava Hay Supplementation in Dairy Cow Feed
on Lactoperoxidase System and Raw Milk Quality

โดย

นางสุริยวรรณ พันธุ์นรา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (สัตวศาสตร์)
พ.ศ. 2552

สุริยวรรณ พันธน์รา 2552: ผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหาร ไคโนมต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส และคุณภาพน้ำนมดิบ ปรินญาวิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (สัตวศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ พรศรี ชัยรัตนยุทธ์, Ph.D. 150 หน้า

การศึกษาการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหาร ไคโนมต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส และคุณภาพน้ำนมดิบ แบ่งเป็น 4 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณ ไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง เป็นการทดลองแบบ 2x2 แฟคตอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่ม ตลอด ศึกษา 2 ปัจจัย คือ พื้นที่ปลูก 2 แห่ง (จ. นครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์) และพันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ (หัวยง 60 และเกษตรศาสตร์ 50) วัดค่าค่าสังเกต โดยเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันครั้งแรกหลังปลูก 3 เดือน และ ทุก 2 เดือน 4 ครั้งในแปลงเดียวกัน พบว่าใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ปลูกที่ประจวบคีรีขันธ์ มีน้ำหนักแห้งมากกว่า ($P<0.05$) ที่นครราชสีมา ปริมาณโปรตีนน้อยกว่า ($P<0.05$) แต่ผลผลิตโปรตีน/ไร่สูงกว่า ($P<0.05$) ไซยาไนด์ใน ใบและต้นอ่อนแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) การทดลองที่ 2 ศึกษาการเติม SCN ในน้ำนมต่อจำนวน และชนิด ของจุลินทรีย์ ในน้ำนมดิบ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกลอกสมบูรณ์ น้ำนมดิบ 3 ตัวอย่างเป็นบล็อกลอก เติม SCN 4 ระดับ คือ 0 5 10 และ 15 ppm วัดค่าค่าสังเกตที่ 25 และ 4 °ซ. ณ เวลา 2 4 6 8 และ 10 ชั่วโมง ที่ 25 °ซ. จำนวน จุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติม SCN 10 และ 15 ppm ต่ำกว่า ($P<0.05$) ไม่เติมใน ชั่วโมงที่ 8 แต่เทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบที่เติม SCN 15 ppm ต่ำกว่า ($P<0.05$) ในชั่วโมงที่ 6 ส่วนที่ 4 °ซ. จำนวน จุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติม SCN 10 และ 15 ppm และโคลิฟอร์ม ไซโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์ในน้ำนม ดิบที่เติม SCN 15 ppm ต่ำกว่า ($P<0.05$) ไม่เติมในชั่วโมงที่ 10 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใช้ใบและต้นอ่อนมัน สำปะหลังแห้งเสริมในอาหาร ไคโนมต่อคุณภาพน้ำนมดิบ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกลอกสมบูรณ์ จัดโคเป็น 4 บล็อก เสริมใบและต้นอ่อนมันแห้ง 4 ระดับ คือ 0 (กลุ่มควบคุม) 1 2 และ 3 กก./วัน เป็นเวลา 4 เดือน ปริมาณ และองค์ประกอบน้ำนมดิบใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ทุกกลุ่ม ปริมาณ SCN ในน้ำนมแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมัน แห้งสูงกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุม SCC จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ไซโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์ ใน น้ำนมแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันแห้งต่ำกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุม การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของ SCN ใน น้ำนมดิบต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะในน้ำนมโดยชุดทดสอบ เป็นการทดลองแบบ 2x3 แฟคตอเรียล ใช้ แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกลอกสมบูรณ์ ศึกษา 2 ปัจจัย คือ การเติม SCN 2 ระดับ (0 และ 15 ppm) และชุด ทดสอบ 3 ชนิด (เซลล์ทดสอบ แอมเทสต์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์) ในตัวอย่างน้ำนมดิบที่อุ่นที่ 82 ± 2 °ซ. นาน 3 นาที เปรียบเทียบกับน้ำนมดิบที่ไม่ได้อุ่นก่อนการตรวจสอบ ตัวอย่างน้ำนมดิบได้จากแม่โคที่สุขภาพดี และไม่เคยใช้ยาใน 1 เดือน เป็นบล็อกลอก 10 บล็อก พบว่าน้ำนมดิบที่ไม่อุ่นที่เติม SCN 15 ppm เกิดผลบวกเท็จ และ สงสัยบวกเท็จทุกชุดทดสอบ แต่การอุ่นน้ำนมก่อนตรวจสอบทำให้ไม่เกิดผลบวกเท็จในชุดทดสอบเซลล์ทดสอบ และกรมวิทยาศาสตร์การ แพทย์ และลดผลสงสัยบวกเท็จในน้ำนมดิบที่เติม SCN 15 ppm ลงได้มาก

Sureewan Punthanara 2009: Effects of Cassava Hay Supplementation in Dairy Cow Feed on Lactoperoxidase System and Raw Milk Quality. Doctor of Philosophy (Animal Science), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Pornsri Chairatanayuth, Ph. D. 150 pages.

Four experiments were conducted to study the effects of CH supplementation to dairy cow on lactoperoxidase system and raw milk quality. A 2x2 Factorial Experiment in CRD with repeated measurement was used in the 1st experiment to determine the productivity, chemical composition and HCN contents of two CH varieties (HB 60 and KU 50) planted at 2 sites (Nakhornratchasima and Prachuabkirikhun province). Young cassava plants were harvested after 3 months planting, and then every 2 months for 4 consecutive harvesting times from each area. CH from Prachuabkirikhun province was lower ($P<0.05$) in CP contents while there was no different in HCN contents. In the 2nd experiment; the inhibitory effect of SCN levels on growth of microorganisms in raw milks were investigated. A RCBD with repeated measurement was assigned. The mean level of SCN in raw milk increased from 5.16 ppm in the control samples to 11.11, 15.48, and 19.89 ppm when conc. SCN solution was added at 5, 10 and 15 ppm, respectively. When compare to the control, SPC, Coliform and Psychrotroph counts in raw milk after adding SCN 10 and 15 ppm were lower ($P<0.05$) at 25°C after 8 hr and at 4°C after 10 hr. Sixteen multiparous cows in early to mid lactation were used in a RCBD with repeated measurement to evaluate the effects of CH supplementation on raw milk quality in the 3rd experiment. Cows were blocked into 4 groups based on DIM and previous milk yield. During the 4 month trial, each group of cows was supplemented twice daily with concentrate only (T1) or concentrate + 1 (T2), 2 (T3) or 3 (T3) kg CH/head/day. All cows received 6 kg concentrate and 25 kg ruzi grass silage per head daily. The concentrate for each treatment was formulated to provide together with CH and the silage 1,830-1,940 gm protein daily intake. Milk yield, milk composition and LP concentrations were not affected by treatments ($P>0.05$). SCN concentrations were higher ($P<0.05$) for T2, T3 and T4 than for T1. SCC, SPC, Coliform, Psychrotrophic and Thermophilic counts were lower in T2 to T4 as compared to T1. For the 4th trial, a 2x3 Factorial Experiment in RCBD was performed to study the effect of SCN levels (adding conc. SCN solution 0 and 15 ppm in raw milk samples) on the potential false positive of the antibiotic tests. Delvo test, AM-Test and test kit of DMS were used to detect 10 heat or non-heat treated raw milk samples from healthy and antibiotic free cows. Incidence of false positive results from antibiotic residue test appeared to increase when SCN was added at 15 ppm in non-heat treated milk. However, such false positive results from all test kid disappeared when the milk heat-treated at $82 \pm 2^\circ\text{C}$ for 3 min.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระราชทานทุนเพื่อใช้การศึกษา และวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. พรศรี ชัยรัตนยุทธ์ ประธานกรรมการ รศ.ดร. ประวีร์ วิชชุตา รศ. อุทัย คั่นโธ และ นสพ.ดร.วงศ์อนันต์ ณรงค์วัฒนิกการ กรรมการสาขาวิชาเอก รศ.ดร. สมจิต สุรพัฒน์ กรรมการสาขาวิชารอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการศึกษา วิจัย ตลอดจนแก้ไข วิทยานิพนธ์ให้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบคุณ รศ. ดร. สุวพงษ์ สวัสดิ์พาณิชย์ ผู้แทนบัณฑิต วิทยาลัย ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ในการสอบสัมภาษณ์ครั้งสุดท้ายให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงสำหรับผู้ที่ทำให้การสนับสนุน ทุกเหล่าฯ ถวายทุน จำนวน 3 ท่าน คือ คุณภักดี กุลละวณิช คุณสุนีย์ สัตตัญญู และคุณวิชัย กังสาภิวัฒน์ รวมทั้งมูลนิธิ สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ที่มอบทุนในการวิจัย นอกจากนี้ยังได้รับความ อนุเคราะห์จากหลายหน่วยงาน คือ โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา องค์การส่งเสริมกิจการ โคนมแห่งประเทศไทย ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง สถาบันวิจัยสิทธิพรกฤดากร หน่วยปฏิบัติการ เทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันพัฒนาผลผลิตการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันสุขภาพ สัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์ และสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. พรรณวดี โสพรรณรัตน์ ผศ. ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิธรม ดร. สุตเชตต์ นาคะเสถียร อาจารย์สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคุณบัญญัติ แหวนแก้ว ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ดร. ณีฐิมา เจริญแสน คุณสุรัชย์ ศิริมัย คุณณัฐพล บำรุงเกียรติ คุณกิตติพงษ์ เหล็กกล้า และท่านที่ไม่ได้กล่าวนามอีกหลายท่าน ที่คอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์นี้ คุณสุริยะ และ ด.ช. สุริยวัชร พันธน์รา ที่สนับสนุนให้กำลังใจ และสำคัญที่สุด คือคุณพ่อ และคุณแม่ ซึ่งแม่ท่านทั้งสองจะจากไป แล้ว แต่ท่านยังอยู่ในใจ และเป็นกำลังใจให้ฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณ

สุริยวัชรณ พันธน์รา

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(13)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการทดลอง	36
ผลและวิจารณ์	46
ผล	46
วิจารณ์	80
สรุปและข้อเสนอแนะ	94
สรุป	94
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	111
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบของเซลล์โซมาติกในน้ำนม	25
2 อุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง	31
3 ปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง	31
4 สูตรอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง	33
5 เปรียบเทียบความสูง (ซม.) ของต้นมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	47
6 เปรียบเทียบน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	48
7 เปรียบเทียบน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ ต่างกัน	49
8 เปรียบเทียบผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	49
9 เปรียบเทียบปริมาณวัตถุแห้ง (%) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	51
10 เปรียบเทียบปริมาณไขมัน (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	51
11 เปรียบเทียบปริมาณเถ้า (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	52
12 เปรียบเทียบปริมาณ NDF (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	52
13 เปรียบเทียบปริมาณ ADF (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	53
14 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	54
15 เปรียบเทียบผลผลิตโปรตีน (กก.) /ไร่ ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	เปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์ (ppm) ในใบและดินอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	55
17	เปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์ (ppm) ของใบและดินอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน	56
18	ปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดส และไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบ และปริมาณไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบหลังจากเติมสารไฮโอไซยานทลงในน้ำนมดิบ	57
19	จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยในตัวอย่างน้ำนมดิบที่เวลาเริ่มต้น (ชั่วโมงที่ 0)	57
20	การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	58
21	การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	59
22	การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	60
23	การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	61
24	การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	62
25	การเปลี่ยนแปลงของจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	63
26	การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	64
27	การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	65
28	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไซยาไนด์ในอาหารชั้นอาหารหยาบ และใบและดินอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ที่ใช้ในการทดลอง	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	จำนวนโปรตีนที่แม่โคได้รับจริงจากอาหาร	66
30	ปริมาณน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	67
31	ปริมาณไขมัน (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	68
32	ปริมาณโปรตีน (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	68
33	ปริมาณแลคโตส (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	68
34	ปริมาณเนื้อมั้รวมไขมัน (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	69
35	ปริมาณเนื้อมรวม (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	69
36	จำนวนเซลล์โซมาติก ($\times 10^3$ เซลล์/มล.) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	70
37	ปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดส (unit/ml) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	71
38	ปริมาณไฮโดรไฮยาเนท (ppm) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	72
39	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	73
40	จำนวนโคลิฟอร์ม (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	74
41	จำนวนไซโครโทรฟ (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
42	จำนวนเทอร์โมไฟล์ (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	76
43	ปริมาณเอนไซม์ SGOT ในเลือดของแม่โคที่เสริมที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	76
44	ปริมาณเอนไซม์ SGPT ในเลือดของแม่โคที่เสริมที่เสริมไบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	77
45	ผลการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบที่ไม่ผ่านความร้อน ก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ	78
46	ผลการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบที่ผ่านความร้อนก่อนการ ตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ	79
ตารางผนวกที่		
1	ผลทางสถิติของความสูงของต้นมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	112
2	ผลทางสถิติน้ำหนักไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	113
3	ผลทางสถิติของน้ำหนักไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	113
4	ผลทางสถิติผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	114
5	ผลทางสถิติของปริมาณวัตถุแห้งของไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	114
6	ผลทางสถิติของปริมาณไขมันของไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	115
7	ผลทางสถิติของปริมาณเถ้าของไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
8 ผลทางสถิติของปริมาณ NDF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	116
9 ผลทางสถิติของปริมาณ ADF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	116
10 ผลทางสถิติของปริมาณโปรตีนของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	117
11 ผลทางสถิติผลผลิตโปรตีน/ไร่ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	117
12 ผลทางสถิติปริมาณไซยาไนด์ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	118
13 ผลทางสถิติปริมาณไซยาไนด์ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน	118
14 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติม ไฮโดรไลซานในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	125
15 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไลซานใน ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	125
16 การวิเคราะห์สถิติจำนวนไซโครโทรฟ์ในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไลซานใน ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	126
17 การวิเคราะห์สถิติจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไลซานใน ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	126
18 การวิเคราะห์สถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติม ไฮโดรไลซานในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	127
19 การวิเคราะห์สถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไลซานใน ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
20 การวิเคราะห์สถิติจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เดิม ไซโอไฮซานเท ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	128
21 การวิเคราะห์สถิติจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบที่เดิม ไซโอไฮซานเท ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	128
22 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	134
23 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไขมันในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	134
24 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณโปรตีนในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	135
25 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณแลคโตสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	135
26 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเนื้อมันรวมมันเนยในน้ำนมดิบของ แม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	136
27 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเนื้อมันทั้งหมดในนมดิบของแม่โคที่ เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	136
28 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบของแม่โคที่ เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	137
29 การวิเคราะห์สถิติปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โค ที่เสริมไบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	137
30 การวิเคราะห์สถิติปริมาณไซโอไฮซานเทในน้ำนมดิบของแม่โคที่ เสริมไบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	138
31 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบของแม่โค ที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	138
32 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม ไบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	139

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่	หน้า
33 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนไซโครโทรฟในน้ำมันดิบของแม่โค ที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	139
34 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำมันดิบของแม่โค ที่เสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	140
35 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเอนไซม์ SGOT ในเลือดของแม่โค ที่เสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	140
36 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเอนไซม์ SGPT ในเลือดของแม่โค ที่เสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ	141
37 การวิเคราะห์ทางสถิติการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบ ที่ไม่ผ่านความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ	149
38 การวิเคราะห์ทางสถิติการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบ ที่ผ่านความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ	149

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ต้นมันสำปะหลัง (ก) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ (ข) พันธุ์ห้วยบง 60	5
2	บริเวณส่วนยอดมันมันสำปะหลัง (ก) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ (ข) พันธุ์ห้วยบง 60	6
3	การสังเคราะห์ลินามาริน	8
4	ภาพจำลองการสังเคราะห์ลินามาริน และการผลิตไซยาไนด์หลังจาก เซลล์มีโซฟิลล์ (mesophyll cell) ของใบมันสำปะหลังถูกทำลาย	9
5	การสังเคราะห์ไซยาไนด์จากลินามาริน	10
6	กลไกทางเคมี และภูมิคุ้มกันในด้านนมเพื่อป้องกันจุลินทรีย์	13
7	ส่วนแอคทีฟฮีม (heme active sit) ของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส	12
8	วิถีกลไกปฏิกิริยาของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส	18
9	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลไฟไฮไดรล	20
ภาพผนวกที่		
1	ความสูงของต้นมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	119
2	น้ำหนัก (กก./ไร่) ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังสดพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	119
3	น้ำหนัก (กก./ไร่) ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	120
4	ปริมาณวัตถุแห้งในใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	120
5	ปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	121

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
6 ปริมาณเถ้าในใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	121
7 ปริมาณ NDF ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	122
8 ปริมาณ ADF ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	122
9 ปริมาณโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	123
10 ผลผลิตโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	123
11 ปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	124
12 ปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรกรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์	124
13 standard curve ของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส	129
14 standard curve ของสารไฮโดรโอไซยานาท	129
15 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	130
16 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	130
17 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	131
18 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	131

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
19 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมันดิบที่เดิมไซโอไฮยานेत ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	132
20 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำมันดิบที่เดิมไซโอไฮยานेत ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	132
21 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำมันดิบที่เดิมไซโอไฮยานेत ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	133
22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำมันดิบที่เดิมไซโอไฮยานेत ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	133
23 ปริมาณน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	141
24 ปริมาณไขมันในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	142
25 ปริมาณโปรตีนในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	142
26 ปริมาณแลคโตสในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	143
27 ปริมาณเนื้อมักรวมมันเนยในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและ ต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	143
28 ปริมาณเนื้อมักรวมทั้งหมดในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	144
29 จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน	144
30 ปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	145

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
31 ปริมาณไฮโอไซยานเทในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	145
32 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	146
33 จำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	146
34 จำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	147
35 จำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	147
36 ปริมาณ SGOT ในน้ำเลือดของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	148
37 ปริมาณ SGPT ในน้ำเลือดของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน	148

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ADF	=	Acid detergent fiber
cells/ml	=	cells per milliliter
CFU/ml	=	Colony forming unit per milliliter
CH	=	Cassava hay
CNp	=	Cyanogenic potential
CNS	=	Coagulase-negative staphylococci
CP	=	Crude protein
CT	=	Condensed tannins
CRD	=	Completely randomized designs
DIM	=	Day in milk
DM	=	Dry matter
DMS	=	Department of Medical Sciences
DNA	=	Deoxyribonucleic acid
<i>E. coli</i>	=	<i>Escherichia coli</i>
HT	=	Hydrolyable tannins
HB 60	=	Huaybong 60
H ₂ O ₂	=	Hydrogen peroxide
JECFA	=	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive
KU 50	=	Kasetsart 50
LP	=	Lactoperoxidase
mM	=	millimole
mM/l	=	millimole per liter
NADH	=	Nicotinamide adenine dinucleotide
NADPH	=	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NAGase	=	N-acetyl-β-D-glucosaminidase
NaSCN	=	Sodium thiocyanate
NDF	=	Neutral detergent fiber
OSCN	=	Hypothiocyanate

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

PA	=	Proantrocyanidins
ppm	=	part per million
RCBD	=	Randomized completely block designs
RNA	=	Ribonucleic acid
SAS	=	Statistic analysis system
SCC	=	Somatic cell count
SCN	=	Thiocyanate
SGPT	=	Serum glutamic pyruvic transaminase
SGOT	=	Serum glutamic oxalacetic transaminase
SPC	=	Standard plate count
unit/ml	=	unit per milliliter

ผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส และคุณภาพน้ำนมดิบ

Effects of Cassava Hay Supplementation in Dairy Cow Feed on Lactoperoxidase System and Raw Milk Quality

คำนำ

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย มีความผันผวนจากการรับซื้อน้ำนมดิบตลอดเวลา ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการรับซื้อน้ำนมดิบจากเกษตรกร คือราคารานนมผง และการควบคุมการนำเข้านมผงจากต่างประเทศ เกษตรกรจึงจำเป็นต้องลดต้นทุนการเลี้ยงโคนมลง แต่คุณภาพของน้ำนมยังเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอยู่เสมอ

ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำนมดิบที่รีดได้นั้น มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพน้ำนม ถ้าการรีดนมไม่สะอาด ซึ่งอาจมีสาเหตุจากเต้านมโค เครื่องรีดนม อุปกรณ์ ภาชนะที่ใช้ในการรีดนม และผู้รีดนมไม่สะอาด ตลอดจนการรีดนมที่ผิดวิธี หรือโคเป็นโรคเต้านมอักเสบ ทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมดิบจำนวนมาก คุณภาพต่ำลง อายุการเก็บรักษาน้ำนมดิบสั้น และอาจถูกตัดราคา หรือถูกปฏิเสธการรับซื้อได้ การรักษาคุณภาพน้ำนมดิบ และ การควบคุมป้องกันการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคนม จึงเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่ง สามารถทำได้หลายวิธี เพื่อช่วยให้สุขภาพร่างกาย รวมถึงสุขภาพของเต้านมแม่โคดีขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อโรคดีขึ้น การให้อาหารที่ดีเป็นวิธีที่เกษตรกรนำมาปฏิบัติได้ ใบมันสำปะหลัง เป็นแหล่งอาหารแหล่งหนึ่งที่น่าสนใจ ประโยชน์ดังกล่าวได้

ใบและต้นอ่อนของมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid) หรือไซยาไนด์ (cyanide) หรือ กรดพรัสสิก (prussic acid) ซึ่งเป็นพิษ แต่ถ้าให้โคกินในปริมาณที่เหมาะสม จะไม่เป็นอันตราย เนื่องจากร่างกายโคมีการทำลายสารพิษชนิดนี้ กลายเป็นไทโอไซยาเนต (thiocyanate) และถูกขับออกมากับสารคัดหลั่งต่าง ๆ รวมถึงในน้ำนม ไธโอไซยาเนตจะเข้าสู่ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (lactoperoxidase system) เพื่อช่วยต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนม ทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำนมลดลง อายุการเก็บรักษาคุณภาพน้ำนมจะนานขึ้น (Seifu *et al.*, 2005)

ดังนั้นใบและต้นอ่อนของมันสำปะหลัง น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรนำมาใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่โคนม เพื่อช่วยในการป้องกัน ลดสภาวะการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคนม และรักษาคุณภาพน้ำนมดิบได้ เป็นผลผลิตที่เหลือทิ้งจากการเก็บหัวมันสำปะหลังไปแล้ว หาง่าย และที่สำคัญคือราคาถูก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไซยาไนด์ในใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลัง
แห้งแต่ละพันธุ์ ที่อายุการเก็บเกี่ยว และพื้นที่ปลูกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารไซโอไซยานเนทในน้ำนมดิบ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ใน
น้ำนมดิบ ที่อุณหภูมิ และเวลาต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ต่อ
จำนวนจุลินทรีย์ และคุณภาพน้ำนมดิบ
4. เพื่อศึกษาผลของปริมาณไซโอไซยานเนทในน้ำนม ต่อการทดสอบสารปฏิชีวนะตกค้าง
ในน้ำนมดิบ โดยชุดทดสอบ

การตรวจเอกสาร

มันสำปะหลังมีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น Cassava, Manihot, Manioc, Tapioca และ Tapioka ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Manihot esculenta* Crantz. (กรมวิชาการเกษตร, 2526) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด (ศูนย์ข้อมูลการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์, 2552) คือ

1. มันสำปะหลังชนิดหวาน (sweet type) เป็นมันสำปะหลังที่มนุษย์ใช้บริโภคได้ ไม่มีรสขม มีระดับกรดไฮโดรไซยานิกต่ำ เนื้อมันสำปะหลังมีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่ม และชนิดเนื้อแน่นเหนียว ส่วนมากนำไปปิ้งเหมือนกล้วยปิ้ง เชื่อม หรือทำขนมอื่น ๆ พันธุ์มันสำปะหลังชนิดหวาน ได้แก่ พันธุ์ห่านาทิ หรือพันธุ์ญวน หรือพันธุ์สวนที่ปลูกตามร่องสวนทั่วไป

2. มันสำปะหลังชนิดขม (bitter type) เป็นมันสำปะหลังที่มีระดับกรดไฮโดรไซยานิกสูง เป็นพิษ มีรสขม และมีแป้งมาก ไม่ควรทำเป็นอาหาร หรือเลี้ยงสัตว์โดยตรง แต่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ เช่น ทำแป้งมัน มันอัดเม็ดใช้เลี้ยงสัตว์ แอลกอฮอล์ มันสำปะหลังชนิดขมมีหลายชนิดที่เกษตรกรนิยมปลูกมากคือ พันธุ์พื้นเมืองคันขาว หรือบางทีเรียกว่าพันธุ์ระยอง ซึ่งมีลำต้นสีเขียว ก้านใบสีเขียวปนม่วง และมียอดอ่อนสีม่วง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในเขตร้อน หรือเขตอบอุ่น เจริญเติบโตดีในดินที่มีแร่ธาตุต่ำ ฝนตกน้อย ปลูกได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย การเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมในการปลูกควรคำนึงถึง พื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการเก็บเกี่ยวผลผลิต (กรมวิชาการเกษตร, 2526) พันธุ์มันสำปะหลังที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมีมากมาย กรมวิชาการเกษตร (2540) แนะนำไว้คือ พันธุ์ระยอง 1 เจริญเติบโตดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สามารถทนสภาพแวดล้อมได้ดี ผลผลิตสูง 2-3 ตัน/ไร่ พันธุ์ระยอง 3 ให้ปริมาณแป้งสูงเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ พันธุ์ระยอง 60 ให้ผลผลิตสูงแม้จะเก็บเกี่ยวอายุสั้น พันธุ์ระยอง 90 ผลผลิต และปริมาณแป้งสูง พันธุ์ระยอง 5 ผลผลิต และปริมาณแป้งสูง ปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม

นอกจากนี้ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง และส่งเสริมให้ปลูกคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ระยอง 1 และระยอง 90 ยอดอ่อนสีม่วง ใบสีเขียวอมม่วง ต้นสีเทาเงิน ลำต้นโค้ง

แตกกิ่งน้อย กิ่งทำมุมกว้าง 75-90 องศา หัวมีขนาดสม่ำเสมอ เปลือกสีน้ำตาล และมีเนื้อสีขาว (โชค ยืนยงอุตสาหกรรรม, 2552) สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ทรงต้นสูง ดูแลง่าย ต้นพันธุ์แข็งแรง มีการงอกดี ผลผลิต และปริมาณแป้งสูง โอกาสรอด และการอยู่รอดสูง (ศูนย์ข้อมูลการใช้ มั่นสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์, 2552) และพันธุ์ห้วยบง 60 เป็นพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างนักวิจัยจากมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ และมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ได้รับพระราชทานชื่อพันธุ์จากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ว่า “ห้วยบง 60” ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ระยอง 5 และเกษตรศาสตร์ 50 (ชยพร, 2552) ลักษณะประจำพันธุ์คือ ยอดอ่อนสีม่วงอ่อน และไม่มีขน ใบสีเขียวปนม่วง ก้านใบสีเขียวอมม่วง ลำต้นสีเขียวเงิน ความสูงของการแตกกิ่ง 90-140 เซนติเมตร ความสูงต้น 1.80-2.50 เมตร เปลือกนอกของหัวสีน้ำตาลอ่อน และมีเนื้อสีขาว (โชคยืนยงอุตสาหกรรรม, 2552) คุณสมบัติดีเด่นคือ ผลผลิต และปริมาณแป้งสูง ลำต้นสูงใหญ่คลุมวัชพืชได้ดี (ชยพร, 2552)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ต้นมันสำปะหลัง (ก) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ (ข) พันธุ์ห้วยบง 60

ที่มา: โชคยืนยงอุตสาหกรรรม (2552)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 บริเวณส่วนยอดมันมันสำปะหลัง (ก) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ (ข) พันธุ์ห้วยบง 60
ที่มา: โชคยืนยงอุตสาหกรรม (2552)

คุณค่าทางโภชนาการของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง

ส่วนประกอบทุกส่วนของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณโปรตีนสูง คือ ในส่วนใบแห้งมีโปรตีน 32.3 เปอร์เซ็นต์ ลำต้นแห้ง 14.6 เปอร์เซ็นต์ ก้านแห้ง 8.9 เปอร์เซ็นต์ และใบและต้นอ่อนแห้ง 24.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไลติก ซึ่งเป็นสารพิษอันตราย ถ้าโคได้รับมากเกินไป การทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด สามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไลติกในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังลงได้ มีระดับต่ำเพียง 0.38 มิลลิกรัม % ซึ่งปลอดภัยสำหรับเป็นอาหารสัตว์กระเพาะรวม ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งอาหารที่โคชอบ และสามารถกินได้ถึงวันละ 11.2 กิโลกรัม/ตัว หรือคิดเป็น 3.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (Wanapat *et al.*, 1997)

สารพิษในมันสำปะหลัง

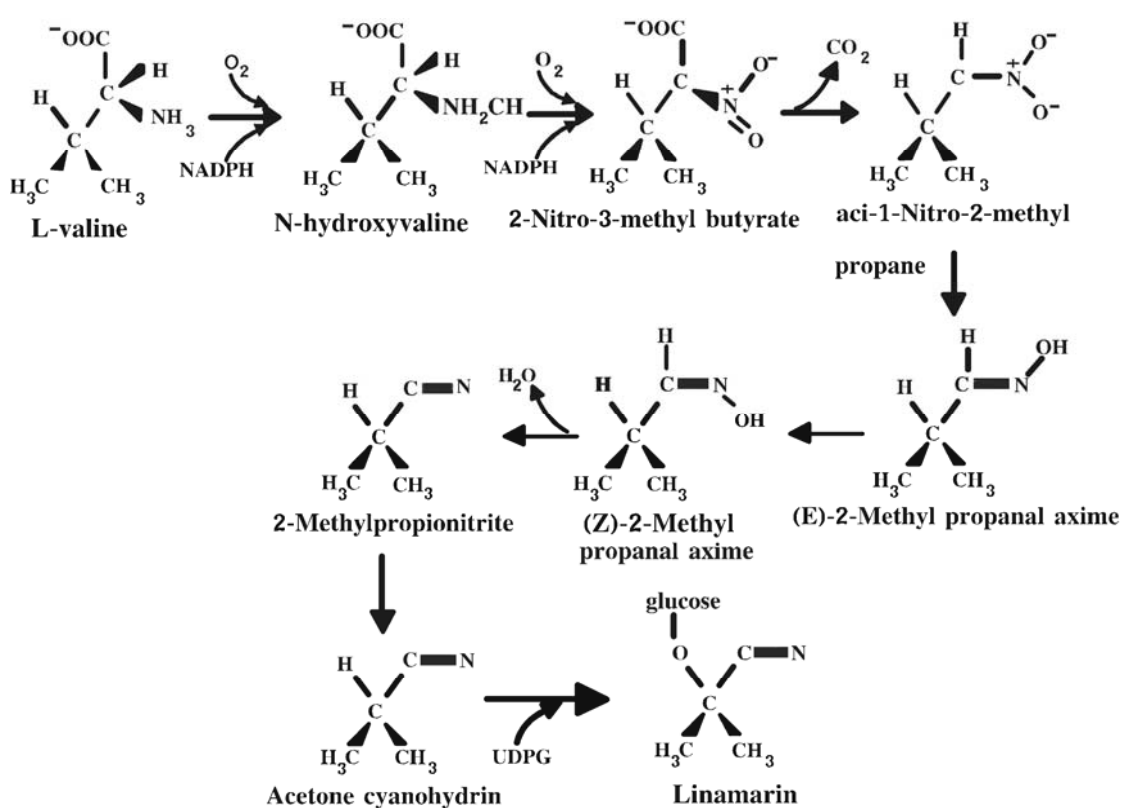
1. สารแทนนิน (tannins)

สารแทนนินส์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ไฮโดรไลเอเบิล แทนนิน (hydrolyable tannins) มีศักยภาพเป็นพิษ (potentially toxin) ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ถูกย่อยสลายได้ง่ายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน อีกชนิดหนึ่งคือ โปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidins) หรือคอนเดนส์ แทนนิน (condensed tannins) ไม่ง่ายต่อการถูกย่อยสลาย และไม่เป็นพิษ (non-toxin) ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะไม่ถูกดูดซึม แต่อาจมีผลระคายต่อเยื่อในกระเพาะอาหาร (Reed, 1995) ในมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นคอนเดนส์ แทนนิน และสามารถจับกับโปรตีน เป็นสารประกอบโปรตีนแทนนินคอมเพล็กซ์ (protein-tannin complex) มีความสามารถในการไหลผ่านกระเพาะรูเมนลงไปยังลำไส้เล็ก (bypass) เป็นอย่างดี ทำให้เกิดการย่อย และดูดซึมเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (เมธา, 2540) Wanapat *et al.* (2003) รายงานว่าในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณคอนเดนส์ แทนนิน 30.5 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วน Netpana *et al.* (2003) พบว่ามีปริมาณคอนเดนส์ แทนนิน 32.6 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งในพืชอาหารสัตว์ ถ้ามีระดับของคอนเดนส์ แทนนินสูงเกิน 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง การกินได้ และการย่อยได้ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต จะลดลง ทำให้การเจริญเติบโตของโคลดลงด้วย แต่ถ้ามีคอนเดนส์ แทนนินในระดับ 2-4 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง จะป้องกันโปรตีนจากการย่อยในรูเมน ซึ่งเป็นการเพิ่มการไหลผ่านของโปรตีนสู่ลำไส้เล็ก (Barry and Manley, 1984 and Reed, 1995)

2. กรดไฮโดรไซยานิก หรือไซยาไนด์

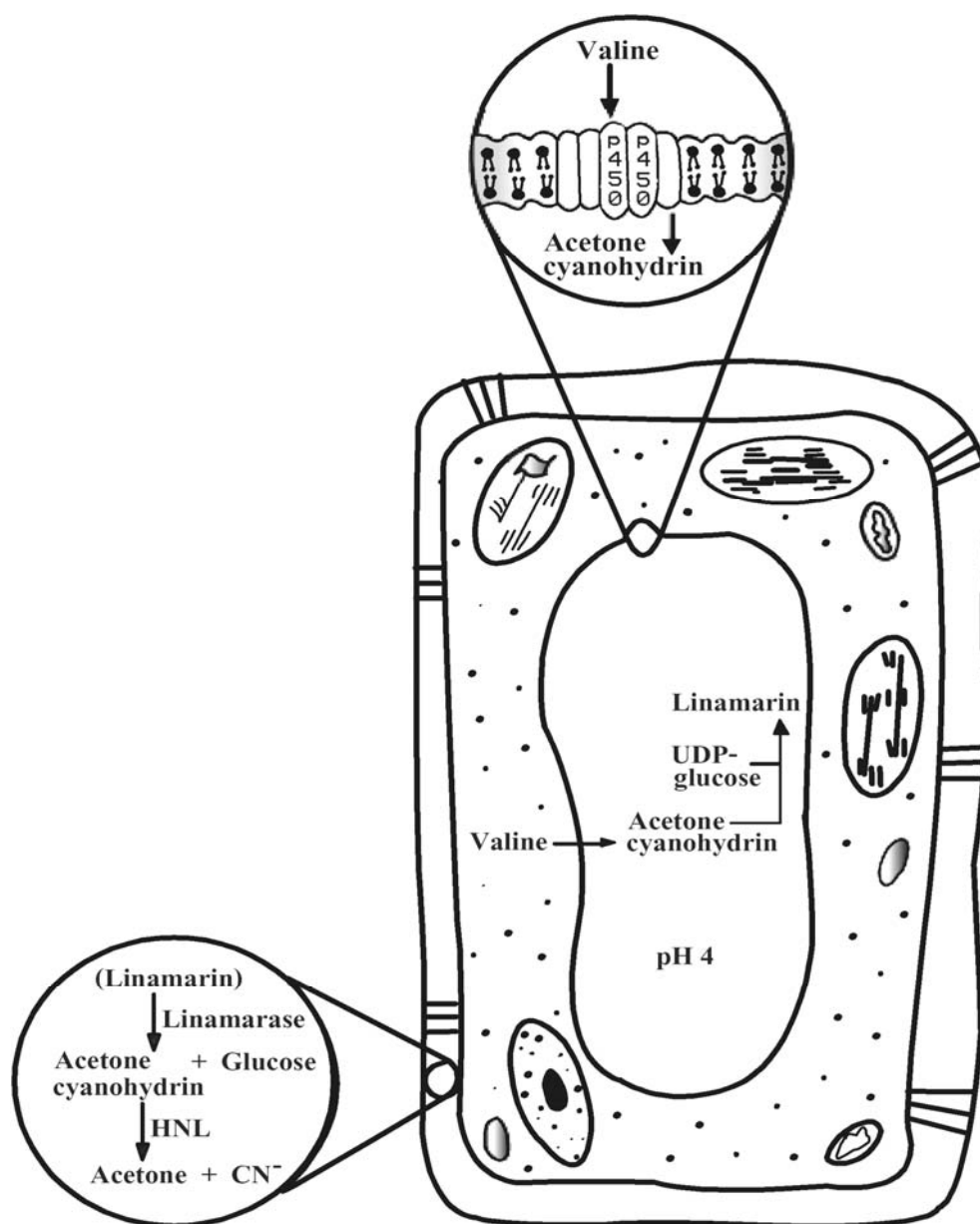
ไซยาไนด์ เป็นสารพิษอีกชนิดหนึ่งในมันสำปะหลัง เกิดจากการสลายตัวของสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ (White *et al.*, 1998) ในมันสำปะหลัง ประกอบด้วยสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ (cyanogenic glycosides) 2 ชนิด คือ ลินามาริน (linamarin) มีปริมาณมากถึง 95% ของสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ทั้งหมด สังกะหร่ายได้จากกรดอะมิโนแวลีน (valine) ดังภาพที่ 3 และ 4 และ โลโทสตราลิน (lotaustralin) สังกะหร่ายได้จากกรดอะมิโนไอโซลิวซีน (isoleucine) มีอยู่เพียง 5% เท่านั้น (Keresztessy *et al.*, 2001; Siritunga and Sayre, 2003)

การสังเคราะห์ไซยาไนด์ (cyanogenesis) เริ่มต้นเมื่อเซลล์เนื้อเยื่อพืชถูกทำลาย เซลล์จะปลดปล่อยลินามารินออกมา จากนั้นเอนไซม์ลินามาเรส (linamarase) ที่ผนังเซลล์จะไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) ลินามาริน ได้อะซิโตน ไซยาโนไฮไดริน (acetone cyanohydrin) และกลูโคส ซึ่งอะซิโตน ไซยาโนไฮไดริน นี้ไม่เสถียร จะสลายเป็นอะซิโตน และไซยาไนด์ ในที่สุด (ภาพที่ 4 และ 5) กระบวนการนี้เป็นการป้องกันตัวเองของพืช จากการถูกทำลายของแมลงศัตรูพืช หรือสิ่งมีชีวิตที่กินพืช



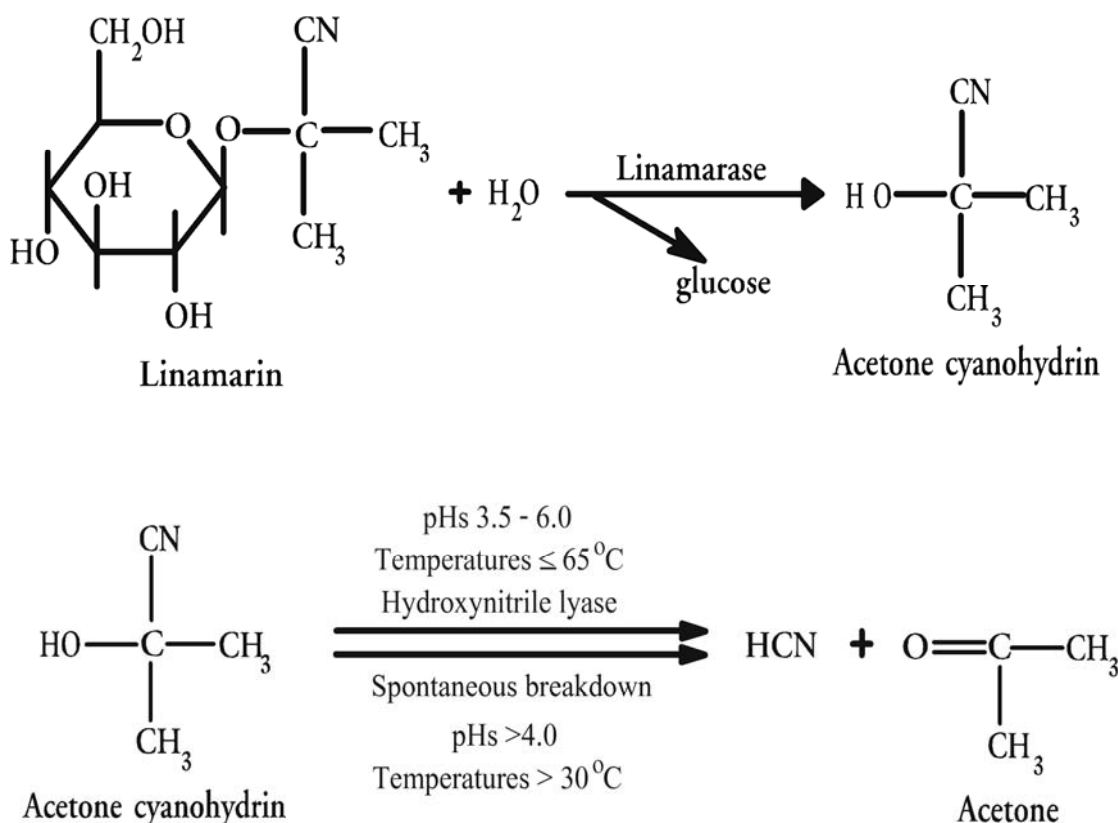
ภาพที่ 3 การสังเคราะห์ลินามาริน

ที่มา: Ruffle (1998)



ภาพที่ 4 ภาพจำลองการสังเคราะห์ลินามาริน และการผลิตไซยาไนด์หลังจากเซลล์มีโซฟิลล์ (mesophyll cell) ของใบมันสำปะหลังถูกทำลาย

ที่มา: Ruffle (1998)



ภาพที่ 5 การสังเคราะห์ไซยาไนด์จากลินามาริน

ที่มา: Ruffle (1998)

เนื้อเยื่อมันสำปะหลังมีสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ เป็นส่วนประกอบทุกส่วน ยกเว้นเมล็ด (White *et al.*, 1998) ปริมาณสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ แตกต่างกันตามส่วนต่าง ๆ ของพืช อายุ พันธุ์ และสภาพแวดล้อม เช่น ดิน ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นต้น (Okigbo, 2004) ส่วนของใบมันสำปะหลังมีปริมาณสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ มากที่สุด คือมีปริมาณลินามาริน 5.0 กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักสด (White *et al.*, 1998) Siritunga (2003) รายงานว่าในใบมันสำปะหลังมีสารไซยาไนด์ 200 – 1,300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง

มันสำปะหลังต่างพันธุ์ มีปริมาณไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ แตกต่างกัน เช่น ในใบแก่ของมันสำปะหลังชนิดหวาน มีปริมาณสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ 468 มิลลิกรัมไซยาไนด์/กิโลกรัม น้ำหนักสด ส่วนใบแก่ของมันสำปะหลังชนิดขม มีปริมาณสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ 310 มิลลิกรัมไซยาไนด์/กิโลกรัม น้ำหนักสด (Okigbo, 2004) ในใบอ่อน (ใบที่ 3 จากยอด) ของมันสำปะหลังพันธุ์ที่มีไซยาไนด์สูง (high cyanide cultivar) ที่อายุ 11 เดือน จะพบสารลินามารินมาก

ที่สุด แต่พันธุ์ที่มีไซยาไนด์ต่ำ (low cyanide cultivar) ในใบแก่ (ใบที่ 7 จากยอด) จะมีลินามารินมากที่สุด (Santana *et al.*, 2002)

Ekanayake *et al.* (2004) แบ่งชนิดของมันสำปะหลังตามศักยภาพของไซยาไนด์ (cyanogenic potential, CNp) ที่พบในส่วนราก โดยมันสำปะหลังที่มี CNp ต่ำ มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด มันสำปะหลังที่มี CNp ปานกลาง มีปริมาณไซยาไนด์ 5-10 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด และมันสำปะหลังที่มี CNp สูง มีปริมาณไซยาไนด์มากกว่า 10 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ค่า CNp ในใบมีสูงกว่าในราก 5 -10 เท่า ขึ้นอยู่กับอายุของมันสำปะหลัง เช่น ในใบมันสำปะหลังพันธุ์ TMS 50395 ซึ่งมี CNp สูง ส่วนใบที่อายุ 9 เดือน มีปริมาณไซยาไนด์ 79.9 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด แต่ส่วนใบที่อายุ 12 เดือน มีปริมาณไซยาไนด์ 108.0 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

การลดความเป็นพิษของไซยาไนด์

สัตว์เคี้ยวเอื้องจะได้รับพิษไซยาไนด์ได้เร็วกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในรูเมน และเอนไซม์ของพืชที่โคกินเข้าไป เร่งปฏิกิริยาการสลายสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง และในพืชหลายชนิด เกิดเป็นไซยาไนด์ และถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว ถ้าได้รับพิษปริมาณมากและรวดเร็ว จะเกิดอาการเกร็ง กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรุนแรง เจ็บปวด และตายภายในไม่กี่นาที ถ้าได้รับปริมาณน้อย จะค่อย ๆ แสดงอาการ เริ่มจากน้ำลายเป็นฟองตามมุมปาก อัตราการหายใจเร็วขึ้น ชีพจรเต้นเร็ว และอ่อนลง กล้ามเนื้อชักกระตุก และอาจตาย โดยจะมีการเกร็งก่อนตาย ระดับความเป็นพิษของไซยาไนด์ที่ทำให้โค และแกะตาย (lethal dose) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัวสัตว์ (Majak and Cheng, 1984)

การนำใบมันสำปะหลังมาฝั่แดด หรือหมักแล้วทำให้แห้ง ช่วยลดปริมาณไซยาไนด์ลงได้ จิรพรรณ (2508) รายงานว่าใบมันสำปะหลังสด ใบมันตากแห้ง และใบมันหมักตากแห้ง มีไซยาไนด์ 113.80 26.10 และ 16.4 ppm ตามลำดับ แต่การศึกษาของนรินทร์ (2520) ทำการศึกษาพบว่าปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลังแห้ง มีค่า 30.50 ppm ส่วน Phuc *et al.* (2003) วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังหมักได้ 762 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่เมื่อ

นำไขมันหมักนั้นมาทำให้แห้ง มีปริมาณไขมันในค้เพียง 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และใกล้เคียงกับไขมันสำปะหลังผึ่งแดด ซึ่งมีปริมาณไขมันในค้ 255 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

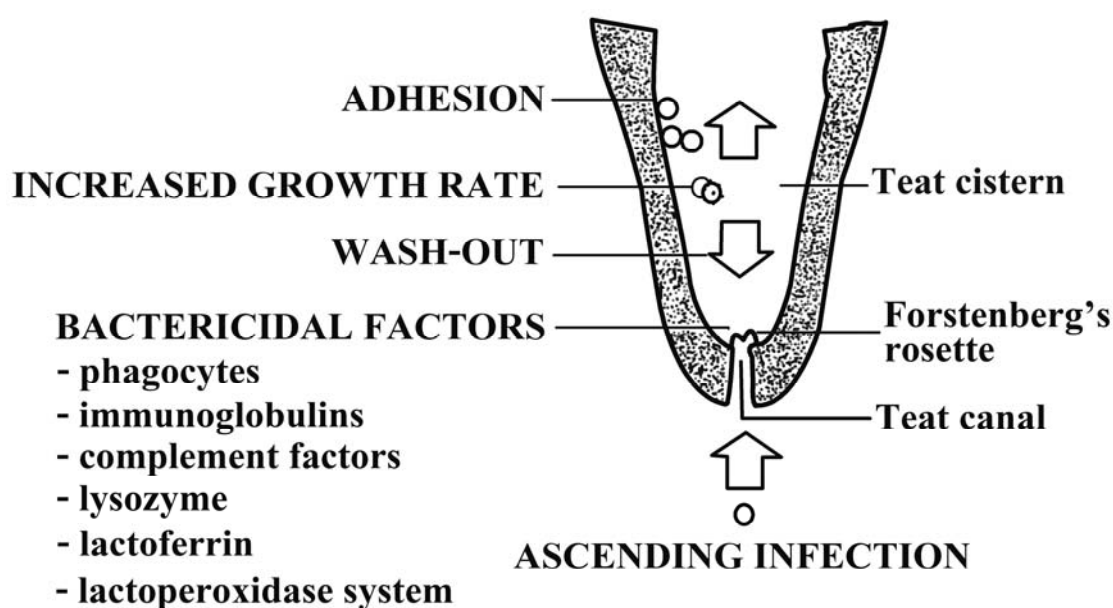
จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถลดพิษของไขมันในค้ได้ ส่วนไขมันในค้ที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายโคนั้น ถูกลดความเป็นพิษ โดยทำปฏิกิริยากับไธโอซิสเตอิน (thiocysteine) หรือไธโอซัลเฟต (thiosulphate) มีเอนไซม์ไรดานีส (rhodanese) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้สารไธโอไขมันแทน ซึ่งปฏิกิริยานี้ เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อทุกชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยเฉพาะในตับ ไต ต่อมหมวกไต ต่อมไทรอยด์ และตับอ่อน สารไธโอไขมันแทน ถูกขับออกทางน้ำนม น้ำลาย น้ำตา และน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร รวมทั้งของเหลวบริเวณเยื่อผิวของระบบทางเดินหายใจ (Ratner and Prince, 2000) ซึ่งสารไธโอไขมันแทนที่ถูกขับออกทางน้ำนมนี สามารถเข้าสู่ระบบแลคโตเฟอร์รอกซิเดส เพื่อช่วยยับยั้งการเจริญ หรือทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำนมได้ (Reiter and Härnqvist, 1984; Seifu *et al.*, 2005; Wolfson and Sumner, 1993)

ระบบแลคโตเฟอร์รอกซิเดสในน้ำนมดิบ

การติดเชื้อของเต้านมโคนั้น ในธรรมชาติเต้านมติดเชื้อได้โดยผ่านทางหัวนมเท่านั้น แต่โคมีระบบการป้องกันการติดเชื้อ ด้านป้องกันขั้นแรก (primary defense mechanism) ของเต้านม คือ ปากรูเปิดของหัวนม (teat canal orifice) ที่รูนม (teat canal) มีสารเคราติน (keratin) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ด้านที่สอง (secondary defense mechanism) คือ ระบบสารเคมี (chemical system) ภูมิคุ้มกัน (immunological system) และระบบเซลล์ในร่างกาย (cellular system) ที่มีอยู่ในน้ำนม (ภาพที่ 6) ซึ่งบางชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial factors) ความเข้มข้นขององค์ประกอบของสารกลุ่มนี้ขึ้นกับช่วงเวลาในระหว่างการรีดนม สารต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย มีมากในช่วงระยะพักการรีดนม (dry period) และในน้ำนมเหลือง (colostrum) สารเหล่านี้พบน้อยในช่วงที่โคให้ผลผลิตน้ำนมสูงสุด (peak lactation) องค์ประกอบเหล่านี้จะเพิ่มจำนวนขึ้นมากทันทีที่มีการอักเสบในเต้านม เซลล์เม็ดเลือดขาว เช่น ลิมโฟไซต์ (lymphocytes) และเซลล์พลาสมา (plasma cells) อยู่บริเวณผิวของท่อนม นิวโทรฟิล ฟาโกไซต์ (neutrophil phagocytes) และพบมากในเต้านมที่อักเสบ (สุณีรัตน์, 2544)

องค์ประกอบของน้ำนมมีสารที่ทำปฏิกิริยาต่อต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial factor) หลายชนิด เช่น แลคโตเฟอร์ริน (lactoferrin) ไลโซไซม์ (lysozyme) เอ็น-อะเซตทิล-เบต้า-ดี-กลูโคซามินิ

เดส (N-acetyl- β -D-glucosaminidase, NAGase) และแลคโตเพอร์ออกซิเดส (lactoperoxidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ช่วยป้องกันต่อต้านโรคเต้านมอักเสบ ต่อต้านการเจริญของแบคทีเรีย น้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดต่างๆ มีส่วนประกอบของสารต่อต้านจุลินทรีย์แตกต่างกัน น้ำนมโคมีปริมาณของแลคโตเพอร์ออกซิเดสสูง แต่มีแลคโตเฟอร์ริน และไลโซไซม์ต่ำ ขณะที่น้ำนมมารดามีแลคโตเฟอร์ริน และไลโซไซม์สูง แต่มีแลคโตเพอร์ออกซิเดสต่ำ (Losnedahl *et al.* , 1996a)



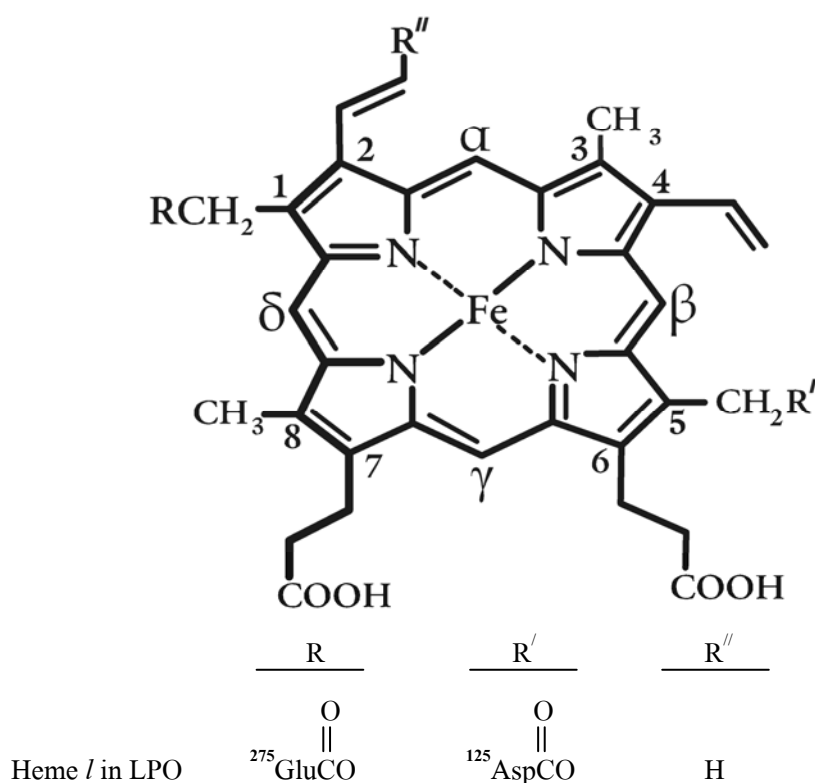
ภาพที่ 6 กลไกทางเคมี และภูมิคุ้มกันในด้านนมเพื่อป้องกันจุลินทรีย์
ที่มา: สุณีรัตน์ (2544)

องค์ประกอบของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส

ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ประกอบด้วยสาร 3 ชนิด คือ เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และไลโอไซยานนท์ ปฏิกริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ให้สารที่มีคุณสมบัติต่อต้าน ยับยั้งจุลินทรีย์หลายชนิด ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส (Wolfson and Sumner, 1993)

1. เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส

แลคโตเพอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ในกลุ่มเพอร์ออกซิเดส (peroxidase) พบทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ (Kussendrager and van Hooijdonk, 2000) เป็นสารไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ประกอบด้วยโพลีเปปไทด์สายเดี่ยว (single polypeptide chain) ที่มีกรดอะมิโนจำนวน 612 residues (Cals *et al.*, 1991) น้ำหนักโมเลกุล 7800 ดาลตัน (Daltons) มีหมู่พรอสเทติกฮีม (prosthetic heme group) เชื่อมต่อกับสายโพรตีน (protein backbone) โดย ester linkages 1 คู่กับกรดคาร์บอกซิลิก (ภาพที่ 7) ในส่วนแอคทีฟ (active site) ของเอนไซม์ (Ott, 2001)



ภาพที่ 7 ส่วนแอคทีฟฮีม (heme active sit) ของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส

ที่มา: Ott (2001)

เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์ (oxidize) สาร โดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Ryoba *et al.*, 2004) แลคโตเพอร์ออกซิเดสพบในต่อน้ำนม น้ำลาย และน้ำตาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสารคัดหลั่งจากต่อมเหล่านั้น คือ น้ำนม น้ำลาย และน้ำตา

(Wolfson and Sumner, 1993) Hanssen (1924) พบเป็นครั้งแรกว่าเอนไซม์นี้มีส่วนในการต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสในน้ำนม ถูกเรียกว่าแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Reiter and Härmulv, 1984) ซึ่งเป็นเอนไซม์หนึ่งในน้ำนมที่ทนความร้อน จึงใช้เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการพาสเจอร์ไรส์นมได้ (Griffiths, 1986) การให้ความร้อนที่ 74 องศาเซลเซียส เป็นเวลาสั้น ๆ ทำลายเอนไซม์นี้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลืออยู่ยังเพียงพอต่อปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Wolfson and Sumner, 1993) แต่การให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที สามารถหยุดปฏิกิริยาของแลคโตเพอร์ออกซิเดส หรือเกิดปฏิกิริยาได้น้อยมาก (Marks *et al.*, 2001)

น้ำนมแต่ละชนิดมีปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสแตกต่างกัน ในน้ำนมโคมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 unit/ml (Stephens *et al.*, 1979) หรืออยู่ในช่วงระหว่าง 1.2-19.4 unit/ml (Gothefors and Marklund, 1975) น้ำนมแกะ 0.14-2.38 units/ml (Medina *et al.*, 1989) น้ำนมแพะ 1.55 units/ml (Zapico *et al.*, 1990) และ 4.45 units/ml (Saad de schoos *et al.*, 1999) น้ำนมแม่ 0.06-0.97 unit/ml (Reiter, 1985) ส่วนน้ำนมหนูตะเภาที่มีปริมาณมากที่สุดคือ 22 units/ml (Stephens *et al.*, 1979) ในน้ำนมเหลืองมีปริมาณต่ำมาก แต่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังคลอด 4-5 วัน (Ryoba *et al.*, 2004)

2. ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เป็นสารชนิดที่สองที่ Jago and Morrison (1962) รายงานว่าจำเป็นต่อปฏิกิริยาการยับยั้งจุลินทรีย์ร่วมกับเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ซึ่ง Hanssen (1924) พบเป็นครั้งแรกว่าเอนไซม์นี้มีส่วนในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พบน้อยในเนื้อเยื่อ (Ratner and Prince, 2000) โดยทั่วไป ตรวจไม่พบในน้ำนม เนื่องจากถูกรีดิวซ์ทันทีโดยเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ในน้ำนมดิบแหล่งของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ อาจถูกสร้างขึ้นในกระบวนการกลืนกินเชื้อจุลินทรีย์ (phagocytosis) ของเม็ดเลือดขาวลิโวไซท์ (Reiter and Härmulv, 1984) หรือจากแหล่งอื่น ๆ ในน้ำนม เช่นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก แบคทีเรียพวก *Lactobacilli*, *Lactococci* และ *Streptococci* หลายชนิด ผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ภายใต้สภาวะที่ใช้ออกซิเจนได้เพียงพอต่อปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Wolfson and Sumner, 1993)

3. สารไอโซไซยานาท

ไอโซไซยานาท พบทั่วไปในเนื้อเยื่อของสัตว์ เช่น เต้านม ต่อมไทรอยด์ และ สารคัดหลั่ง เช่น น้ำนม น้ำลาย ในสารคัดหลั่งกระบวนการหายใจ ในอวัยวะ เช่น กระเพาะอาหาร และไต ในของเหลวในร่างกาย เช่น ไขข้อ สมอ ปากมดลูก กระดูกสันหลัง ในน้ำเหลือง และ พลาสมา ไอโซไซยานาทส่วนใหญ่ถูกขับออกทางปัสสาวะ ถ้าในเลือดมีความเข้มข้นของไอโซไซยานาทเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการขับออกจากร่างกายเพิ่มขึ้นด้วย (Reiter and Härmulv, 1984)

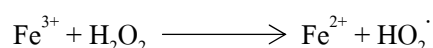
ปริมาณของไอโซไซยานาทในน้ำนมเป็นผลมาจากระดับไอโซไซยานาทในเลือด ซึ่งเปลี่ยนแปลง แตกต่างตามชนิด พันธุ์ และอาหารที่สัตว์ได้รับ (Seifu *et al.*, 2005) แหล่งของไอโซไซยานาท มี 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ สารกลูโคซิโนเลต (glucosinolates) และสารไซยาโนจีนิก ไกลโคไซด์ (cyanogenic glycosides) สารกลูโคซิโนเลต มีมากในพืชพวกกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า หัวผักกาด เมื่อถูกไฮโดรไลซ์ จะได้ไอโซไซยานาท ส่วนไซยาโนจีนิก ไกลโคไซด์ พบในมันสำปะหลัง มันฝรั่ง ข้าวโพด ถั่ว อ้อย และเปลือกของผลไม้หลายชนิด (Bjorck, 1978) เมื่อถูกไฮโดรไลซ์จะปลดปล่อยไซยาไนด์ ซึ่งเป็นสารพิษออกมา ในร่างกายจึงต้องมีการกำจัดสารพิษนี้ โดยทำปฏิกิริยากับไอโซซัลเฟต มีเอนไซม์โรดานีส (Rhodanese) เป็นตัวเร่ง ได้ผลผลิตคือสารไอโซไซยานาท ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ตับ และไต (Cosby and Sumner, 1945)

ปกติในน้ำนมโคมีไอโซไซยานาท 1-10 ppm ซึ่งไม่เพียงพอต่อปฏิกิริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Davidson, 1997) แต่จะสูงขึ้นถ้าจำนวนเซลล์ไขมันสูง การเสริมไอโซไซยานาท 3 กรัม/วัน ในอาหารโคในระยะเวลาดสั้น ไม่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของไอโซไซยานาทในน้ำนมสูงกว่า 10 ppm ได้ (Reiter and Härmulv, 1984)

การได้รับไอโซไซยานาทมากเกินไป อาจทำให้เกิดโรคคอพอก (goiter) ได้ เนื่องจากไปขัดขวางการทำงานของต่อมไทรอยด์ หรือการเมตาโบลิซึม (metabolism) ของไอโอดีน แต่ Dahlberg *et al.* (1984) รายงานว่าการคั่นนมที่มีไอโซไซยานาท 20 ppm ปริมาณ 0.4 ลิตร/วัน ทำให้ไอโซไซยานาทในปัสสาวะเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระดับฮอร์โมนไทร็อกซิน (thyroxine) ไตรไอโอโดไทรโรนีน (triiodothyronine) และ ไทรโอโทรปิก (thyrotropic) ดังนั้นจึงสรุปว่าการได้รับไอโซไซยานาทเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์

กลไกปฏิกิริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส

เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสส่วนใหญ่ รวมทั้งแลคโตเพอร์ออกซิเดสประกอบด้วย หมู่ ferri-protoporphyrin IX ซึ่งเป็นหมู่พรอสเทติกหมู่หนึ่ง (Naidu, 2000) มีลักษณะเด่นคือคงทนต่อสภาวะการออกซิเดชันต่าง ๆ การทำปฏิกิริยาของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส มีเอนไซม์ตัวกลาง 5 ชนิดคือ ferric peroxidase, Compound I, Compound II, Compound III และ ferrous peroxidase (Pruitt and Kamau, 1991) ปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดทีฟ (peroxidative reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ซับซ้อนและมีวิถีทาง (pathway) ที่แตกต่างกัน ขึ้นกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และสารให้อิเลคตรอน (electron donor) จากปัจจัยภายนอก ปฏิกิริยาแรกเริ่มที่ แลคโตเพอร์ออกซิเดสในสภาวะพัก [resting LP(Fe³⁺)] เปลี่ยนไปเป็นสภาวะ ground state โดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (deWit and van Hooydonk, 1996) ดังนี้



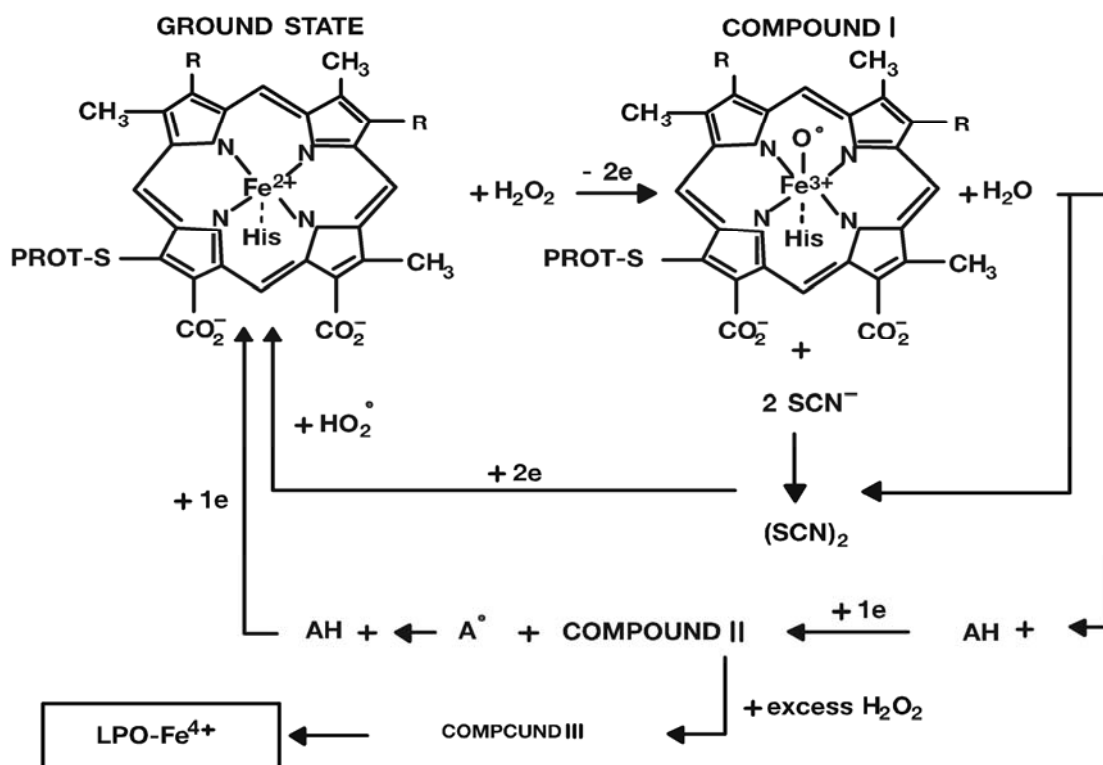
จากนั้นแลคโตเพอร์ออกซิเดสในสภาวะ ground state ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เปลี่ยนเป็น Compound I (ภาพที่ 6) ไธโอไซยานาต อีออน (SCN⁻) ถูกออกซิไดส์โดย Compound I โดยมีสารให้อิเลคตรอน 2 ประจุ (two-electron donor) ร่วมในปฏิกิริยาเพื่อเข้าสู่สมดุล (Pruitt and Kamau, 1991) ดังนี้



X คือสารพวก halide หรือ ไธโอไซยานาต อีออน และ XO เป็นผลผลิตที่เกิดจากปฏิกิริยาซึ่งผลผลิตต่าง ๆ ของปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชัน (peroxidation) โดยสารให้อิเลคตรอน 2 ประจุนี้สามารถฆ่า หรือยับยั้งการเจริญ และเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์หลายชนิด (Pruitt and Reiter, 1985)

ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของไธโอไซยานาต อีออน หรือ halide ต่ำ Compound I จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และสารให้อิเลคตรอน 1 ประจุ (one-electron donor) อื่น ๆ (เช่น โปรตีน เปปไทด์ เป็นต้น) เพื่อเปลี่ยนเป็น Compound II ซึ่งจะวิวัฒนาการต่อไปเป็นรูป Ground state ในอัตราต่ำ และในสภาวะที่ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีจำนวนมากเกินต้องการ Compound II อาจทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เปลี่ยนเป็น Compound III ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแลคโต

เพอร์ออกซิเดสในรูปที่ไม่สามารถทำปฏิกิริยากับสารได้ถาวร



ภาพที่ 8 วิถีกลไกปฏิกิริยาของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส

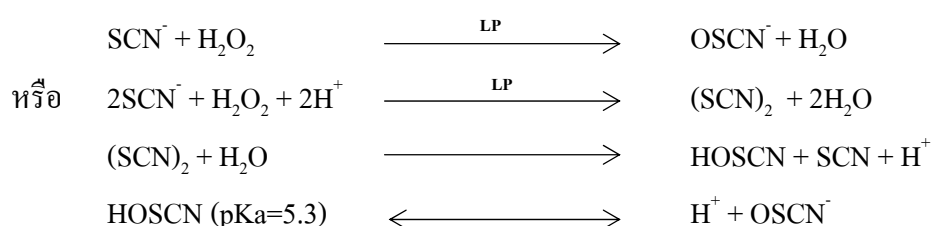
ที่มา: de Wit and van Hooydonk (1996)

โดยทั่วไปปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยแลคโตเพอร์ออกซิเดส แบ่งได้ 3 วงจร (ภาพที่ 8) ซึ่งส่งผลถึงคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ ดังนี้ (de Wit and van Hooydonk, 1996)

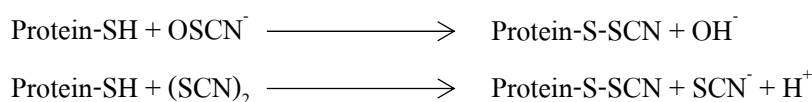
1. ในสถานะที่มีไฮดรอกซีแอนเทอออน ซึ่งเป็นสารให้อิเลคตรอน 2 ประจุ เพียงพอสำหรับ Compound I การทำปฏิกิริยาของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดสจะเกิดดีที่สุด
2. ในสถานะที่มีไฮดรอกซีแอนเทอออนไม่เพียงพอ ต้องใช้สารให้อิเลคตรอน 1 ประจุ ในปฏิกิริยา ทำให้มีการสะสม Compound II และแลคโตเพอร์ออกซิเดสที่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นรูป Ground state อย่างช้า ๆ

3. ในสถานะที่มีไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มากเกินไป จะทำให้เกิด Compound III ร่วมกับ แลคโตเพอร์ออกซิเดสในรูปที่ไม่สามารถทำปฏิกิริยากับสารได้ถาวร

การออกซิเดชันของไฮโอไซยานาต โดยเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส จะได้สารตัวกลางที่ไม่เสถียร ซึ่งจะถูกรีดออกซิไดส์ต่อไปเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น ซัลเฟต คาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนีย หรือถูกรีดิวซ์ กลับไปเป็นไฮโอไซยานาต สารตัวกลางที่ได้ส่วนใหญ่ คือ ไฮโปไฮโอไซยาไนท์ อีออน (hypothiocyanite ion, OSCN⁻) ปฏิกิริยาเกิดได้ 2 วิธี (Thomas and Aune, 1978) คือ



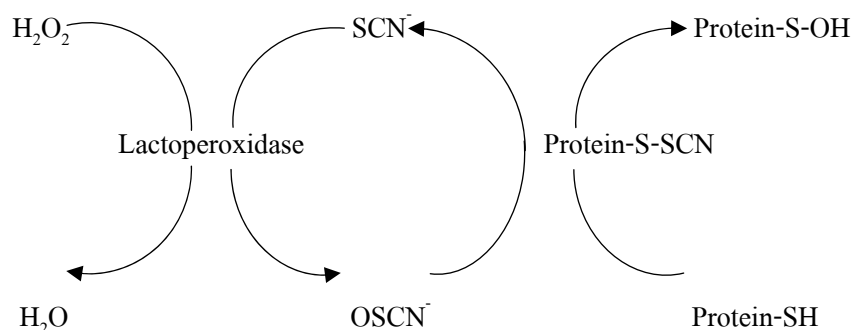
ทั้งกรดไฮโปไฮโอไซยานัส (hypothiocyanous acid, HOSCN) และไฮโปไฮโอไซยาไนท์ อีออน มีบทบาทในการต่อต้านแบคทีเรีย โดยสารทั้งสองจะทำปฏิกิริยาทันทีกับหมู่ ซัลไฟดริล (sulphydryl, SH group) ของโปรตีน ได้สารซัลฟิไนด์ไฮโอไซยานาต (sulphenyl thiocyanate, R-S-SCN) ในสถานะที่ซัลไฟดริล (R'-SH) ต่ำ ซัลฟิไนด์ไฮโอไซยานาตอาจถูกเปลี่ยนเป็น ไดซัลไฟด์ผสม (mixed disulphide, R-S-S-R') แต่ในสถานะซัลไฟดริลสูง ซัลฟิไนด์ไฮโอไซยานาตอาจถูกรีดิวซ์กลับไปเป็นซัลไฟดริล (R-SH) ได้ (Pruitt and Kamau, 1991) นอกจากนี้สารไฮโอไซยาโนเจน [thiocyanogen, (SCN)₂] ยังสามารถทำปฏิกิริยาออกซิไดส์กับโปรตีนซัลไฟดริลได้สารอนุพันธ์ของซัลฟิไนด์ไฮโอไซยานาต (Thomas and Aune, 1978)



สารอนุพันธ์ของซัลฟิไนด์ไฮโอไซยานาตถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolyse) เป็นกรดซัลฟินิก (sulphenic acid, R-S-OH) ด้วย (Thomas and Aune, 1978)



สรุปปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลไฟไฮดริลแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลไฟไฮดริล

ที่มา: Wolfson and Sumner (1993)

การออกซิเดชันของหมู่ซัลไฟไฮดริลในเอนไซม์ และโปรตีนอื่น ๆ ของจุลินทรีย์ เป็นกุญแจสำคัญในการต่อต้านจุลินทรีย์ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส สารไฮโปโซโอไซยานท์ อีออนนี้มีฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรีย (antibacterial activity) ด้วยการยับยั้งการเจริญ การใช้ออกซิเจน (oxygen uptake) และการสร้างกรดแลคติกของแบคทีเรีย เช่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ hexokinase glyceraldehyde-3P-dehydrogenase นอกจากนี้ยังเป็นอันตราย ต่อโครงสร้างของไซโตพลาสเมมเบรน (cytoplasmic membrane) ทำให้โปแตสเซียม กรดอะมิโน และโพลีเปปไทด์ (polypeptide) ไหลออกมา การใช้กลูโคส พิวรีน (purine) ไพริมิดีน (pyrimidine) และกรดอะมิโนในการสังเคราะห์โปรตีน DNA และ RNA ถูกยับยั้งด้วย (Wolfson and Sumner, 1993) Ratner and Prince (2000) รายงานว่าระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสสามารถยับยั้งกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) เช่น ปฏิกิริยาของ nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) / nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) ในแบคทีเรียได้ (Wolfson and Sumner, 1993)

ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของสารไฮโปโซโอไซยานท์ อีออนมีหลายปัจจัยด้วยกัน ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย มีผลต่อการสลายตัวของสารนี้ ที่ pH 7.5 ไฮโปโซโอไซยานท์อีออนเสถียรมากกว่าที่ pH 5.0 สารละลายไฮโปโซโอไซยานท์มีความไวต่อแสง แต่ทนต่อความร้อนมาก ความเสถียรของไฮโปโซโอไซยานท์อีออนในสารละลายลดลง เมื่อเติมอีออนของโลหะ (เช่น เหล็ก นิกเกิล ทองแดง แมงกานีส) กลีเซอรอล (glycerol) และ แอมโมเนียม ซัลเฟต (ammonium sulfate) เช่นเดียวกับการทำลายเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส (Wolfson and Sumner, 1993)

การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส

ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญ และ/หรือทำลายจุลินทรีย์หลายชนิด ทั้งแบคทีเรีย รา และไวรัส กลไกการขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ ขึ้นกับชนิดของสารให้อิเลคตรอน อาหารเลี้ยงเชื้อ (media) ที่ใช้ทดสอบ อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง (Naidu, 2000)

ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำมันมีผลต่อต้าน หรือทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำมันได้หลายชนิด เช่น แซลโมเนลลา (*Salmonellae*) ลิสทีเรีย (*Listeria*) กลุ่มเทอร์โมไฟล์ (Wolfson and Sumner, 1993) *E. coli*, *Staph. aureus*, *Streptococci sp.*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni* เป็นต้น (Seifu *et al.*, 2004) แบคทีเรียต่างกลุ่มกัน มีความไวต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสที่ระดับต่างกัน แบคทีเรียแกรมลบ (Gram-negative bacteria) เช่น ซูโดโมแนส (*Pseudomonas*) โคลิฟอร์ม (Coliform) แซลโมเนลลา และชิเกลลา (*Shigellae*) ไม่ถูกยับยั้งด้วยระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อม เช่น ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ระยะเวลาในการบ่ม ความหนาแน่นของเซลล์ และอาจถูกทำลายได้โดยการเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จากภายนอก (Björck *et al.*, 1975; Reiter *et al.*, 1976) โดยทั่วไปแบคทีเรียแกรมบวก (Gram-positive bacteria) เช่น สเตรปโตคอคโค (Streptococci) และแลคโตบาซิลไล (*Lactobacilli*) ถูกยับยั้ง แต่ไม่ถูกทำลายด้วยระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Oram and Reiter, 1966) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโครงสร้างของผนังเซลล์ และคุณสมบัติการสกัดกั้นสาร (barrier properties) ของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน (de Wit and van Hooydonk, 1996; Reiter and Härmulv, 1984) ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเป็นอันตรายต่อเซลล์เมมเบรนด้านในของแบคทีเรียแกรมลบมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Marshall and Reiter, 1980) อันตรายนี้นำไปสู่การรั่วไหลและหยุดการใช้ (uptake) โภชนะในเซลล์ ซึ่งทำให้เซลล์แตก และตายในที่สุด (Seifu *et al.*, 2004)

การใช้ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพื่อรักษาคุณภาพน้ำมันดิบ

คุณภาพของน้ำมันดิบขึ้นอยู่กับจำนวน และชนิดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำมัน น้ำมันที่มีคุณภาพจะต้องปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค มีจำนวนแบคทีเรียต่ำ ไม่มีฝุ่นผง (sediment) หรือสิ่งเจือปน (adulteration) มีรสหวานเล็กน้อย มีกลิ่นอ่อน ๆ แต่ไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และมีปริมาณมันเนย (butter fat) เนื่อนมไม่รวมไขมัน (solids-not-fat) และเนื่อนมรวม (total solid) ตามเกณฑ์กำหนดในมาตรฐาน (วิพิชญ์, 2541) โดยกรมปศุสัตว์ (2546) กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำมัน

ดิบต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มากกว่า 400,000 โคโลนี/มิลลิลิตร (CFU/ml) โคลิฟอร์มไม่มากกว่า 10,000 โคโลนี/มิลลิลิตร และจุลินทรีย์ทนร้อนไม่มากกว่า 1,000 โคโลนี/มิลลิลิตร

จุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมได้ 3 ทาง คือ จากภายในเต้านม จากภายนอกของหัวนม และเต้านม และจากเครื่องมือ อุปกรณ์การรีดนม และเก็บรวบรวมน้ำนม (Cousins and Bramley, 1983) จุลินทรีย์ที่พบในน้ำนมมีหลายชนิด แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ คือ แบคทีเรียกลุ่มมีโซไฟล์ (Mesophilic bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิ 30–40 องศาเซลเซียส ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิในห้องเย็น เช่น *Streptococci*, *Micrococci*, แบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ เป็นต้น แบคทีเรียกลุ่มไซโครโทรฟ (Psychrotrophic bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส แต่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส บางชนิดเจริญได้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เช่น *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Bacillus* และ *Lactobacillus* เป็นต้น และแบคทีเรียกลุ่มเทอร์โมไฟล์ (Thermophilic bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 55-65 องศาเซลเซียส เช่น *Bacillus* และ *Lactobacillus* เป็นต้น นอกจากนี้มีแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถทนความร้อนสูง สามารถรอดชีวิตได้ที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ (Shade, 2004)

แบคทีเรียชนิดสร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) เปลี่ยนน้ำตาลแลคโตส (lactose) ในนมเป็นกรดแลคติก พบในอากาศ คอกฟักสัตว์ เสื้อผ้า เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้กับนม น้ำนมปนเปื้อนแบคทีเรียพวกนี้ได้ง่าย แบคทีเรียพวกโคลิฟอร์ม พบปนเปื้อนในอุจจาระ สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกแล้ว ยังทำให้เกิดแก๊สด้วย (วิพิชญ์, 2541)

แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบ ทำให้คุณภาพน้ำนมเปลี่ยนไป อาการของโรคเต้านมอักเสบ ภายในเต้านมจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำนม เช่น สีเปลี่ยนไป ความขุ่นขึ้น การมีตะกอน ก้อนนมเสีย ก้อนหนองปะปน น้ำนมแต่ละเต้าไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณน้ำนมลดลง

โรคเต้านมอักเสบแบ่งได้เป็น 2 แบบ (Philpot, 2000)

1. โรคเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการ (clinical mastitis) เต้านมแม่ไคมีการบวม แดง

ร้อน แสดงอาการอักเสบชัดเจน น้ำนมมีลักษณะเป็นตะกอน ก้อน หรือออกสี แม่โคอาจมีอาการเป็นไข้ร่วมด้วย ขึ้นกับชนิดเชื้อที่ทำให้เกิดอาการอักเสบ

2. โรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ (subclinical mastitis) เต้านม และลักษณะน้ำนมไม่แสดงอาการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ให้เห็นด้วยตาเปล่า แต่มีการติดเชื้อแฝงอยู่ในเต้านม และจำนวนเซลล์โซมาติกเพิ่มขึ้น เซลล์กลั่นสร้างน้ำนม (alveoli cell) มีความเสียหาย ทำให้การผลิตน้ำนมลดลง อาจมีการพัฒนาไปสู่การเป็นโรคเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการได้

การเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคนม อาจเกิดจากการติดเชื้อ หรือสาเหตุที่ไม่ได้มาจากการติดเชื้อ เช่น เต้านม หรือหัวนมได้รับการกระทบกระเทือน เป็นแผลภายในหัวนม หรือเต้านม เส้นเลือดฝอยในเต้านมอักเสบ ทำให้น้ำนมมีสีเลือด หรืออาจได้รับสารพิษ หรือสัตว์มีพิษ เช่น แมลงกัดต่อย (ธีรพงศ์, 2532) เชื้อโรคที่ทำให้เกิดเต้านมอักเสบมีหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย มัยโคพลาสมา ยีสต์ แอลจี (algae) และที่พบน้อยคือไวรัส จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคที่สำคัญส่วนใหญ่เป็นเชื้อแบคทีเรีย เชื้อที่มีโอกาสพบได้มากแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (สุนิรัตน์, 2544) คือ

1. กลุ่มที่ก่อโรค (Contagious microorganisms) เป็นเชื้อที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบ จากการติดต่อระหว่างแม่โค แพร่กระจายจากแม่โคที่ติดเชื้อไปยังแม่โคปกติได้ และมักเกิดขึ้นในช่วงรีดนม เชื้อเหล่านี้ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* และ *Corynebacterium bovis* เป็นต้น

2. กลุ่มที่มาจากสิ่งแวดล้อม (Environmental microorganisms) เป็นเชื้อที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่โคอาศัยอยู่ เชื้อจะเข้าสู่เต้านมได้ในช่วงการรีดนมระหว่างตัวโค ได้แก่ เชื้อกลุ่ม *Streptococci* พบมากในท้องนอนโค ทางเดินอาหารโค เชื้อโคลิฟอร์ม เช่น *Escherichia coli* พบในอุจจาระ น้ำที่ไม่สะอาด ดิน ที่รองนอน

3. กลุ่มที่พบก่อโรคในบางโอกาส (Opportunistic microorganisms) เชื้อในกลุ่มนี้สามารถแยกได้จากเต้านมโคแบบไม่แสดงอาการ ปกติจะพบอยู่บริเวณผิวเต้านม และหัวนม มีมากกว่า 20 ชนิดของ *Staphylococcus* spp. หรือ *Coagulase-negative staphylococci* (CNS)

4. กลุ่มอื่น (Other microorganisms) เป็นเชื้อที่พบว่าทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบได้น้อย

เช่น *Pseudomonas aeruginosa*, *Actinomyces pyogenes* และ *Nocardia* spp.

เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวโค จึงเป็นการยากที่จะป้องกันไม่ให้ จุลินทรีย์เข้าไปในเต้านม และเกิดเต้านมอักเสบได้ อย่างไรก็ตามมีปัจจัยอีกหลายประการซึ่งเป็นสาเหตุโน้มน้าวให้เกิดโรคเต้านมอักเสบได้ เช่น สภาพโรงเรือน และสิ่งแวดล้อมรอบตัวโค ไม่สะอาดพอ สภาพสกปรก ชื้น และหมักหมม สะสม และแพร่เชื้อโรค สภาพอากาศ ความชื้น ฤดูฝนมีอัตรา การเกิดโรคเต้านมอักเสบสูง การดูแลมาตรฐานและความสะอาดเครื่องรีดนมไม่ดีพอ ความเครียดต่อตัวโคทำให้การปล่อยน้ำนมไม่สม่ำเสมอ ลักษณะเฉพาะตัวของแม่โคแต่ละตัวมีความต้านทานตามธรรมชาติ หรือความไวต่อการเป็นโรคไม่เหมือนกัน ห้วนนมที่รูปร่างผิดปกติทำให้ขัดขวางการรีดนม เช่น ห้วนนมแฟบ ห้วนนมเกิน ห้วนนมสั้น หรือใหญ่ผิดปกติ ห้วนนมหรือเต้านมมีแผลฉีกขาด รูท่อนนมเสื่อม รูเปิดห้วนนมเปิดกว้าง อาจเกิดจากอายุการใช้งานมาก หรือรีดนมไม่ถูกวิธี ทำให้เป็นทางนำเชื้อจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่เต้านมได้ง่ายขึ้น หรือเกิดเนื้องอกภายในห้วนนม ผู้รีดนมควรมีความรู้ความชำนาญ ความเข้าใจในการเกิดโรค การควบคุมป้องกันและเฝ้าระวังโรคไม่เพียงพอ การรีดนมไม่หมดเต้า และความสม่ำเสมอในการปฏิบัติต่อเต้านม ขั้นตอนการรีดนมไม่ถูกต้อง ไม่มีการจัดการหลังการรีดนม เช่น การจุ่มห้วนนมด้วยน้ำยาจุ่มห้วนนม การรักษาความสะอาดก่อน และหลังรีดนมไม่ดี ปริมาณพยาธิจุลินทรีย์ ซึ่งมีความสามารถทำให้เกิดโรคแตกต่างกัน วิธีการในการจัดการได้แก่ อาหาร การทำงานที่ไม่เหมาะสมของอุปกรณ์การรีดนม (Philpot, 2000)

โรคเต้านมอักเสบสามารถชีวิตจาก การเพิ่มของจำนวนเซลล์โซมาติก (somatic cell) ในน้ำนม ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ร่างกาย (body cell) ชนิดต่าง ๆ รวมถึงเม็ดโลหิตแดง และเม็ดโลหิตขาวที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันเชื้อโรคในร่างกายด้วย เซลล์เหล่านี้ บางชนิดเกิดจากการลอกหลุดของเซลล์เยื่อผิวของต่อมน้ำนม บางชนิดมาจากกระแสเลือดโดยตรง หรือบางชนิดมาได้ทั้งจากเลือด และผนังเส้นเลือด (สุธีรัตน์, 2545) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดค่ามาตรฐานของจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมไว้ คือ $\leq 500,000$ เซลล์/มิลลิลิตร (ธีรพงศ์, 2543) สอดคล้องกับมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ (2546) กำหนดไว้ คือ จำนวนเซลล์โซมาติกไม่ควรเกิน 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร เช่นเดียวกัน สัดส่วนของเซลล์โซมาติกในน้ำนมที่พบแตกต่างกันไปตามสภาพการอักเสบในเต้านม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของเซลล์ไขมาติกในน้ำนม

เซลล์ไขมาติก	ด้านมโคปกติ	ด้านมโคที่ติดเชื้อโรค	ด้านมโคที่ติดเชื้อ
		ด้านมอักษะแบบไม่ แสดงอาการ	โรคด้านมอักษะ แบบเฉียบพลัน
Granulocytes (%)	<10	>30	>60
Monocyte-macrophages (%)	85 – 90	<60	<40
Lymphocytes (%)	5	10	5
รวม (×1,000 เซลล์/มล.)	<300	>500	มากกว่า 100,000

ที่มา: สุณิรัตน์ (2545)

จำนวนเซลล์ไขมาติกมีการเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ด้านมเกิดการติดเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุโรคด้านมอักษะ เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้จำนวนเซลล์ไขมาติกสูงขึ้น ในน้ำนมปกติทั่วไปจำนวนเซลล์ไขมาติกจะต่ำกว่า 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร แต่อาจจะต่ำกว่า 100,000 เซลล์/มิลลิลิตร ในโคท้องแรก หรือฟาร์มที่มีการจัดการดี ถ้าจำนวนเซลล์ไขมาติกสูงกว่า 250,000 – 300,000 เซลล์/มิลลิลิตร ถือว่าผิดปกติ และมักเป็นตัวชี้ว่าเกิดการติดเชื้อในเต้านม เมื่อแม่โคมีอายุมากขึ้น หรือช่วงท้ายของการตั้งท้อง และ 2-3 สัปดาห์หลังคลอด จำนวนเซลล์ไขมาติกจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในระหว่างการคลอด แต่จำนวนเซลล์ไขมาติกจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในเต้านมที่ไม่เกิดการติดเชื้อ ภายหลังจากคลอด 2 – 3 สัปดาห์ ความเครียด และการเป็นสัด ทำให้จำนวนเซลล์ไขมาติกเพิ่มขึ้น สภาพแวดล้อมที่สะอาด แห้ง และสบายสำหรับโค มักทำให้จำนวนเซลล์ไขมาติกต่ำที่สุด สัตว์ที่เกิดความเครียดจากสภาวะอากาศร้อน และความชื้นสูง อาจทำให้เกิดการติดเชื้อ และมีจำนวนเซลล์ไขมาติกสูง การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อเต้านมอาจทำให้จำนวนเซลล์ไขมาติกสูงขึ้นโดยมิได้ติดเชื้อ โดยการบาดเจ็บจะเป็นและหายในช่วงสั้น ๆ เนื้อเยื่อที่เสียหายจะค่อนข้างไวต่อการติดเชื้อ ดังนั้นการป้องกันการเกิดบาดแผลแก่เต้านมจึงเป็นเรื่องสำคัญ กระบวนการรีดนมที่ไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดการติดเชื้อได้ในขณะรีดนม เป็นเหตุให้จำนวนเซลล์ไขมาติกเพิ่มขึ้น เครื่องมืออุปกรณ์การรีดนมติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือขาดการดูแล บำรุงรักษา ทำให้เนื้อเยื่อเต้านม หรือหัวนมได้รับอันตราย การปล่อยนมไม่ดี และเกิดการติดเชื้อขณะรีดนมได้ ดังนั้นจึงควรดูแลเครื่องมืออุปกรณ์การรีดนมอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หรือทุกๆ 1,000 ชั่วโมง (Rice and Bodman, 2002)

โรคเต้านมอักเสบเป็นโรคที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก เกษตรกรเสียรายได้จากการที่ไม่สามารถส่งน้ำนมขาย ในปี 1985 National Mastitis Council สหรัฐอเมริกา ประเมินความเสียหายที่เกิดจากโรคนี้เป็นมูลค่าถึง 181.02 ดอลลาร์ต่อแม่โคหนึ่งตัวต่อปี (ซีรฟงส์, 2543) ประมาณร้อยละ 70 ของความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งหมด เกิดจากผลผลิตน้ำนมลดลง ในแม่โคที่ดูเหมือนมีสุขภาพดี และให้น้ำนมที่ดูเหมือนปกติ ส่วนความสูญเสียอื่น ๆ อันมีสาเหตุจากโรคเต้านมอักเสบ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนักที่ต้องเททิ้ง เนื่องจากมีความผิดปกติ หรือมีสารปฏิชีวนะตกค้าง การสูญเสียคุณค่าทางพันธุกรรมไปกับแม่โคที่ต้องคัดออกจากฝูง มูลค่าของโคที่ถูกคัดออกจากฝูงลดลง ค่ายารักษา ค่าสัตวแพทย์ สิ้นเปลืองแรงงานที่ต้องคอยดูแลโคเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อโคแสดงอาการของโรค นอกจากนี้โรงงานแปรรูปนมยังมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เพราะน้ำนมที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์มีปริมาณ และคุณภาพต่ำลง ผลิตภัณฑ์นมเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจติดตามคุณภาพน้ำนมโดยเจ้าหน้าที่ของโรงงานนม สหกรณ์โคนม และหน่วยงานของรัฐบาล ดังนั้นการป้องกันการเกิดโรคเต้านมอักเสบ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลด หรือมิให้เกิดการสูญเสียดังกล่าว (Philpot, 2000)

โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบมีผลผลิตน้ำนมลดลง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเพิ่มขึ้นของเซลล์โซมาติกทุก 100,000 เซลล์/มิลลิลิตร จากระดับเริ่มต้นที่ 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร เช่น แม่โคที่ให้น้ำนมที่มีจำนวนเซลล์โซมาติก 800,000 เซลล์/มิลลิลิตร ให้นมน้อยลง 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำนมซึ่งมีจำนวนเซลล์โซมาติก 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร (ซีรฟงส์, 2543) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่รีดได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ เช่น การเปลี่ยนแปลง pH การลดลงขององค์ประกอบที่ต้องการ เช่น ไขมัน โปรตีน เคซีนลดลง 6-12 เปอร์เซ็นต์ แลคโตสลดลง 5-20 เปอร์เซ็นต์ เนื่อนมไม่รวมไขมันลดลง 8 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม ลดลง 5-12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส และความคงตัวต่อความร้อนลดลง มีการเพิ่มปริมาณของเกลือแร่ เช่น โซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม ทำให้รสชาติของนมเปลี่ยนไป เอนไซม์ เช่น แลคเตส (lactase) และไลเปส (lipase) รวมทั้ง immunoglobulin มีปริมาณเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางจุลชีวะ เช่น พบเชื้อเป็นสาเหตุของโรค การเพิ่มของจำนวนเซลล์โซมาติกโดยเฉพาะเม็ดเลือดขาว (ซีรฟงส์, 2532) เมื่อนำน้ำนมที่มีปริมาณเซลล์โซมาติกสูงไปทำเนยแข็ง ปริมาณเนยแข็งที่ได้จะน้อยลง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง ถ้าปริมาณเซลล์โซมาติก ในน้ำนมลดลงจาก 340,000 เป็น 240,000 เซลล์/มิลลิลิตร ปริมาณเนยแข็งเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ถ้าปริมาณเซลล์โซมาติกในน้ำนมลดลงจาก 640,000 เป็น 240,000 เซลล์/มิลลิลิตร ปริมาณเนยแข็งเพิ่มขึ้น 3.3 เปอร์เซ็นต์ กลิ่น อายุการเก็บรักษา และคุณภาพของเนยแข็งดีขึ้นด้วย ถ้าเนยแข็งนั้นทำจากน้ำนมที่มีปริมาณเซลล์ในน้ำนมต่ำ

(Philpot, 2000) ดังนั้นการควบคุมป้องกันและลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำมันให้น้อยที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยรักษาคุณภาพของน้ำมันดิบไว้

ปฏิกิริยาการต่อต้านจุลินทรีย์ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำมัน สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ทั้งที่เป็นสาเหตุให้น้ำมันเน่าเสีย และก่อให้เกิดโรค ทำให้คุณภาพน้ำมันทางจุลชีวะเพิ่มขึ้น การเติมสารที่เป็นแหล่งของไฮโดรไฮยานเท และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันดิบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการต่อต้านจุลินทรีย์ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสได้ เช่น เพิ่มประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ *Pseudomonas* และ *E. coli* ทำลายแบคทีเรียแกรมลบได้อย่างน้อย 91 เปอร์เซ็นต์ ของเชื้อที่เติมลงไปภายใน 4 ชั่วโมง ที่ 30 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวน และป้องกันการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มไซโครโทรฟได้ (Björck *et al.*, 1975) ควบคุมการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มมิซิไฟล์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย โดยเฉพาะในน้ำมันโค (Reiter and Härmulv 1982; Zajac *et al.*, 1983) นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณสารไฮโดรไฮยานเทจาก 0.015 mM เป็น 0.15 mM ทำให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ *E. coli* เพิ่มขึ้นด้วย แต่ประสิทธิภาพนี้ลดลง เมื่อปริมาณเชื้อที่เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มขึ้น (Reiter *et al.*, 1976)

ในการประชุม Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ครั้งที่ 35 ปี 1989 และ Codex Alimentarius Commission ปี 1991 อนุญาตให้ใช้วิธีการกระตุ้นการทำงานของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพื่อรักษาคุณภาพน้ำมันดิบได้ โดยการเติมไฮโดรไฮยานเท ในรูปผง ปริมาณ 10 ppm ในน้ำมันดิบเพื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรไฮยานเท ในน้ำมันดิบให้อยู่ในระดับ 15 ppm (เนื่องจาก ปริมาณของไฮโดรไฮยานเท ที่พบทั่วไปในน้ำมันดิบมีประมาณ 5 ppm) ผสมให้เข้ากัน ประมาณ 30 วินาที จากนั้นเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในรูปของโซเดียมคาร์บอเนตเพอร์ออกไซด์ไฮเดรต (sodium carbonate peroxyhydrate) ปริมาณ 8.5 ppm สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำมันดิบได้นานถึง 6 ชั่วโมงโดยไม่ต้องทำความเย็น ซึ่งวิธีนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในแถบภูมิประเทศที่ห่างไกล ไม่มีไฟฟ้าสำหรับเครื่องทำความเย็น เช่น เคนยา ศรีลังกา และจีน สามารถใช้วิธีนี้เพื่อรักษาคุณภาพน้ำมันดิบก่อนส่งถึงโรงงานได้ (Lambert, 2001)

การเพิ่มปริมาณไฮโดรไฮยานเทในน้ำมันดิบโดยใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมให้แก่โคนม

ปกติในน้ำมันดิบมีปริมาณไฮโดรไฮยานเทไม่เพียงพอในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Davidson, 1997) และในประเทศไทย เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมไม่ได้รับอนุญาตให้เติมสารใด ๆ ลง

ในน้ำนมดิบได้ การเพิ่มปริมาณสารไซโอไซยานเทนในน้ำนมดิบ เพื่อให้เพียงพอต่อระบบแลกโตเพอร์ออกซิเดสนั้น ทำได้โดยการให้โคนมได้รับอาหารที่มีสารจำพวกที่เปลี่ยนไปเป็นสารไซโอไซยานเทนได้ ปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมดิบ เปลี่ยนแปลงได้ขึ้นกับอาหารที่แม่โคได้รับ พืชต่าง ๆ ประมาณ 3,000 – 12,000 ชนิด รวมทั้งมันสำปะหลัง มีสารไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ และสลายให้ไซยาไนด์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารไซโอไซยานเทน (White *et al.*, 1998) แม่โคที่ได้รับใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหาร จะปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมดิบเพิ่มขึ้นได้ (Wanapat *et al.*, 2000) การทำใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง หรือมันแฮย์ (cassava hay) เพื่อเป็นอาหารโค ทำได้โดยตัดต้นมันสำปะหลัง อายุ 3 เดือน หลังจากการปลูกที่ความสูงเหนือพื้นดิน ประมาณ 10 ซม. และตัดได้ทุก ๆ 2 เดือน ผึ่งแดดให้แห้ง 2 – 3 วัน หรือนำมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนผึ่งแดด เสร็จแล้วได้วัตถุแห้งประมาณ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ การผึ่งแดดนอกจากลดความชื้นแล้ว ยังช่วยลดปริมาณไซยาไนด์ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ สารแทนนินต่ำ เนื่องจากตัดในระยะที่ใบยังไม่เจริญเต็มที่ ความน่ากินสูง โปรตีนรวมประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ (Wanapat, 2003) การใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง หรือมันแฮย์เสริมให้แม่โค ในระดับ 1-3 กิโลกรัม/ตัว/วัน ทดแทนอาหารข้นได้วันละ 2-3 กิโลกรัม หรือมากกว่า สามารถลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มโปรตีนที่มีคุณภาพให้กับโคนม และผลจากการจับตัวของแทนนิน-โปรตีนคอมเพล็กซ์ ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งไหลผ่านรูเมนสูงมาก ทำให้เกิดการย่อยในส่วนของระบบย่อยต่อไปได้ดี และมีการดูดซึมของสารในลำไส้เล็กได้มากอีกด้วย (เมธา, 2540) การเสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งแก่แม่โคนม ช่วยลดการให้อาหารข้นลงได้ (Wanapat *et al.*, 2000) และน้ำนมดิบของแม่โคที่ได้รับใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมเป็นอาหาร จะมีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงด้วย จักษรินทร์ (2544) ได้ตรวจสอบจากเวลาการเปลี่ยนสีเมทิลีน บลู (methylene blue) ที่นานขึ้นจาก 2.65 ชั่วโมง เป็น 2.77 3.18 และ 4.05 ชั่วโมง และจำนวนเซลล์โซมาติกเป็น 134,750 56,250 356,250 และ 120,250 เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งระดับ 0 0.5 1.0 และ 1.5 กิโลกรัม/วันตามลำดับ

การเสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในอาหารแม่โคนม ทำให้ปริมาณสารไซโอไซยานเทนในน้ำนมดิบเพิ่มขึ้นได้ การเสริมที่ระดับ 1.0 และ 1.7 กก./ตัว/วัน และทำให้ปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมเพิ่มขึ้นจาก 5.3 ppm (กลุ่มควบคุม) เป็น 13.3 และ 17.8 ppm ตามลำดับ และปริมาณไซโอไซยานเทนที่เหมาะสมต่อระบบแลกโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบไม่ควรเกิน 20 ppm (Wanapat *et al.*, 2000) การใช้มันเส้นเป็นอาหารโคนมทำให้ปริมาณสารไซโอไซยานเทนในน้ำนมดิบเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน ซึ่งศิริรัตน์ (2546) รายงานว่าการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จ (0 12.6

25.2 และ 37.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทำให้ปริมาณไซยาไนด์ในอาหารผสมเสร็จมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับของไขมันเส้นที่ใช้ในสูตรอาหาร คือ 0.03 0.23 0.44 และ 0.65 ppm ปริมาณไซโอไซยานเนทในน้ำนมดิบที่รีดได้ เพิ่มขึ้นจาก 7.19 ppm เป็น 8.72 11.19 และ 11.62 ppm ตามลำดับ จำนวนเซลล์โซมาติก ปริมาณจุลินทรีย์รวม และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลง ถึงแม้ว่าสารไซโอไซยานเนทจะมีผลขัดขวางการทำงานของต่อมไทรอยด์ในการใช้ประโยชน์จากไอโอดีน แต่การศึกษาของ Dahlberg *et al.* (1985) โดยให้เด็กอายุ 13-17 ปี ดื่มนม ยู เอช ที ที่เติมไซโอไซยานเนทปริมาณ 19 ppm วันละ 250 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์ และเด็กเหล่านั้นไม่แสดงอาการขาดสารไอโอดีนแต่อย่างใด

ดังนั้นอาศัยหลักการเดียวกันนี้ การเสริมไขมันสำปะหลังแห้งแก่โคนม จะช่วยเพิ่มปริมาณไซโอไซยานเนท และประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในการต่อต้านจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำนม เพื่อรักษาคุณภาพน้ำนมดิบได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง

1.1. ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 จากต้นมันสำปะหลัง อายุ 1 ปี ตัดให้มีความยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร ปลายเฉียงทั้งสองข้าง

1.2. แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง แต่ละพันธุ์เป็นแปลงขนาด 1 ไร่ แต่ละแปลงทดลองใหญ่แบ่งเป็น 3 แปลงทดลองย่อย ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 7x12 ตารางเมตร แปลงทดลองอยู่ใน 2 พื้นที่ คือที่ศูนย์วิจัยและพัฒนา มันสำปะหลัง มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีลักษณะดินเป็นชุดดินวาริน (Warin Soil Series, Wn) เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้ม หรือน้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีแดงปนเหลือง หรือเหลืองปนแดง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) และที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร สถาบันค้นคว้าและพัฒนา ระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลห้วยทราย อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะดินเป็นดินชุดฝางแดง (Fang Daeng Soil Series, Fd) มีการระบายน้ำดี ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีดินเป็นสีแดง ส่วนดินชั้นล่างตอนบนจะเป็นดินร่วนปนทราย และเปลี่ยน เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในชั้นล่างลึก สีดินเป็นสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนทั้งสองพื้นที่แสดงในตารางที่ 2 และ 3

2. ตัวอย่างใบและต้นมันสำปะหลังสด และแห้ง ทั้ง 2 พันธุ์ ที่เก็บจากแปลงทดลองที่ปลูกในพื้นที่ 2 แห่ง สำหรับการตรวจวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไซยาไนด์

ตารางที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง

ลำดับการ เก็บใบ และต้น อ่อนมัน	ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา ¹		สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ²	
	เดือน	อุณหภูมิ เฉลี่ย (°ซ.)	เดือน	อุณหภูมิ เฉลี่ย (°ซ.)
1	ตุลาคม – ธันวาคม 47	25.72	พฤศจิกายน 47-มกราคม 48	25.32
2	มกราคม-กุมภาพันธ์ 48	27.45	กุมภาพันธ์-มีนาคม 48	25.82
3	มีนาคม-เมษายน 48	29.97	เมษายน-พฤษภาคม 48	28.55
4	พฤษภาคม-มิถุนายน 48	30.85	มิถุนายน-กรกฎาคม 48	24.89
5	กรกฎาคม-สิงหาคม 48	30.00	สิงหาคม-กันยายน 48	26.88

ที่มา: ¹ สถานีตรวจอากาศจังหวัดนครราชสีมา (2552)

² สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (2547 และ 2548)

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง

ลำดับการ เก็บเกี่ยว	ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา ¹		สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ²	
	เดือน	น้ำฝน (มม.)	เดือน	น้ำฝน (มม.)
1	ตุลาคม – ธันวาคม 47	19.25	พฤศจิกายน 47-มกราคม 48	472.70
2	มกราคม-กุมภาพันธ์ 48	33.65	กุมภาพันธ์-มีนาคม 48	46.90
3	มีนาคม-เมษายน 48	77.77	เมษายน-พฤษภาคม 48	111.80
4	พฤษภาคม-มิถุนายน 48	257.35	มิถุนายน-กรกฎาคม 48	291.00
5	กรกฎาคม-สิงหาคม 48	259.60	สิงหาคม-กันยายน 48	268.90
รวม		647.62		1190.70

ที่มา: ¹ สถานีย่ออุตุนิยมวิทยา ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา (2547 และ 2548)

² สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (2547 และ 2548)

3. ตัวอย่างน้ำนมดิบ

3.1. ตัวอย่างน้ำนมดิบทั้งหมดที่ได้จากการรีดนมแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีส์เซียน (Holstein Fresian) ภาควิชาจากโรงโคนมสวนจิตรลดา (เป็นน้ำนมดิบที่โรงโคนมนำส่งศูนย์รวมนม) จำนวน 3 ตัวอย่าง สำหรับการทดลองที่ 2

3.2. ตัวอย่างน้ำนมดิบรายตัวจากแม่โคทดลองพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีส์เซียน ที่รีดในภาคเช้า จากฟาร์มขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย จำนวน 16 ตัว สำหรับการทดลองที่ 3

3.3. ตัวอย่างน้ำนมดิบรายตัวแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีส์เซียนของโรงโคนมสวนจิตรลดา ที่มีสุขภาพปกติแข็งแรง ไม่มีการให้ยาในระยะ 1 เดือน ได้รับอาหารข้นสูตรเดียวกัน ข้าวโพดหมัก หญ้าสด หญ้าแห้ง รวมทั้งการเลี้ยงดูเหมือนกัน จำนวน 10 ตัวอย่าง เป็นน้ำนมดิบที่รีดในภาคเช้า เพื่อนำส่งศูนย์รวมนม สำหรับการทดลองที่ 4

4. สารละลายโซโอไซยานาตเข้มข้น (10,000 ppm) ที่เตรียมจากโซเดียมโซโอไซยานาต (sodium thiocyanate, NaSCN) ชนิดผง (UNIVA, APS, NSW, Australia) ความบริสุทธิ์ 99.7731 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดลองที่ 2 และ 4

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาอาหารโคนมทดลอง

5.1. แม่โคนมทดลอง พันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีส์เซียน ในฟาร์มขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี จำนวน 16 ตัว อยู่ระหว่างการให้นมเดือนที่ 3 ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 12 กิโลกรัม/ตัว/วัน จัดแม่โคทดลองเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว

5.2. อาหารทดลอง แม่โคทุกตัวได้รับอาหารข้นวันละ 6 กิโลกรัม (ปริมาณน้ำนมดิบก่อนการทดลอง เฉลี่ยวันละ 12 กิโลกรัม/ตัว แม่โคได้รับอาหารข้นในอัตราส่วน น้ำนมดิบเฉลี่ย: อาหารข้น = 2:1) อาหารหยาบเป็นหญ้าธัญพืชหั่น วันละ 25 กิโลกรัม/ตัว แม่โคแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารทดลอง 4 สูตร คือ

สูตรที่ 1 อาหารข้น (กลุ่มควบคุม) ไม่มีการเสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง

สูตรที่ 2 อาหารชั้น + ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 1 กิโลกรัม/วัน

สูตรที่ 3 อาหารชั้น + ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 กิโลกรัม/วัน

สูตรที่ 4 อาหารชั้น + ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 3 กิโลกรัม/วัน

อาหารในสูตรที่ 2 - 4 มีการปรับสูตรเพื่อให้แม่โคได้รับโปรตีน/วันใกล้เคียงกับแม่โคที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม ตามที่ NRC (1988) แนะนำ โดยมีสูตรอาหารทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สูตรอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ข้าวโพด	28.90	36.90	40.90	52.90
รำละเอียด	12.00	15.00	15.00	16.00
กากมะพร้าว	20.00	13.00	7.00	0.00
รำข้าวสาลี	15.00	10.00	12.00	4.00
กากปาล์ม	0.00	10.00	16.00	22.00
กากถั่วเหลือง	21.00	12.00	6.00	2.00
กำมะถัน	0.10	0.10	0.10	0.10
วิตามิน และแร่ธาตุ ¹	3.00	3.00	3.00	3.00
รวม (%)	100.00	100.00	100.00	100.00
ปริมาณโปรตีน (%)	19.39	16.21	13.09	10.31
ปริมาณโภชนะย่อยได้ (%)	76.64	76.68	76.28	77.26
อาหารชั้นที่โคได้รับ/วัน (กก.)	6	6	6	6
ใบมันสำปะหลังแห้งที่โคได้รับ/วัน (กก.)	0	1	2	3
หญ้าหมักที่โคได้รับ/วัน (กก.)	25	25	25	25
จำนวนโปรตีนที่โคได้รับ/วัน (กก.)	1.83	1.86	1.89	1.94

หมายเหตุ ¹ ส่วนผสมของวิตามิน และแร่ธาตุ: โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) = 17.163% แคลเซียมฟอสเฟต (Ca₂PO₄, P14) = 25.744% ซัลเฟอร์ (S) = 1.716% แมงกานีสไดออกไซด์

(MnO₂) = 1.716% แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO₄) = 8.581% ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) = 0.858% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO₄) = 0.429% โซเดียมซีลีไนต์ (Na₂SeO₃) = 0.086% โคบอลต์ซัลเฟต (Co₂SO₄) = 0.069% โปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) = 0.009% ปริมาณวิตามินเอ ดี₃ เค₃ และไนอะซิน (Premixed Vitamin A, D₃, K₃ and Niacin) = 42.907% และวิตามินอี₅₀ (Vitamin E₅₀) = 0.721%

ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ได้จากการเด็ดส่วนของต้นมันสำปะหลังอายุ 3 เดือนหลังปลูก และทุก ๆ 2 เดือน สูงจากพื้นดินประมาณ 10-15 เซนติเมตร นำมาหั่นเป็นท่อนสั้น ๆ ประมาณ 2 นิ้ว ผึ่งแดด 2-3 วัน ซึ่งใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่นำมาใช้ในการศึกษานำมาจากแหล่งเดียวกัน คือจากศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ปริมาณที่ผลิตแต่ละครั้ง โภกินหมดภายใน 15 วัน

6. ชุดทดสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบ

6.1. ชุดทดสอบ เดลโวเทสต์ (Delvotest[®] SP-NT/SP MINI-NT, DSM, Netherlands)

6.2. ชุดทดสอบแอม-เทสต์ (โครงการพัฒนาชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างฯ และศูนย์ติดตามการดื้อยาฯ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

6.3. ชุดทดสอบยาปฏิชีวนะและยาต้านจุลชีพในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรจนารักษ์เภสัช, กรุงเทพฯ)

7. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

7.1. เครื่อง Milko Scan FT 6000 ของสถาบันสุขภาพสัตว์ กรมปศุสัตว์ สำหรับวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน แลคโตส เนื่อนมไม่รวมไขมัน และเนื่อนมรวม

7.2. เครื่อง Milko Scan FT 6000 ของสถาบันสุขภาพสัตว์ กรมปศุสัตว์ สำหรับวิเคราะห์

โปรตีน ไขมัน แลคโตส เนื่อนมไม่รวมไขมัน และเนื่อนมรวม

7.3. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และวัตถุแห้ง ตามวิธีของ AOAC (1990)

7.4. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณผนังเซลล์ ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

7.5. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ ตามวิธีของ O'Brien *et al.* (1994)

7.6. อุปกรณ์ และสารเคมีในการตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์รวม (Standard Plate Count, SPC) ตามวิธีของ Houghtby *et al.* (1992) จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม ตามวิธีของ Christen *et al.* (1992) กลุ่มไซโครโทรฟ (psychrotroph) และเทอร์โมไฟล์ (thermophile) ตามวิธีของ Frank *et al.* (1992)

7.7. อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรไลซาทในตัวอย่างน้ำนมดิบ ตามวิธีของ Cosby and Sumner (1945)

7.8. อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ในตัวอย่างน้ำนมดิบตามวิธีของ Shindler *et al.* (1976)

7.9. อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณ SGOT และ SGPT (สุพิศ, 2524)

8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบ

วิธีการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไขมันในใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลัง

ทำการศึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง (มีส่วนของลำต้น และก้านใบรวมอยู่) จำนวน 2 พันธุ์ คือพันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน 2 แห่ง คือในเขตจังหวัดนครราชสีมาที่มีสภาพแห้งแล้ง และประจวบคีรีขันธ์ที่ชุ่มชื้นกว่า

1.1. แผนการทดลอง

การทดลองแบบ 2x2 แฟกตอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2x2 Factorial Experiments in CRD) ปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย คือ พื้นที่ปลูก 2 แห่ง (จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์) และพันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ (พันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50) มีการวัดซ้ำค่าสังเกต (repeated measurement) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง ในพื้นที่เดียวกัน 5 ครั้ง พันธุ์ละ 3 แปลง (ซ้ำ) จัดทริทเมนต์เป็น 4 ทริทเมนต์ คือ T1) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา T2) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา T3) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ T4) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ค่าสังเกตคือ ความสูงของต้นมันสำปะหลัง น้ำหนัก ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า วัตถุแห้ง ผงเซลล์ และไขมันในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด และแห้ง มีหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \delta_{k(ij)} + T_l + AT_{il} + BT_{jl} + ABT_{ijl} + \epsilon_{ijkl}$$

โดยที่ $i = 1,2$ $j = 1,2$ $k = 1,2,3$ และ $l = 1,2,...,5$

เมื่อ	Y_{ijkl}	=	ค่าสังเกตที่ได้จากพื้นที่ที่ i พันธุ์มันสำปะหลังที่ j แปลงที่ k และลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l
	μ	=	ค่าเฉลี่ยรวม
	A_i	=	อิทธิพลของพื้นที่ ที่ i ที่มีต่อค่าสังเกต
	B_j	=	อิทธิพลของพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ j ที่มีต่อค่าสังเกต
	T_l	=	อิทธิพลของลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l ที่มีต่อค่าสังเกต
	AB_{ij}	=	อิทธิพลร่วมของพื้นที่ ที่ i และพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ j ที่มีต่อค่าสังเกต
	AT_{il}	=	อิทธิพลร่วมของพื้นที่ ที่ i และลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l ที่มีต่อค่าสังเกต
	BT_{jl}	=	อิทธิพลร่วมของพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ j และลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l ที่มีต่อค่าสังเกต
	ABT_{ijl}	=	อิทธิพลร่วมของพื้นที่ ที่ i พันธุ์มันสำปะหลัง ที่ j และลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l ที่มีต่อค่าสังเกต
	$\delta_{k(ij)}$	=	ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองที่ปลูกที่พื้นที่ i พันธุ์มันสำปะหลังที่ j และแปลงที่ k
	ϵ_{ijkl}	=	ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลอง ที่ปลูกที่พื้นที่ i พันธุ์มันสำปะหลังที่ j แปลงที่ k และลำดับการเก็บใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งที่ l

1.2. การปลูกมันสำปะหลัง

การเตรียมแปลงทดลองปลูกแปลงใหญ่ พันธุ์ละ 1 ไร่ มีการไถเคด้วยพล 3 จำนวน 1 ครั้ง และไถแปรด้วยพล 7 จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นทำการชิงเชือกปลูกเป็นแนวที่ระยะระหว่างแถว 1 เมตร ระยะระหว่างต้น 0.60 เมตร ทิ้งแปลง ปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตั้งตรง ลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร ในแปลงใหญ่แบ่งเป็นแปลงทดลองย่อย จำนวน 3 แปลง ขนาดแปลง 7×12 ตารางเมตร แถวริมนอกโดยรอบแปลงทดลองย่อย จัดเป็น guard row ดังนั้นแปลงพื้นที่ศึกษาจริง ขนาด 5.0×10.8 ตารางเมตร (จำนวนมันสำปะหลัง 114 ต้น) หลังปลูกมันสำปะหลัง 1 เดือน กำจัดวัชพืช 1 ครั้ง พร้อมใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่ข้างต้นมันสำปะหลัง แล้วใช้ดินกลบปุ๋ยเคมี ทั้ง 2 พื้นที่ทำการปลูกเช่นเดียวกันในช่วงปลายฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนา มันสำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอคำชะโนด

จังหวัดนครราชสีมาทำการปลูกเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2547 และสถานีวิจัยสัตหิพรุกดาการ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาระบบนิเวศน์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลห้วยทราย อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปลูกเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547

1.3. การเก็บเกี่ยวใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลัง

การเก็บเกี่ยวใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังในครั้งแรก เก็บเมื่อต้นมันมีอายุ 3 เดือนหลังปลูก ก่อนทำการเก็บเกี่ยว มีการวัดส่วนสูงจากพื้นดินถึงยอดมันสำปะหลัง และจดบันทึกส่วนสูงของต้นมันทุกต้นในแปลงพื้นที่ศึกษาทุกแปลง จากนั้นทำการเก็บเกี่ยวใบ และต้นอ่อนโดยเด็ดทั้งต้นที่ความสูงเหนือพื้นดินประมาณ 10 - 15 เซนติเมตร ได้ใบ ลำต้น และก้านรวมกัน ซึ่งน้ำหนักสดใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังที่เก็บได้ แล้วนำมาสับเป็นท่อนเล็ก ๆ ยาวประมาณ 2 นิ้ว นำไปผึ่งแดดเป็นเวลา 2-3 วัน ซึ่งน้ำหนักแห้ง หลังการเก็บเกี่ยวใบ และต้นอ่อน มันสำปะหลังมีการเจริญแตกยอดใหม่ และเก็บเกี่ยวได้ทุก 2 เดือน เป็นเวลา 4 ครั้ง โดยทำเช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวครั้งแรก รวมการเก็บทั้งหมด 5 ครั้ง กำจัดวัชพืชหลังการเก็บเกี่ยวใบ และต้นอ่อนทุกครั้ง

1.4. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังสด และแห้งที่เก็บจากแปลงทดลองทั้ง 2 พันธุ์ และ 2 พื้นที่มาวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และวัตถุแห้ง ตามวิธีของ AOAC (1990) ผนังเซลล์ ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991) ใยชาไนต์ ตามวิธีของ O'Brien *et al.* (1994)

1.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามการทดลองแบบ 2x2 แฟกตอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด โดยมีการวัดซ้ำค่าสังเกต และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ด้วยค่า P - Value ของ LS Mean โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistic Analysis System) Version 9 (SAS, 2002)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเติมไรโอไซยานนท์ต่อจำนวน และชนิดของแบคทีเรียในน้ำนมดิบ ในห้องปฏิบัติการ

ทำการศึกษาการเติมสารไรโอไซยานนท์ ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ คือ 0 5 10 และ 15 ppm ลงในน้ำนมดิบ ที่อุณหภูมิ 25 และ 4 องศาเซลเซียส ตรวจสอบจำนวน และชนิดของแบคทีเรีย ปริมาณไรโอไซยานนท์ ในน้ำนมดิบ หลังจากการเติมสารไรโอไซยานนท์แล้ว ณ อุณหภูมิ และเวลาต่างกัน

2.1. แผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Designs, RCBD) จัดตัวอย่างน้ำนมดิบ จำนวน 3 ตัวอย่าง เป็นบล็อก 3 บล็อก ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 และ 4 องศาเซลเซียส จัดระดับการเติมไรโอไซยานนท์ เป็น 4 ทรีตเมนต์คือ T1) กลุ่มควบคุม ไม่เติมไรโอไซยานนท์ (0 ppm) T2) เติมไรโอไซยานนท์ในน้ำนมดิบ 5 ppm T3) เติมไรโอไซยานนท์ในน้ำนมดิบ 10 ppm และ T4) เติมไรโอไซยานนท์ในน้ำนมดิบ 15 ppm มีการวัดค่าสังเกต โดยตรวจวัดซ้ำในหน่วยทดลองเดียวกันที่ 5 เวลา คือ 2 4 6 8 และ 10 ชั่วโมง หลังการเติมไรโอไซยานนท์ ค่าสังเกตคือ จำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม กลุ่มไซโครโทर्फ และกลุ่มเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนม มีหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + A_j + \epsilon_{ij} + T_k + AT_{jk} + \delta_{ijk}$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3$ $j = 1, 2, \dots, 4$ และ $k = 1, 2, \dots, 5$
 เมื่อ Y_{ijl} = ค่าสังเกตที่ได้จากตัวอย่างน้ำนมบล็อก ที่ i การเติมไรโอไซยานนท์ ระดับที่ j และเวลาที่ k
 μ = ค่าเฉลี่ยรวม
 ρ_i = อิทธิพลของตัวอย่างน้ำนมบล็อก ที่ i ที่มีต่อค่าสังเกต
 A_j = อิทธิพลของระดับการเติมไรโอไซยานนท์ที่ j ที่มีต่อค่าสังเกต
 T_k = อิทธิพลของระยะเวลาที่ k ที่มีต่อค่าสังเกต
 AT_{jk} = อิทธิพลร่วมของระดับการเติมไรโอไซยานนท์ที่ j และระยะเวลาที่ k ที่มีต่อค่าสังเกต
 ϵ_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในบล็อกที่ i และระดับการเติมไรโอ

ไซยานนท์ที่ j

$$\delta_{ijk} = \text{ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในบล็อกที่ } i \text{ ระดับการเติมไซโอไซยานนท์ที่ } j \text{ และระยะเวลาที่ } k$$

2.2. การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.2.1. เก็บตัวอย่างน้ำนมดิบจากถังนมรวมที่ได้จากการรีดนมแม่โคภาคเช้าของโรงโคนมสวนจิตรลดา จำนวน 3 ตัวอย่าง ใส่ในขวดแก้วปริมาตร 2 ลิตร ที่อบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) แล้ว ตัวอย่างละ 1 ขวด ทำให้เย็นลงทันที และรักษาความเย็นในถังน้ำแข็งตลอดการขนส่งมาห้องปฏิบัติการ

2.2.2. นำน้ำนมดิบแต่ละตัวอย่าง มาวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์รวมตามวิธีของ Houghtby *et al.* (1992) วิเคราะห์จำนวนโคลิฟอร์ม ตามวิธีของ Christen *et al.* (1992) วิเคราะห์จำนวนไซโครโทर्फ และเทอร์โมไฟล์ ตามวิธีของ Frank *et al.* (1992) วิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ตามวิธีของ Shindler *et al.* (1976) และปริมาณไซโอไซยานนท์ ตามวิธีของ Cosby and Sumner (1945) นับเป็นเวลาเริ่มต้น ที่ชั่วโมงที่ 0

2.2.3. แบ่งตัวอย่างน้ำนมดิบที่อยู่ในขวดแก้วปริมาตร 2 ลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 4 ขวด ขวดที่ 1 ไม่เติมไซโอไซยานนท์ (0 ppm) ขวดที่ 2 เติมสารละลายไซโอไซยานนท์ จำนวน 5 ppm โดยใช้ไมโครปิเปต (micro pipette) ดูดสารละลายไซโอไซยานนท์เข้มข้น จำนวน 0.25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วที่มีน้ำนมดิบจำนวน 500 มิลลิลิตร ขวดที่ 3 ใช้ไมโครปิเปต ดูดสารละลายไซโอไซยานนท์เข้มข้น จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วที่มีน้ำนมดิบจำนวน 500 มิลลิลิตร ได้สารละลายไซโอไซยานนท์ จำนวน 10 ppm และขวดที่ 4 เติมสารละลายไซโอไซยานนท์ 15 ppm โดยใช้ไมโครปิเปต ดูดสารละลายไซโอไซยานนท์เข้มข้น จำนวน 0.75 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วที่มีน้ำนมดิบจำนวน 500 มิลลิลิตร นำน้ำนมดิบทั้ง 4 ขวด มาวิเคราะห์ปริมาณไซโอไซยานนท์

2.2.4. แบ่งตัวอย่างน้ำนมที่เติม และไม่เติมไซโอไซยานนท์ แต่ละขวดเป็น 2 ส่วน (ทั้ง 4 ขวด รวมเป็น 8 ขวด) เทน้ำนมแต่ละส่วนใส่ในขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 และ 4 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม

กลุ่มไซโครโทรฟ และกลุ่มเทอร์โมไฟล์ ที่เวลา 2 4 6 8 และ 10 ชั่วโมง

2.2.5. ทำการวิเคราะห์ ตามข้อ 2.2.2 – 2.2.4 อีก 2 ครั้ง รวมเป็น 3 ตัวอย่าง

2.3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ มีการวัดซ้ำค่าสังเกต และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ด้วยค่า P - Value ของ LSMean โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Version 9 (SAS, 2002)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ต่อคุณภาพนํ้านมดิบ

ทำการศึกษา ปริมาณ และองค์ประกอบนํ้านมดิบ ปริมาณไซโอไซยานนท์ และเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส จำนวน และชนิดของแบคทีเรียในนํ้านมดิบ รวมทั้งปริมาณชีรั่ม กลูตามิก ออกซอลอะซีติก ทรานส์อะมิเนส (serum glutamic oxalacetic transaminase, SGOT) และชีรั่ม กลูตามิก ไพรูวิก ทรานส์อะมิเนส (serum glutamic pyruvic transaminase, SGPT) ของแม่โคที่ได้รับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่าง กัน เปรียบเทียบกับแม่โครีดนมที่ได้รับอาหารปกติ

3.1. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เนื่องจากแม่โคแต่ละตัวที่นำมาทดลองมีความแตกต่างกัน จึงจัดแม่โคแต่ละตัวลงในบล็อก จำนวน 4 บล็อก โดยที่แม่โคในบล็อกมีปริมาณนํ้านมใกล้เคียงกัน และระยะเวลาที่ให้นมใกล้เคียงกัน จัดให้ระดับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง เป็นทรีทเมนต์ จำนวน 4 ทรีทเมนต์ คือ T1) แม่โคได้รับอาหารสูตรที่ 1 (กลุ่มควบคุม) T2) แม่โคได้รับอาหารสูตรที่ 2 (เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 1 กิโลกรัม/วัน) T3) แม่โคได้รับอาหารสูตรที่ 3 (เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 กิโลกรัม/วัน) และ T4) แม่โคได้รับอาหารสูตรที่ 4 (เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 3 กิโลกรัม/วัน) มีการวัดซ้ำค่าสังเกต โดยเก็บตัวอย่างนํ้านมดิบที่รีดได้จากแม่โคทดลองทั้ง 16 ตัว ก่อนทดลอง 1 ครั้ง และทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 เดือน รวม 5 ครั้ง ใช้ ปริมาณ และองค์ประกอบนํ้านม จำนวนเซลล์โซมาติก

ในน้ำมันดิบ ปริมาณไฮโดรไฮยานเท และเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส จำนวนจุลินทรีย์ ปริมาณ SGOT และ SGPT ในเลือด เป็นค่าสังเกต มีหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + A_j + \delta_{ij} + T_k + AT_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

โดยที่ $i = 1,2,\dots,4$ $j = 1,2,\dots,4$ และ $k = 1,2,\dots,4$
 เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่สุ่มเก็บได้จากบล็อกที่ i และอาหารสูตรที่ j และเวลา (เดือน) ที่ k
 μ = ค่าเฉลี่ยรวม
 ρ_i = อิทธิพลของบล็อกที่ i ที่มีต่อค่าสังเกต
 A_j = อิทธิพลของอาหารสูตรที่ j ที่มีต่อค่าสังเกต
 T_k = อิทธิพลของเวลาที่ k ที่มีต่อค่าสังเกต
 AT_{jk} = อิทธิพลของอาหารสูตรที่ j และเวลาที่ k มีต่อค่าสังเกต
 δ_{ij} = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากหน่วยทดลองบล็อกที่ i และอาหารสูตรที่ j
 ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนจากหน่วยทดลองบล็อกที่ i อาหารสูตรที่ j และเวลาที่ k

3.2. การจัดการแม่โคทดลอง

แม่โคพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีส์เซียนทั้ง 16 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามการให้นมของแม่โค (เช่น แม่โคให้นมครั้งที่ 2 อยู่กลุ่มเดียวกัน แม่โคให้นมครั้งที่ 4 อยู่กลุ่มเดียวกัน) และปริมาณน้ำนมใกล้เคียงกัน สุ่มแม่โคในกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ให้ได้รับอาหารตัวละสูตร รวมเป็นสูตรละ 4 ตัว แม่โคได้รับอาหารชั้นในสูตรวันละ 6 กิโลกรัม/ตัว โดยแบ่งปริมาณเท่ากัน ให้แม่โคเป็น 2 เวลา คือระหว่างการรีดนมเช้า และเย็น (การให้อาหารเท่ากันทุกตัวเป็นการกำจัดความผันแปรที่เกิดจากการได้รับอาหารปริมาณต่างกัน) การเสริมไบมันสำปะหลังแห้งแก่แม่โคนม แบ่งเสริมปริมาณเท่ากันในช่วงการรีดนมเช้า และเย็นเช่นกัน หลังการให้อาหารชั้น เป็นเวลานาน 4 เดือน โดยมีการปรับอาหารแม่โคก่อนทดลอง 2 สัปดาห์ แม่โคทุกตัวได้รับอาหารหยาบ เป็นหญ้าหูกแห้ง วันละ 25 กิโลกรัม/ตัว/วัน วันละ 2 เวลา เช้า และเย็น

3.3. การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.1. บันทึกปริมาณน้ำมันดิบแม่โครายตัวทุกวัน และเก็บตัวอย่างน้ำมันดิบที่รีดได้

จากแม่โคทุกตัว ในภาคเช้า ระหว่างทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง โดยใส่ในขวดแก้วปริมาตร 200 มิลลิ ลิตร ที่อบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันแล้ว ตัวอย่างละ 1 ขวด ทำให้เย็นลงทันที และเก็บรักษาความเย็นในถังน้ำแข็งตลอดการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำหนักดิบ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน แลคโตส เนื่อนมไม่รวมไขมัน เนื่อนมรวม ด้วยเครื่อง Milko Scan FT 6000 จำนวนเซลล์โซมาติก ด้วยเครื่อง Fossomatic 5000 จำนวนจุลินทรีย์รวม ตามวิธีของ Houghtby *et al.* (1992) จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม ตามวิธีของ Christen *et al.* (1992) กลุ่มไซโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์ ตามวิธีของ Frank *et al.* (1992) ปริมาณไฮโดรไลซายเนท ตามวิธีของ Cosby and Sumner (1945) และเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส ตามวิธีของ Shindler *et al.* (1976)

3.3.2. เก็บตัวอย่างใบและคั่นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง อาหารข้น และอาหารหยาบที่ให้แม่โคก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และระหว่างทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่น ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1990) ผนังเซลล์ ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991) และปริมาณไซยาไนด์ ตามวิธีของ O'Brien *et al.* (1994)

3.3.3. เก็บตัวอย่างเลือด จากเส้นเลือดดำบริเวณลำคอ (jugular vein) ของแม่โค ระหว่างทำการทดลองทุกตัวเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ SGOT และ SGPT ตามวิธีของ สุพิศ (2524)

3.4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ มีการวัดซ้ำค่าสังเกต และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ด้วยค่า P - Value ของ LSMeans โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Version 9 (SAS, 2002)

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของปริมาณไฮโดรไลซายเนทในน้ำนมต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบโดยชุดทดสอบ

ศึกษาผลการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโดรไลซายเนท 2 ระดับ คือ 0 และ 15 ppm โดยใช้ชุดทดสอบตามระเบียบการปฏิบัติงานมาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตนมดิบของประเทศไทย พ.ศ. 2542 จำนวน 3 ชนิด คือ เคลโวเทสต์ แอม-เทสต์ และชุดทดสอบ

ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

4.1. แผนการทดลอง

การทดลองแบบ 2x3 แฟกตอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (2x3 Factorial Experiments in RCBD) ปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปริมาณไรโอไซยานเท 2 ระดับ (0 และ 15 ppm) และชุดทดสอบสารปฏิชีวนะในน้ำนมดิบ 3 ชนิด (เคลโวเทสต์ แอมเทสต์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์) โดยตัวอย่างนมดิบแต่ละตัวอย่างเป็นบล็อก จำนวน 10 บล็อก ค่าสังเกตคือ ระดับการเปลี่ยนสีของชุดทดสอบจากสีม่วงเป็นสีเหลือง มีหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + A_j + B_k + AB_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, 10$ $j = 1, 2$ $k = 1, 2, 3$ และ $l = 1, 2, 3$
 เมื่อ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตที่ได้จากตัวอย่างนมดิบบล็อกที่ i ระดับการเติมไรโอไซยานเทที่ j ชุดทดสอบที่ k และการทดสอบครั้งที่ l
 μ = ค่าเฉลี่ยรวม
 ρ_i = อิทธิพลของตัวอย่างนมดิบบล็อกที่ i ที่มีต่อค่าสังเกต
 A_j = อิทธิพลของระดับการเติมไรโอไซยานเทที่ j ที่มีต่อค่าสังเกต
 B_k = อิทธิพลของชุดทดสอบที่ k ที่มีต่อค่าสังเกต
 AB_{jk} = อิทธิพลร่วมของระดับการเติมไรโอไซยานเทที่ j และชุดทดสอบที่ k ที่มีต่อค่าสังเกต
 ϵ_{ijkl} = ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในบล็อกที่ i ระดับการเติมไรโอไซยานเทที่ j ชุดทดสอบที่ k และการทดสอบครั้งที่ l

4.2. การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่าง

4.2.1. เก็บตัวอย่างน้ำนมดิบรายตัวจากการรีดนมภาคเช้าของแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีส์เชียน ทั้ง 10 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำนมดิบที่ทางโรงโคนมสวนจิตรลดาจัดส่งศูนย์รวมนม โดยเก็บในเช้าวันที่ทำการทดลอง ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตร 200 มิลลิตร ตัวอย่างละ 1 ขวด ทำให้เย็นลงทันที และเก็บรักษาความเย็นในถังน้ำแข็งตลอดการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ

4.2.2. แบ่งตัวอย่างน้ำนมดิบแต่ละตัวอย่าง ใส่ในขวดแก้ว ปริมาณ 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดที่ 1 ไม่เติมไฮโดรอกซีอะลิวมินา (0 ppm) ขวดที่ 2 เติมสารละลายไฮโดรอกซีอะลิวมินา 15 ppm (โดยใช้โมโครปิเปต ดูดสารละลายไฮโดรอกซีอะลิวมินาเข้มข้น 10,000 ppm จำนวน 0.15 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วที่มีน้ำนมดิบปริมาณ 100 มิลลิลิตร ได้สารละลายไฮโดรอกซีอะลิวมินา จำนวน 15 ppm) ผสมให้เข้ากันดี หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรอกซีอะลิวมินาในน้ำนมดิบ ตามวิธีของ Cosby and Sumner (1945)

4.2.3. แบ่งตัวอย่างน้ำนมที่เติม และไม่เติมไฮโดรอกซีอะลิวมินาเป็น 2 ส่วน เทน้ำนมแต่ละส่วนใส่ในหลอดแก้วฝาเกลียว ปริมาณ 10 มิลลิลิตร น้ำนมดิบในหลอดแก้วส่วนที่ 1 ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนที่ 2 นำไปอุ่นในน้ำร้อน อุณหภูมิ 82 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จึงนำหลอดแก้วออกมาวางในน้ำเย็น เพื่อให้เย็นลงทันที หลังจากนั้นนำตัวอย่างนมทั้งหมดไปทำการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบเคลวเทสต์ แอม-เทสต์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตามวิธีการของแต่ละชนิดชุดทดสอบ โดยทำกลุ่มควบคุมทั้งที่ให้ผลลบ และผลบวกควบคู่กันด้วย

4.3. การบันทึกผล

ตรวจสอบผลโดยสังเกตการเปลี่ยนสีของชุดตรวจสอบจากสีม่วงเป็นสีเหลืองหรือไม่ ซึ่งชุดตรวจสอบทั้งสามชนิดมีวิธีอ่านสีคล้ายกัน ถ้าสีของชุดตรวจสอบยังคงเป็นสีม่วง อ่านผลเป็นบวก (ให้ระดับมาตราส่วนเป็น 1) ถ้าสีของชุดตรวจสอบเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง อ่านผลเป็นลบ (ให้ระดับมาตราส่วนเป็น 0) ถ้าสีของชุดตรวจสอบเป็นสีม่วงด้านบน และสีเหลืองด้านล่าง หรือสีม่วงจางลงแต่ไม่เป็นสีเหลือง อ่านผลสงสัยเป็นบวก (ให้ระดับมาตราส่วนเป็น 0.5)

4.4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลอง 2x3 แฟกตอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Version 9 (SAS, 2000)

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง

1.1. ผลผลิตใบมันสำปะหลัง

1.1.1. ความสูงของต้นมันสำปะหลัง

ความสูงของต้นมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ปลูกต่างพื้นที่กัน พบว่าต้นมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทั้ง 2 พันธุ์ มีความสูงมากกว่า ($P < 0.05$) ต้นมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมาในทุก ๆ ครั้ง (ตารางที่ 5)

การเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังแต่ละครั้ง พื้นที่ที่ปลูก และลำดับการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีผลต่อความสูงของต้นมันสำปะหลัง โดยการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ในแปลงปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา ต้นมันทั้ง 2 พันธุ์ที่แตกยอดใหม่มีความสูงมากกว่าการเก็บเกี่ยวครั้งแรก และเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ในการเก็บเกี่ยวครั้งต่อมา และจากผลการวิเคราะห์ความสูงของต้นมันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3-5 พบว่าลำดับในการเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความสูงของต้นมันที่แตกยอดใหม่ จึงมีค่าความสูงใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ส่วนการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลัง ครั้งที่ 2 ในแปลงปลูกมันที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต้นมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์มีความสูงใกล้เคียงกับการเก็บเกี่ยวครั้งแรก แต่หลังจากเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แล้ว ต้นมันที่งอกใหม่มีการเจริญอย่างรวดเร็วจนทำให้ความสูงเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 และครั้งต่อมา ซึ่งในการเก็บเกี่ยว 2 ครั้งหลัง คือครั้งที่ 4 และ 5 ลำดับในการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง ไม่มีผลต่อความสูงของต้นมันที่แตกยอดใหม่เช่นกัน ค่าที่ได้จึงใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5 และภาพผนวกที่ 1)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความสูง (ซม.) ของต้นมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	31.15 ^{ขส}	44.61 ^{ขอ}	72.56 ^{ขพ}	77.87 ^{ขพ}	79.56 ^{ขพ}	61.15 ^ข
	KU 50	30.85 ^{ขส}	49.41 ^{ขอ}	66.57 ^{ขพ}	70.27 ^{ขพ}	73.58 ^{ขพ}	58.14 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	31.00 ^ส	47.01 ^อ	69.57 ^พ	74.07 ^พ	76.57 ^พ	59.64
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	81.01 ^{กส}	79.57 ^{กอ}	104.13 ^{กพ}	125.59 ^{กพ}	132.74 ^{กพ}	103.81 ^ก
	KU 50	80.77 ^{กส}	87.38 ^{กอ}	108.18 ^{กพ}	123.22 ^{กพ}	132.33 ^{กพ}	104.44 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	80.89 ^ส	76.64 ^อ	106.16 ^พ	124.41 ^พ	132.54 ^พ	104.13

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^ข อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{พอส} อักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

1.1.2. น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง

น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด ทั้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกแห่งเดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) ส่วนพื้นที่ และลำดับในการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีผลต่อน้ำหนักเช่นกัน คือใบและต้นอ่อนมันที่เก็บเกี่ยวจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีน้ำหนักสดมากกว่า (P<0.05) ใบและต้นอ่อนมันที่เก็บเกี่ยวจากจังหวัดนครราชสีมาในทุก ๆ ครั้ง และการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังครั้งที่ 2 ที่นครราชสีมา ได้น้ำหนักมากกว่าครั้งแรก จากนั้นน้ำหนักจึงเพิ่มขึ้นในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 4 และ 5 ซึ่งทั้งสามครั้งนี้มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย (P>0.05) แต่ในแปลงปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ได้น้ำหนักใบมันสดใกล้เคียง (P>0.05) กับครั้งที่ 1 และเพิ่มขึ้น (P<0.05) ในครั้งที่ 3 4 และ 5 เช่นกัน ซึ่งสองครั้งหลังมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 6 และภาพผนวกที่ 2)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย	รวม
		1	2	3	4	5		
นคร	HB 60	318.02 ^{ขส}	593.58 ^{ขอ}	803.95 ^{ขพอ}	914.57 ^{ขพ}	950.12 ^{ขพ}	716.05 ^ข	3,580.24 ^ข
ราช	KU 50	345.68 ^{ขส}	679.51 ^{ขอ}	781.24 ^{ขพอ}	831.61 ^{ขพ}	921.48 ^{ขพ}	711.90 ^ข	3,559.52 ^ข
สีมา	ค่าเฉลี่ย	331.85 ^ส	636.54 ^อ	792.59 ^{พอ}	873.09 ^พ	935.80 ^พ	713.98	3,569.87
ประจวบ คีรีขันธ์	HB 60	905.68 ^{กส}	916.54 ^{กอ}	1,539.75 ^{กพอ}	1,792.59 ^{กพ}	1,923.95 ^{กพ}	1,415.70 ^ก	7,078.51 ^ก
	KU 50	923.46 ^{กส}	983.70 ^{กอ}	1,458.77 ^{กพอ}	1,721.40 ^{กพ}	1,797.53 ^{กพ}	1,376.99 ^ก	6,884.86 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	914.57 ^ส	950.12 ^อ	1,499.26 ^{พอ}	1,757.04 ^พ	1,860.74 ^พ	1,396.35	6,981.73

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

^{พอส} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

น้ำหนักของใบและต้นอ่อนมันแห้ง แปรตามค่าของน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสด คือการเก็บเกี่ยวที่ได้น้ำหนักสดมาก จะทำให้ได้น้ำหนักใบมันแห้งมากตามไปด้วย น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ในพื้นที่เดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) แต่ใบและต้นอ่อนมันแห้งจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีน้ำหนักต่อไร่มากกว่า ($P < 0.05$) ความแตกต่างของพื้นที่และลำดับในการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีผลต่อน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเช่นเดียวกับค่าน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสด และความสูงของต้นมันสำปะหลัง โดยที่น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ได้จากจังหวัดนครราชสีมาในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าน้อยที่สุด ($P < 0.05$) และเพิ่มขึ้นในการเก็บเกี่ยวครั้งต่อ ๆ มา แต่ค่าที่เพิ่มแต่ละครั้งไม่มาก ทำให้ค่าที่ได้แต่ละช่วงเวลาเก็บเกี่ยวมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) แต่ส่วนน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ได้จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สองครั้งแรกมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ในครั้งต่อมา ซึ่งครั้งที่ 4 และ 5 มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 7 และภาพผนวกที่ 3)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบน้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย	รวม
		1	2	3	4	5		
นคร	HB 60	96.75 ^{ขส}	206.00 ^{ขอ}	264.94 ^{ขงอ}	307.40 ^{ขพ}	312.73 ^{ขพ}	237.56 ^ข	1,187.82 ^ข
ราช	KU 50	105.07 ^{ขส}	241.84 ^{ขอ}	242.82 ^{ขงอ}	278.54 ^{ขพ}	304.44 ^{ขพ}	234.54 ^ข	1,172.71 ^ข
สีมา	ค่าเฉลี่ย	100.91 ^ส	223.92 ^อ	253.88 ^{งอ}	292.97 ^พ	308.59 ^{ขพ}	236.05	1,180.27
ประจวบ คีรีขันธ์	HB 60	330.90 ^{กส}	331.98 ^{กอ}	532.82 ^{กข}	634.68 ^{กพ}	692.16 ^{กพ}	504.51 ^ก	2,522.54 ^ก
	KU 50	342.25 ^{กส}	361.62 ^{กอ}	528.90 ^{กข}	616.62 ^{กพ}	644.36 ^{กพ}	498.75 ^ก	2,493.75 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	336.58 ^ส	346.80 ^อ	530.86 ^{งอ}	625.65 ^พ	668.26 ^{ขพ}	501.63	2,508.15

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{กขส} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

1.1.3. ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 หลังการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังครั้งสุดท้ายในพื้นที่เดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) แต่หัวมันสำปะหลังสดที่ปลูกต่างพื้นที่กัน มีค่าต่างกันคือ หัวมันสำปะหลังสดที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีน้ำหนักมากกว่า (P<0.05) ที่จังหวัดนครราชสีมา (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด (กก./ไร่) 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

สถานที่	HB 60	KU 50	เฉลี่ย
นครราชสีมา	537.28 ^ข	496.79 ^ข	517.04 ^ข
ประจวบคีรีขันธ์	740.74 ^ก	696.30 ^ก	718.52 ^ก

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

1.2. องค์ประกอบทางเคมีของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง

ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งทั้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 จากพื้นที่แห้งเดียวกัน มีปริมาณวัตถุแห้ง ไขมัน เถ้า NDF และ ADF ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) แต่ใบและต้นอ่อนมันแห้งจากต่างพื้นที่ มีค่าเหล่านี้แตกต่างกัน ($P<0.05$) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่ได้จากจังหวัดนครราชสีมาในการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีปริมาณวัตถุแห้ง ไขมัน และเถ้าสูงกว่าใบมันสำปะหลังแห้งที่เก็บเกี่ยวจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ตารางที่ 9-11 และภาพผนวกที่ 4-6) แต่ NDF และ ADF ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งทั้งสองพันธุ์ ที่ได้จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าสูงกว่าใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งจากจังหวัดนครราชสีมา (ตารางที่ 12-13 และภาพผนวกที่ 7-8) ลำดับในการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีผลต่อค่าปริมาณวัตถุแห้งของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง จากตารางที่ 9 การเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งครั้งที่ 3-5 ที่ได้จากแปลงปลูกทั้งสองพื้นที่ มีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) แต่น้อยกว่า ($P<0.05$) การเก็บเกี่ยวครั้งแรก เช่นเดียวกับค่าปริมาณเถ้าในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งจากจังหวัดนครราชสีมา (ตารางที่ 11) ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3-5 มีค่าแตกต่างกันไม่มาก ($P>0.05$) และน้อยกว่า ($P<0.05$) ครั้งที่ 1 ส่วนที่ประจวบคีรีขันธ์ ค่าเถ้ามีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ในทุกครั้งที่เก็บเกี่ยว สำหรับปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันแห้ง (ตารางที่ 10) ในการเก็บแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ทั้งสองพื้นที่ สำหรับค่าปริมาณ NDF มีความสัมพันธ์กับลำดับในการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังเช่นกัน แต่ตรงข้ามกับค่าปริมาณวัตถุแห้ง และเถ้า คือค่า NDF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในการเก็บครั้งหลังๆ โดยเฉพาะครั้งที่ 4 และ 5 มีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) ครั้งแรก ทั้งสองพื้นที่ (ตารางที่ 12) ส่วนปริมาณ ADF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่เก็บครั้งแรกจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าต่ำที่สุด ($P<0.05$) เช่นกัน แต่ปริมาณ ADF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งจากจังหวัดนครราชสีมา มีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ดังที่แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบปริมาณวัตถุแห้ง (%) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	91.63 ^{กอ}	90.93 ^{กอข}	89.94 ^{กส}	89.50 ^{กส}	89.76 ^{กส}	90.35 ^ก
	KU 50	91.12 ^{กอ}	90.28 ^{กอข}	89.85 ^{กส}	89.35 ^{กส}	89.60 ^{กส}	90.04 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	91.38 ^อ	90.60 ^{อข}	89.90 ^{กส}	89.42 ^{กส}	89.68 ^{กส}	90.20
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	88.06 ^{ขอ}	87.23 ^{ขอข}	86.59 ^{ขส}	86.72 ^{ขส}	86.49 ^{ขส}	87.02 ^ข
	KU 50	89.03 ^{ขอ}	88.23 ^{ขอ}	86.82 ^{ขส}	86.76 ^{ขส}	86.89 ^{ขส}	87.55 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	88.55 ^อ	87.73 ^อ	86.70 ^{ขส}	86.74 ^ส	86.69 ^ส	87.28

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{อส} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณไขมัน (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	5.69 ^ก	6.11 ^ก	5.75 ^ก	6.09 ^ก	6.00 ^ก	5.93 ^ก
	KU 50	5.64 ^ก	5.89 ^ก	5.84 ^ก	5.84 ^ก	5.74 ^ก	5.74 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	5.66	6.00	5.68	5.97	5.87	5.84
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	4.76 ^ข	4.57 ^ข	4.57 ^ข	4.83 ^ข	4.84 ^ข	4.73 ^ข
	KU 50	4.84 ^ข	4.64 ^ข	4.47 ^ข	5.10 ^ข	4.98 ^ข	4.81 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	4.80	4.61	4.52	4.97	4.94	4.77

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณเก่า (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวต้นมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	9.36 ^{กอ}	9.48 ^{กอ}	8.82 ^{กส}	8.60 ^{กส}	8.51 ^{กส}	8.95 ^ก
	KU 50	9.41 ^{กอ}	9.45 ^{กอ}	8.75 ^{กส}	8.91 ^{กส}	8.73 ^{กส}	9.05 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	9.39 ^อ	9.47 ^อ	8.78 ^ส	8.75 ^ส	8.62 ^ส	9.00
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	8.28 ^ข	7.92 ^ข	8.20 ^ข	7.84 ^ข	7.90 ^ข	8.03 ^ข
	KU 50	8.32 ^ข	8.08 ^ข	8.11 ^ข	7.87 ^ข	7.84 ^ข	8.04 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	8.30	8.00	8.15	7.86	7.87	8.04

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณ NDF (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	33.01 ^{ขอ}	32.88 ^{ขอ}	33.13 ^{ขพอ}	34.29 ^{ขพ}	34.97 ^{ขพ}	33.66 ^ข
	KU 50	32.53 ^{ขอ}	32.34 ^{ขอ}	33.06 ^{ขพอ}	33.92 ^{ขพ}	33.50 ^{ขพ}	33.07 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	32.77 ^อ	32.61 ^อ	33.10 ^{พอ}	34.11 ^พ	34.24 ^พ	33.36
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	36.21 ^{กส}	38.07 ^{กอ}	39.74 ^{กพอ}	39.09 ^{กข}	40.52 ^{กพ}	38.72 ^ก
	KU 50	34.56 ^{กส}	37.35 ^{กอ}	39.65 ^{กพ}	39.55 ^{กพ}	38.92 ^{กพอ}	38.01 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	35.39 ^ส	37.71 ^อ	39.70 ^พ	39.32 ^พ	39.72 ^พ	38.37

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{พอส} อักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณ ADF (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	23.90 ^ข	24.90 ^ข	24.58 ^ข	25.00 ^ข	25.25 ^ข	24.73 ^ข
	KU 50	24.14 ^ข	24.83 ^ข	25.34 ^ข	24.24 ^ข	25.04 ^ข	24.72 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	24.02	24.86	24.96	24.62	25.15	24.72
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	27.72 ^{กข}	32.90 ^{กอ}	33.84 ^{กอ}	34.23 ^{กอ}	33.14 ^{กอ}	32.37 ^ก
	KU 50	27.60 ^{กข}	33.19 ^{กอ}	33.88 ^{กอ}	33.55 ^{กอ}	32.86 ^{กอ}	32.22 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	27.66 ^ข	33.04 ^อ	33.86 ^อ	33.89 ^อ	33.00 ^อ	32.29

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

^{กอ} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

ในส่วนปริมาณโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งนั้น ความแตกต่างของพื้นที่ที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนเป็นอย่างมาก พบว่าใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ทั้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่เก็บเกี่ยวจากพื้นที่เดียวกัน มีค่าแตกต่างกันไม่มาก ($P > 0.05$) แต่ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่ได้จากนครราชสีมา มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ได้จากประจวบคีรีขันธ์ ทุกครั้งที่เก็บเกี่ยว (ตารางที่ 14 และภาพผนวกที่ 9)

ถึงแม้ว่า ปริมาณโปรตีนของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่ได้จากจังหวัดนครราชสีมาจะมีค่าสูงกว่า แต่ผลผลิตน้ำหนักรวมนั้น น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อนำมาคิดผลผลิตโปรตีน/ไร่ แล้ว ใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ได้จากจังหวัดนครราชสีมา ทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตโปรตีน/ไร่น้อยกว่าใบและต้นอ่อนมันแห้งที่ได้จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ($P < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บเกี่ยวแล้ว ปรากฏว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งหลัง ๆ จะได้ผลผลิตโปรตีน/ไร่สูงขึ้น โดยเฉพาะในครั้งที่ 4 และ 5 ผลผลิตโปรตีน/ไร่ สูงกว่า ($P < 0.05$) ในครั้งแรก (ตารางที่ 15 และภาพผนวกที่ 10)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน (%วัตถุแห้ง) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์
ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	24.13 ^ก	23.37 ^ก	23.38 ^ก	23.60 ^ก	23.59 ^ก	23.61 ^ก
	KU 50	23.48 ^ก	23.85 ^ก	23.31 ^ก	23.32 ^ก	23.65 ^ก	23.52 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	23.80	23.61	23.34	23.46	23.62	23.57
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	22.57 ^ข	21.91 ^ข	22.21 ^ข	22.30 ^ข	22.11 ^ข	22.22 ^ข
	KU 50	22.19 ^ข	22.16 ^ข	22.01 ^ข	22.13 ^ข	21.80 ^ข	22.06 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	22.38	22.04	22.11	22.22	21.96	22.14

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลผลิตโปรตีน (กก.)/ไร่ ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่
ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	21.40 ^{ขส}	43.84 ^{ขอ}	55.66 ^{ขอพ}	64.97 ^{ขพ}	66.48 ^{ขพ}	50.46 ^ข
	KU 50	22.42 ^{ขส}	52.01 ^{ขอ}	50.80 ^{ขอ}	58.04 ^{ขพ}	64.46 ^{ขพ}	49.55 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	21.91 ^ส	47.93 ^อ	53.23 ^อ	61.50 ^พ	65.47 ^พ	50.01
ประจวบ คีรีขันธ์	HB 60	65.69 ^{กส}	63.17 ^{กส}	102.55 ^{กอ}	122.65 ^{กพ}	132.36 ^{กพ}	97.29 ^ก
	KU 50	67.68 ^{กส}	71.01 ^{กส}	100.73 ^{กอ}	118.37 ^{กพ}	122.15 ^{กพ}	95.99 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	66.69 ^ส	67.09 ^ส	101.64 ^อ	120.51 ^พ	127.26 ^พ	96.64

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{พอส} อักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

1.3. ปริมาณไนโตรเจนของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง

ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน มีปริมาณไนโตรเจนใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า ($P<0.05$) ที่จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1-4 แต่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนในใบและต้นอ่อนสดของมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา มีค่าต่ำลงใกล้เคียง ($P>0.05$) กับที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ส่วนปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ทั้งสองพันธุ์ และทั้งสองพื้นที่ (ตารางที่ 16 และ 17 และภาพผนวกที่ 11 และ 12)

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	3268.49 ^{กพ}	3413.22 ^{กพ}	3536.48 ^{กพ}	3250.77 ^{กพ}	2970.03 ^อ	3287.80 ^ก
	KU 50	3369.04 ^{กอ}	3807.99 ^{กพ}	3857.81 ^{กพ}	3174.41 ^{กอ}	2845.30 ^ส	3410.91 ^ก
	ค่าเฉลี่ย	3318.77 ^อ	3610.61 ^พ	3697.15 ^พ	3204.26 ^อ	2907.66 ^ส	3349.35
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	2209.13 ^{ขอ}	2914.29 ^{ขพ}	2812.46 ^{ขพ}	2822.30 ^{ขพ}	2613.57 ^{พอ}	2674.35 ^ข
	KU 50	2065.25 ^{ขส}	2925.81 ^{ขพ}	2863.64 ^{ขพ}	2781.90 ^{ขพอ}	2562.36 ^อ	2639.79 ^ข
	ค่าเฉลี่ย	2147.02 ^{ขส}	2920.05 ^พ	2838.05 ^{พอ}	2802.10 ^{พอ}	2587.97 ^อ	2657.07

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P<0.05$)

^{พอส} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P<0.05$)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบปริมาณไฮยาไนด์ (ppm) ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห่ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่	พันธุ์	ลำดับการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
นครราชสีมา	HB 60	111.16	110.20	107.72	97.06	94.30	104.09
	KU 50	109.58	113.72	110.41	98.88	90.46	104.61
	ค่าเฉลี่ย	110.37	111.96	109.07	97.97	92.38	104.35
ประจวบคีรีขันธ์	HB 60	92.00	90.69	94.61	89.81	87.29	90.88
	KU 50	88.49	94.59	91.77	86.07	92.13	90.61
	ค่าเฉลี่ย	90.25	92.64	93.19	87.94	89.71	90.75

หมายเหตุ HB 60 = มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60, KU 50 = มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเติมสารไฮโอไซยานาทต่อจำนวน และชนิดของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ ในห้องปฏิบัติการ

2.1. ปริมาณแลคโตเฟอร์ออกซิเดส ไฮโอไซยานาท และเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำนมดิบ

แลคโตเฟอร์ออกซิเดส และไฮโอไซยานาทในน้ำนมดิบทั้ง 3 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย 7.55 unit/ml และ 5.16 ppm หลังจากเติมไฮโอไซยานาท ลงในตัวอย่างน้ำนมดิบที่ระดับ 5 10 และ 15 ppm ปริมาณไฮโอไซยานาทในน้ำนมดิบเฉลี่ยเพิ่มเป็น 11.11 15.48 และ 19.89 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 18) ที่เวลาเริ่มต้น (ชั่วโมงที่ 0) ในน้ำนมดิบมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 1.95×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม 1.34×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยกลุ่มไซโครโทรฟ 9.40×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร และค่าเฉลี่ยกลุ่มเทอร์โมไฟล์ 115 โคโลนี/มิลลิลิตร (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 18 ปริมาณแกลโคเพอร์ออกซิเดส และไซโอไซยานนท์ในน้ำนมดิบ และปริมาณไซโอไซยานนท์ในน้ำนมดิบหลังจากเติมสารไซโอไซยานนท์ลงในน้ำนมดิบ

ตัวอย่างน้ำนมดิบ		แกลโคเพอร์ออกซิเดส (unit/ml)	ไซโอไซยานนท์ (ppm)
ไซโอไซยานนท์	0 ppm	7.55	5.16
เติมไซโอไซยานนท์	5 ppm		11.11
เติมไซโอไซยานนท์	10 ppm		15.48
เติมไซโอไซยานนท์	15 ppm		19.89

ตารางที่ 19 จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยในตัวอย่างน้ำนมดิบที่เวลาเริ่มต้น (ชั่วโมงที่ 0)

	จำนวน (โคโลนี/มิลลิลิตร)
จุลินทรีย์ทั้งหมด	1.95×10^5
โคลิฟอร์ม	1.34×10^3
ไซโครโทรฟ	9.40×10^3
เทอร์โมไฟล์	115

2.2. จำนวนจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.2.1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

น้ำนมดิบที่เติม และไม่เติมไซโอไซยานนท์ ซึ่งตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 2 4 และ 6 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานนท์ 0 5 10 และ 15 ppm ที่เวลา 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.97×10^6 2.87×10^6 2.87×10^6 และ 2.97×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.91×10^7 2.78×10^7 2.92×10^7 และ 2.74×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร และ 6 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 1.53×10^8 1.44×10^8 1.30×10^8 และ 1.17×10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลาที่ 8 และ 10 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานนท์ 10 และ 15 ppm มีค่าน้อยกว่า ($P < 0.05$) ในน้ำนมที่ไม่เติมไซโอไซยานนท์ คือช่วงเวลาที่ 8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 7.48×10^8

7.21×10^8 6.77×10^8 และ 6.36×10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร และชั่วโมงที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 5.25×10^9 4.37×10^9 3.73×10^9 และ 2.55×10^9 โคโลนี/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไฮซานเทท 0 5 10 และ 15 ppm (ตารางที่ 20 และภาพผนวกที่ 15)

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโดรไฮซานเททใน
ระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ไฮโดรไฮซานเทท (ppm)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	1.95×10^5	2.97×10^6	2.91×10^7	1.53×10^8	7.48×10^8 ^ก	5.25×10^9 ^ก
5	1.95×10^5	2.87×10^6	2.78×10^7	1.44×10^8	7.21×10^8 ^ก	4.37×10^9 ^{กข}
10	1.95×10^5	2.87×10^6	2.92×10^7	1.30×10^8	6.77×10^8 ^ข	3.73×10^9 ^ข
15	1.95×10^5	2.97×10^6	2.74×10^7	1.17×10^8	6.36×10^8 ^ก	2.55×10^9 ^ก
SE		0.05×10^6	0.05×10^7	0.12×10^8	0.06×10^8	0.46×10^9

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.2.2 จำนวนโคลิฟอร์ม

ในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตัวอย่างน้ำนมดิบที่ไม่เติม (0 ppm) และเติมไฮโดรไฮซานเทททั้ง 3 ระดับ นั้น เมื่อเวลาผ่านไป 2 4 และ 6 ชั่วโมง จำนวนโคลิฟอร์ม ในน้ำนมใกล้เคียงกัน (P>0.05) โดยที่ชั่วโมงที่ 2 จำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมที่เติมไฮโดรไฮซานเทท 0 5 10 และ 15 ppm มีค่าเฉลี่ย 3.05×10^4 2.87×10^4 2.97×10^4 และ 2.87×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 3.65×10^4 3.64×10^4 3.61×10^4 และ 3.62×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร และชั่วโมงที่ 6 มีค่าเฉลี่ย 6.80×10^6 6.49×10^6 6.36×10^6 และ 6.28×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในชั่วโมงที่ 8 และ 10 จำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบลดลงแตกต่างกัน (P<0.05) เมื่อเติมไฮโดรไฮซานเทท 0 5 10 และ 15 ppm โดยที่ค่าเฉลี่ยในชั่วโมงที่ 8 เป็น 2.94×10^7 2.78×10^7 2.29×10^7 และ 2.14×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร และ ชั่วโมงที่ 10 เป็น 2.82×10^8 2.41×10^8 1.90×10^8 และ 1.59×10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 21 และภาพผนวกที่ 16)

ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารไฮโดรไฮยานเททในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ไฮโดรไฮยานเทท (ppm)	จำนวนโคลิฟอร์ม (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	1.34×10^3	3.05×10^4	3.65×10^4	6.80×10^6	$2.94 \times 10^{7\text{ก}}$	$2.82 \times 10^{8\text{ก}}$
5	1.34×10^3	2.87×10^4	3.64×10^4	6.49×10^6	$2.78 \times 10^{7\text{กข}}$	$2.41 \times 10^{8\text{ข}}$
10	1.34×10^3	2.97×10^4	3.61×10^4	6.36×10^6	$2.29 \times 10^{7\text{กข}}$	$1.90 \times 10^{8\text{ก}}$
15	1.34×10^3	2.87×10^4	3.62×10^4	6.28×10^6	$2.14 \times 10^{7\text{ก}}$	$1.59 \times 10^{8\text{ก}}$
SE		0.06×10^4	0.01×10^4	0.17×10^6	0.08×10^7	0.09×10^8

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.2.3. จำนวนไซโครโทรฟ

เมื่อเวลาผ่านไป 2 4 และ 6 ชั่วโมง จำนวนไซโครโทรฟที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในตัวอย่างน้ำนมดิบที่ไม่เติม และเติมไฮโดรไฮยานเทททั้ง 3 ระดับ แตกต่างกันไม่มาก (P>0.05) โดยที่ชั่วโมงที่ 2 จำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมที่เติมไฮโดรไฮยานเทท 0 5 10 และ 15 ppm มีค่าเฉลี่ย 1.11×10^5 1.17×10^5 1.08×10^5 และ 1.10×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 3.80×10^6 3.63×10^6 3.76×10^6 และ 3.31×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร และชั่วโมงที่ 6 มีค่าเฉลี่ย 1.61×10^7 1.48×10^7 1.46×10^7 และ 1.48×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนในชั่วโมงที่ 8 และ 10 จำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมไฮโดรไฮยานเททเริ่มลดลง และมีจำนวนน้อยกว่า (P<0.05) ในน้ำนมดิบที่ไม่เติมไฮโดรไฮยานเทท โดยค่าเฉลี่ยในชั่วโมงที่ 8 เป็น 8.67×10^7 8.17×10^7 7.10×10^7 และ 6.33×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร และชั่วโมงที่ 10 เป็น 8.92×10^8 8.10×10^8 7.82×10^8 และ 7.37×10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 22 และภาพผนวกที่ 17)

ตารางที่ 22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารไซโอไซยานาทในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ไซโอไซยานาท (ppm)	จำนวนไซโครโทรฟ (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	9.40×10^3	1.11×10^5	3.80×10^6	1.61×10^7	8.67×10^{7n}	8.92×10^{8n}
5	9.40×10^3	1.17×10^5	3.63×10^6	1.48×10^7	8.17×10^{7ny}	8.10×10^{8ny}
10	9.40×10^3	1.08×10^5	3.76×10^6	1.46×10^7	7.10×10^{7y}	7.82×10^{8y}
15	9.40×10^3	1.10×10^5	3.31×10^6	1.48×10^7	6.33×10^{7y}	7.37×10^{8y}
SE		0.05×10^5	0.13×10^6	0.06×10^7	0.41×10^7	0.27×10^8

หมายเหตุ n = 12

^{ny} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

2.2.4. จำนวนเทอร์โมไฟล์

น้ำนมดิบที่เติม และไม่เติมไซโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 2 และ 4 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์เทอร์โมไฟล์ แตกต่างกันเล็กน้อย ($P > 0.05$) โดยที่จำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานาท 0 5 10 และ 15 ppm ที่ 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 1.65×10^3 1.67×10^3 1.58×10^3 และ 1.61×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร และที่ 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.43×10^4 2.49×10^4 2.35×10^4 และ 2.36×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร แต่ในชั่วโมงที่ 6 8 และ 10 จำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานาท 10 และ 15 ppm มีค่าลดลงแตกต่าง ($P < 0.05$) จากน้ำนมที่ไม่เติมไซโอไซยานาท คือชั่วโมงที่ 6 จำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานาท 0 5 10 และ 15 ppm มีค่าเฉลี่ย 2.06×10^5 1.95×10^5 1.75×10^5 และ 1.56×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 1.82×10^6 1.73×10^6 1.47×10^6 และ 1.42×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร และในชั่วโมงที่ 10 จำนวนเทอร์โมไฟล์ มีค่าเฉลี่ย 1.15×10^7 1.05×10^7 8.67×10^6 และ 7.78×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 23 และภาพผนวกที่ 18)

ตารางที่ 23 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

โซโอไซยานเท (ppm)	จำนวนเทอร์โมไฟล์ (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	1.15×10^2	1.65×10^3	2.43×10^4	$2.06 \times 10^{5\text{ก}}$	$1.82 \times 10^{6\text{ก}}$	$1.15 \times 10^{7\text{ก}}$
5	1.15×10^2	1.67×10^3	2.49×10^4	$1.95 \times 10^{5\text{ก}}$	$1.73 \times 10^{6\text{ก}}$	$1.05 \times 10^{7\text{ก}}$
10	1.15×10^2	1.58×10^3	2.35×10^4	$1.75 \times 10^{5\text{กข}}$	$1.47 \times 10^{6\text{ข}}$	$8.67 \times 10^{6\text{ข}}$
15	1.15×10^2	1.61×10^3	2.36×10^4	$1.56 \times 10^{5\text{ข}}$	$1.42 \times 10^{6\text{ข}}$	$7.78 \times 10^{6\text{ข}}$
SE		0.04×10^3	0.05×10^4	0.10×10^5	0.06×10^6	0.03×10^6

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.3. จำนวนจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.3.1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเททั้ง 4 ระดับ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง แตกต่างกันไม่มาก (P>0.05) โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ที่เวลา 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.28×10^5 2.26×10^5 2.26×10^5 และ 2.25×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.48×10^5 2.52×10^5 2.43×10^5 และ 2.40×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 6 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 2.61×10^5 2.55×10^5 2.55×10^5 และ 2.52×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 2.69×10^5 2.66×10^5 2.65×10^5 และ 2.62×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในชั่วโมงที่ 10 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบลดลง (P<0.05) เมื่อระดับการเติมโซโอไซยานเทเพิ่มขึ้น คือมีค่า 2.77×10^5 2.74×10^5 2.69×10^5 และ 2.64×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 24 และภาพผนวกที่ 19)

ตารางที่ 24 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทนใน
ระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

โซโอไซยานเทน (ppm)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	1.95×10^5	2.28×10^5	2.48×10^5	2.61×10^5	2.69×10^5	2.77×10^5 ^ก
5	1.95×10^5	2.26×10^5	2.52×10^5	2.55×10^5	2.66×10^5	2.74×10^5 ^{กข}
10	1.95×10^5	2.26×10^5	2.43×10^5	2.55×10^5	2.65×10^5	2.69×10^5 ^{ขก}
15	1.95×10^5	2.25×10^5	2.40×10^5	2.52×10^5	2.62×10^5	2.64×10^5 ^ก
SE		0.01×10^5	0.40×10^5	0.02×10^5	0.02×10^5	0.02×10^5

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.3.2. จำนวนโคลิฟอร์ม

จำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบทั้งที่เติม และไม่เติมโซโอไซยานเทน ซึ่งเก็บใน
ตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง มีจำนวนใกล้เคียงกัน (P>0.05) โดยจำนวน
โคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเทน 0 5 10 และ 15 ppm ที่ 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 1.70×10^3
 1.69×10^3 1.70×10^3 และ 1.77×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.07×10^3 2.00×10^3
 2.05×10^3 และ 1.98×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 6 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 2.40×10^3 2.30×10^3 2.29×10^3 และ
 2.39×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 2.71×10^3 2.70×10^3 2.66×10^3 และ 2.58×10^3
โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนในชั่วโมงที่ 10 จำนวน โคลิฟอร์มในน้ำนมดิบลดลง (P<0.05) เมื่อ
ระดับการเติมโซโอไซยานเทนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด คือมีค่าเฉลี่ย 3.05×10^3
 3.00×10^3 2.89×10^3 และ 2.76×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร เมื่อระดับการเติมโซโอไซยานเทน 0 5 10 และ
15 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 25 และภาพผนวกที่ 20)

ตารางที่ 25 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเท ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

โซโอไซยานเท (ppm)	จำนวนโคลิฟอร์ม (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	1.34×10^3	1.70×10^3	2.07×10^3	2.40×10^3	2.71×10^3	3.05×10^3 ^ก
5	1.34×10^3	1.69×10^3	2.00×10^3	2.30×10^3	2.70×10^3	3.00×10^3 ^ก
10	1.34×10^3	1.70×10^3	2.05×10^3	2.29×10^3	2.66×10^3	2.89×10^3 ^{กข}
15	1.34×10^3	1.77×10^3	1.98×10^3	2.39×10^3	2.58×10^3	2.76×10^3 ^ข
SE		0.04×10^3	0.05×10^3	0.04×10^3	0.05×10^3	0.05×10^3

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.3.3. จำนวนไซโครโทรฟ

ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง จำนวนไซโครโทรฟ ในน้ำนมดิบที่เติม และไม่เติมโซโอไซยานเท มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) โดยที่จำนวนไซโครโทรฟ ในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ในชั่วโมงที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1.15×10^4 1.07×10^4 1.06×10^4 และ 1.14×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 1.32×10^4 1.28×10^4 1.26×10^4 และ 1.30×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 6 มีค่าเฉลี่ย 1.52×10^4 1.49×10^4 1.48×10^4 และ 1.44×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ชั่วโมงที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 1.69×10^4 1.66×10^4 1.63×10^4 และ 1.59×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 10 น้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเทมีจำนวนไซโครโทรฟน้อยกว่า (P<0.05) น้ำนมดิบที่ไม่เติมโซโอไซยานเท คือมีค่า 1.84×10^4 1.80×10^4 1.74×10^4 และ 1.71×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 26 และภาพผนวกที่ 21)

ตารางที่ 26 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

โซโอไซยานเท (ppm)	จำนวนไซโครโทรฟ (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	9.40×10^3	1.15×10^4	1.32×10^4	1.52×10^4	1.69×10^4	1.84×10^4 ^ก
5	9.40×10^3	1.07×10^4	1.28×10^4	1.49×10^4	1.66×10^4	1.80×10^4 ^{กข}
10	9.40×10^3	1.06×10^4	1.26×10^4	1.48×10^4	1.63×10^4	1.74×10^4 ^{กข}
15	9.40×10^3	1.14×10^4	1.30×10^4	1.44×10^4	1.59×10^4	1.71×10^4 ^ข
SE		0.06×10^4	0.06×10^4	0.06×10^4	0.04×10^4	0.03×10^4

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

2.3.4. จำนวนเทอร์โมไฟล์

น้ำนมดิบที่เติม และไม่เติมโซโอไซยานเท ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จำนวนจุลินทรีย์เทอร์โมไฟล์ แตกต่างกันเล็กน้อย (P>0.05) เมื่อเวลาผ่านไป 2 4 6 และ 8 ชั่วโมงโดยที่จำนวน เทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ที่ 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 136.17 137.50 139.00 และ 134.17 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 151.33 147.83.00 149.67 และ 145.33 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 158.33 156.67 155.33 และ 152.67 โคโลนี/มิลลิลิตร และที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 163.17 160.67 159.33 และ 154.00 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในชั่วโมงที่ 10 จำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติม และไม่เติมโซโอไซยานเท มีค่าแตกต่างกัน (P<0.05) คือมีค่าเฉลี่ย 166.83 163.33 160.00 และ 153.67 โคโลนี/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานเท 0 5 10 และ 15 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 27 และภาพผนวกที่ 22)

ตารางที่ 27 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทนในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

โซโอไซยานเทน (ppm)	จำนวนเทอร์โมไฟล์ (โคโลนี/มิลลิลิตร)					
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	6 ชม.	8 ชม.	10 ชม.
0	115.33	136.17	151.33	158.33	163.17	166.83 ⁿ
5	115.33	137.50	147.83	156.67	160.67	163.33 ⁿ
10	115.33	139.00	149.67	155.33	159.33	160.00 ^{กข}
15	115.33	134.17	145.33	152.67	154.00	153.67 ^ข
SE		2.95	3.52	3.96	3.13	2.20

หมายเหตุ n = 12

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้แสดงถึงความแตกต่าง (P<0.05)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ต่อคุณภาพ นมดิบ

3.1. องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไซยาไนด์ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งและอาหารทดลอง

แม่โคทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหาร และ โภชนะใกล้เคียงกัน โดยโคทุกตัวกินอาหารที่ได้รับหมดทุกวัน จากการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารขึ้นทุกสูตร อาหารหยาบ (หญ้าหมัก) และใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่ใช้เลี้ยงโคมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และระดับไซยาไนด์ ไม่พบไซยาไนด์ในตัวอย่างอาหารขึ้น และหญ้าหมัก ส่วนใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณไซยาไนด์เฉลี่ย 112.29 ppm ดังนั้นเมื่อคิดปริมาณไซยาไนด์ที่แม่โคได้รับจากใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน มีค่าเฉลี่ย 0 112.29 224.58 และ 336.87 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไซยาไนด์ในอาหารชั้น อาหารหยาบ และใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	อาหารชั้น				อาหารหยาบ	ใบและต้นอ่อน มันสำปะหลังแห้ง
	T1	T2	T3	T4		
	% วัตถุแห้ง					
วัตถุแห้ง	91.30	91.08	90.89	90.74	40.19	89.74
เถ้า	7.71	7.52	7.05	7.07	10.88	9.57
โปรตีน	19.22	16.12	12.96	10.26	8.35	23.60
NDF	23.03	22.18	20.95	21.07	69.92	34.12
ADF	17.13	16.98	16.48	16.46	52.51	24.85
ไซยาไนด์ (ppm)	0	0	0	0	0	112.29

เมื่อนำปริมาณโปรตีนที่ได้จากการวิเคราะห์หาคำนวณปริมาณโปรตีนที่โคได้รับจริงจากอาหาร พบว่าในแต่ละสูตรอาหารปริมาณโปรตีนที่ได้จากการคำนวณและวิเคราะห์จริงใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 จำนวนโปรตีนที่แม่โคได้รับจริงจากอาหาร

รายการ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
อาหารชั้นที่โคได้รับ/วัน (กก.)	6	6	6	6
ปริมาณโปรตีนจากอาหารชั้น (%)	19.22	16.12	12.96	10.26
ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่โคได้รับ/วัน (กก.)	0	1	2	3
ปริมาณโปรตีนจากใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง(%)	23.60	23.60	23.60	23.60
หญ้าหมักที่โคได้รับ/วัน (กก.)	25	25	25	25
ปริมาณโปรตีนจากหญ้าหมัก(%)	8.35	8.35	8.35	8.35
จำนวนโปรตีนที่โคได้รับจริง/วัน (กก.)	1.89	1.93	1.97	2.03
จำนวนโปรตีนที่โคได้รับ/วัน จากการคำนวณ (กก.)	1.83	1.86	1.89	1.94

3.2. ปริมาณน้ำนมดิบ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำนมดิบที่รีดได้จากแม่โคทดลองทุกตัว พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ตลอดระยะเวลา 4 เดือน โดยในเดือนแรก น้ำนมดิบที่รีดได้จากแม่โคที่ไม่เสริม และเสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารวันละ 1 2 และ 3 กิโลกรัม มีปริมาณ 12.55 12.75 12.10 และ 13.30 กิโลกรัม/วัน เดือนที่ 2 มีปริมาณ 12.88 12.53 12.68 และ 13.45 กิโลกรัม/วัน เดือนที่ 3 มีปริมาณ 12.18 12.10 12.40 และ 12.70 กิโลกรัม/วัน เดือนที่ 4 มีปริมาณ 11.80 12.78 12.10 และ 12.70 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 30 และภาพผนวกที่ 23)

ตารางที่ 30 ปริมาณน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	12.55	12.88	12.18	11.80	12.35
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	12.75	12.53	12.10	12.78	12.54
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	12.10	12.68	12.40	12.10	12.32
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	13.30	13.45	12.70	12.70	13.04

หมายเหตุ n = 16

3.3. องค์ประกอบของน้ำนมดิบ

น้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในอาหารทุกระดับ มีปริมาณไขมัน โปรตีน แล็กโตส เนื่อนมไม่รวมไขมัน และเนื่อนมทั้งหมด ใกล้เคียงกัน($P>0.05$) กับ น้ำนมดิบแม่โคในกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 31-35 และภาพผนวกที่ 24-28)

ตารางที่ 31 ปริมาณไขมัน (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งใน
ระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	3.58	3.73	4.00	4.16	3.87
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	3.79	4.01	3.84	3.96	3.9
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	3.64	3.34	3.98	4.09	3.76
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	3.57	3.34	3.71	3.94	3.64

หมายเหตุ n = 16

ตารางที่ 32 ปริมาณโปรตีน (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งใน
ระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	2.91	2.97	2.93	2.95	2.94
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	2.88	2.99	2.93	3.02	2.95
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	3.11	2.97	3.08	3.09	3.06
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	3.04	2.99	2.94	3.09	3.01

หมายเหตุ n = 16

ตารางที่ 33 ปริมาณแลคโตส (%) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง
ในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	4.79	4.66	4.63	4.61	4.67
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	4.86	4.69	4.67	4.64	4.71
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	4.72	4.61	4.51	4.51	4.59
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	4.76	4.64	4.68	4.60	4.67

n = 16

ตารางที่ 34 ปริมาณเนื้อมั้รวมไขมัน (%) ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	8.25	8.23	8.32	8.49	8.32
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	8.39	8.34	8.22	8.49	8.36
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	8.41	8.28	8.36	8.51	8.39
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	8.40	8.33	8.26	8.35	8.33

หมายเหตุ n = 16

ตารางที่ 35 ปริมาณเนื้อมรวม (%) ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	11.83	11.82	11.96	12.31	11.98
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	12.18	12.19	12.63	12.64	11.98
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	12.04	12.28	12.55	12.29	12.29
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	11.97	11.93	11.88	12.54	12.08

หมายเหตุ n = 16

3.4. จำนวนเซลล์โซมาติก

จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบที่รีดได้จากแม่โคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าในแต่ละเดือนแตกต่างกัน คือเดือนที่ 1 จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบของแม่โคทุกกลุ่มใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) คือ 259.25×10^3 255.25×10^3 214.75×10^3 และ 279.25×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน หลังจากเดือนที่ 1 ผ่านพ้นไปแล้ว น้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง มีจำนวนเซลล์โซมาติกลดลง ($P < 0.05$) กว่ากลุ่มควบคุม คือในเดือนที่ 2 จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบ

และดันอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในเดือนที่ 2 มีค่า 629.00×10^3 144.00×10^3 117.75×10^3 และ 275.00×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร เดือนที่ 3 มีค่า 452.75×10^3 165.75×10^3 123.00×10^3 และ 236.00×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร และเดือนที่ 4 มีค่า 334.50×10^3 130.25×10^3 121.75×10^3 และ 171.5×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 36 และภาพผนวกที่ 29) ถึงแม้ว่าในการทดลองเดือนหลัง ๆ จะมีจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบจากแม่โคที่เสริมไบและดันอ่อนมันสำปะหลังแห้งน้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าระยะเวลาในการทดลองเสริมไบและดันอ่อนมันสำปะหลังแห้งแก่แม่โคไม่มีความสัมพันธ์กับค่าจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบ

ตารางที่ 36 จำนวนเซลล์โซมาติก ($\times 10^3$ เซลล์/มล.) ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและดันอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

พริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	259.25 ^ส	629.00 ^{กอ}	452.75 ^{กอส}	334.50 ^{กส}	418.88 ^ก
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	255.25	144.00 ^ข	165.75 ^ข	130.25 ^ข	173.81 ^ข
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	214.75	117.75 ^ข	123.00 ^ข	121.75 ^ข	144.31 ^ข
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	279.25	275.00 ^ข	236.00 ^{กข}	171.50 ^ข	240.44 ^ข

หมายเหตุ n = 16

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

^{อส} อักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$)

3.5. ปริมาณเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส และโซโอไซยานท ในน้ำนมดิบ

ปริมาณเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โคทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ในทุกกลุ่ม ตลอดระยะเวลาทดลอง 4 เดือน (ตารางที่ 37 และภาพผนวกที่ 30) โดยปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและดันอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในเดือนแรกมีค่าเฉลี่ย 10.74 11.05 11.13 และ 11.00 unit/ml เดือนที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 10.26 10.78 10.39 และ 10.99 unit/ml เดือนที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 11.13 10.57 11.31 และ 10.90 unit/ml เดือนที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 10.38 10.48 10.98 และ 11.18 unit/ml ตามลำดับ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยตลอดระยะ

การทดลอง ปริมาณแลกโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมัน
สำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน เท่ากับ 10.63 10.72 10.95 และ 11.02 unit/ml
ตามลำดับ

ตารางที่ 37 ปริมาณแลกโตเพอร์ออกซิเดส (unit/ml) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	10.74	10.26	11.13	10.38	10.63
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	11.05	10.78	10.57	10.48	10.72
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	11.13	10.39	11.31	10.98	10.95
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	11.00	10.99	10.90	11.18	11.02

หมายเหตุ n = 16

การใช้ไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ทำให้ปริมาณไซโอไซ
ยานเทในน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ตลอดระยะเวลาทดลองทั้ง 4 เดือน โดยปริมาณไซโอไซยานเท
ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในช่วง
เดือนแรกมีค่าเฉลี่ย 6.79 13.76 15.05 และ 16.14 ppm เดือนที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 7.12 13.51 14.65 และ
15.88 ppm เดือนที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 6.36 13.67 16.00 และ 15.82 ppm เดือนที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 6.98 13.46
15.46 และ 16.19 ppm ตามลำดับ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลอง ปริมาณไซโอไซยานเทใน
น้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน เท่ากับ
6.81 13.60 15.05 และ 16.05 ppm ซึ่งจากการวิเคราะห์ผล พบว่าระยะเวลาที่เสริมไบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งให้โคกินในแต่ละเดือนที่ทำการทดลองไม่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณไซโอไซ
ยานเทในน้ำมันดิบ (ตารางที่ 38 และภาพผนวกที่ 31)

ตารางที่ 38 ปริมาณไฮโดรไฮยาเนท (ppm) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมัน
สำหรับหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทรูปเมนต์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	6.79 ^ก	7.12 ^ก	6.36 ^ก	6.98 ^ก	6.81 ^ก
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	13.76 ^ข	13.51 ^ข	13.67 ^ข	13.46 ^ข	13.60 ^ข
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	15.05 ^{กข}	14.65 ^{กข}	15.03 ^{กข}	15.46 ^{กข}	15.05 ^{กข}
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	16.14 ^ก	15.88 ^ก	16.00 ^ก	16.19 ^ก	16.05 ^ก

หมายเหตุ n = 16

^{กขก} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

3.6. จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำมันดิบ

3.6.1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ระหว่างการทดลองทั้ง 4 เดือน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำหรับหลังแห้งน้อยกว่า (P<0.05) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่กินอาหารปกติ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำหรับหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 4 เดือน โดยเดือนแรกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35×10^5 2.08×10^5 1.47×10^5 และ 1.40×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.98×10^5 1.74×10^5 1.94×10^5 และ 1.74×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 3 เท่ากับ 2.20×10^5 1.53×10^5 1.39×10^5 และ 1.26×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร และเดือนที่ 4 เท่ากับ 2.09×10^5 1.31×10^5 1.32×10^5 และ 1.03×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลอง ปริมาณไฮโดรไฮยาเนทในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำหรับหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน เท่ากับ 2.65×10^5 1.66×10^5 1.53×10^5 และ 1.36×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลพบว่าเวลาในการทดลองเสริมไบและต้นอ่อนมันสำหรับหลังแห้งแก่โคนมแต่ละเดือนไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมันดิบ (ตารางที่ 39 และภาพผนวกที่ 32)

ตารางที่ 39 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้น
อ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทรีทเมนต์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	3.35×10^5 ก ^ข	2.98×10^5 ก ^ข	2.20×10^5 ก ^ข	2.09×10^5 ก ^ข	2.65×10^5 ก
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	2.08×10^5 ข ^ง	1.74×10^5 ข ^ง	1.53×10^5 ก ^ข	1.31×10^5 ข ^ง	1.66×10^5 ข
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	1.47×10^5 ข	1.94×10^5 ข	1.39×10^5 ข	1.32×10^5 ข	1.53×10^5 ข
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	1.40×10^5 ข	1.74×10^5 ข	1.26×10^5 ข	1.03×10^5 ข	1.36×10^5 ข

หมายเหตุ n = 16

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

^{งก} อักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

3.6.2. จำนวนโคลิฟอร์ม

น้ำมันดิบที่รีดได้จากแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหาร มีจำนวนโคลิฟอร์มน้อยกว่า (P<0.05) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่ได้รับอาหารปกติ ตลอดระยะเวลาทดลอง โดยจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในเดือนแรกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,300.00 1,112.5 925.00 และ 800.00 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 2 เท่ากับ 1,312.50 987.50 900.00 และ 900.00 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 3 เท่ากับ 1,375.00 950.00 862.50 และ 737.50 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 4 เท่ากับ 1,325.00 950.00 937.50 และ 825.00 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยตลอด 4 เดือน เท่ากับ 1,328.13 1,000.00 906.25 และ 815.62 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ และเวลาในการทดลองแต่ละเดือนไม่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำมันดิบ (ตารางที่ 40 และภาพผนวกที่ 33)

ตารางที่ 40 จำนวนโคลิฟอร์ม (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทรีทเมนต์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	1,300.00 ^ก	1,312.50 ^ก	1,375.00 ^ก	1,325.00 ^ก	1,328.13 ^ก
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	1,112.5 ^ข	987.50 ^ข	950.00 ^ข	950.00 ^ข	1,000.00 ^ข
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	925.00 ^ก	900.00 ^ข	862.50 ^ข	937.50 ^ข	906.25 ^{ขก}
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	800.00 ^ก	900.00 ^ข	737.50 ^ข	825.00 ^ข	815.62 ^ก

หมายเหตุ n = 16

^{กขก} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

3.6.3. จำนวนไซโครโทรฟ

จุลินทรีย์ไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่ได้จากแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมัน
สำปะหลังแห้งเป็นอาหารมีจำนวนน้อยกว่า (P<0.05) ในน้ำนมดิบของแม่โคที่ได้รับอาหารปกติ
ตลอดระยะเวลาทดลอง โดยจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมัน
สำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในเดือนแรกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.32×10^4 1.13×10^4
 1.01×10^4 และ 9.51×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 2 เท่ากับ 1.35×10^4 1.11×10^4 1.01×10^4 และ
 9.52×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 3 เท่ากับ 1.29×10^4 1.11×10^4 9.66×10^3 และ 9.44×10^3 โคโลนี/
มิลลิลิตร เดือนที่ 4 เท่ากับ 1.32×10^4 1.08×10^4 9.74×10^3 และ 9.11×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ย
ตลอด 4 เดือน เท่ากับ 1.32×10^4 1.10×10^4 9.92×10^3 และ 9.40×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ
และจากผลวิเคราะห์ พบว่าเวลาในการทดลองไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าจำนวนไซโครโทรฟใน
น้ำนมดิบ (ตารางที่ 41 และภาพผนวกที่ 34)

ตารางที่ 41 จำนวนไซโครโทรฟ (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทรีทเมนต์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	1.32×10^4 ก	1.35×10^4 ก	1.29×10^4 ก	1.32×10^4 ก	1.32×10^4 ก
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	1.13×10^4 ข	1.11×10^4 ขก	1.11×10^4 ข	1.08×10^4 ข	1.10×10^4 ข
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	1.01×10^4 ขก	1.01×10^4 ก	9.66×10^3 ก	9.74×10^3 ขก	9.92×10^3 ก
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	9.51×10^3 ก	9.52×10^3 ก	9.44×10^3 ก	9.11×10^3 ก	9.40×10^3 ก

หมายเหตุ n = 16

^{กขก} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

3.6.4. จำนวนเทอร์โมไฟล์

ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารมี
จำนวนเทอร์โมไฟล์ น้อยกว่า (P<0.05) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่ได้รับอาหารปกติ ตลอดระยะ เวลา
ทดลอง โดยจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0
1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน ในเดือนแรกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 121.25 93.75 80.00 และ 71.25 โคโลนี/
มิลลิลิตร เดือนที่ 2 เท่ากับ 120.00 93.75 81.25 และ 72.50 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 3 เท่ากับ
122.50 97.50 88.75 และ 76.25 โคโลนี/มิลลิลิตร เดือนที่ 4 เท่ากับ 123.75 95.00 78.75 และ
68.75 โคโลนี/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยตลอด 4 เดือนเท่ากับ 121.88 95.00 82.19 และ 72.19 โคโลนี/
มิลลิลิตร ตามลำดับ และจากผลวิเคราะห์ พบว่าเวลาในการทดลองแต่ละเดือนไม่มีความสัมพันธ์ต่อ
ค่าจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำมันดิบ (ตารางที่ 42 และภาพผนวกที่ 35)

ตารางที่ 42 จำนวนเทอโรโมไฟล์ (โคโลนี/มิลลิลิตร) ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	121.25 ^ก	120.00 ^ก	122.50 ^ก	123.75 ^ก	121.88 ^ก
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	93.75 ^ข	93.75 ^ข	97.50 ^ข	95.00 ^ข	95.00 ^ข
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	80.00 ^ก	81.25 ^ก	88.75 ^ข	78.75 ^ก	82.19 ^ก
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	71.25 ^ก	72.50 ^ก	76.25 ^ก	68.75 ^ก	72.19 ^ก

หมายเหตุ n = 16

^{กขก} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

3.7. ปริมาณเอนไซม์ SGOT และ SGPT

ระดับของเอนไซม์ SGOT และ SGPT ในเลือดแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารทุกกลุ่ม มีค่าใกล้เคียง ($P>0.05$) กับกลุ่มควบคุม ตลอดการทดลอง 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบแต่ละเดือนพบว่าค่า SGOT ในเดือนที่ 3 และ 4 มีค่าน้อยกว่าเดือนแรก แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ระยะเวลาในการทดลองไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับเอนไซม์ SGOT ในเลือดแม่โค (ตารางที่ 43 และ 44 และภาพผนวกที่ 36 และ 37)

ตารางที่ 43 ปริมาณเอนไซม์ SGOT ในเลือดของแม่โคที่เสริมที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง
แห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทริทเม้นท์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	36.30 ^อ	37.08 ^อ	31.74 ^{อส}	28.45 ^ส	33.39
เสริมไบมัน 1 กก./วัน	37.16 ^อ	37.68 ^อ	30.24 ^ส	26.01 ^ส	32.77
เสริมไบมัน 2 กก./วัน	34.76 ^อ	36.36 ^อ	32.88 ^{อส}	28.45 ^ส	33.11
เสริมไบมัน 3 กก./วัน	36.08 ^อ	36.24 ^อ	27.42 ^อ	24.59 ^ส	31.08

หมายเหตุ n = 16

^{อส} อักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงความแตกต่าง (P<0.05)

ตารางที่ 44 ปริมาณเอนไซม์ SGPT ในเลือดของแม่โคที่เสริมที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง
แห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ทรีทเมนต์	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เฉลี่ย
กลุ่มควบคุม	11.20	10.30	10.30	10.78	10.65
เสริมใบมัน 1 กก./วัน	9.95	9.43	9.51	9.29	9.55
เสริมใบมัน 2 กก./วัน	10.40	8.81	10.22	9.41	9.71
เสริมใบมัน 3 กก./วัน	10.00	9.63	9.04	9.50	9.54

หมายเหตุ n = 16

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของปริมาณไรโอไซยานเทนในน้ำนมต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้าง ในน้ำนมดิบโดยชุดทดสอบ

4.1. ปริมาณไรโอไซยานเทนในน้ำนมดิบ

ตัวอย่างน้ำนมดิบที่นำมาทดสอบ มีปริมาณไรโอไซยานเทนเฉลี่ย 4.76 ppm เมื่อเติม
สารละลายไรโอไซยานเทนเข้มข้นลงในตัวอย่างน้ำนมดิบแต่ละตัวอย่าง จำนวน 15 ppm แล้วนำไป
วิเคราะห์ปริมาณไรโอไซยานเทน พบค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 18.98 ppm

4.2. ผลของปริมาณไรโอไซยานเทนในน้ำนมดิบต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้าง

4.2.1. ผลการตรวจสอบในน้ำนมดิบที่ไม่ผ่านความร้อน

การตรวจสอบผลของปริมาณไรโอไซยานเทนในน้ำนมดิบโดยใช้ชุดทดสอบ
สำหรับตรวจ สอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบที่ไม่ได้ทำการอุ่น หรือผ่านความร้อนก่อนการ
ทดสอบ ปรากฏว่า การทดสอบโดยชุดทดสอบ เคลโว เทสต์ ในน้ำนมดิบที่ไม่เติมไรโอไซยานเทน
ให้ผลลบ 8 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 2 ตัวอย่าง ไม่พบผลบวก แต่เมื่อเติมไรโอไซยานเทน 15 ppm ใน
น้ำนมดิบ ทำให้เกิดผลลบเพียง 3 ตัวอย่าง แต่มีผลบวก 1 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 6 ตัวอย่าง สำหรับ
การทดสอบด้วยชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ให้ผลใกล้เคียงกับเคลโว เทสต์ คือไม่

พบผลบวก ในน้ำนมปกติที่ไม่เติมไรโอไซยานนท์ แต่ให้ผลลบ 7 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 3 ตัวอย่าง แต่เมื่อเติมไรโอไซยานนท์ 15 ppm ให้ผลลบเพียง 2 ตัวอย่าง พบผลบวก 1 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 7 ตัวอย่าง ส่วนชุดทดสอบแอมเทสต์ พบ ผลลบ 3 ตัวอย่าง ผลบวก 1 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 6 ตัวอย่าง ในน้ำนมปกติที่ไม่เติมไรโอไซยานนท์ แต่เมื่อเติมไรโอไซยานนท์ 15 ppm ให้ผลลบเพียง 1 ตัวอย่าง ผลบวกถึง 5 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 4 ตัวอย่าง (ตารางที่ 45)

ตารางที่ 45 ผลการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบที่ไม่ผ่านความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ

ชุดทดสอบ	ระดับการเติม ไรโอไซยานนท์ (ppm)	จำนวนตัวอย่างที่แสดงผล			มาตรา ส่วนเฉลี่ย รวม	มาตราส่วน เฉลี่ยของชุด ทดสอบ
		-	+	+/-		
เคลโว เทสต์	0	8	0	2	0.10 ^ก	0.25 ^ก
	15	3	1	6	0.40 ^ข	
แอมเทสต์	0	3	1	6	0.40 ^ก	0.55 ^ง
	15	1	5	4	0.70 ^ข	
กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์	0	7	0	3	0.15 ^ก	0.30 ^ก
	15	2	1	7	0.45 ^ข	

หมายเหตุ -, +, +/- = ผลลบ (-), ผลบวก (+) หรือสงสัยบวก (+/-) ของการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้าง

มาตราส่วน : - = 0, + = 1, +/- = 0.5

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างของระดับไรโอไซยานนท์ (P<0.05)

^{กข} อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงความแตกต่างของชุดทดสอบ (P<0.05)

4.2.2. ผลการตรวจสอบในน้ำนมดิบที่ผ่านความร้อน

การตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวอย่างน้ำนมดิบที่นำมาอุ่น หรือผ่านความร้อนก่อนทำการทดสอบนั้นพบว่าการใช้ชุดทดสอบเคลโว เทสต์ และกรมวิทยาศาสตร์

การแพทย์ ให้ผลเช่นเดียวกัน คือให้ผลลบทั้ง 10 ตัวอย่าง ในน้ำนมที่เต็ม และไม่เต็มไรโอไซยานเท ส่วนชุดทดสอบแอม เทสต์ ให้ผลลบ 8 ตัวอย่าง และสงสัยบวก 2 ตัวอย่าง ในตัวอย่างน้ำนมดิบที่ไม่เต็มและเต็มไรโอไซยานเท 15 ppm (ตารางที่ 46)

ตารางที่ 46 ผลการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบที่ผ่านความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ

ชุดทดสอบ	ระดับการเติม ไรโอไซยานเท (ppm)	จำนวนตัวอย่างที่แสดงผล			มาตราส่วน เฉลี่ยรวม	มาตราส่วน เฉลี่ยของชุด ทดสอบ
		-	+	+/-		
เดลโว เทสต์	0	10	0	0	0.00	0.00 ^ก
	15	10	0	0	0.00	
แอมเทสต์	0	8	0	2	0.10	0.10 ^ง
	15	8	0	2	0.10	
กรมวิทยาศาสตร์	0	10	0	0	0.00	0.00 ^ก
การแพทย์	15	10	0	0	0.00	

หมายเหตุ -,+,+/- = ผลลบ (-), ผลบวก (+) หรือผลสงสัยบวก (+/-) ของการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้าง

มาตราส่วน : - = 0, + = 1, +/- = 0.5

^ก = อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงความแตกต่างของชุดทดสอบ ($P < 0.05$)

วิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณไนโตรเจนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลัง

การศึกษาการปลูกมันสำปะหลังในครั้งนี้ ต้นมันที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความสูงกว่าต้นมันที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา (ตารางที่ 5) ซึ่งเมื่อพิจารณาสภาพพื้นที่แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลังที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา นั้น สภาพดินทั้งสองแห่งมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือเป็นดินร่วนปนทราย และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิระหว่างพื้นที่ทั้งสองแล้ว ในช่วงการเก็บเกี่ยวครั้งแรกถึงครั้งที่ 3 มีความแตกต่างกันน้อย (ตารางที่ 2) แต่ความสูงของต้นมันสำปะหลังทั้งสองพื้นที่ยังแตกต่างกันมาก ปัจจัยสำคัญคือปริมาณน้ำฝน ที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา โดยเฉพาะช่วง 3 เดือนแรกหลังการปลูก (ตารางที่ 3) เนื่องจากการเจริญของต้นมันสำปะหลังจำเป็นต้องใช้ความชื้นในดินมาก ในระหว่างเดือนแรกหลังการปลูก มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นเป็นส่วนใหญ่ (Cock *et al.*, 1979) สภาพแวดล้อมมีส่วนสำคัญในการกำหนดการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น โดยเฉพาะความชื้นในดิน หากดินมีความชื้นสูง ความสูงของทรงพุ่ม การเจริญรวมทั้งการสะสมน้ำหนักแห้งจะสูงด้วย (Cock, 1976) Onwueme (1978) แบ่งการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ออกเป็น 5 ระยะคือ 1. ระยะท่อนพันธุ์งอก และตั้งตัว (germination and establishment) เป็นระยะที่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเริ่มแตกยอด และมีระบบรากใช้เวลา 2-3 สัปดาห์หลังปลูก 2. ระยะพัฒนาทรงพุ่ม (development of canopy) เป็นระยะที่มันสำปะหลังเจริญทางลำต้น แตกกิ่งก้าน และสร้างใบ 3. ระยะพัฒนารากสะสมอาหารและลงหัว (development of storage root and bulking) เป็นระยะที่สะสมแป้งแล้วลำเลียงไปไว้ในหัว 4. ระยะพัก (dormancy or vegetative inactivity) มันสำปะหลังมีการทิ้งใบ การเจริญเติบโตหยุดชะงักในช่วงนี้ เนื่องจากความชื้นในดินเป็นตัวจำกัด และ 5. ระยะฟื้นตัว (secondary vegetative or recovery) มันสำปะหลังนำอาหารที่สะสมมาสร้างทรงพุ่มใหม่อีกครั้ง หลังจากการพักตัว ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังครั้งนี้ ทำการปลูกในช่วงปลายฤดูฝน เข้าสู่ฤดูแล้ง ในระหว่างหลังการปลูกจนกระทั่งถึงการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังครั้งที่ 1 นั้น เป็นช่วงระยะที่ 1 2 และ 3 ของการเจริญเติบโต ต้นมันมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นเป็นส่วนใหญ่ และต้องการความชื้นมาก ในช่วงนี้แปลงทดลองที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าที่จังหวัดนครราชสีมา (ตารางที่ 3) ทำให้การ

เจริญของต้นมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความสูงมากกว่า รวมถึงช่วงระหว่าง การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 ต่อมาด้วย ปริมาณน้ำฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัด นครราชสีมา เริ่มมีปริมาณมากใกล้เคียงกับที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อเข้าสู่ช่วงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 และ 5 แล้ว เมื่อรวมปริมาณน้ำฝนที่ต้นมันสำปะหลัง ได้รับเป็น เวลา 11 เดือนแล้ว ที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา มาก ส่งผลถึงน้ำหนักใบและดินอ่อนสด และ แห้งของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สูงตามไปด้วย (ตารางที่ 6 และ 7)

การทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของไชยรัตน์ (2536) ในการผลิตยอดมันสำปะหลังที่ ปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง และสถานีวิจัยศรีราชา ผลผลิตยอดสดของมันสำปะหลังที่ศูนย์วิจัยพืช ไร่ระยอง สูงกว่าที่สถานีวิจัยศรีราชา เนื่องจากที่สถานีศรีราชา มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า และการ ศึกษาการปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน) ด้วยท่อนพันธุ์ พันธุ์ห้วยบง 60 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 5 ของสุขมาลย์ (2546) มันสำปะหลังมีการเจริญอย่างช้า ๆ ในช่วง 2-4 เดือนแรก ต่างจากการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนเมษายน) ที่ช่วง 2-4 เดือนแรกนี้ ต้น มันสำปะหลังมีความสูงมากกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำฝน หรือความชื้นที่ต้นมัน ได้รับมากกว่า ซึ่ง การเจริญของต้นมันสำปะหลังนี้จะมีผลต่อน้ำหนักใบสด และแห้งของมันสำปะหลังด้วย รวมทั้ง การศึกษาของนิตยา (2550) ได้รายงานว่าการสะสมน้ำหนักแห้งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ผกผันตามการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในดิน ซึ่งค่าความชื้นในดินจะผันแปร ตามปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ

ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวใบ และดินอ่อน มาแล้ว 4 ครั้ง ในพื้นที่ทั้งสองแห่ง มีน้ำหนักต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองพันธุ์ คือผลผลิตหัวสดของมัน สำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 เฉลี่ย 5.0-6.4 ตัน/ไร่ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เฉลี่ย 4.4 ตัน/ไร่ (ศูนย์วิจัยมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2552) แต่ในการทดลองครั้ง นี้ ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา พันธุ์ห้วยบง 60 มีน้ำหนักเพียง 537.28 กิโลกรัม/ไร่ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีน้ำหนัก 496.79 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนผลผลิตหัวสด ของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์พันธุ์ห้วยบง 60 มีน้ำหนัก 740.74 กิโลกรัม/ไร่ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีน้ำหนัก 696.30 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้การตัดยอดมีผลต่อ ผลผลิตหัวสด หากความถี่ในการตัดยอดเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตหัวสดลดลงตามลำดับ (อุทัย และ คณะ, 2522) เพราะผลผลิตหัวมันสดเป็นผลจากการสังเคราะห์อาหารจากส่วนยอดมายังราก (ไชย

รัตน์, 2536) การตัดยอดทำให้พืชมีใบสำหรับสร้างอาหารน้อยลง และอาหารบางส่วนที่จะนำไปสะสมที่ราก ถูกนำไปใช้เพื่อสร้างยอดใหม่ (CIAT, 1974) อย่างไรก็ตามผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มากกว่าที่จังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากการอัตราการเจริญเติบโตของต้นมันที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สูงกว่า(ตารางที่ 5) มีจำนวนใบมากและใหญ่กว่า จึงทำให้การสร้างอาหารจากใบไปสะสมที่รากมากกว่าด้วย

การเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งทั้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 จากแปลงที่จังหวัดนครราชสีมา ในแต่ละครั้ง มีปริมาณวัตถุแห้ง ใบมัน เถ้า และโปรตีนสูงกว่าใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งทั้งสองพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวแปลงปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ตารางที่ 9-14) ทั้งนี้เนื่องจากลำต้นของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดเล็กกว่าลำต้นของมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มาก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวใบและต้นอ่อนเพื่อนำมาตากแห้ง จึงแห้งได้ง่าย และแห้งมากกว่า มีความชื้นน้อย ปริมาณวัตถุแห้งจึงสูงกว่า

ด้านโภชนาสัตว์ ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ (เมธา, 2540) การสังเคราะห์โปรตีนของมันสำปะหลัง และประสิทธิภาพการดูดธาตุไนโตรเจนไม่ได้ขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยทั่วไปปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังจะลดลงเมื่อมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้น หรือในระยะออกดอก รวมทั้งระยะที่รากมีการขยายตัว มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในใบมันลดลงด้วย (Ramos and Ledon, 1969) ซึ่งหัวมันสำปะหลังที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หลังเก็บเกี่ยวใบมันครั้งสุดท้าย มีน้ำหนักมาก (ตารางที่ 8) และขนาดใหญ่กว่าที่จังหวัดนครราชสีมา แสดงว่าการขยายตัวของรากมีมากกว่า ปริมาณโปรตีนในใบจึงน้อยกว่า นอกจากนี้สัดส่วนของใบมันสำปะหลังลดลงเมื่อต้นมันสำปะหลังมีอายุ และการเจริญเพิ่มขึ้น (นิตยา, 2550) ซึ่งในใบจะมีโปรตีนสูงกว่าในส่วนอื่น ดังนั้นเมื่อสัดส่วนของใบลดลง ทำให้ปริมาณโปรตีนรวมทั้งหมดของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังลดลงตามไปด้วย ถึงแม้ว่าปริมาณโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีน้อยกว่า แต่ผลผลิตน้ำหนักใบและต้นอ่อนแห้งสูงกว่า เมื่อคำนวณปริมาณผลผลิตโปรตีนต่อไร่แล้ว ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังที่ได้จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ให้ผลตอบแทนโปรตีนต่อไร่สูงกว่า (ตารางที่ 15) เนื่องจากปริมาณโปรตีนต่อไร่ขึ้นกับปริมาณผลผลิตและปริมาณโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่พืชได้รับและอายุพืชเอง นั่นคือ เมื่อพืชได้รับน้ำปริมาณมาก จึงทำให้ได้ผลผลิตใบมาก ส่วนพืชที่มีอายุมาก ปริมาณโปรตีนในใบลดลง การปลูกมันสำปะหลังเพื่อผลิตโปรตีนจากใบและต้นอ่อน จึงควรคำนึงถึงพันธุ์ที่ให้ปริมาณใบและต้นอ่อนมาก ระยะปลูกที่เหมาะสม การตัดใบและต้นอ่อน แต่ละครั้งห่างกัน 2-

2.5 เดือน ในช่วงที่มีฝนเท่านั้น (ไชยรัตน์, 2536)

ปริมาณไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดที่ปลูกที่นครราชสีมามีค่าสูงกว่าใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดที่ปลูกที่ประจวบคีรีขันธ์ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1-4 แต่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังสดจากนครราชสีมา มีค่าลดลงใกล้เคียงกับที่ประจวบคีรีขันธ์ (ตารางที่ 16) ซึ่งความแปรปรวนของปริมาณไชยาไนต์ในมันสำปะหลังจะขึ้นกับพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสภาวะการขาดน้ำจะทำให้ปริมาณไชยาไนต์เพิ่มขึ้น (เจริญศักดิ์, 2546) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน (ตารางที่ 3) พบว่าในช่วงระหว่างหลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ปริมาณน้ำฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา น้อยกว่าที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มาก จนกระทั่งในช่วงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 และ 5 ปริมาณน้ำฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา ได้สูงขึ้นใกล้เคียงกับที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทั้งนี้แม้ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 ปริมาณไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดทั้งสองแห่งจะมีค่าแตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ว่าไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดที่จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณลดลงกว่าครั้งก่อน

ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดที่นำมาผึ่งแดด เพื่อให้แห้ง สามารถลดปริมาณไชยาไนต์ลงได้มาก การผึ่งแดดนอกจากจะลดความชื้นแล้ว ยังช่วยลดปริมาณไชยาไนต์ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ (Wanapat, 2003) แต่การศึกษาครั้งนี้ หลังจากนำใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสดมาผึ่งแดดให้แห้งแล้ว ปริมาณไชยาไนต์ลดลง 95.72-98.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งมีความแปรปรวนตั้งแต่ 26.10 ppm (จิรพรรณ, 2508) 30.50 ppm (นรินทร์, 2520) จนถึง 255 ppm (Phuc *et al.*, 2003) และจากการทดลองนี้ ปริมาณไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งมีค่าตั้งแต่ 55.31 - 113.72 ppm (ตารางที่ 17) ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยต่อการนำมาใช้เป็นอาหารโคนม เนื่องจากระดับความเป็นพิษของไชยาไนต์ที่ทำให้โคตาย (lethal dose) คือ 2 มิลลิกรัม/น้ำหนักโค 1 กิโลกรัม (Majak and Cheng, 1987) หรือ 1,000 ppm (Larson, 2006) ดังนั้นถ้าแม่โคนหนัก 500 กิโลกรัม ระดับความเป็นพิษของไชยาไนต์ที่ทำให้แม่โคตัวนี้ตายเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัม และปริมาณไชยาไนต์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งสูงสุดที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองนี้เท่ากับ 113.72 ppm (มิลลิกรัม/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) นั่นคือแม่โคต้องได้รับใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 8.79 กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง จึงจะมีปริมาณไชยาไนต์ถึงระดับเป็นพิษจนทำให้แม่โคตายได้ ในทางปฏิบัติการให้อาหารหยาบแก่โคนม จะให้อัตราส่วนน้ำหนักแห้ง 1-2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวโค (ธันวา, 2552) เท่านั้น และการใช้ใบและต้นอ่อนมัน

ลำปะหลังแห้ง เพื่อเสริมร่วมกับอาหารหยาบหลัก ไม่ได้ใช้มากถึง 8.79 กิโลกรัม นับว่ายังมีความปลอดภัยสูงสำหรับโคนม

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเติมสารไซโอไซยานเนต ต่อจำนวน และชนิดของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ ในห้องปฏิบัติการ

เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดสในตัวอย่างน้ำนมดิบที่ตรวจวัดได้มีค่าเฉลี่ย 7.55 unit/ml ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมโค คือระหว่าง 1.2 – 19.4 unit/ml (Gothefors and Marklund, 1975) ปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพียง 1.44 unit/ml สามารถเร่งปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ได้ (Marshall *et al.*, 1986) ปริมาณไซโอไซยานเนตในน้ำนมดิบทั้ง 3 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย 5.16 ppm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณไซโอไซยานเนตที่ Lambert (2001) รายงาน (5 ppm) ปริมาณไซโอไซยานเนตที่พบในน้ำนมดิบขึ้นอยู่ กับชนิดสัตว์ สายพันธุ์ อาหารที่สัตว์กิน และการปรับความเข้มข้นของไซโอไซยานเนตเพื่อใช้ในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Ryoba *et al.*, 2004) ปริมาณไซโอไซยานเนตเพียง 0.015 mM หรือ 0.87 ppm ในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส มีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ที่มีจำนวนมากกว่า 10^7 โคโลนี ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ (Jacob *et al.*, 2000)

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เวลาเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ย 1.95×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร จำนวนโคลิฟอร์ม มีค่าเฉลี่ย 1.34×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร ไซโครโทรฟมีค่าเฉลี่ย 9.40×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร และเทอร์โมไฟล์ มีค่าเฉลี่ย 115 โคโลนี/มิลลิลิตร (ตารางที่ 16) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของกรมปศุสัตว์ (2546) ที่กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบ ต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่มากกว่า 400,000 โคโลนี/มิลลิลิตร จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม ไม่มากกว่า 10,000 โคโลนี/มิลลิลิตร และปริมาณจุลินทรีย์ทนร้อน (เทอร์โมไฟล์) ไม่มากกว่า 1,000 โคโลนี/มิลลิลิตร

ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในช่วงวันที่ 8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนโคลิฟอร์ม และไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยานเนต 10 และ 15 ppm (ทำให้ในน้ำนมดิบมีไซโอไซยานเนตเฉลี่ยเป็น 15.48 และ 19.89 ppm ตามลำดับ) มีค่าลดลงแตกต่างกัน ($P < 0.05$) จากกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมไซโอไซยานเนต ปริมาณไซโอไซยานเนตในน้ำนมระดับนี้ เป็นปริมาณที่เพียงพอที่มีผลยับยั้งจุลินทรีย์ตามที่ Reiter (1985) รายงานไว้ (15 ppm) ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มเทอร์โมไฟล์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ไวต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Seifu *et al.*, 2005) มีจำนวนน้อย ($P < 0.05$) กว่ากลุ่มควบคุม

ในระดับที่เติมโซโอไซยานาท 15 ppm ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ระดับของโซโอไซยานาทที่มีผลต่อปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Seifu *et al.* (2004) ที่เติมโซเดียมโซโอไซยานาท เพื่อเพิ่มระดับสารโซโอไซยานาทในน้ำนมแพะให้ได้ 14 ppm และเติมโซเดียมเพอร์คาร์บอเนต (sodium percarbonate) จำนวน 30 ppm เพื่อเป็นแหล่งของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสสามารถยับยั้งทำลายเชื้อ *Listeria monocytogenes*, *Brucella melitensis*, *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้

การทดลองเก็บน้ำนมดิบที่เติมโซโอไซยานาทไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีเพียงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่านั้นที่ลดลงน้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มควบคุม ในระดับการเติมโซโอไซยานาทที่ 10 และ 15 ppm ในชั่วโมงที่ 10 แต่จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม โซโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์มีจำนวนน้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มควบคุม ในระดับการเติมโซโอไซยานาทที่ 15 ppm ในชั่วโมงที่ 10 การเกิดผลการยับยั้งจุลินทรีย์ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสต้องใช้เวลานานกว่าการเก็บน้ำนมดิบไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส และส่วนใหญ่ใช้ปริมาณโซโอไซยานาทมากกว่า ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสมีความสัมพันธ์กับชนิด จำนวน และสถานะในอาหารของจุลินทรีย์ รวมทั้งอุณหภูมิในการบ่ม (Wolfson and Sumner, 1993) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนี้ ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ลดลง (จิรศักดิ์ และสยามพงศ์, 2549) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ (optimum temperature) คือ 25-40 องศาเซลเซียส (ดอกรัก, 2551) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่เอนไซม์จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (บุญรอด, 2552) และระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสมีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในช่วงพัก (lag phase) ลดลงได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ทั้งนี้ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิของน้ำนม และจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น (Zajac *et al.*, 1983 และ Reiter and Härmulv, 1984) การศึกษานี้สอดคล้องกับ Zajac *et al.* (1983) ที่พบว่าการเติมโซเดียมโซโอไซยานาท จนทำให้โซโอไซยานาทในน้ำนมเพิ่มเป็น 11.2 ppm (และเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 10 ppm ร่วมด้วย) มีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และโซโครโทรฟต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เติมโซโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 48 ที่ 10 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 72 และที่ 4 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 104 ซึ่งใช้เวลานาน กว่าที่จะเห็นผลการยับยั้งจุลินทรีย์ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส เนื่องจากเก็บน้ำนมดิบที่อุณหภูมิต่ำแล้ว ปริมาณสารโซโอไซยานาทในน้ำนมยังน้อยกว่าปริมาณที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (Reiter, 1985) อีกด้วย

ในการทดลองศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของไซโครโทรฟในน้ำนมดิบของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสของ Björck (1978) โดยใช้เชื้อ *Pseudomonas fluorescens* ระดับไซโอไซยาเนทที่ 14.52 ppm และเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 0.25 mM/l เช่นเดียวกัน ในเวลา 25 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จำนวน *Pseudomonas fluorescens* ลดลงต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 5 และค่อย ๆ เพิ่มขึ้น หลังจากชั่วโมงที่ 5 แต่ยังคงต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส จำนวนจุลินทรีย์ลดลงต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 12 และรักษาระดับจนถึงชั่วโมงที่ 72 จึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งผลของปฏิกิริยาในอุณหภูมิต่ำที่ 5 องศาเซลเซียส เกิดได้ช้ากว่าที่ 30 องศาเซลเซียสเช่นกัน แต่ปริมาณไซโอไซยาเนทที่ใช้ศึกษามากกว่า Zajac *et al.* (1983) และใกล้เคียงกับที่ Reiter (1985) แนะนำ คือ 15 ppm ผลของปฏิกิริยาจึงเกิดเร็วกว่าของ Zajac *et al.* (1983)

การเกิดปฏิกิริยาของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสนั้น ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีความสำคัญเช่นกัน แหล่งไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จากภายนอกระบบ ช่วยทำให้ประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพิ่มขึ้น การเกิดผลเร็วขึ้นด้วย ดังการศึกษาของ Gaya *et al.* (1991) ใช้ปริมาณไซโอไซยาเนทในน้ำนมดิบเท่ากับ 18.09 ppm และเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 25 mM ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จำนวนจุลินทรีย์ *Listeria monocytogenes* ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่เติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และไซโอไซยาเนท) ในชั่วโมงที่ 8 ซึ่งให้ผลตอบสนองเร็วกว่าการทดลองเก็บน้ำนมดิบที่เติมไซโอไซยาเนทไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสของการศึกษารั้งนี้ ที่ได้ผลว่าการเติมไซโอไซยาเนทที่ระดับ 15 ppm ทำให้ไซโอไซยาเนทในน้ำนมเพิ่มขึ้นเป็น 19.89 ppm จุลินทรีย์ลดลง ($P < 0.05$) จากกลุ่มควบคุม ในชั่วโมงที่ 10 เป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพราะการเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สามารถช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยปกติในน้ำนมมีเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดสมากเกินพอต่อปฏิกิริยาการยับยั้งต่อต้านแบคทีเรียอยู่แล้ว แต่ถูกจำกัดด้วยปัจจัยสองอย่างคือ ปริมาณของไซโอไซยาเนทและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Medina *et al.*, 1989) ในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสเพียงอย่างเดียวไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *E. coli* และ *Salmonella sp.* ได้ แต่ยังมีปัจจัยอื่น เช่น ความเป็นกรดต่ำ อุณหภูมิ ระยะเวลาการบ่ม ความหนาแน่นของเซลล์ของจุลินทรีย์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จากภายนอกด้วย (Reiter and Härnuly, 1984) ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ได้จากในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส โดยแบคทีเรียแกรมบวกในน้ำนมเพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งจุลินทรีย์แกรมลบด้วยกันได้ แต่การทำลายจุลินทรีย์แกรมลบจำเป็นต้องได้รับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จากนอกระบบด้วย (Jacob *et al.*, 2000) ปริมาณไซโอไซยาเนท และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 15:10 ppm เพียงพอต่อการรักษาน้ำนมดิบ (Haddadin *et al.*, 1996) แต่

อัตราส่วนระหว่างไซโอไซยานาท และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมต่อระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในการรักษาคุณภาพน้ำนมโคดิบเป็นเวลา 12 ชั่วโมงคือ 25:10 ppm (Gupta *et al.*, 1986) และการเพิ่มความดันให้สูงขึ้น จะช่วยเสริมประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสได้ (García-Graells *et al.*, 2003)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารโคนม ต่อคุณภาพน้ำนมดิบ

ปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่นำมาเป็นอาหารเสริมให้แม่โคในการทดลองนี้ มีค่าเฉลี่ย 112.29 ppm ปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 จากการทดลองที่ 1 (ตารางที่ 17) มีค่าตั้งแต่ 86.07-113.72 ppm ดังนั้นปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองที่ 3 นี้ จึงมีค่าอยู่ในช่วงของปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในการทดลองที่ 1 และเมื่อคำนวณเป็นค่าที่แม่โคได้รับต่อวันแล้ว แม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัมต่อวัน ได้รับไซยาไนด์เฉลี่ย 0 112.29 224.58 และ 336.87 มิลลิกรัม/วัน ระดับความเป็นพิษของไซยาไนด์ที่ทำให้โคตาย คือ 2 มิลลิกรัม/น้ำหนักโค 1 กิโลกรัม (Majak and Cheng, 1987) หมายถึง ถ้าแม่โคหนัก 500 กิโลกรัม ระดับความเป็นพิษของไซยาไนด์ ที่ทำให้โคตาย คือ 1,000 มิลลิกรัม หรือ 1,000 ppm (Larson, 2006) ดังนั้นในการทดลองนี้ แม่โคได้รับใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมที่ระดับ 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน ยังมีความปลอดภัยสูง

ปริมาณ และองค์ประกอบของน้ำนมดิบ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แลคโตส เนื่อนมไม่รวมไขมัน และเนื่อนมรวม ของแม่โคมีค่าใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม เนื่องจากได้จัดแม่โคที่มีปริมาณน้ำนมใกล้เคียงกันอยู่ในบล็อกเดียวกัน และได้คำนวณปริมาณ โภชนะที่แม่โคทุกตัวได้รับให้ใกล้เคียงกัน

จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบของแม่โคทดลองทุกกลุ่มในเดือนแรกมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) และไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบที่กรมปศุสัตว์ (2546) กำหนดไว้ คือ จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบไม่ควรเกิน 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร ในช่วงเดือนแรก จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งยังมีค่าสูงในทุกกลุ่ม อาจเป็นเพราะแม่โคยังอยู่ในช่วงปรับตัวจากการได้รับใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหาร ระบบ

แลคโตเพอร์ออกซิเดสถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้น มีไฮโอไซยานเทนในน้ำนมเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องการปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มากขึ้น เซลล์ไขมันขนาดใหญ่เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยปกติในน้ำนมมีเซลล์ไขมันประมาณ 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในร่างกาย จำนวนเซลล์ไขมันจะเพิ่มขึ้นถึง 10^6 - 10^7 เซลล์/มิลลิลิตร (Jensen and Eberhart, 1981) ซึ่งเป็นแหล่งของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่มีศักยภาพ เซลล์เม็ดเลือดขาวจำนวน 10^{10} เซลล์ สามารถผลิตไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้ถึง 1 mM ต่อชั่วโมง (Homan-Müller *et al.*, 1975; Kobayashi *et al.*, 1982) ดังนั้นในน้ำนมแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง จึงยังคงมีจำนวนเซลล์ไขมันสูงอยู่เพื่อช่วยผลิตไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้าสู่ระบบ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในการยับยั้งจุลินทรีย์ในเต้านมแม่โค ทำให้จุลินทรีย์ลดลง ซึ่งต่อมาจำนวนเซลล์ไขมันในน้ำนมดิบลดลงด้วย (Marshall *et al.*, 1986) แต่จำนวนเซลล์ไขมันในน้ำนมไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบเท่านั้น ยังมีปัจจัยอื่นอีกที่มีผลต่อเซลล์ไขมัน เช่น พันธุกรรม ระยะเวลาให้นม อายุแม่โค ฤดูกาล วิธีการรีดนม อุปกรณ์เครื่องรีดนม เป็นต้น (Rice and Bodman, 2002) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้จำนวนเซลล์ไขมันในน้ำนมดิบมีความผันแปร อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ ช่วงเดือนที่ 2-4 จำนวนเซลล์ไขมันในน้ำนมดิบของแม่โคที่ได้รับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหาร มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) และแม้จะมีค่าใกล้เคียงกับเดือนแรก แต่ในเดือนหลังค่าที่ได้ลดลง ซึ่งเป็นสัญญาณที่ดีในการควบคุมโรคเต้านมอักเสบในโคนม

เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โคที่ได้รับใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) คือ 10.63 10.72 10.95 และ 11.02 unit/ml ตามลำดับ เป็นค่าที่อยู่ในช่วงปกติของปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมโค คือ 1.2–19.4 unit/ml (Gothefors and Marklund, 1975) แลคโตเพอร์ออกซิเดสเพียง 1.44 unit/ml สามารถเร่งปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสได้ (Marshall *et al.*, 1986) ดังนั้นปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในการทดลองนี้จึงมีเพียงพอสำหรับการทำปฏิกิริยา ซึ่งโดยทั่วไปในน้ำนมดิบมีแลคโตเพอร์ออกซิเดส มากพอต่อปฏิกิริยาต่อต้านแบคทีเรียอยู่แล้ว แต่ถูกจำกัดด้วยปัจจัยสองอย่างคือ ปริมาณของไฮโอไซยานเทน และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Medina *et al.*, 1989)

การเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งแก่แม่โค ทำให้ปริมาณไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) อย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคที่ได้รับอาหารปกติ เนื่องจากปริมาณไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบผันแปรตามชนิดของสัตว์ สายพันธุ์ และอาหารที่สัตว์กิน (Ryoba *et al.*,

2004) โดยทั่วไปไฮโอไซยานเทนในน้ำนมโคอยู่ในช่วง 1-10 ppm (Reiter and Härmulv, 1984) ค่าเฉลี่ยประมาณ 5 ppm (Lambert, 2001) การทดลองเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งให้แม่โคในระดับ 0 1 และ 1.7 กิโลกรัม/ตัว/วัน ของ Wanapat *et al.* (2000) พบว่าทำให้ปริมาณไฮโอไซยานเทนในน้ำนมเป็น 5.3 13.3 และ 17.3 ppm ตามลำดับ แต่การทดลองนี้ แม่โคที่ได้รับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 0 1 2 และ 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีไฮโอไซยานเทนในน้ำนมเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทดลองเท่ากับ 6.81 13.60 15.05 และ 16.05 ppm ตามลำดับ ระดับที่เหมาะสมของไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบไม่ควรเกิน 20 ppm (Wanapat *et al.*, 2003) โดยที่ Björk (1978), Dahlberg *et al.* (1984) และ Reiter and Härmulv (1984) รายงานว่าไฮโอไซยานเทนในน้ำนม 10-15 ppm เป็นปริมาณที่สามารถกระตุ้นการทำงานของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ดังนั้นการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับ 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ขึ้นไป ทำให้มีไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบในปริมาณที่เพียงพอต่อการกระตุ้นทำงานในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม และกลุ่มเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบของแม่โคทุกกลุ่ม ที่ทำการตรวจวัดค่าทุกเดือน ตลอดระยะเวลา 4 เดือน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน กรมปศุสัตว์ (2546) กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบ จะต้องมียุติปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มากกว่า 400,000 โคโลนี/มิลลิลิตร จุลินทรีย์โคลิฟอร์มไม่มากกว่า 10,000 โคโลนี/มิลลิลิตร และจุลินทรีย์ทนร้อนไม่มากกว่า 1,000 โคโลนี/มิลลิลิตร จากผลการทดลองพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มากที่สุดคือ 2.93×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร จำนวนโคลิฟอร์มที่มากที่สุดคือ 1.41×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร และจำนวนเทอร์โมไฟล์ที่มากที่สุดคือ 123.75 โคโลนี/มิลลิลิตร

จำนวนจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง มีค่าน้อยกว่าในน้ำนมดิบกลุ่มควบคุมตลอดการทดลอง โดยเฉพาะในกลุ่มแม่โคที่ได้รับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งจำนวน 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมลดลงจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทุกครั้ง จากการวิเคราะห์ปริมาณไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 และ 3 กิโลกรัม/วัน นี้ พบว่ามีปริมาณไฮโอไซยานเทนใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) คือ 15.05 และ 16.05 ppm ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณไฮโอไซยานเทนในการทดลองที่ 2 ที่ทำการเติมไฮโอไซยานเทนในน้ำนมดิบ 10 ppm ทำให้น้ำนมดิบมีไฮโอไซยานเทนเพิ่มขึ้นเป็น 15.48 ppm และจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 8 น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ปริมาณไฮโอไซยานเทนในระดับนี้เป็นระดับที่ใกล้เคียงกับที่ JECFA และ Codex แนะนำให้ใช้ในการกระตุ้นการทำงาน

ของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส เพื่อรักษาคุณภาพน้ำมันดิบได้ โดยการเติมโซโอไซยานาเทปปริมาณ 10 ppm ในน้ำมันดิบทำให้โซโอไซยานาเทปเพิ่มขึ้น อยู่ในระดับ 15 ppm (Codex, 2001)

ในการศึกษานี้ให้ผลเช่นเดียวกันกับการศึกษาผลการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จ (0 12.6 25.2 และ 37.7%) เพื่อเป็นอาหารโคนมของศิริรัตน์ (2546) ซึ่งพบว่าปริมาณโซโอไซยานาเทปในน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจาก 7.19 ppm เป็น 8.72 11.19 และ 11.62 ppm เมื่อระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณจุลินทรีย์รวม และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ลดลง และการทดลองของจักขรินทร์ (2544) ในการใช้ไบมันสำปะหลังแห้ง เสริมในอาหาร โคนมที่ระดับ 0 0.5 1.0 และ 1.5 กิโลกรัม/วัน พบว่าชั่วโมงของการเปลี่ยนสีเมทิลีน บลู (methylene blue) ในน้ำมัน เพิ่มขึ้นจาก 2.65 ชั่วโมง (0 กิโลกรัม/วัน) เป็น 2.77 3.18 และ 4.05 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงว่าจุลินทรีย์ในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันแห้งมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม (0 กิโลกรัม/วัน) และกลุ่มที่เสริมไบและต้นอ่อนมันแห้ง 1.5 กิโลกรัม/วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำมันดิบน้อยที่สุด

เนื่องจากไซยาไนด์ที่โคได้รับ จะเปลี่ยนเป็นโซโอไซยานาเท เพื่อไม่ให้เกิดเป็นพิษในร่างกาย การกำจัดพิษนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ตับ (Cosby and Sumner, 1945) ดังนั้นจึงมีการตรวจสอบการทำงานของตับว่าทำงานเพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยทำการตรวจวัดระดับของเอนไซม์ SGOT และ SGPT ในเลือดโคทดลองทุกตัว เอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้ เป็นดัชนีชี้วัดการทำงานของตับ ระดับปกติของ SGOT ในเลือดโคมีค่าอยู่ระหว่าง 20-62 unit/ml และ SGPT มีค่า 3-12 unit/ml (สุพิศ, 2524) จากผลการตรวจเลือดโคทดลองมีระดับเอนไซม์ SGOT และ SGPT ใกล้เคียงกัน และอยู่ในระดับปกติ นั่นหมายถึงปริมาณไซยาไนด์ที่โคนมได้รับจากไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ไม่มีผลต่อการทำงานของตับของแม่โคตลอดการทดลอง 4 เดือน

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของปริมาณโซโอไซยานาเทปในน้ำมันต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบโดยชุดทดสอบ

ตัวอย่างน้ำมันดิบที่นำมาตรวจสอบทั้ง 10 ตัวอย่างนี้ มาจากแม่โคที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่ได้มีการรักษา หรือให้ยาแก่แม่โคเป็นเวลามากกว่า 1 เดือน ดังนั้นจึงไม่มีสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบ แต่เมื่อนำตัวอย่างน้ำมันดิบมาตรวจสอบหาสารปฏิชีวนะตกค้าง โดยไม่ได้ทำการอุ่นก่อน ทำให้เกิดผลบวกเท็จในแอมเทสต์ และสงสัยบวกเท็จกับชุดทดสอบทั้งสาม ซึ่ง Sischo and Burns (1993) รายงานว่าพบการเกิดผลบวกเท็จ 5-22% จากการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำมันดิบที่รีด

จากแม่โคที่มีสุขภาพปกติ และไม่มีประวัติการใช้ยาไม่น้อยกว่า 30 วัน เนื่องจากในองค์ประกอบ น้ำนมมีสารที่ทำปฏิกิริยาต่อต้านจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น แลคโตเฟอร์ริน ไลโซไซม์ เอ็น-อะเซทิล-เบต้า-ดี-กลูโคซามินิเดส และระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในน้ำนมโคมีปริมาณของแลคโตเพอร์ออกซิเดสสูง แต่มีแลคโตเฟอร์ริน และไลโซไซม์ต่ำ (Losnedahl *et al.*, 1996b) ดังนั้นจึงทำให้ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส เป็นระบบต่อต้านจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่มีศักยภาพมาก เมื่อเติมไฮโดรอกซียานเทลงในตัวอย่างน้ำนมดิบ ยังทำให้เพิ่มประสิทธิภาพ และศักยภาพในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ของระบบนี้อีกด้วย จึงทำให้เกิดผลบวกเท็จ และสงสัยบวกเท็จเพิ่มขึ้นกับชุดทดสอบ ซึ่งไฮโดรอกซียานเทนในระดับ 18.98 ppm นี้เพียงพอต่อการเกิดผลการยับยั้งจุลินทรีย์ตามที่ Reiter (1985) รายงานไว้ (15 ppm)

ปริมาณไฮโดรอกซียานเทในน้ำนมดิบมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ดังเช่นในการทดลองที่ 2 ที่พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อเติมไฮโดรอกซียานเทในน้ำนมดิบที่ระดับ 10 และ 15 ppm ทำให้ไฮโดรอกซียานเทในน้ำนมดิบเพิ่มเป็น 15.48 และ 19.89 ppm ตามลำดับนั้น ในช่วงเวลาที่ 8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนโคลิฟอร์ม ไชโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์น้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่ไม่เติม และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาที่ 10 การเติมไฮโดรอกซียานเทในน้ำนมดิบที่ระดับ 10 และ 15 ppm จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ลดลง ($P < 0.05$) และการเติมที่ระดับ 15 ppm จำนวนโคลิฟอร์ม ไชโครโทรฟ และเทอร์โมไฟล์ลดน้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่ไม่เติม และการทดลองที่ 3 แม่โคที่เสริมไบโอดีทและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง มีไฮโดรอกซียานเทเพิ่มขึ้นมากกว่า ($P < 0.05$) แม่โคกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมไบโอดีทและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง จำนวนจุลินทรีย์ต่าง ๆ ลดลงน้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มควบคุม ไฮโดรอกซียานเทปริมาณเพียง 0.015 mM หรือ 0.87 ppm ในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีจำนวนมากกว่า 10^7 โคโลนี ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ (Jacob *et al.*, 2000) การเติมไฮโดรอกซียานเทปริมาณ 0.20 mM (11.6 ppm) ในน้ำนมดิบ ร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 0.20 mM ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในเวลา 2 ชั่วโมงครึ่ง และ 5 ชั่วโมง ให้ผลการทำลาย *Salmonella sp.* ดีกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่เติมไฮโดรอกซียานเท) และเติมเพียงไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Wray and McLaren, 1987) Kamau *et al.* (1990) ศึกษาผลของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสในการต่อต้านเชื้อ *Listeria monocytogenes* และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำนม โดยเติมไฮโดรอกซียานเท 2.4 mM และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 0.6 mM ในน้ำนมเพื่อเป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ให้มีประสิทธิภาพขึ้น พบว่าที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 และ Tenovuo *et al.*

(1985) ทดลองเติมสารโซโอไซยานเนท 10 และ 30 mM ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี *Bacillus cereus* อยู่ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 ชั่วโมง จำนวนแบคทีเรียในหลอดทดลองที่เติมโซโอไซยานเนทเริ่มลดลง กว่าในหลอดควบคุมที่ไม่เติมโซโอไซยานเนท และเห็นความแตกต่างชัดเจนตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 โดยหลอดทดลองที่เติมโซโอไซยานเนท 30 mM มีจำนวนแบคทีเรียน้อยที่สุด

การตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมดิบ จะต้องทำลายสารยับยั้งต่อต้านจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ให้หมด เพื่อที่จะไม่เกิดผลบวกเท็จ เนื่องจากการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมดิบอาศัยหลัก การยับยั้งการแบ่งตัวของจุลินทรีย์โดยใช้แบคทีเรียชนิดที่ไวต่อยาปฏิชีวนะเป็นตัวแทนทดสอบ เช่น วิธีการยับยั้งการแบ่งตัวของเชื้อ *Bacillus stearothermophilus* (*Bacillus stearothermophilus* disk assay, BSDA) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการตรวจคุณภาพนํ้านม (IDF, 1993) และการใช้ชุดทดสอบ (test kit) ซึ่งพัฒนาคัดแปลงให้สะดวก ง่าย รวดเร็ว นำไปใช้ตรวจสอบในฟาร์มหรือนอกห้องปฏิบัติการได้ (วิพิชญ์, 2541) ปัจจุบันมีชุดทดสอบตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมหลายบริษัท แต่ที่กำหนดใช้ในระเบียบการปฏิบัติงานมาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตนํ้านมดิบของประเทศไทย พ.ศ. 2542 มี 3 ชนิด คือ เคลโวเทสต์ แอม-เทสต์ และชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมปศุสัตว์, 2542) การตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านม โดยชุดทดสอบนี้อาศัยหลัก การยับยั้งการเจริญแบ่งตัวของแบคทีเรีย จึงอาจเกิดผลบวกเท็จจากการตรวจสอบได้ เพราะในนํ้านมมีสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่ รวมถึงระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส และถ้าในนํ้านมที่มีสารโซโอไซยานเนทสูง จะไปเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นจึงต้องระวังในการเกิดผลบวกเท็จจากการตรวจสอบ

การอุ่นตัวอย่างนมที่อุณหภูมิ 82 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถทำลายสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียตามธรรมชาติ ลดการเกิดผลบวกเท็จได้อย่างมาก ซึ่ง Oliver *et al.* (1990) รายงานว่าการอุ่นตัวอย่างนํ้านมดิบที่ 82 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที สามารถทำลายสารต่อต้านจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในนํ้านมได้ แต่ในการทดลองนี้ยังพบว่าชุดทดสอบแอม-เทสต์ปรากฏผลสงสัยบวกเท็จอยู่ 2 ตัวอย่าง ในนํ้านมดิบที่ทำการอุ่นแล้ว ทั้งที่นํ้านมดิบที่นำมาเป็นตัวอย่าง เป็นนํ้านมจากแม่โคที่มีสุขภาพปกติแข็งแรง ไม่เป็นโรคเต้านมอักเสบ รวมทั้งทำการควบคุมอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอในอ่างควบคุมอุณหภูมิเวลาทำการบ่ม นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเดียวกันกับชุดทดสอบเคลโวเทสต์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์แล้ว ชุดทดสอบทั้งสองให้ผลลบ ซึ่งโดยทั่วไป การเกิดผลบวกเท็จนั้นอาจมีสาเหตุจากความบกพร่องในการทดสอบใน

ห้องปฏิบัติการ เช่น อุณหภูมิในตู้บ่ม หรือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ไม่สม่ำเสมอ ชุดตรวจสอบที่ใช้เสื่อมสมรรถภาพ (ธงชัย และคณะ, 2537) หรือแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ น้ำนมดิบมีจำนวนเซลล์โซมาติกสูง มีผลให้การตรวจ สอบเกิดผลบวกเท็จได้เช่นกัน (Eenennaam *et al.*, 1993) สำหรับในกรณีนี้อาจเนื่องจากการอุ่นนมเพื่อทดสอบกับชุดทดสอบแอม-เทสต์ ที่อุณหภูมิ 82 ± 2 องศาเซลเซียสนั้น ต่ำกว่าอุณหภูมิที่แนะนำ (98 องศาเซลเซียส) ผลที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อนไปบ้าง แต่การอุ่นนมที่อุณหภูมิสูงกว่า 83 องศาเซลเซียส มีข้อเสียคือ ทำลายยาปฏิชีวนะในน้ำนม ทำให้เกิดผลลบเท็จได้ (Oliver *et al.*, 1990)

จากการทดลองทั้ง 4 การทดลองในครั้งนี้ พบว่าใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งสามารถใช้เสริมในอาหารแก่แม่โคนมได้ดี การปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีฝนชุก หรือความชื้นมาก ทำให้ได้ผลผลิตใบและต้นอ่อนมากกว่า รวมทั้งได้ปริมาณโปรตีน (กิโลกรัม) /ไร่ สูงกว่าในพื้นที่ที่มีฝนน้อย และถึงแม้ในพื้นที่ที่แห้งแล้งมีปริมาณไซยาไนด์ใบและต้นอ่อนสดมากกว่า แต่ลดลงอย่างมาก เมื่อตากแห้ง ซึ่งใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งจากพื้นที่ทั้งสองแห่งมีปริมาณไซยาไนด์ใกล้เคียงกัน และมีอยู่ในระดับที่ปลอดภัยในการนำมาใช้เสริมให้แก่โคนม

การเพิ่มปริมาณสารไซโอไซยานเทนในน้ำนมให้อยู่ในระดับ 15 ppm ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ ทำให้จุลินทรีย์ลดลง เช่นเดียวกับการเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งแก่โคนม ทำให้ปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมเพิ่มขึ้นได้ การเสริมที่ระดับ 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน ปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมเพิ่มขึ้นถึง 15.05 ppm จากแม่โคกลุ่มควบคุมที่มีปริมาณไซโอไซยานเทนในน้ำนมเพียง 6.81 ppm ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในน้ำนมลดลงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกเดือน และจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม ทั้งยังปลอดภัยต่อแม่โค การทำงานของเซลล์ตับที่ต้องเปลี่ยนไซยาไนด์เป็นไซโอไซยานเทนยังปกติ ไม่ได้ทำงานผิดปกติกว่าแม่โคกลุ่มควบคุมแต่อย่างใด

ในการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบที่ได้จากแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งมีสารไซโอไซยานเทนในระดับสูงนั้น ต้องมีความระวังในการปฏิบัติ น้ำนมดิบที่นำมาตรวจสอบ ต้องอุ่นก่อนเสมอ เพื่อทำลายสารต่อต้านจุลินทรีย์ในธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส การอุ่นน้ำนมที่ 82 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ช่วยทำลายสารเหล่านี้ได้ ป้องกันการเกิดผลบวกเท็จ และไม่ทำลายสารปฏิชีวนะที่อาจปนเปื้อนในน้ำนม ป้องกันการเกิดผลลบเท็จ ทำให้ไม่เกิดการผิดพลาดในการตรวจสอบได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในพื้นที่ สภาพแวดล้อมเดียวกันนั้น มีค่าความสูงของต้นมัน น้ำหนักผลผลิตใบสด ใบแห้ง องค์กรประกอบทางเคมี ผลผลิตโปรตีน/ไร่ของใบและต้นอ่อนแห้ง และปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสด และแห้ง ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$)
2. ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ความสูงของต้นมันสำปะหลัง น้ำหนักผลผลิตใบสด ใบแห้ง องค์กรประกอบทางเคมี ผลผลิตโปรตีน/ไร่ของใบและต้นอ่อนแห้ง และปริมาณไซยาไนด์ในใบและต้นอ่อนมันสด และแห้งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) ปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง คือปริมาณน้ำ หรือความชื้นที่ต้นมันสำปะหลังได้รับ
3. ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังเมื่อนำมาทำให้แห้ง ปริมาณไซยาไนด์ลดลงจากใบและต้นอ่อนมันสดมาก สามารถใช้เสริมเป็นอาหารโคนมได้ดี มีความปลอดภัยสูง
4. ปริมาณของไรโอไซยานนท์ที่เติมลงในน้ำนมดิบมีผลต่อการช่วยเสริมประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบได้ ปริมาณไรโอไซยานนท์เพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดต่ำลงมากขึ้น ($P<0.05$) ทั้งนี้ต้องใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง ในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 10 ชั่วโมง ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดสจะทำงานมีประสิทธิภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
5. การใช้ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเสริมในอาหารแม่โคนม มีผลทำให้ในน้ำนมดิบมีปริมาณไรโอไซยานนท์เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ และจำนวนเซลล์โซมาติกลดลง ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคที่ได้รับอาหารปกติ คุณภาพน้ำนมดิบในด้านจุลินทรีย์ดีขึ้น รวมทั้งใช้ควบคุมสถานะโรคเต้านมอักเสบในฟาร์มโคนมได้วิธีหนึ่ง โดยร่วมกับวิธีอื่น ๆ

6. การเสริมใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารของโคนม ไม่มีผลต่อการทำงานของร่างกายโค ที่ต้องทำการกำจัดพิษของไซยาไนด์เพิ่มขึ้น ร่างกายของโคนมที่ได้รับใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารยังทำงานเป็นปกติ

7. ในน้ำนมที่มีสารไซโอไซยานาทสูงขึ้น มีผลต่อการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบ ที่ไม่ได้ทำการอุ่น ทำให้เกิดผลบวกเท็จ และสงสัยบวกเท็จสูง แต่ในน้ำนมดิบที่ทำการอุ่นเพื่อทำลายสารต่อต้านจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในน้ำนม ก่อนการทดสอบ สามารถลดการเกิดผลบวกเท็จ และสงสัยบวกเท็จลงได้อย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ในการปฏิบัติจริง เกษตรกรไม่สามารถเติมไซโอไซยานาท หรือสารเคมีอื่นใด ลงในน้ำนมดิบได้ ดังนั้นการศึกษาเพิ่มระดับไซโอไซยานาทในน้ำนมดิบ เพื่อช่วยเสริมประสิทธิภาพระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส ต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์ โดยการใช้อาหาร โคนมที่เป็นแหล่งสารตั้งต้นของไซโอไซยานาท เช่นใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้จริง

2. การปลูกมันสำปะหลังเพื่อเก็บเกี่ยวมาทำใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง สำหรับเป็นอาหารโคนม โดยเก็บเกี่ยวครั้งแรกที่มันสำปะหลังมีอายุได้ 3 เดือนหลังการปลูก และต่อมาทุก 2 เดือน วิธีนี้ใช้กับการปลูกในพื้นที่ที่แห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนน้อย แต่ในพื้นที่ที่มีฝนชุก สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่า 2 เดือน เพราะต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีกว่าในพื้นที่แห้งแล้ง

3. ในการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมดิบ ด้วยชุดทดสอบ จำเป็นต้องทำการอุ่นน้ำนมดิบก่อนการทดสอบ โดยเฉพาะในน้ำนมดิบที่มีปริมาณไซโอไซยานาทสูงกว่าปกติ เช่นจากแม่โคที่ได้รับใบมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหาร เนื่องจากจะทำให้เกิดผลบวกเท็จได้มาก และที่สำคัญควรอุ่นน้ำนมดิบที่อุณหภูมิที่เหมาะสมกับชุดทดสอบนั้น ๆ เพื่อป้องกันผลบวกเท็จด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2546. คู่มือระเบียบการปฏิบัติงาน “มาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตน้ำนมดิบของประเทศไทย พ.ศ. 2542” สำหรับผู้ประกอบการฟาร์มโคนมมาตรฐาน. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. แหล่งที่มา:
http://www.1dd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/northeast/Wn.htm, 24 มีนาคม 2552.

กรมวิชาการเกษตร. 2526. มันสำปะหลัง: เอกสารวิชาการเล่มที่ 7. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. เอกสารวิชาการ การปลูกพืชไร่. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จักรรินทร์ ศรีเนตร. 2544. การใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง (Cassava Hay) เสริมในอาหารโคนม. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จิรพรรณ นพวงศ์ ณ อยุธยา. 2518. การใช้ใบมันสำปะหลังหมักเป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงสุกรรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรศักดิ์ คงเกียรติขจร และสยามพงศ์ พงศ์คำ. 2549. การพัฒนาการผลิตและการศึกษาคุณสมบัติของโบรโมเปอร์ออกซิเดสจาก *Gracilaria fisheri*. แหล่งที่มา:
<http://elib.fisheries.go.th/LIBCAB/DRAWERS/ARTICLE/DATA0007/0007510.DOC>, 24 มีนาคม 2552.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2546. องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง. ใน เอกสาร
 ประกอบการฝึกอบรมโครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดมันสำปะหลัง. 4-8
 สิงหาคม 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชยพร แคะรัตน์. 2552. มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา:

<http://www.geocities.com/kalasin016/index.html>, 24 มีนาคม 2552.

โชคยืนยงอุตสาหกรรม. 2552. มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา:

<http://www.chokyuenyong.com/thtapioca.html>, 24 มีนาคม 2552.

ไชยรัตน์ เพชรชลาณวัฒน์. 2536. การผลิตใบมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับอาหาร
 สัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดอกรัก ชัยสาร. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์. แหล่งที่มา:

http://www.dorkrak.sru.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=91, 24 มีนาคม 2552.

ธงชัย เกลิมชัยกิจ, ศุภชัย เนื่อนวลสุวรรณ และเกรียงศักดิ์ สายธนู. 2437. การเพิ่มประสิทธิภาพ
 ความน่าเชื่อถือในการตรวจสอบหายาปฏิชีวนะในน้ำนมโคโดยวิธีการใช้ชุดตรวจสอบ
Delvotest-P^R. ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการสัตวแพทย์สมาคม ครั้งที่ 21, สัตวแพทย์
 สมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ 28-30 พฤศจิกายน 2537.

ธันวา ไวยบท. 2552. การผลิตโคนม. แหล่งที่มา:

http://www.nsruc.ac.th/e-Learning/dairy/lesson6_8.php#Scene_1, 24 มีนาคม 2552.

ธีรพงศ์ ธีรภัทรสกุล. 2532. โรคเต้านมอักเสบในโคนม. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธีรพงศ์ ธีรภัทรสกุล. 2543. การเพิ่มผลกำไรด้วยการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันและลดปัญหาต้านม
อักเสบ. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ ทองวิทยา. 2520. ผลของการใช้อาหารหมักมูลไก่ หัว และใบมันสำปะหลังในไก่กระตัง
และไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา วานิก. 2550. ผลของพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว และฤดูปลูกต่อการสังเคราะห์แป้งและมัน
สำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญรอด วงษ์สวาท. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อเอนไซม์. แหล่งที่มา:

http://www.promma.ac.th/chemistry/boonrawd_site/enzyme_factor.htm, 24 เมษายน
2552.

เมธา วรรณพัฒน์. 2540. มันสำปะหลังเฮย์ (มันเฮย์) อาหารโปรตีนพิเศษสำหรับโคนม. วารสารโค
นม 16(5): 22-28.

วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม. 2541. การตรวจคุณภาพน้ำมันและผลิตภัณฑ์นม. กองสัตวแพทย
สาธารณสุข กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

ศิริรัตน์ บัวผัน. 2546. ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จ ต่อปริมาณไขมันกรดไขมัน
จุลินทรีย์ อะฟลาทอกซิน และเปอร์ออกซิเดสในน้ำมันโค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ข้อมูลการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. 2552. พันธุ์มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา:

[http:// www. tapiocafeed.com/tapioca/breed.html](http://www.tapiocafeed.com/tapioca/breed.html), 24 มีนาคม 2552.

ศูนย์วิจัยมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2552. มันสำปะหลังพันธุ์
ต่าง ๆ. แหล่งที่มา:

http://web.sut.ac.th/cassava/index.php?name=1cas_source/cas_source/, 24
มีนาคม 2552.

สถานีตรวจอากาศจังหวัดนครราชสีมา. 2552. สถิติอุณหภูมิรายเดือนจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.
2540-2549. แหล่งที่มา: http://www.oac.go.th/zone/zone5/normaltemp_korat.htm, 29
เมษายน 2552.

สถานีย่อยอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ลำปะหลัง. 2547. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2547.
ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ลำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนาไม้ลำปะหลังแห่งประเทศไทย,
นครราชสีมา.

_____. 2548. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ลำปะหลัง มูลนิธิ
สถาบันพัฒนาไม้ลำปะหลังแห่งประเทศไทย, นครราชสีมา.

สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร. 2547. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ประจำปี พ.ศ. 2547. สถานีวิจัยสิทธิพร
กฤดากร สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
ประจวบคีรีขันธ์.

_____. 2548. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ประจำปี พ.ศ. 2548. สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร
สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประจวบคีรีขันธ์.

สุกษมาลย์ เลิศมงคล. 2546. อิทธิพลของความยาวท่อนพันธุ์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย. 2544. สุขภาพต้านม-คุณภาพน้ำนมดิบโค โรคเต้านมอักเสบและเครื่องรีด
นมโค. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

_____. 2545. โรคเต้านมอักเสบ. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุพิศ จินดาวนิค. 2524. **ชีวเคมีคลินิก: Chemical Biochemistry เล่ม 1**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อุทัย เซ็นภักดี, อนุชิต ทองกล้า, ชชาญ ถิรพร และโสภณ สันธูประมา. 2522. ผลการตัดยอดที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง, น. 153-159. ใน รายงานผลการทดลองมันสำปะหลัง ปี 2522. กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia.

Barry. T. N. and T. R. Manley. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pendunculatus* for sheep 2, quantitative digestion of carbohydrate and protein. **Br. J. Nutr.** 51:493-498.

Björck, L.. 1978. Antibacterial effect of the lactoperoxidase system on psychrotrophic bacteria in milk. **J. Dairy Res.** 45: 109-118.

_____. 1992. Lactoperoxidase, pp. 332-338. In P. F. Fox, ed. **Advanced Dairy Chemistry Proteins. (Vol.1)**. Elsevier, London.

_____, C. G. Rosén, V. M. Marshall and B. Reiter. 1975. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system against *Pseudomonas* and other Gram-negative bacteria. **Applied Microbiol.** 30: 199-204.

Cals, M. M., P. Maillart, G. Bringnon, P. Anglade and B. R. Dumas. 1991. Primary structure of bovine lactoperoxidase, a fourth member of a mammalian heme peroxidase family. **European J. Biochem.** 198: 733-739.

Christen, G. L., P. M. Davidson, J. S. McAllister and L. A. Roth. 1992. Coliform and other indicator bacteria, pp. 247-269. In R.T. Marshall, ed. **Standard Method for the**

Examination of Dairy Products. 16th ed. Port City Press, Baltimore.

CIAT. 1974. **Cassava Program.** Centro International de Agriculture Tropical, Cali, Colombia.

Cock, J. H.. 1976. Characteristics of high yielding cassava varieties. **Exp. Agr.** 12: 135-143.

_____, D. Franklin, G. Sandoval and P. Juri. 1979. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Sci.** 19: 271-279.

Codex Alimentarius Commission. 2001. **The Report of the 23rd Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants.** The Hague, The Netherlands 12-16 March 2001. ALINORM 01/12A. p. 19-20.

Cosby, E. L. and J. B. Sumner. 1945. Rhodanese. **Archives Biochem.** 7: 457-460.

Cousins, C. M. and A. J. Bramley. 1983. The microbiology of raw milk, pp. 119-163. In R.K. Robinson, ed. **Dairy Microbiology Vol. 1: The Microbiology of Milk.** Applied Science Publishers Ltd, Essex.

Dahlberg, P. A., A. Bergmark, L. Björk, A. Bruce, L. Hambraeus and O. Claesson. 1984. Intake of thiocyanate by way of milk and its possible effect on thyroid function. **Amer. J. Clin. Nutr.** 39: 416-420.

_____, _____, M. Eltom, L. Björk and O. Claesson. 1985. Effects of thiocyanate levels in milk on thyroid function in iodine deficient subjects. **Amer. J. Clin. Nutr.** 41: 1010-1014.

Davidson, P. M.. 1997. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds, pp.520-556. In M.P. Doyle, L.R. Beuchat and T.J. Montville, eds. **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers.** ASM Press, Washington, DC.

- de Wit, J. N. and A. C. M. van Hooydonk. 1996. Structure, functions and applications of lactoperoxidase in natural antimicrobial systems. **Netherlands Milk and Dairy J.** 50: 227-244.
- Eenennaam, A. L. V., J. S. Cullor, L. Perani, I. A. Gardner, W. L. Smith, J. Dellinger and W. M. Guterbock. 1993. Evaluation of milk antibiotic residue screening tests in cattle with nationally occurring clinical mastitis. **J. Dairy Sci.** 76: 3041-3053.
- Ekanayake, I. J., D. S. O. Osiru and M. C. M. Porto. 2004. Physiology of cassava. **IITA Research Guides – Cassava International Institute of Tropical Agriculture**. Available source: <http://www.iita.org/info/irg/irgcass.htm>, March 12, 2004.
- Frank, J. F., G. L. Christen and L. B. Bollerman. 1992. Tests for groups of microorganisms, pp. 271-286. In R.T. Marshall, ed. **Standard Method for the Examination of Dairy Products**. 16th ed. Port City Press, Baltimore.
- García-Graells, C., I. V. Opstal, S. C. M. Vanmuysen and C. W. Michiels. 2003. The lactoperoxidase system increases efficacy of high-pressure inactivation of food borne bacteria. **Int. J. Food Microbiol.** 81: 211-221.
- Gaya, P., M. Medina and M. Nuñez. 1991. Effect of the lactoperoxidase system on *Listeria monocytogenes* behavior in raw milk at refrigeration temperatures. **Applied Environ. Microbiol.** 57: 3355-3360.
- Gothefors, L. and S. Marklund. 1975. Lactoperoxidase activity in human milk and in saliva of newborn infants. **Infect. Immun.** 11: 1210-1215.
- Griffiths, M. W.. 1986. Use of milk enzymes as index of heat treatment. **J. Food Prot.** 49: 697-703.

- Gupta, V. K., R. S. Patel, G. R. Patil, S. Singh and B. N. Mathur. 1986. Preservation of milk with hydrogen peroxide and lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide systems. **Indian J. Dairy Sci.** 39: 269-276.
- Hanssen, F. S.. 1924. The bactericidal property of milk. **Br. J. Ext. Pathol.** 5: 271-280.
- Homan-Müller, J. W. T., R. S. Weening and I. Roos. 1975. Production of hydrogen peroxide by phagocytising human granulocytes. **J. Lab. Clinic. Med.** 85: 198-207.
- Houghtby, G. A., L. J. Maturin and E. K. Koenig. 1992. Microbiological count methods, pp. 213-246. *In* R.T. Marshall, ed. **Standard Method for the Examination of Dairy Products**. 16th ed. Port City Press, Baltimore.
- _____. 1993. Inhibitory substances in milk-current analytical practice. **Bull. Int. Dairy Fed.** 283: 76.
- Jacob, B. M., E. Antony K, B. Sreekumar and M. Haridas. 2000. Thiocyanate mediated antifungal and antibacterial property of goat milk lactoperoxidase. **Life Sci.** 66: 2433-2439.
- Jago, G. R. and M. Morrison. 1962. Anti-streptococcal activity of lactoperoxidase. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** 111: 585-588.
- Jensen, D. L. and R. J. Eberhart. 1981. Total and differential cell counts in secretions of the non-lactating bovine mammary gland. **Amer. J. Vet. Res.** 42: 743-747.
- Kamau, D. N., S. Doores and K. M. Pruitt. 1990. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system against *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in milk. **J. Food Prot.** 55: 1010-1014.

- Keresztessy, Z., K. Brown, M. A. Dunn and M. A. Hughes. 2001. Identification of essential active-site residues in the cyanogenic B-glucosidase (linamarase) from cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) by site-directed mutagenesis. **Biochem. J.** 353: 199-205.
- Kobayashi, M., T. Tanaka and T. Usui. 1982. Inactivation of lysosomal enzymes by the respiratory burst of polymorphonuclear leukocytes. **J. Lab. Clin. Med.** 100: 896-907.
- Kussendrager, K. D. and A. C. M. Van Hooijdonk. 2000. Lactoperoxidase: Physico-chemical properties, occurrence, mechanism of action and applications. **Br. J. Nutri.** 84: S19-S25
- Lambert, J.C.. 2001. Global Lactoperoxidase Programme: The Lactoperoxidase system (LPS) of milk preservation. **Bull. Int. Dairy Fed.** 365/2001: 18-19.
- Larson, B.. 2006. Precaution when utilizing sorghum/ sudan crops as cattle feed. **University of Missouri Extension.** College of Agriculture Food and Natural Resources, University of Missouri.
- Losnedahl, K.J., H. Wang, M. Aslam, Z. Sixiang and W.L. Hurley. 1996a. Antimicrobial proteins in milk. **Lactation Biology.** Available source: <http://www.classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/antimicroprotIDR.html>, December 1, 2003.
- _____, _____, _____, _____ and _____. 1996b. **Antimicrobial Factors in Milk.** Available source: <http://www.aces.uiuc.edu/~ansystem/dairyrep96/Losnedahl.html>, December 1, 2003.
- Majak, W. and K. J. Cheng. 1984. Cyanogenesis in bovine rumen fluid and pure cultures of rumen bacteria. **J. Anim. Sci.** 59: 784-790.

- Marks, N. E., A. S. Grandison and M. J. Lewis. 2001. Challenge testing of the lactoperoxidase system in pasteurized milk. **J. Applied Microbiol.** 91: 735-741.
- Marshall, V. M. and B. Reiter. 1980. Comparison of the antibacterial activity of the hypothiocyanite anion towards *Streptococcus lactis* and *Escherichia coli*. **J. General Microbiol.** 120: 513-516.
- _____, W. M. Cole and A. J. Bramley. 1986. Influence of the lactoperoxidase system on susceptibility of the udder to *Streptococcus ubiris* infection. **J. Dairy Res.** 53: 507-514.
- Medina, M., P. Gaya and M. Nuñez. 1989. The lactoperoxidase system in ewe's milk: levels of lactoeroxidase and thiocyanate. **Applied Microbiol.** 8: 147-149.
- Naidu, A. S.. 2000. Lactoperoxidase, pp. 103-132. In A.S. Naidu,ed. **Natural Food antimicrobial systems**. FL: CRC Press. Boca Raton.
- Netpana, N., M. Wanapat, O. Pongchompu and W. Toburan. 2003. Effect oe condensed tannins in cassava hay on fecal parasitic egg counts in swamp buffaloes and cattle. **Condensed Tannin in Cassava Hay and Fecal Egg Counts**. Available source: <http://www.forum.org.kh/~mekarn/proc-cass/netp.htm>, September 30, 2003.
- NRC. 1988. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Sixth Revised Edition,1988**. National Academy Press, Washington, D. C.
- O'Brien, G. M., C. C. Wheatley, C. Iglesias and N. H. Poulter. 1994. Evaluation, modification and comparison of two rapid assays for cyanogens in cassava. **J. Sci. Food Agr.** 65:391-399.
- Okigbo, N.. 2004. The case for cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in the humid tropics of West Africa. **Nutritional Implication of Projects Giving High Priority to the**

Production of Staples of Low Nutritive Quality. Available source:

<http://www.unu.edu/unupress/food/8F024e/8F024E01.htm>, March 12, 2004.

Oliver, S. P., T. M. Lewis, J. J. Lewis, H. H. Dowlen and J. L. Maki. 1990. Persistence of antibiotics in bovine mammary secretions following intramammary infusion and cessation of milking. **Preventive Vet. Medicine** 9:301-311.

Onwueme, I. C.. 1978. **Botany of Cassava. The Tropical of Tuber Crops.** John Wiley and Son Ltd., New York.

Oram, J. D. and B. Reiter. 1966. The inhibition of Streptococci by lactoperoxidase, thiocyanate and hydrogen peroxide. **Biochem. J.** 100: 373-380.

Ott, M. L.. 2001. **Lactoperoxidase.** Department of Chemistry, University of Iowa, Iowa.

Philpot, W. N.. 2000. **Increasing Profits by Improving Milk Quality and Reducing Mastitis.** Presented at seminars in Thailand, Bangkok.

Phuc, B. H. N., B. Ogle and J. E. Lindberg. 2003. Nutritive value of cassava leaves for monogastric animals. **Cassava Leaves for Monogastric Animal.** Available source: <http://www.forum.org.kh/~mekarn/proc-cass/philuc.htm>, September 30, 2003.

Pruitt, K. M. and B. Reiter. 1985. Biochemistry of lactoperoxidase system: anti-microbial effects, pp. 143-178. In K.M. Pruitt and J.O. Tenovuo, eds. **The Lactoperoxidase System: Chemistry and Biological Significance.** Marcel Dekker, New York.

_____. and D. N. Kamau. 1991. The lactoperoxidase system of bovine and human milk, pp. 133-174. In D.S. Robinson and N.A.M. Eskin, eds. **Oxidative Enzyme in Foods.** Elsevier Applied Science, London.

- Ramos, E and L. J. Ledon. 1969. **Composition of Manihot Plants as Related to Growth, Development and Certain Other Factors.** Mag. Sci. Thesis, University of Miami, Coral Gables, Florida.
- Ratner, J. and A. Prince. 2000. Lactoperoxidase. **Am. J. Respir. Cell Mol. Biol.** 22: 642-644.
- Reed, J. D.. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **J. Anim. Sci.** 73:1516-1528.
- Reiter, B.. 1985. Protection proteins in milk. **Int. Dairy Fed. Bull.** 191: 2-35.
- Reiter, B. and G. Härnqvist. 1982. The preservation of refrigerated and uncooled milk by its natural lactoperoxidase system. **Dairy Ind. Int.** 47: 13-19.
- Reiter, B. and G. Härnqvist. 1984. Lactoperoxidase antibacterial system: natural occurrence, biological functions and practical applications. **J. Food Prot.** 47: 724-732.
- _____, V. M. E. Marshall, L. Björck and C. G. Rosén. 1976. Non specific bactericidal activity of the lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide system of milk against *Escherichia coli* and some Gram-negative pathogens. **Infect. Immun.** 13: 800-807.
- Rice, D. N. and G. R. Bodman. 2002. **The Somatic Cell Count and Milk Quality.** Available source: <http://www.lanr.unl.edu/pubs/dairy/g1151.htm>, February 19, 2002.
- Ruffle, S. V. 1998. **Cassava Research in the Sayre lab.** Available source: <http://www.biosci.ohio-state.edu/~rsayre/CASSAVA.htm>, March 12, 2004.
- Ryoba, R., L. R. Kurwijila and M. Bakunama. 2004. **Potential Use of Lactoperoxidase Milk Preservation Method in Tanzania.** Available source:

<http://www.lhh.kvl.dk/htm/php/Tsap00/Ryoba1.htm>, December 1, 2004.

Saad de schoos, S., G. Oliver and F. M. Fernandez. 1999. Relationships between lactoperoxidase system components in Creole goat milk. **Small Ruminant Res.** 32: 69-75.

Santana, M. A., V. Vasquez, J. Matehus and R. R. Aldao. 2002. Linamarase expression in cassava cultivars with roots of low- and high-cyanide content. **Plant Physiol.** 129:1686-1694.

SAS. 2002. **The SAS system for Windows 9.0.** SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.

Seifu, E., E. M. Buys and E. F. Donkin. 2005. Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: a review. **Trends in Food Sci. Technol.** 16: 137-154.

_____, _____, _____ and I. M. Petzer. 2004. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system against food-borne pathogens in Saanen and South African Indigenous goat milk. **Food Control** 15: 447-452.

Shade, W. H.. 2004. **Food Service Sanitation and Inspection I.** Available source: <http://hosta.atsc.eustisarmy.mil/cgi-bin/atdl.dll/accp/md0181/md0181.pdf>, June 20, 2004.

Shindler, J. S., R. E. Childs and W. G. Bardsley. 1976. Peroxidase from human cervical mucus, the isolation and characterization. **European J. Biochem.** 65: 325-331.

Siritunga, D. and R. T. Sayre. 2003. Generation of cyanogen – free transgenic cassava. **Planta** 217: 367-373.

- Sischo, W. M. and C. M. Burns. 1993. Field trial of four cow-side antibiotic residue screening test. **JAVMA**. 202:1249-1254.
- Stephens, S., R. A. Harkness and S. M. Cockle. 1979. Lactoperoxidase activity in guinea pig milk and saliva: Correlation in milk of lactoperoxidase activity with bacterial activity against *Escherichia coli*. **Br. J. Ext. Pathol.** 60: 252-258.
- Tenovuo, J., K. K. Makinen and G. Sievers. 1985. Antibacterial Effect of Lactoperoxidase and Myeloperoxidase Against *Bacillus cereus*. **Antimicrob. Agent and Chemother.** 27:96-101.
- Thomas, E. L. and T. M. Aune. 1978. Lactoperoxidase, peroxidase, thiocyanate antimicrobial system: correlation of sulfhydryl oxidation with antimicrobial action. **Infect. Immun.** 20:456-463.
- Van Soest, P., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597.
- Wanapat, M.. 2003. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. **Use of Cassava as Animal Feed**. Available source: [http:// www.forum.org.kh/~mekarn/proc-ass/wana3.htm](http://www.forum.org.kh/~mekarn/proc-ass/wana3.htm), September 30, 2003.
- _____, A. Petlum and O. Pimpa. 2000. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating holstein friesian crossbreds. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 13:600-604.
- _____, _____, O. Pongchompu, P. Rawlinson and W. Toburan. 2003. Effect of level of cassava hay supplementation and concentrate use on milk yield and composition. **Use of Cassava as Animal Feed**. Available source:

<http://www.forum.org.kh/~mekarn/proc-cass/wana1.htm>, September 30, 2003.

Wanapat, M., O. Pimpa, A. Petlum and U. Boontao. 1997. Cassava hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. **Livestock Research for Rural Development**.

Available source: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/2/metha92.htm>, April 4, 2004.

White, W. L. B., D. I. Arias-Garzon, J. M. McMahon and R. T. Sayre. 1998. Cyanogenesis in cassava, the role of hydroxynitrile lyase in root cyanide production. **Plant Physiol.** 116:1219-1225.

Wolfson, L. M. and S. S. Sumner. 1993. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system: A review. **J. Food Prot.** 56: 887-892.

Wray, C. and I. McLaren. 1987. A note on the effect of the lactoperoxidase systems on salmonellas *in vitro* and *in vivo*. **J. Applied Bacteriol.** 62: 115-118.

Zajac, M., J. Gladys, M. Skarzynska, G. Hänulv and L. Björck. 1983. Changes in bacteriological quality of raw milk stabilized by activation of its lactoperoxidase system and stored at different temperatures. **J. Food Prot.** 46: 1065-1068.

Zapico, P. P., G. M. DePay, M. Nuñez and M. Medina. 1991. Influence of breed, animal, and days of lactation on lactoperoxidase system component in goat milk. **J. Dairy Sci.** 74: 783-787.

ภาคผนวก

การทดลองที่ 1

ตารางผนวกที่ 1 ผลทางสถิติของความสูงของต้นมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	29681.95	29681.95	782.46	<.0001
Breed	1	21.28	21.28	0.56	0.4753
Area*Breed	1	49.81	49.81	1.31	0.2849
Error	8	303.47	37.93		
TIME	4	23110.05	5777.51	309.85	<.0001
TIME*Area	4	1434.60	358.65	19.23	<.0001
TIME*Breed	4	123.10	30.77	1.65	0.1958
TIME*Area*Breed	4	74.69	18.67	1.00	0.4212
Error (TIME)	32	596.68	18.65		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.87, SE (Area, Breed) = 1.23

SE (Area, time) = 1.94, SE (Area, Breed, time) = 2.74

ตารางผนวกที่ 2 ผลทางสถิติ น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	6984445.90	6984445.90	198.79	<.0001
Breed	1	6889.10	6889.10	0.20	0.6696
Area*Breed	1	4481.40	4481.34	0.13	0.7302
Error	8	281079.24	35134.91		
TIME	4	5383787.54	1345946.89	95.65	<.0001
TIME*Area	4	738006.47	184501.62	13.11	<.0001
TIME*Breed	4	56137.31	14034.33	1.00	0.4233
TIME*Area*Breed	4	5678.95	1419.74	0.10	0.9814
Error (TIME)	32	450313.25	14072.29		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 24.69, SE (Area, Breed) = 34.91

SE (Area, time) = 55.20, SE (Area, Breed, time) = 78.07

ตารางผนวกที่ 3 ผลทางสถิติ น้ำหนักใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	1057977.77	1057977.77	217.98	<.0001
Breed	1	288.86	288.86	0.06	0.8134
Area*Breed	1	28.14	28.14	0.01	0.9412
Error	8	38828.94	4853.62		
TIME	4	630436.61	157609.15	88.78	<.0001
TIME*Area	4	104235.33	26058.83	14.68	<.0001
TIME*Breed	4	7736.46	1934.11	1.09	0.3784
TIME*Area*Breed	4	1514.43	378.61	0.21	0.9291
Error (TIME)	32	56811.63	1775.36		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 8.93, SE (Area, Breed) = 12.625

SE (Area, time) = 19.96, SE (Area, Breed, time) = 28.23

ตารางผนวกที่ 4 ผลทางสถิติผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	121786.60	121786.60	16.16	0.0038
Breed	1	5411.10	5411.10	0.72	0.4214
Area*Breed	1	11.72	11.72	0.00	0.9695
Error	8	60288.65	7536.08		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 35.44, SE (Area, Breed) = 50.12

ตารางผนวกที่ 5 ผลทางสถิติของปริมาณวัตถุแห้งในใบและดินอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	127.30	127.30	197.61	<.0001
Breed	1	0.18	0.18	0.28	0.6141
Area*Breed	1	2.65	2.65	4.11	0.0771
Error	8	5.15	0.64		
TIME	4	31.27	7.82	12.39	<.0001
TIME*Area	4	0.44	0.11	0.17	0.9505
TIME*Breed	4	0.14	0.03	0.05	0.9941
TIME*Area*Breed	4	1.39	0.35	0.55	0.6991
Error (TIME)	32	20.20	0.63		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.15, SE (Area, Breed) = 0.21

SE (Area, time) = 0.33, SE (Area, Breed, time) = 0.46

ตารางผนวกที่ 6 ผลทางสถิติของปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห่ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	18.15	18.15	84.58	<.0001
Breed	1	0.01	0.01	0.03	0.8581
Area*Breed	1	0.20	0.20	0.93	0.3624
Error	8	1.72	0.22		
TIME	4	0.73	0.18	0.67	0.6180
TIME*Area	4	0.60	0.15	0.55	0.7020
TIME*Breed	4	0.02	0.01	0.02	0.9993
TIME*Area*Breed	4	0.23	0.07	0.21	0.9299
Error (TIME)	32	8.70	0.28		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.09, SE (Area, Breed) = 0.13

SE (Area, time) = 0.21, SE (Area, Breed, time) = 0.30

ตารางผนวกที่ 7 ผลทางสถิติของปริมาณเถ้าในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห่ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	13.95	13.95	92.62	<.0001
Breed	1	0.05	0.05	0.31	0.5909
Area*Breed	1	0.03	0.03	0.17	0.6900
Error	8	1.21	0.15		
TIME	4	3.28	0.82	7.46	0.0002
TIME*Area	4	1.29	0.32	2.93	0.0358
TIME*Breed	4	0.10	0.02	0.22	0.9257
TIME*Area*Breed	4	0.12	0.03	0.27	0.8963
Error (TIME)	32	3.51	0.11		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.06, SE (Area, Breed) = 0.09

SE (Area, time) = 0.14, SE (Area, Breed, time) = 0.20

ตารางผนวกที่ 8 ผลทางสถิติของปริมาณ NDF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูก
ต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	375.32	375.32	239.19	<.0001
Breed	1	6.38	6.38	4.07	0.0785
Area*Breed	1	0.07	0.07	0.04	0.8404
Error	8	12.55	1.57		
TIME	4	71.12	17.78	16.69	<.0001
TIME*Area	4	25.50	6.38	5.99	0.0010
TIME*Breed	4	5.31	1.33	1.25	0.3117
TIME*Area*Breed	4	1.52	0.38	0.36	0.8382
Error (TIME)	32	34.09	1.07		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.20, SE (Area, Breed) = 0.28

SE (Area, time) = 0.44, SE (Area, Breed, time) = 0.62

ตารางผนวกที่ 9 ผลทางสถิติของปริมาณ ADF ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูก
ต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	836.49	836.49	200.94	<.0001
Breed	1	0.01	0.01	0.00	0.9687
Area*Breed	1	0.45	0.45	0.11	0.7516
Error	8	33.30	4.16		
TIME	4	113.18	28.29	58.63	<.0001
TIME*Area	4	57.19	14.30	29.63	<.0001
TIME*Breed	4	0.85	0.21	0.44	0.7800
TIME*Area*Breed	4	0.79	0.20	0.41	0.8025
Error (TIME)	32	15.44	0.49		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.20, SE (Area, Breed) = 0.29

SE (Area, time) = 0.45, SE (Area, Breed, time) = 0.64

ตารางผนวกที่ 10 ผลทางสถิติของปริมาณโปรตีนของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์
ที่ปลูกต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	30.63	30.63	90.64	<.0001
Breed	1	0.24	0.24	0.72	0.4206
Area*Breed	1	0.02	0.02	0.05	0.8269
Error	8	2.70	0.34		
TIME	4	0.93	0.23	0.45	0.7703
TIME*Area	4	0.44	0.11	0.21	0.9282
TIME*Breed	4	1.22	0.31	0.59	0.6718
TIME*Area*Breed	4	0.20	0.05	0.10	0.9833
Error (TIME)	32	16.53	0.52		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 0.13, SE (Area, Breed) = 0.18

SE (Area, time) = 0.28, SE (Area, Breed, time) = 0.40

ตารางผนวกที่ 11 ผลทางสถิติผลผลิตโปรตีน/ไร่ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูก
ต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	32615.06	32615.06	182.13	<.0001
Breed	1	18.39	18.39	0.10	0.7568
Area*Breed	1	0.53	0.53	0.00	0.9580
Error	8	1432.63	179.08		
TIME	4	23437.35	5859.34	81.35	<.0001
TIME*Area	4	3432.89	858.22	11.92	<.0001
TIME*Breed	4	420.43	105.11	1.46	0.2376
TIME*Area*Breed	4	62.78	15.70	0.22	0.9265
Error (TIME)	32	2304.91	72.03		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 1.77, SE (Area, Breed) = 2.50

SE (Area, time) = 3.95, SE (Area, Breed, time) = 5.58

ตารางผนวกที่ 12 ผลทางสถิติปริมาณไชยาไนต์ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังสด 2 พันธุ์ ที่ปลูก
ต่างพื้นที่กัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	7188830.05	7188830.05	142.28	<.0001
Breed	1	29404.47	29404.47	0.58	0.4674
Area*Breed	1	93221.68	93221.68	1.85	0.2114
Error	8	404210.19	50526.27		
TIME	4	3355233.03	838808.26	11.92	<.0001
TIME*Area	4	1456394.81	364098.70	5.18	0.0025
TIME*Breed	4	233317.21	58329.30	0.83	0.5165
TIME*Area*Breed	4	121508.46	30377.11	0.43	0.7846
Error (TIME)	32	2251031.64	70344.74		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 47.04, SE (Area, Breed) = 66.52

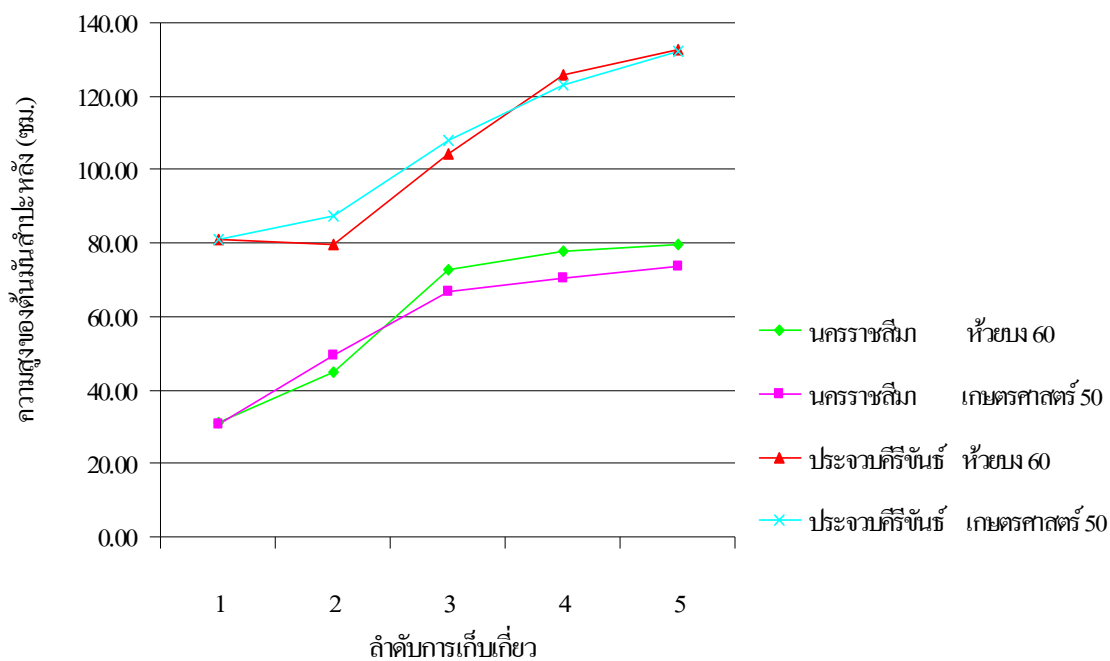
SE (Area, time) = 105.18321, SE (Area, Breed, time) = 148.75

ตารางผนวกที่ 13 ผลทางสถิติปริมาณไชยาไนต์ของใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูก
ต่างพื้นที่กัน

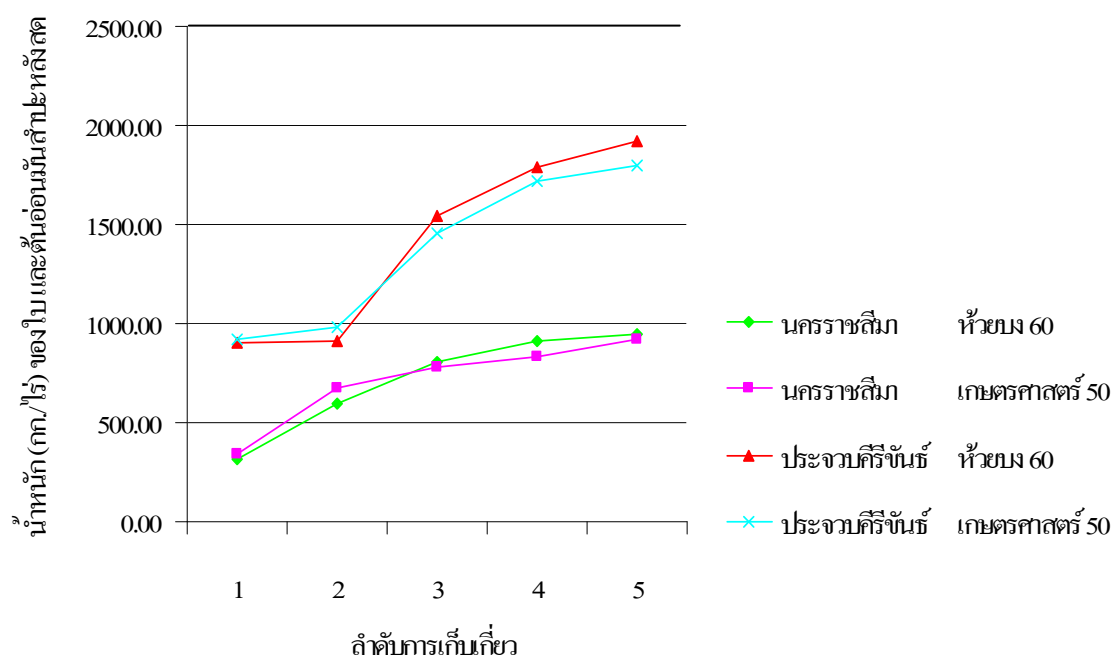
SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Area	1	2775.76	2775.76	7.71	0.0240
Breed	1	0.24	0.24	0.00	0.9799
Area*Breed	1	2.36	2.36	0.01	0.9375
Error	8	2878.94	359.87		
TIME	4	1276.72	319.18	1.63	0.1911
TIME*Area	4	638.09	159.52	0.81	0.5256
TIME*Breed	4	63.85	15.96	0.08	0.9875
TIME*Area*Breed	4	103.18	25.80	0.13	0.9697
Error (TIME)	32	6270.13	195.94		

หมายเหตุ n = 12, SE (Area) = 2.76, SE (Area, Breed) = 3.90

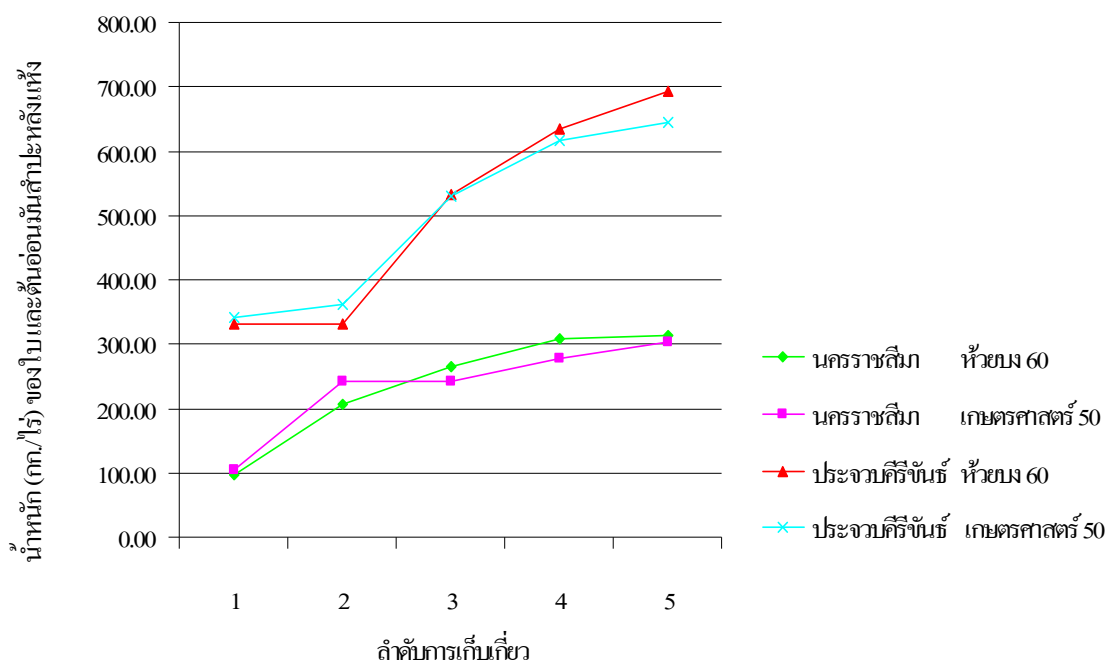
SE (Area, time) = 6.17, SE (Area, Breed, time) = 8.73



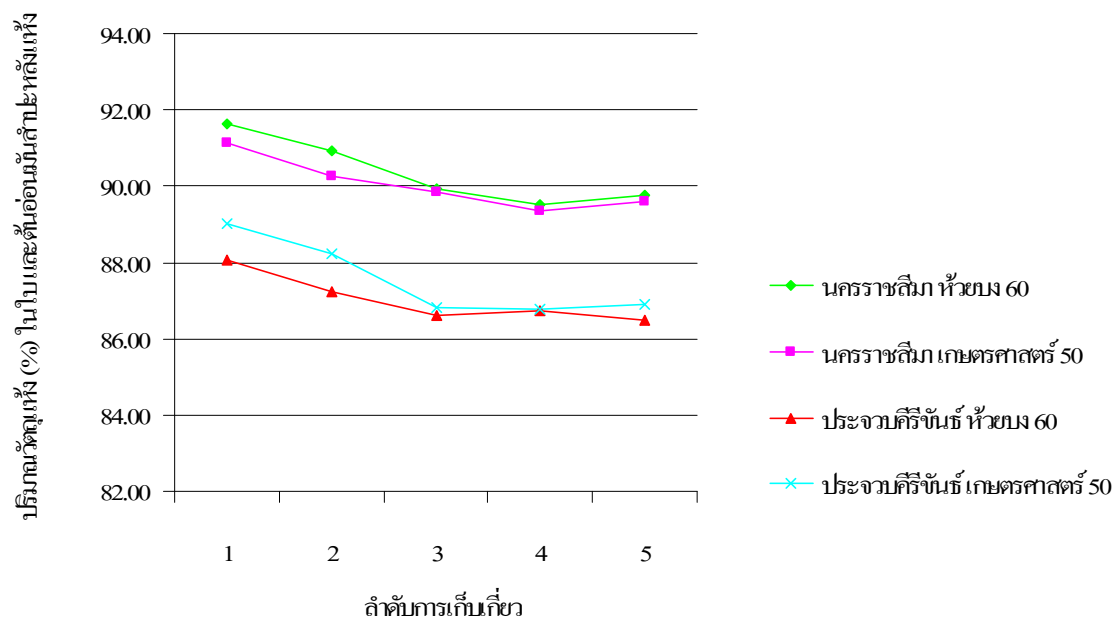
ภาพผนวกที่ 1 ความสูงของต้นมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่
จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



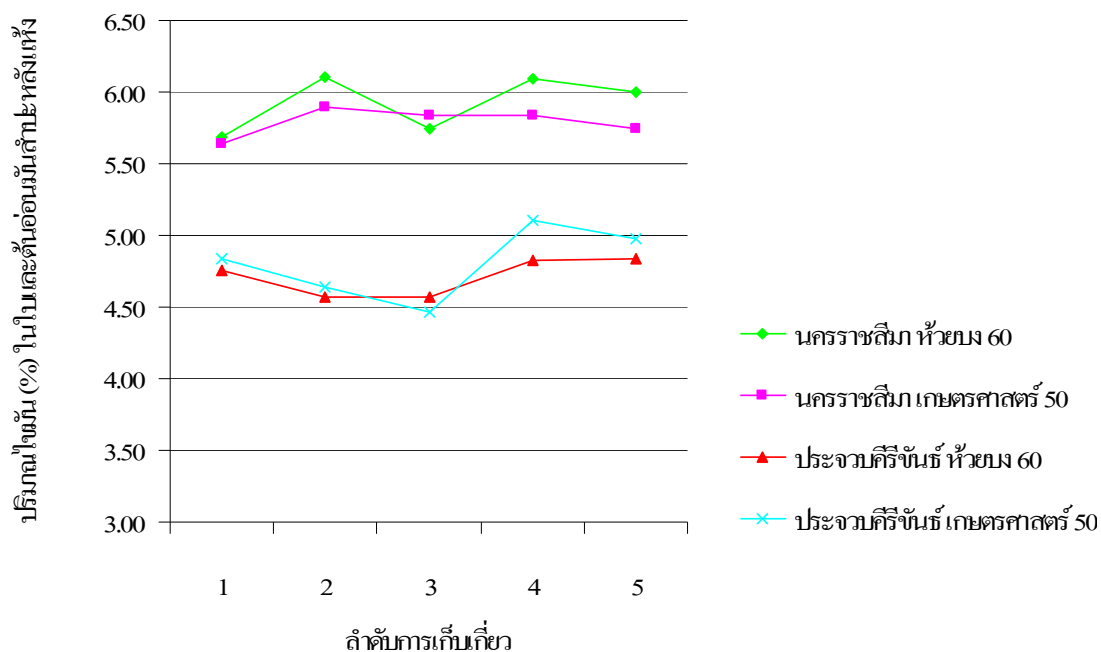
ภาพผนวกที่ 2 น้ำหนัก (กก./ไร่) ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังสดพันธุ์ห้วยบง 60 และ
เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



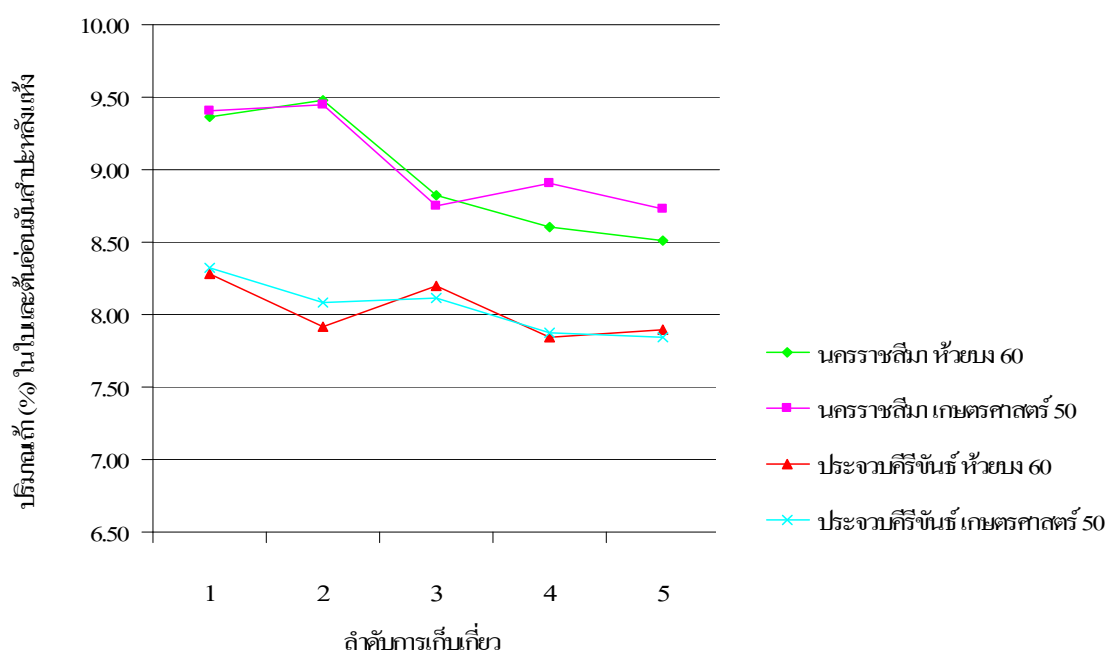
ภาพผนวกที่ 3 น้ำหนัก (กก./ไร่) ของใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



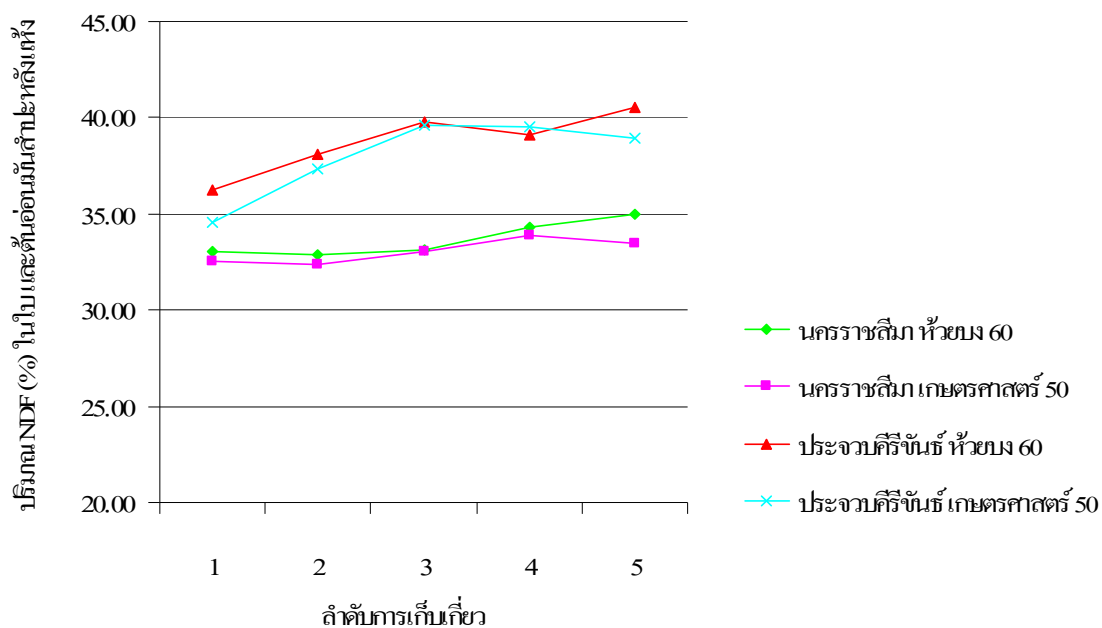
ภาพผนวกที่ 4 ปริมาณวัตถุแห้งในใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



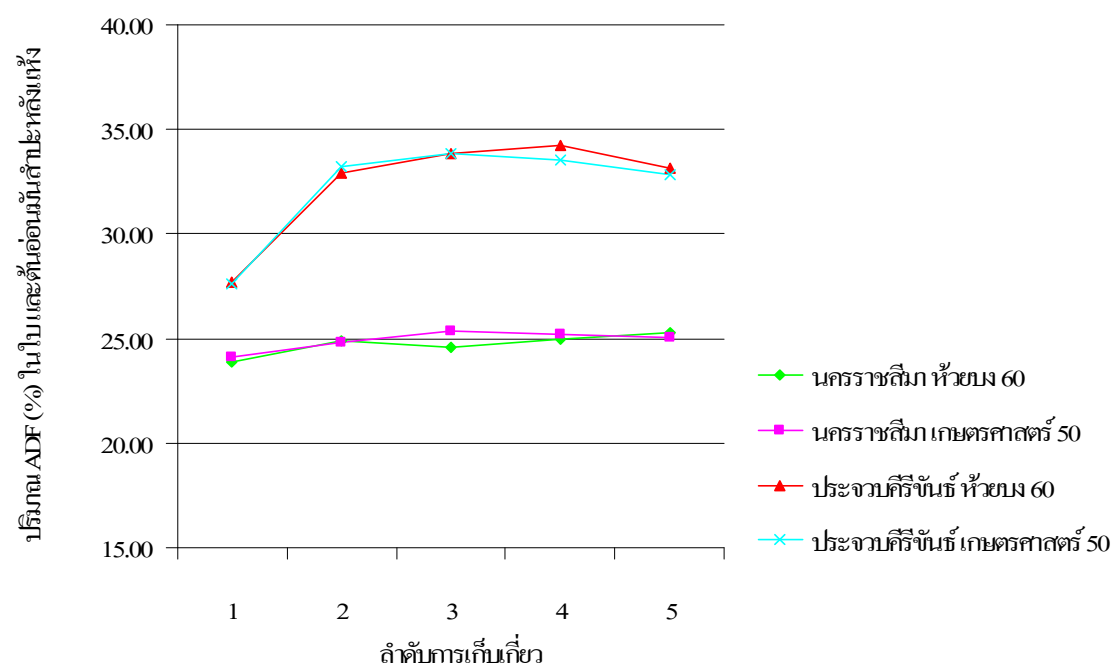
ภาพผนวกที่ 5 ปริมาณไขมันในใบและต้นอ่อนมันลำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



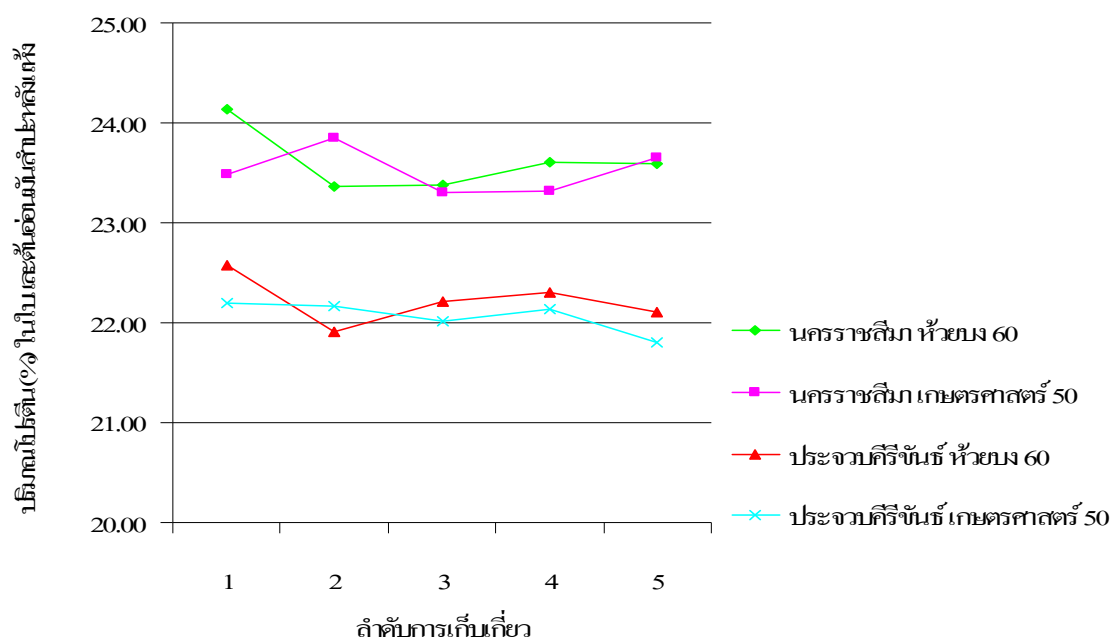
ภาพผนวกที่ 6 ปริมาณเถ้าในใบ และต้นอ่อนมันลำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



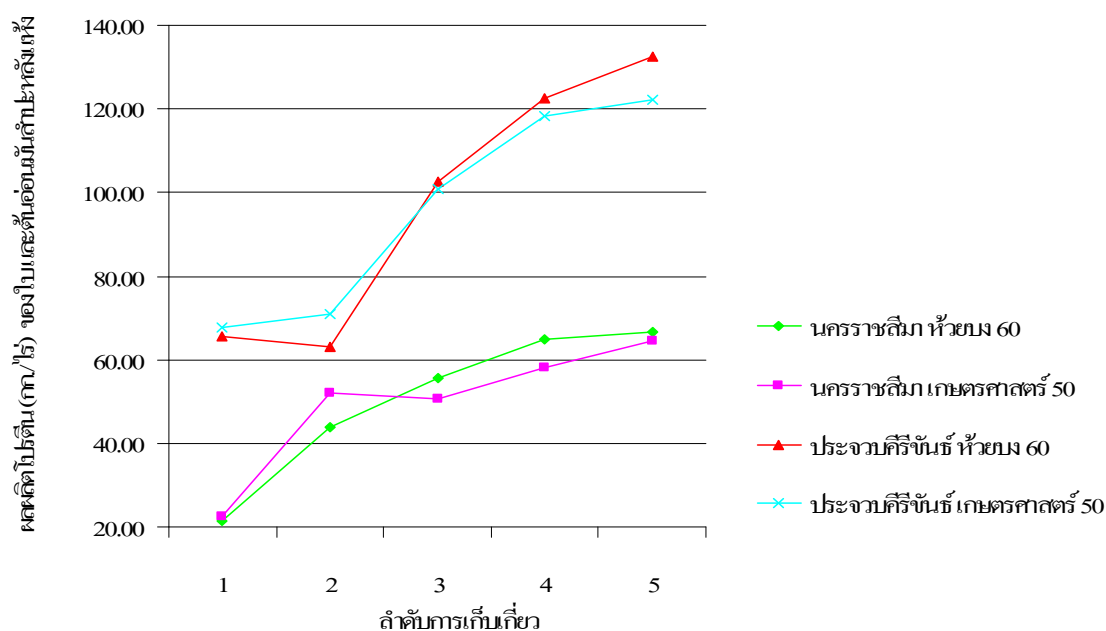
ภาพผนวกที่ 7 ปริมาณ NDF ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



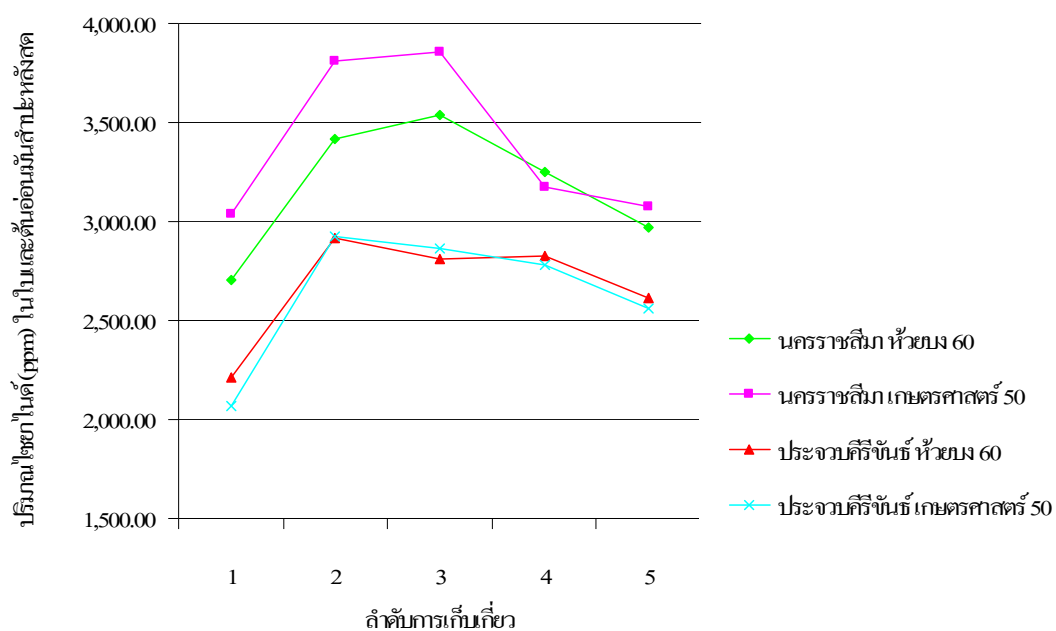
ภาพผนวกที่ 8 ปริมาณ ADF ในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



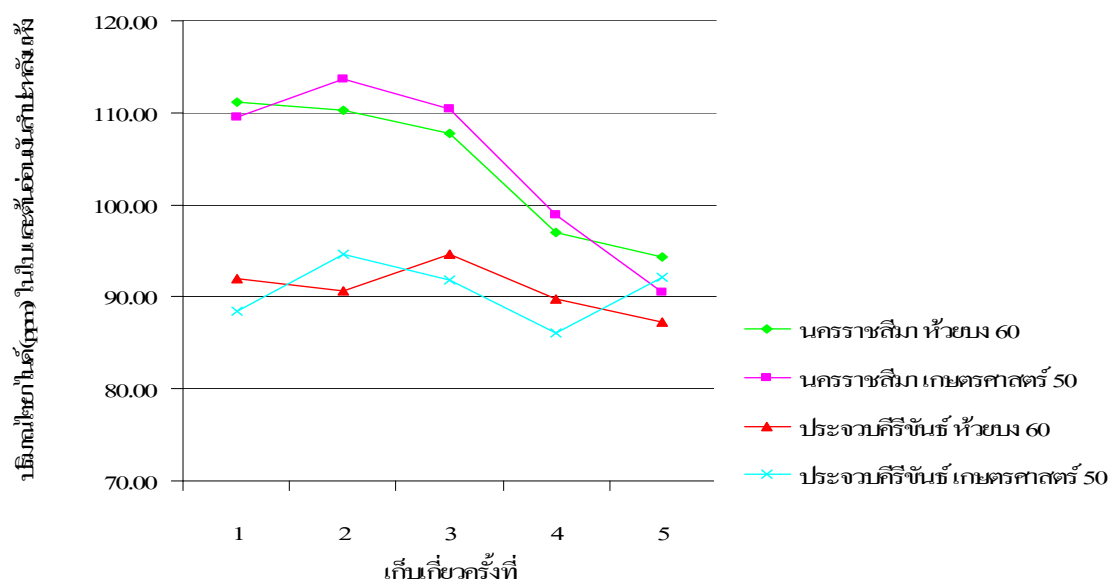
ภาพผนวกที่ 9 ปริมาณโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



ภาพผนวกที่ 10 ผลผลิตโปรตีนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



ภาพผนวกที่ 11 ปริมาณไนโตรเจนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์



ภาพผนวกที่ 12 ปริมาณไนโตรเจนในใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และ เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์

การทดลองที่ 2

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเทในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	102855.43	51427.71	38.97	0.0004
SCN Level	3	25934.58	8644.86	6.55	0.0254
Error	6	7918.21	1319.70		
TIME	4	1394783.31	348695.83	275.77	<.0001
TIME*Block	8	380647.35	47580.92	37.63	<.0001
TIME* SCN Level	12	90262.01	7521.83	5.95	0.0001
Error (TIME)	24	30346.58	1264.44		

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเทในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	7923.05	3961.53	77.04	<.0001
SCN Level	3	6104.74	2034.92	39.57	0.0002
Error	6	308.54	51.42		
TIME	4	428740.47	107185.12	2012.87	<.0001
TIME*Block	8	18191.92	2273.99	42.70	<.0001
TIME* SCN Level	12	20549.22	1712.44	32.16	<.0001
Error (TIME)	24	1278.00	53.25		

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์สถิติจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเท ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	523.97	261.99	51.46	0.0002
SCN Level	3	103.70	34.57	6.79	0.0235
Error	6	30.55	5.09		
TIME	4	59060.95	14765.24	3519.19	<.0001
TIME*Block	8	2033.82	254.23	60.59	<.0001
TIME* SCN Level	12	288.77	24.06	5.74	0.0001
Error (TIME)	24	100.70	4.20		

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์สถิติจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเท ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	61.99	31.00	5.23	0.0484
SCN Level	3	666.56	222.19	37.52	0.0003
Error	6	35.53	5.92		
TIME	4	82896.21	20724.05	2843.90	<.0001
TIME*Block	8	147.05	18.38	2.52	0.0379
TIME* SCN Level	12	1992.49	166.04	22.79	<.0001
Error (TIME)	24	174.89	7.29		

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์สถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เดิมสารไซโอไซยานนท์
ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	167590.36	83795.18	2263.63	<.0001
SCN Level	3	543.37	181.12	4.89	0.0472
Error	6	222.11	37.02		
TIME	4	15348.92	3837.23	231.96	<.0001
TIME*Block	8	779.18	97.40	5.89	0.0003
TIME* SCN Level	12	198.38	16.53	1.00	0.4782
Error (TIME)	24	397.02	16.54		

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์สถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เดิมสารไซโอไซยานนท์ ใน
ระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

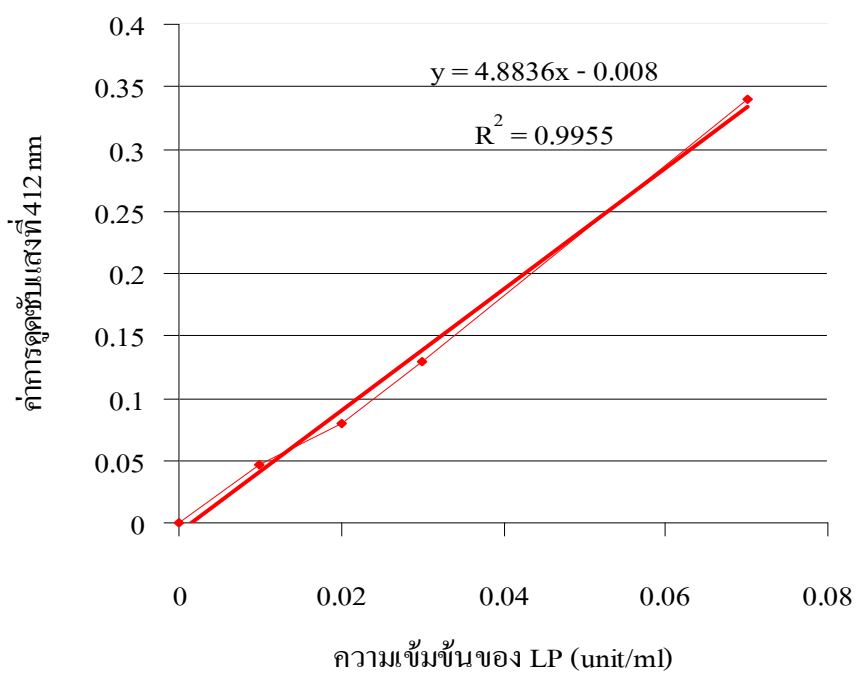
SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	3.78	1.89	838.31	<.0001
SCN Level	3	0.07	0.02	9.62	0.0104
Error	6	0.01	0.00		
TIME	4	11.25	2.81	432.10	<.0001
TIME*Block	8	0.23	0.03	4.35	0.0024
TIME* SCN Level	12	0.17	0.01	2.13	0.0558
Error (TIME)	24	0.16	0.01		

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์สถิติจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเท
ในระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

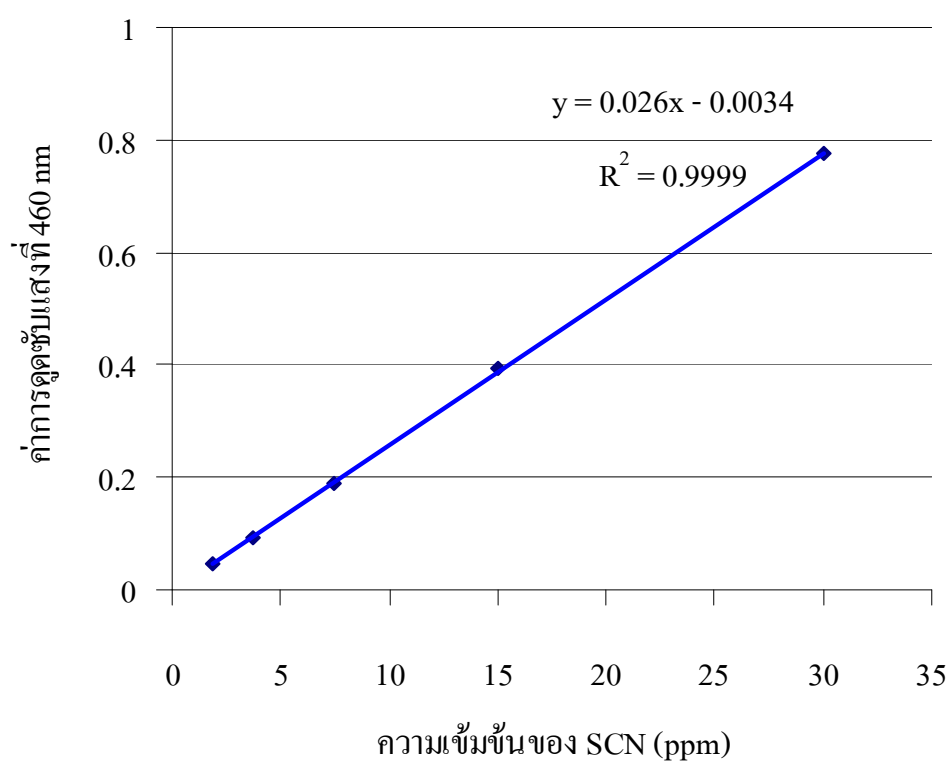
SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	68.81	34.40	18.66	0.0027
SCN Level	3	4.68	1.56	0.85	0.5171
Error	6	11.06	1.84		
TIME	4	342.13	85.53	159.15	<.0001
TIME*Block	8	6.30	0.79	1.46	0.2217
TIME* SCN Level	12	3.59	0.30	0.56	0.8548
Error (TIME)	24	12.90	0.54		

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์สถิติจำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบที่เดิมสารโซโอไซยานเท ใน
ระดับต่างกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

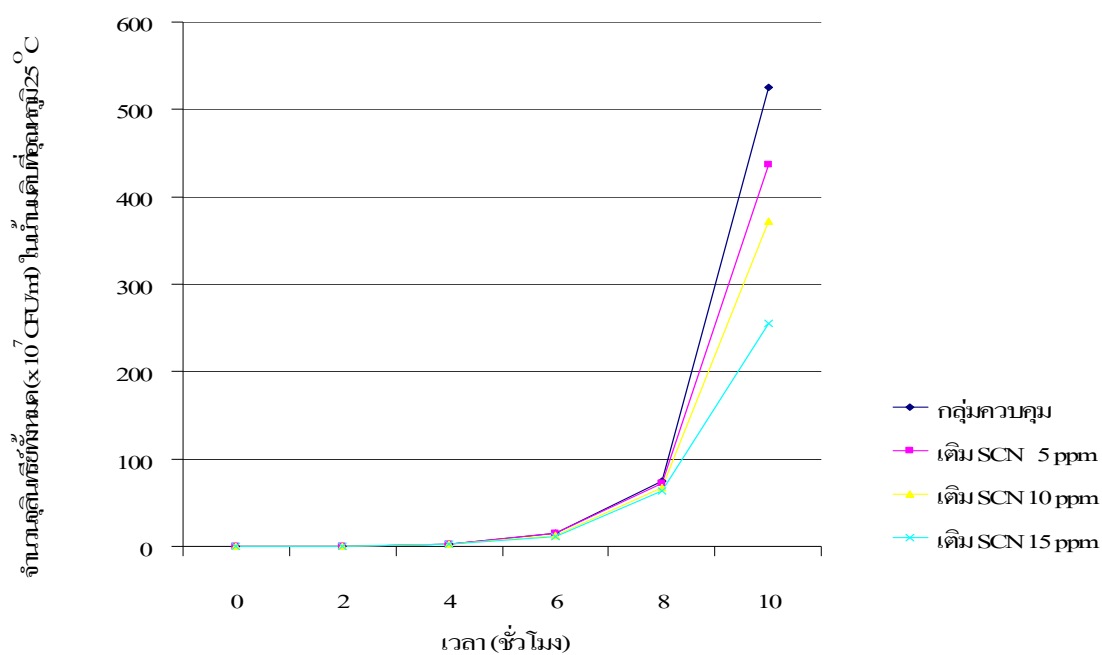
SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	3291.60	1645.80	12.35	0.0075
SCN Level	3	418.95	139.65	1.05	0.4373
Error	6	799.70	133.28		
TIME	4	4715.58	1178.90	221.82	<.0001
TIME*Block	8	54.32	6.79	1.28	0.3008
TIME* SCN Level	12	147.55	12.30	2.31	0.0388
Error (TIME)	24	127.55	5.31		



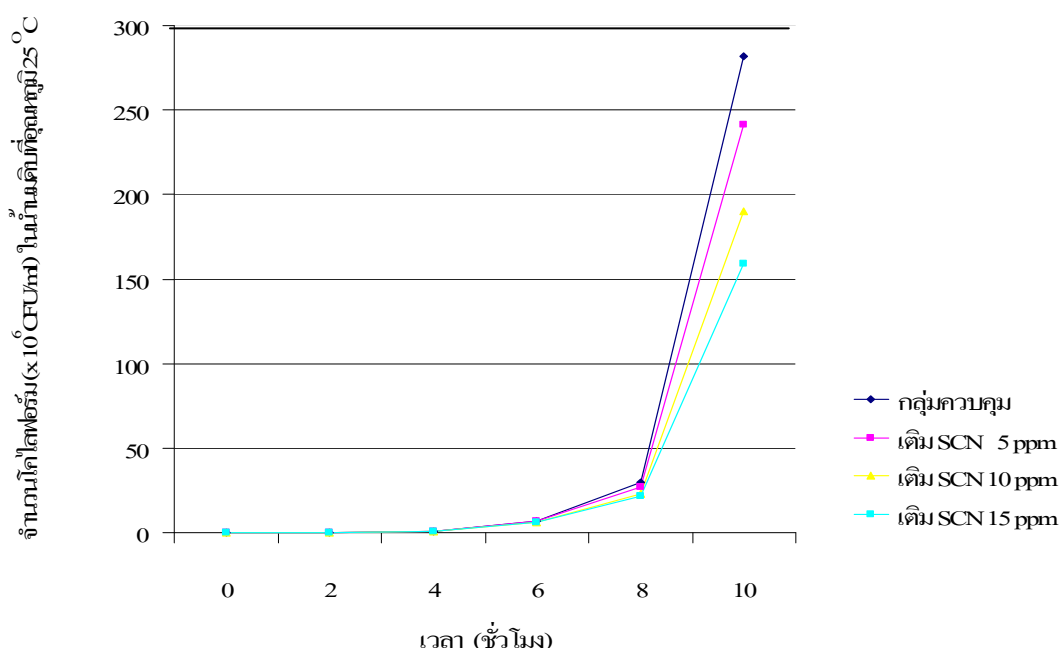
ภาพผนวกที่ 13 standard curve ของเอนไซม์แลคโตเพอร์ออกซิเดส



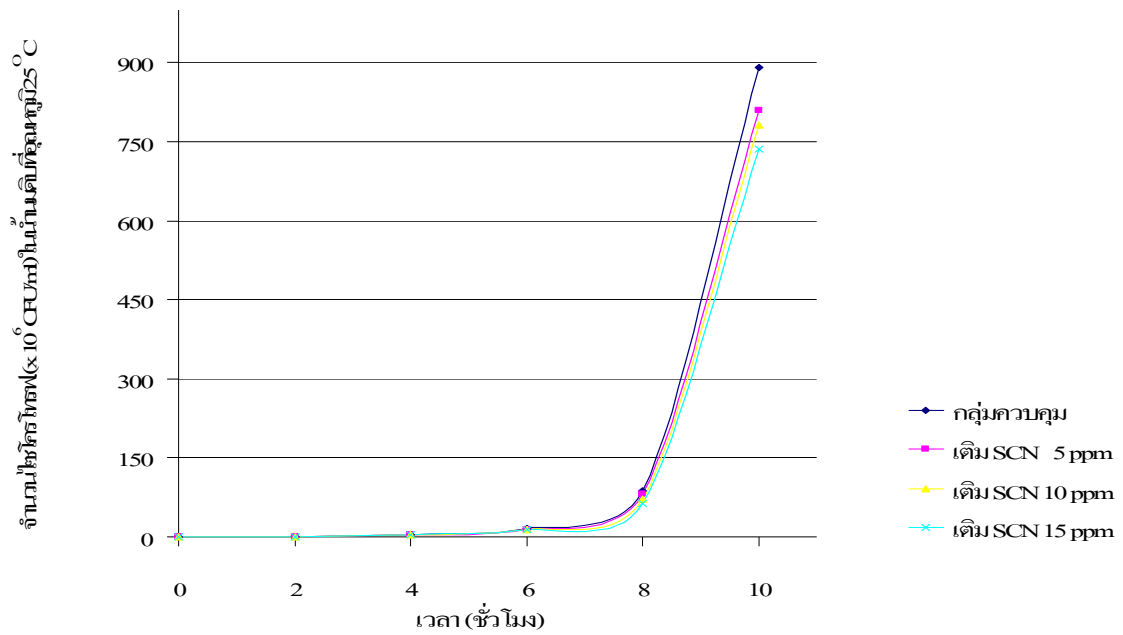
ภาพผนวกที่ 14 standard curve ของสารไซโอไซยานท์



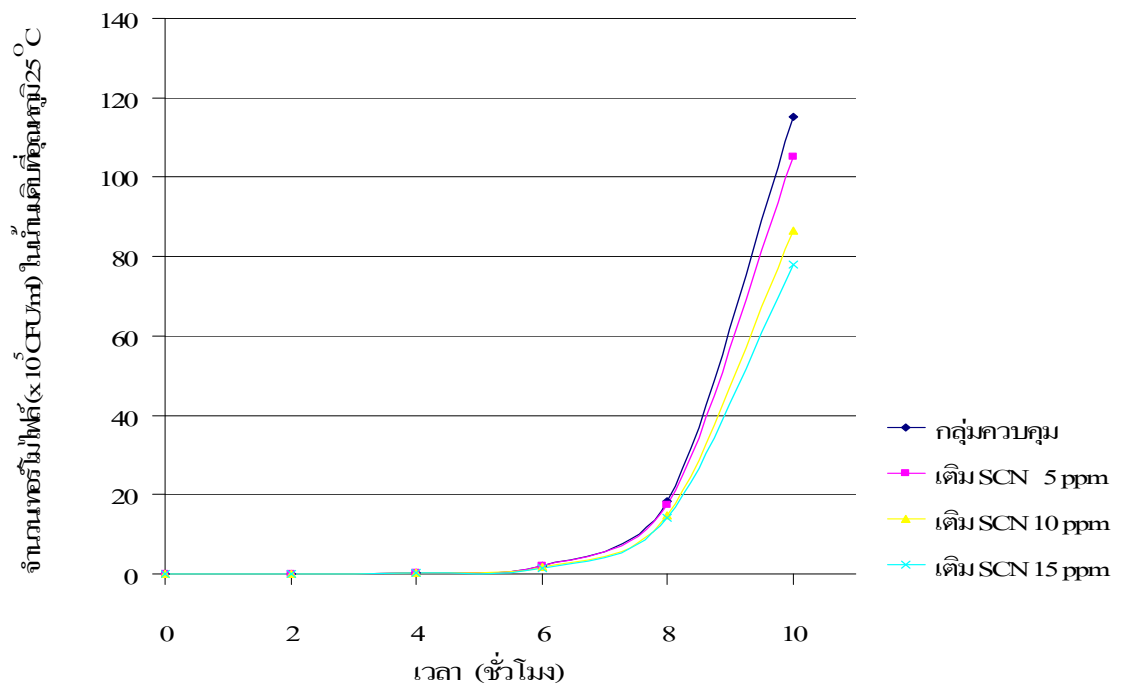
ภาพผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเนท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



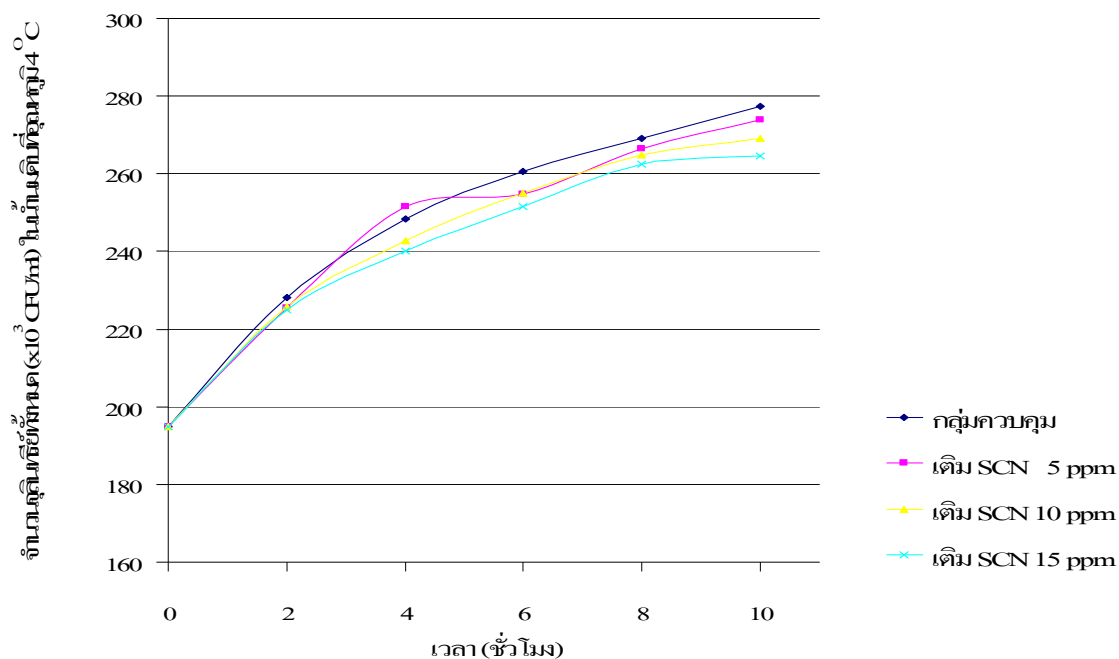
ภาพผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเนทที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



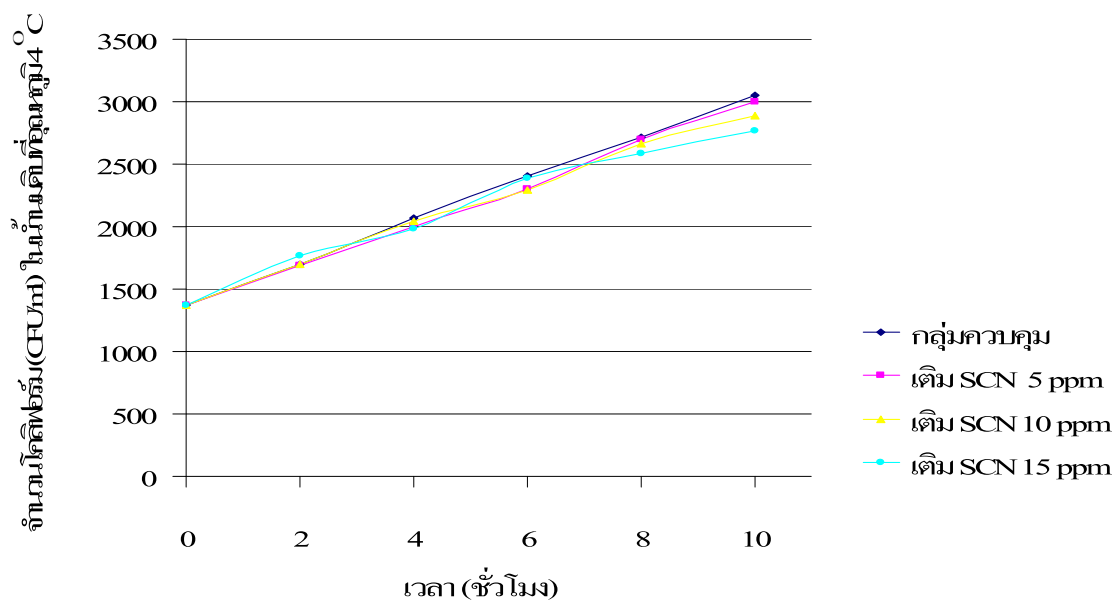
ภาพผนวกที่ 17 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



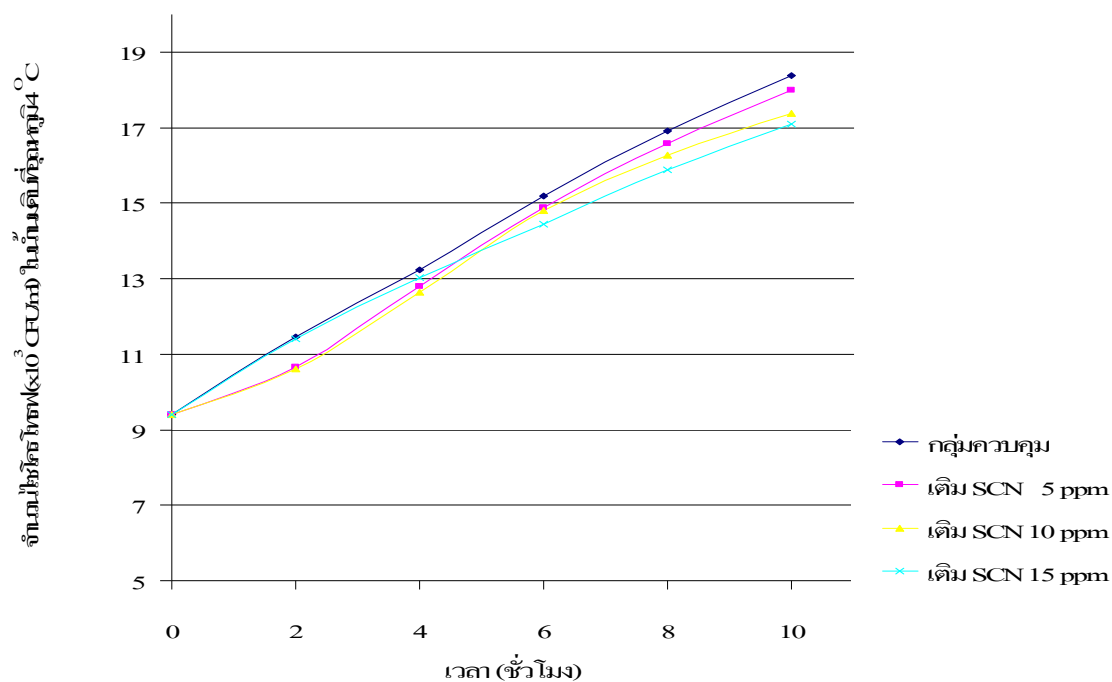
ภาพผนวกที่ 18 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานาท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



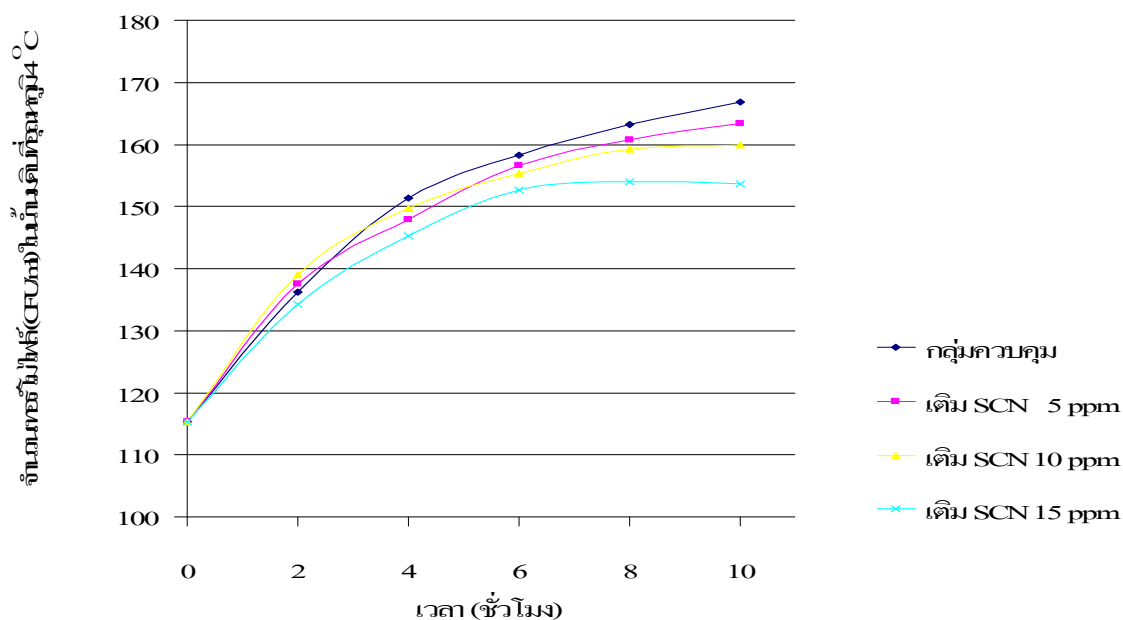
ภาพผนวกที่ 19 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเนทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพผนวกที่ 20 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเนทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพผนวกที่ 21 การเปลี่ยนแปลงจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพผนวกที่ 22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเทอร์โมไฟล์ ในน้ำนมดิบที่เติมสารโซโอไซยานเทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 3

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อนมัน
สำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	124.79	41.60	9.76	0.0034
Treatment	3	5.29	1.76	0.41	0.7471
Error	9	38.35	4.26		
TIME	3	3.36	1.12	3.19	0.0394
TIME*Block	9	3.12	0.35	0.99	0.4723
TIME*Treatment	9	3.19	0.35	1.01	0.4552
Error (TIME)	27	9.47	0.35		

หมายเหตุ SE = 0.96

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไขมันในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้นอ่อน
มันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	2.31	0.77	2.41	0.1341
Treatment	3	0.68	0.23	0.71	0.5703
Error	9	2.87	0.32		
TIME	3	1.99	0.67	3.41	0.0318
TIME*Block	9	1.17	0.13	0.67	0.7306
TIME*Treatment	9	1.08	0.12	0.61	0.7757
Error (TIME)	27	5.28	0.19		

หมายเหตุ SE = 0.25

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณโปรตีนในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้น
อ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	0.26	0.09	3.63	0.0578
Treatment	3	0.15	0.05	2.15	0.1640
Error	9	0.21	0.02		
TIME	3	0.04	0.01	0.79	0.5083
TIME*Block	9	0.07	0.01	0.49	0.8691
TIME*Treatment	9	0.11	0.01	0.71	0.6919
Error (TIME)	27	0.46	0.02		

หมายเหตุ SE = 0.07

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณแลกโตสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและต้น
อ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	0.60	0.20	2.01	0.1831
Treatment	3	0.14	0.05	0.47	0.7116
Error	9	0.90	0.10		
TIME	3	0.43	0.14	19.79	<.0001
TIME*Block	9	0.09	0.01	1.40	0.2378
TIME*Treatment	9	0.07	0.01	1.00	0.4601
Error (TIME)	27	0.19	0.01		

หมายเหตุ SE = 0.20

ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเนื้อมันไม่รวมมันเนยในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริม
ใบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	0.28	0.09	1.23	0.3534
Treatment	3	0.11	0.04	0.49	0.7008
Error	9	0.68	0.08		
TIME	3	0.42	0.14	5.84	0.0033
TIME*Block	9	0.40	0.04	1.85	0.1041
TIME*Treatment	9	0.24	0.03	1.10	0.3969
Error (TIME)	27	0.65	0.02		

หมายเหตุ SE = 0.10

ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเนื้อมันทั้งหมดในนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและ
ต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	8.65	2.88	2.60	0.1164
Treatment	3	3.35	1.16	1.01	0.4336
Error	9	9.98	1.11		
TIME	3	6.36	2.12	3.75	0.0226
TIME*Block	9	1.74	0.19	0.34	0.9523
TIME*Treatment	9	4.19	0.47	0.82	0.5999
Error (TIME)	27	15.25	0.57		

หมายเหตุ SE = 0.29

ตารางผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและ
ดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	120732.17	40244.06	0.33	0.8062
Treatment	3	727317.17	242439.06	1.97	0.1893
Error	9	1108421.64	123157.96		
TIME	3	84579.30	28193.10	1.46	0.2463
TIME*Block	9	175321.02	19480.11	1.01	0.4549
TIME*Treatment	9	321365.52	35707.28	1.86	0.1036
Error (TIME)	27	519689.92	19247.78		

หมายเหตุ SE = 100.11

ตารางผนวกที่ 29 การวิเคราะห์สถิติปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริม
ไบ และดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	3.25	1.08	1.54	0.2694
Treatment	3	7.47	2.49	3.55	0.0610
Error	9	6.32	0.70		
TIME	3	0.94	0.31	0.30	0.8278
TIME*Block	9	5.11	0.57	0.54	0.8352
TIME*Treatment	9	7.47	0.83	0.78	0.6324
Error (TIME)	27	28.58	1.09		

หมายเหตุ SE = 0.47

ตารางผนวกที่ 30 การวิเคราะห์สถิติปริมาณไฮโดรไลซายเนทในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบ และ
ดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	3.34	1.11	1.06	0.4132
Treatment	3	833.75	277.92	264.84	<.0001
Error	9	9.44	1.05		
TIME	3	0.72	0.24	0.27	0.8463
TIME*Block	9	12.23	1.36	1.54	0.1858
TIME*Treatment	9	2.37	0.26	0.30	0.9691
Error (TIME)	27	23.89	0.88		

หมายเหตุ SE = 0.50

ตารางผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบ
และดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	23002.20	7667.40	2.23	0.1542
Treatment	3	162050.39	54016.80	15.70	0.0006
Error	9	30965.02	3440.56		
TIME	3	54111.68	18037.22	9.70	0.0002
TIME*Block	9	40116.98	4457.44	2.40	0.0383
TIME*Treatment	9	23059.80	2562.20	1.38	0.2466
Error (TIME)	27	50225.17	1860.19		

หมายเหตุ SE = 27.42

ตารางผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบ
ต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	534.38	178.13	2.44	0.1310
Treatment	3	23971.88	7990.62	109.59	<.0001
Error	9	656.25	72.92		
TIME	3	259.38	86.46	0.35	0.7884
TIME*Block	9	1731.26	192.36	0.78	0.6344
TIME*Treatment	9	1256.26	139.58	0.57	0.8113
Error (TIME)	27	6640.63	245.95		

หมายเหตุ SE = 7.06

ตารางผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบ
และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	142.85	47.62	0.54	0.6682
Treatment	3	13852.80	4617.60	52.14	<.0001
Error	9	797.12	88.57		
TIME	3	154.06	51.35	0.36	0.7826
TIME*Block	9	257.26	28.58	0.20	0.9921
TIME*Treatment	9	89.53	9.95	0.07	0.9999
Error (TIME)	27	3855.62	142.80		

หมายเหตุ SE = 5.13

ตารางผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนเทอร์โมไฟลีนในน้ำมันดิบของแม่โคที่เสริมใบ และ
ดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	237.50	79.17	0.96	0.4517
Treatment	3	22203.13	7401.04	89.94	<.0001
Error	9	740.63	82.29		
TIME	3	253.13	84.38	1.24	0.3132
TIME*Block	9	353.13	39.24	0.58	0.8028
TIME*Treatment	9	175.00	19.44	0.29	0.9727
Error (TIME)	27	1831.25	67.82		

หมายเหตุ SE = 4.06

ตารางผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเอนไซม์ SGOT ในเลือดของแม่โคที่เสริมใบ และ
ดินอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

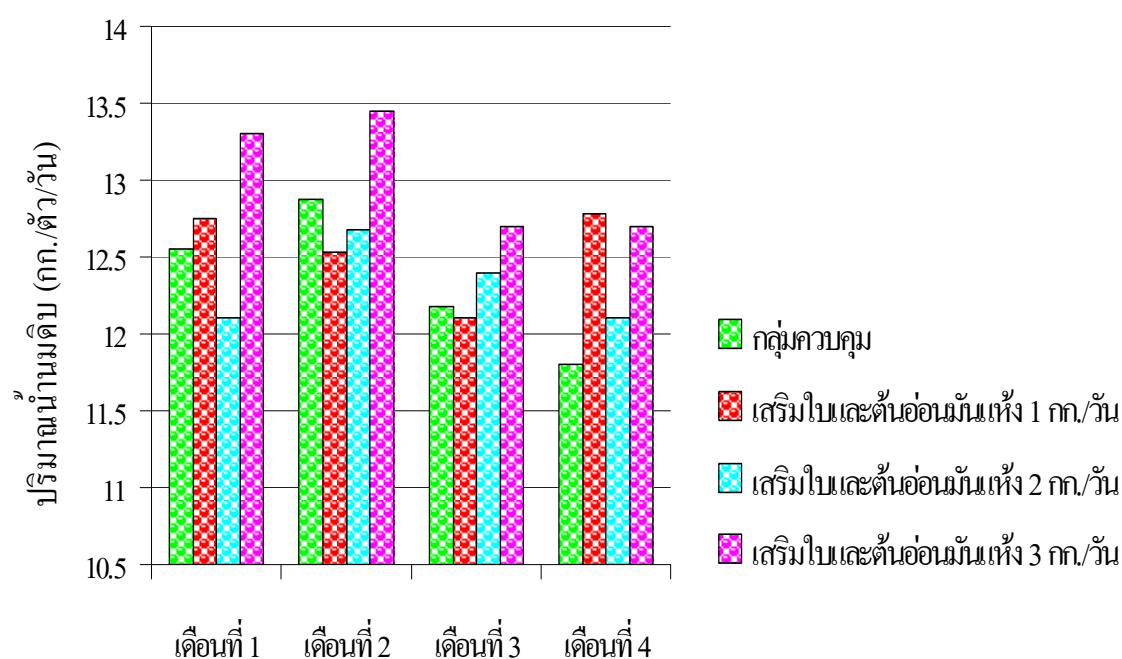
SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	394.27	131.42	2.96	0.0901
Treatment	3	73.44	24.48	0.55	0.6597
Error	9	399.38	44.38		
TIME	3	2582.44	860.81	25.70	<.0001
TIME*Block	9	502.78	55.87	1.67	0.1461
TIME*Treatment	9	325.65	36.18	1.08	0.4081
Error (TIME)	27	904.18	33.49		

หมายเหตุ SE = 2.11

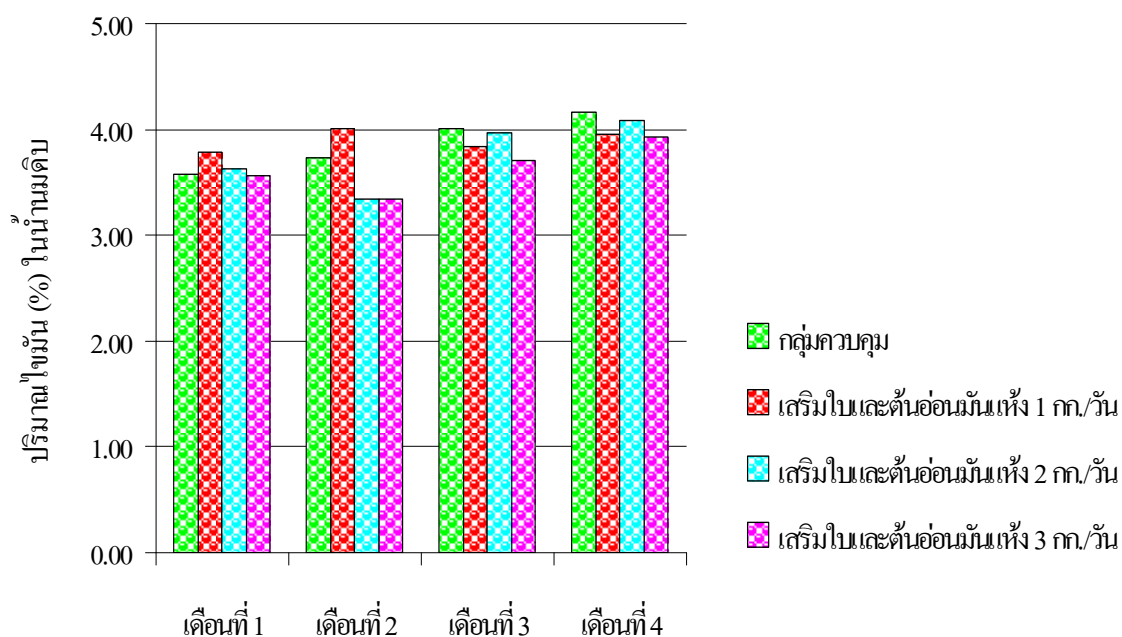
ตารางผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเอนไซม์ SGPT ในเลือดของแม่โคที่เสริมไบ และ
 ดันอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน 4 ระดับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	3	4.53	1.51	0.30	0.8220
Treatment	3	13.42	4.47	0.90	0.4777
Error	9	44.68	4.96		
TIME	3	6.41	2.14	2.20	0.1117
TIME*Block	9	9.27	1.03	1.06	0.4236
TIME*Treatment	9	5.25	0.58	0.60	0.7867
Error (TIME)	27	26.29	0.97		

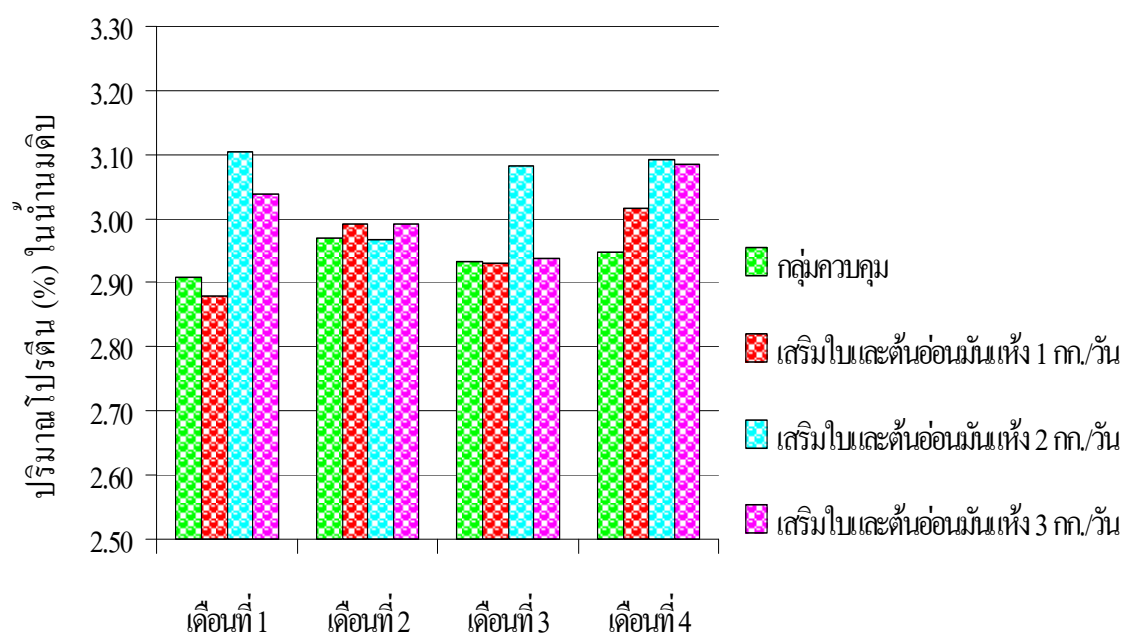
หมายเหตุ SE = 0.66



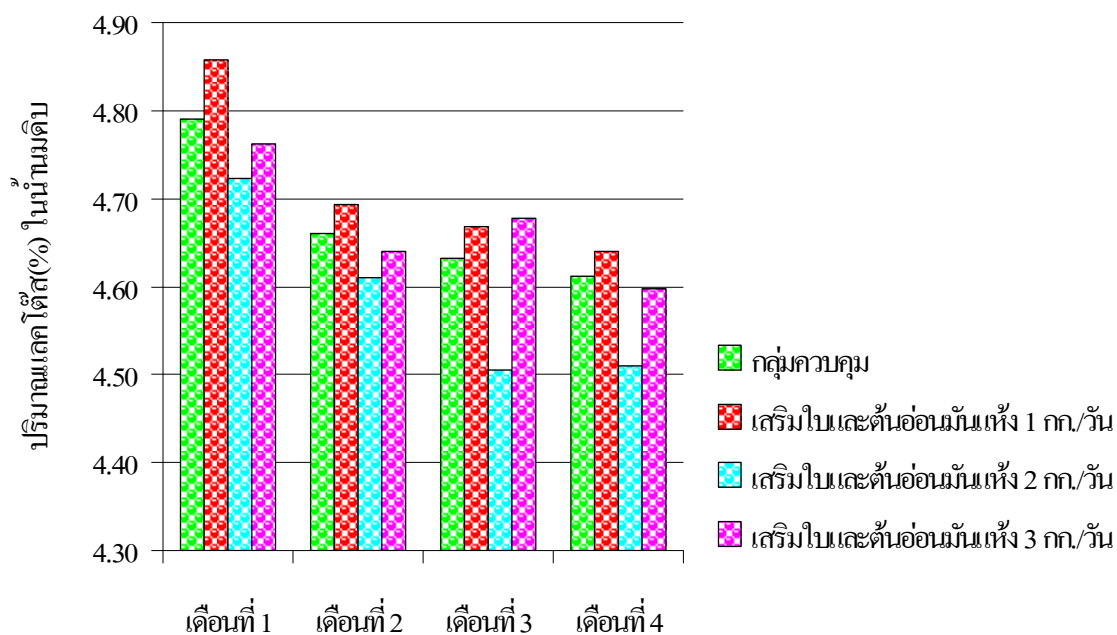
ภาพผนวกที่ 23 ปริมาณน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและดันอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับ
 ต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



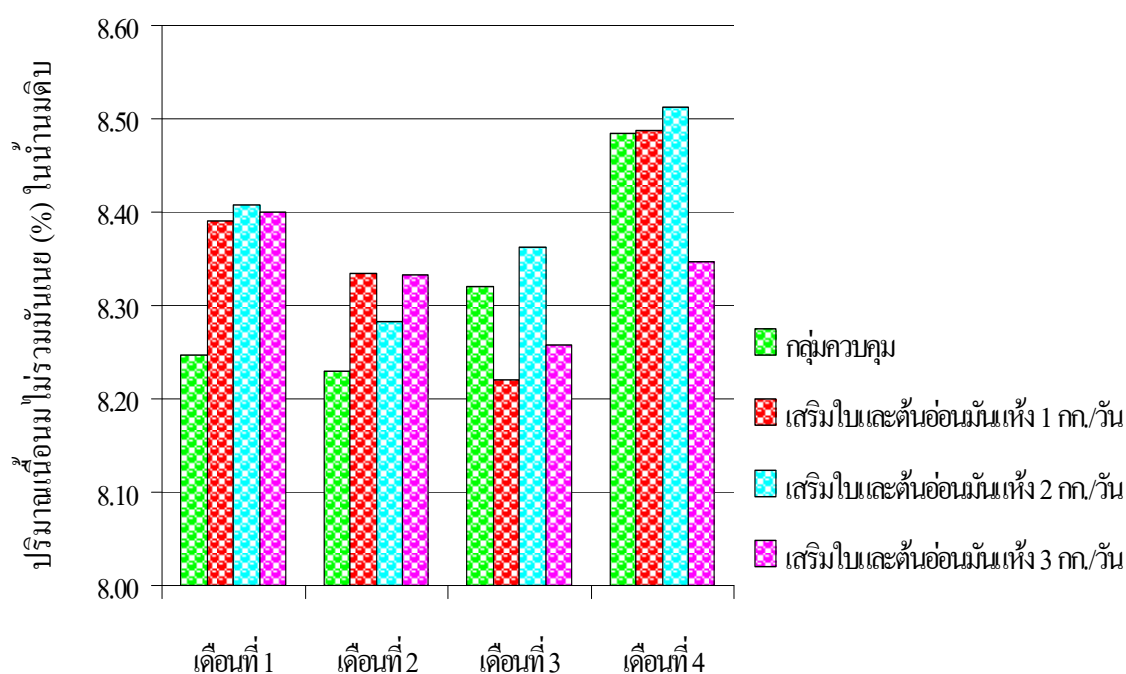
ภาพผนวกที่ 24 ปริมาณไขมันในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและตับอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



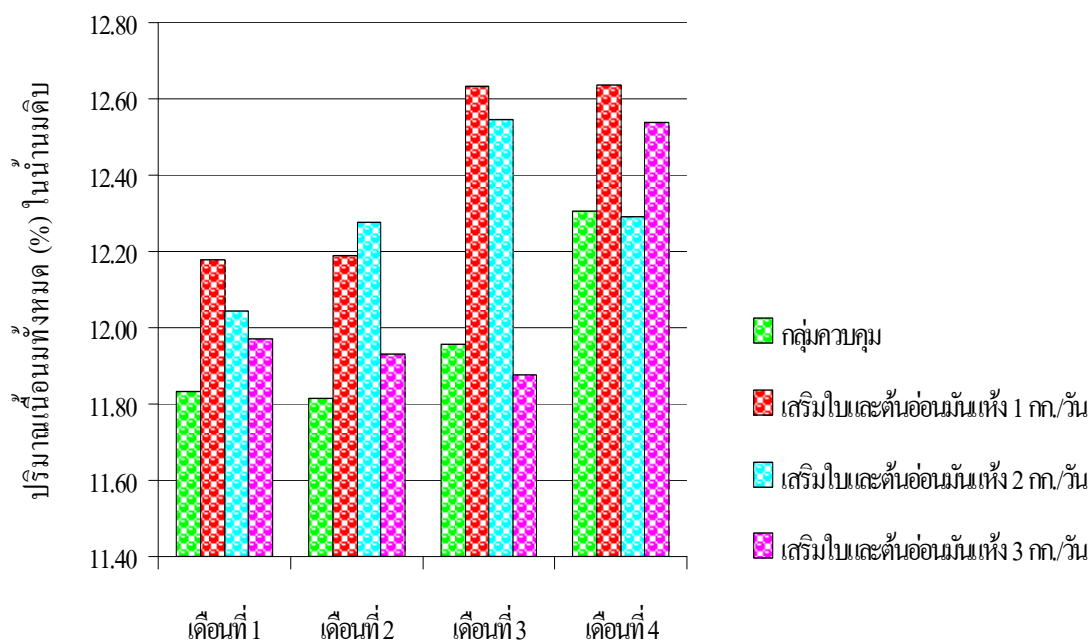
ภาพผนวกที่ 25 ปริมาณโปรตีนในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบและตับอ่อนมันสำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



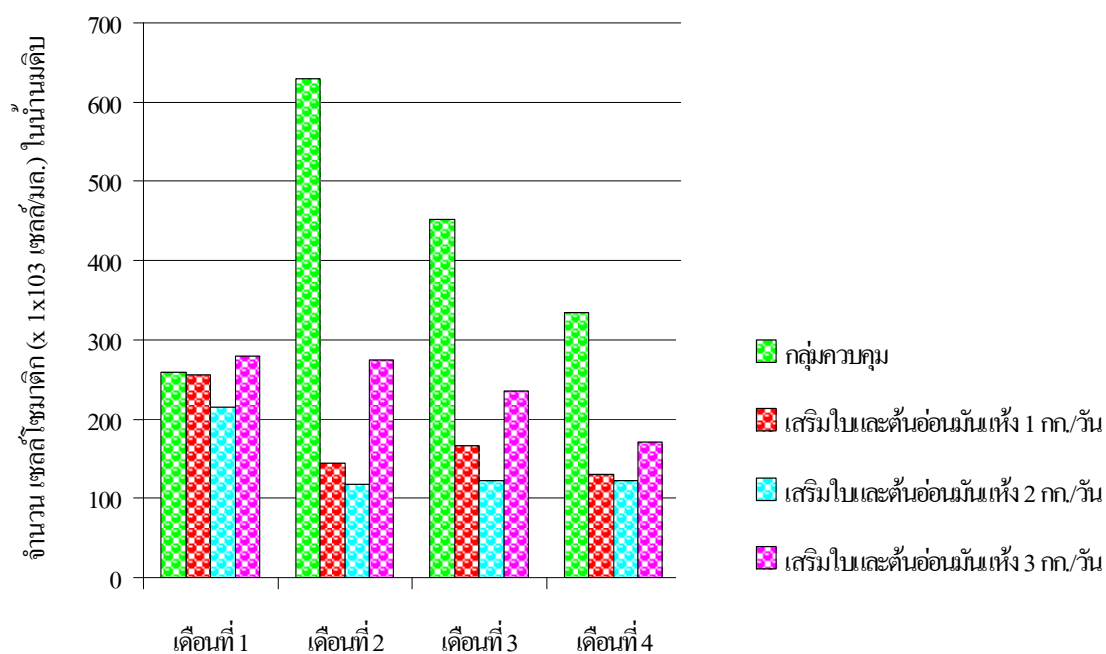
ภาพผนวกที่ 26 ปริมาณแลคโตสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง ในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



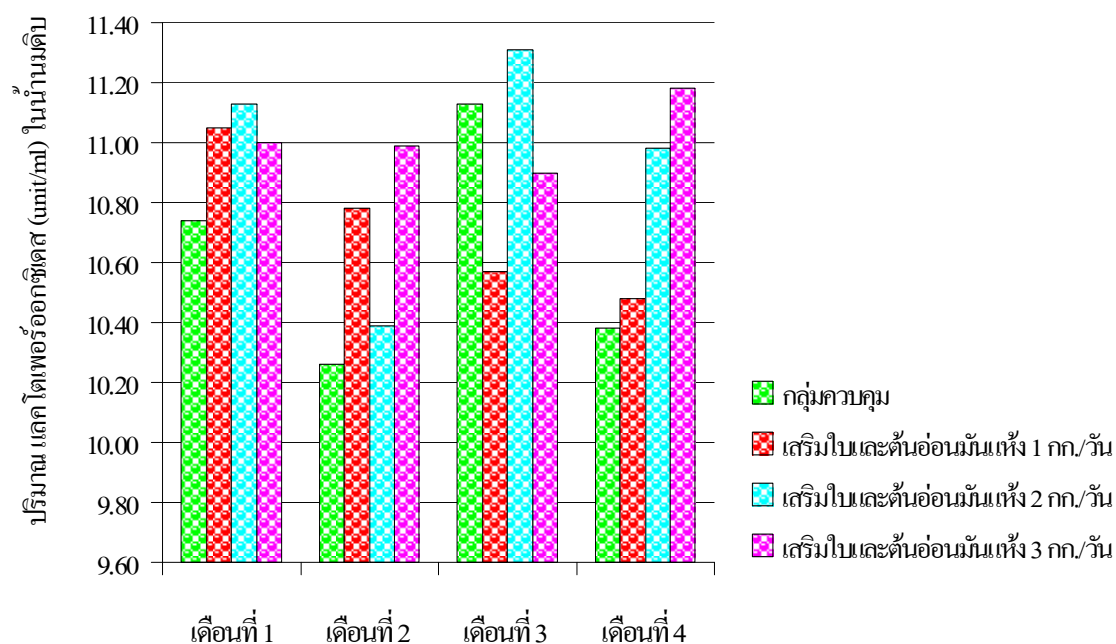
ภาพผนวกที่ 27 ปริมาณเนื้อมันรวมมันเนยในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมัน สำปะหลังแห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



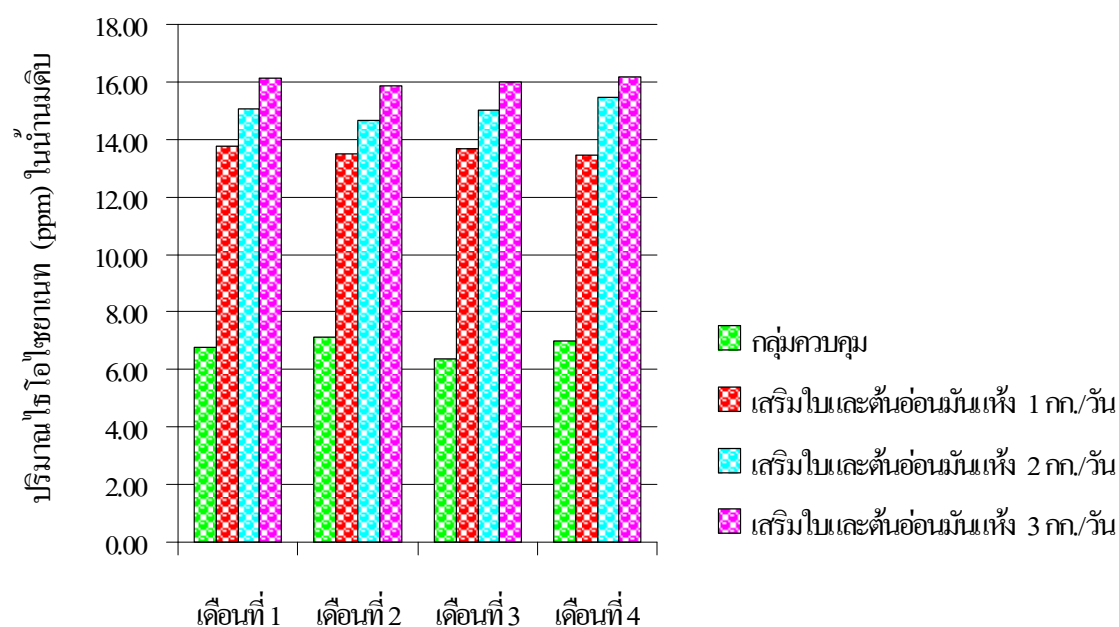
ภาพผนวกที่ 28 ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันฝรั่ง
แห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



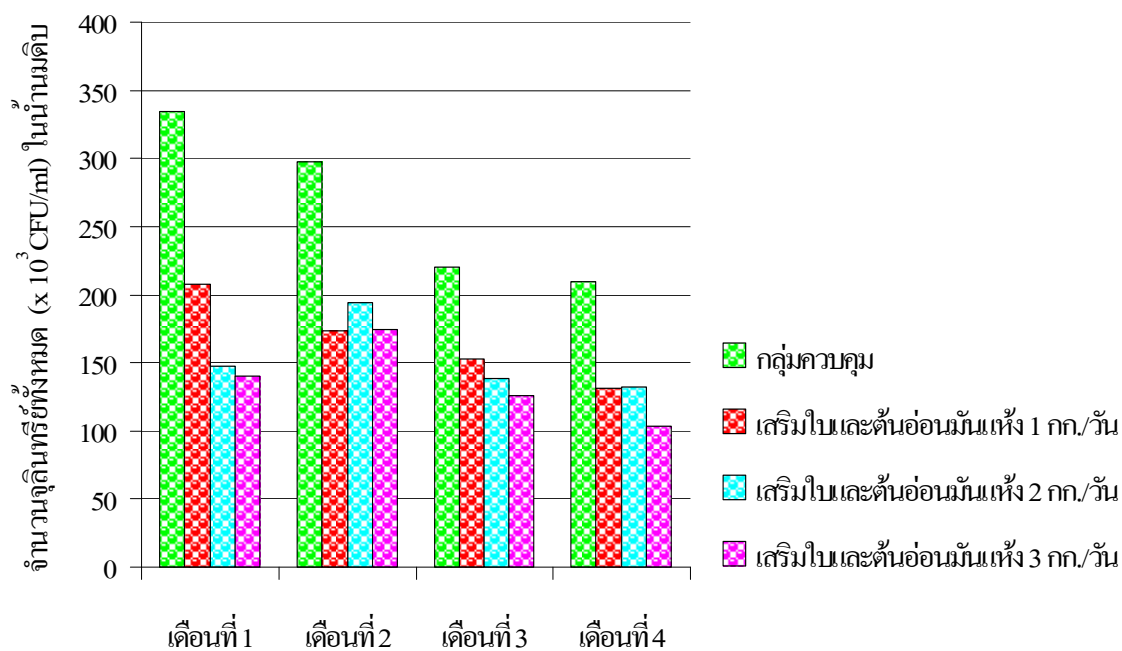
ภาพผนวกที่ 29 จำนวนคอเลสเตอรอลในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมไบและต้นอ่อนมันฝรั่ง
แห้งในระดับต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน



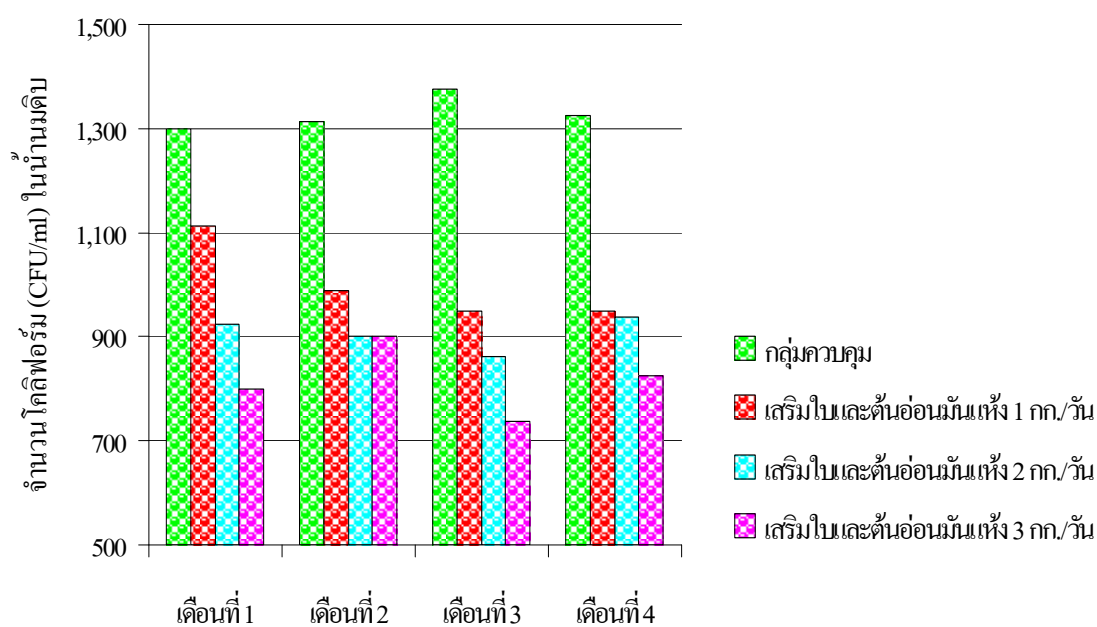
ภาพผนวกที่ 30 ปริมาณแลคโตเพอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบ และต้นอ่อนมัน
สำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



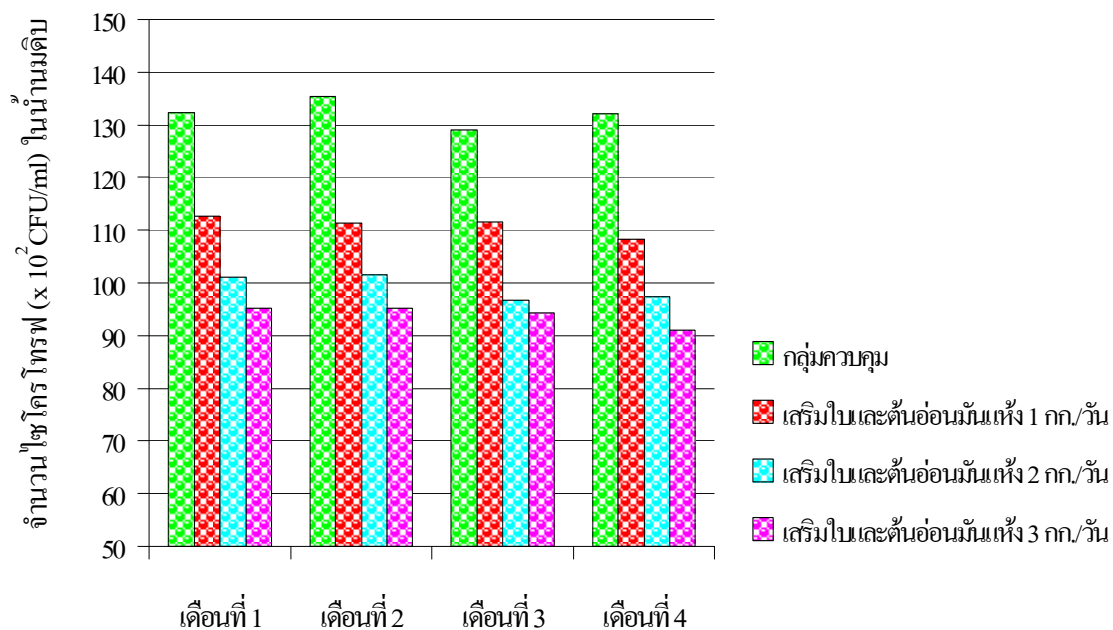
ภาพผนวกที่ 31 ปริมาณโปรตีนในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมใบ และต้นอ่อนมันสำปะหลัง
แห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



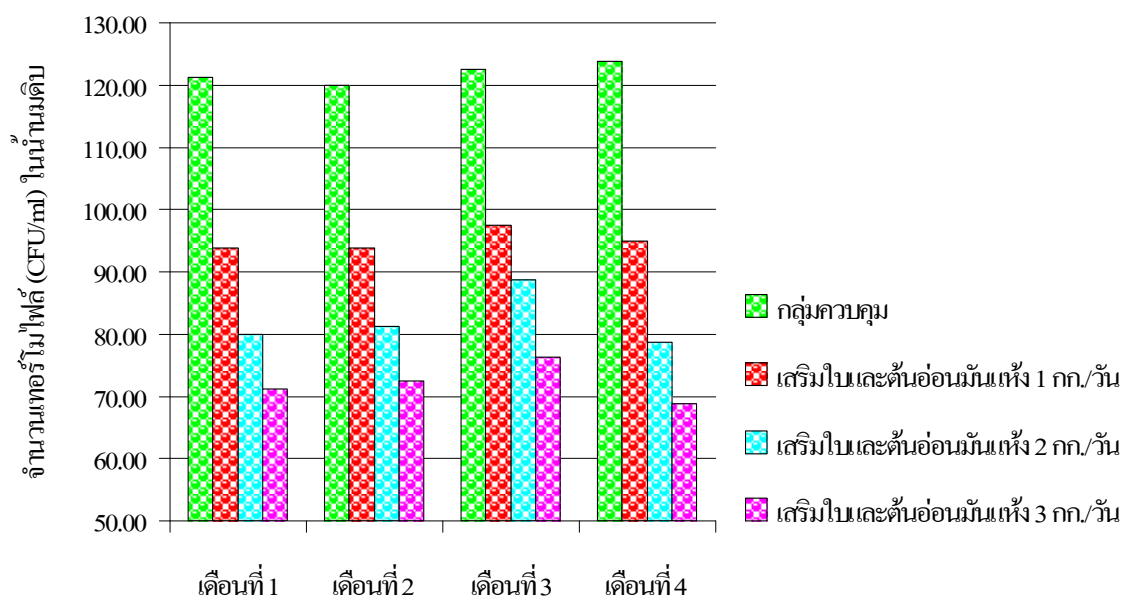
ภาพผนวกที่ 32 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมโปรไบโอติกและพรีไบโอติก
 สำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



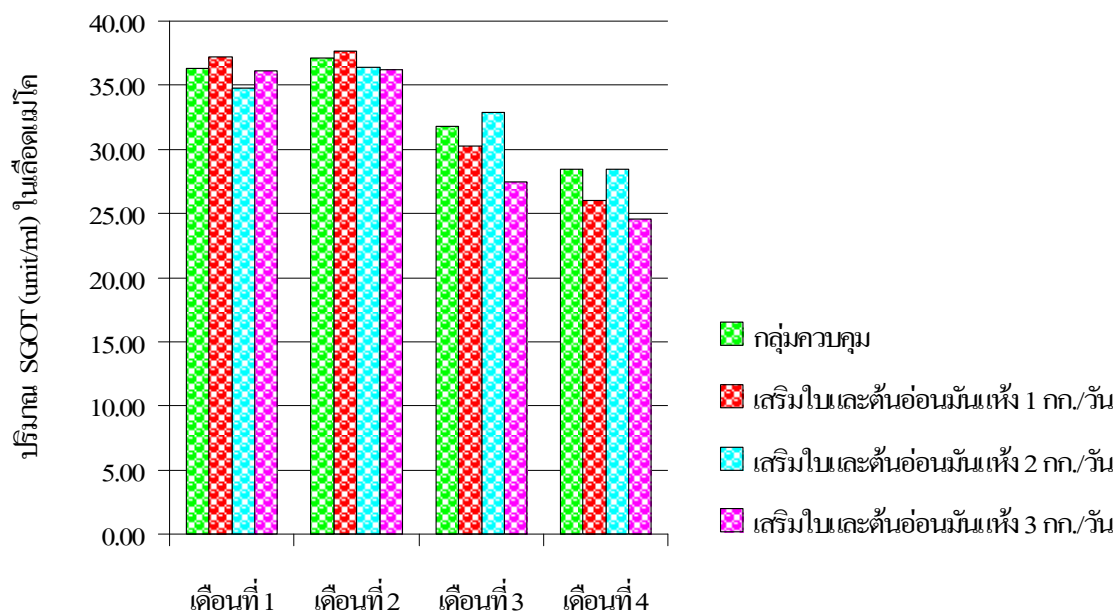
ภาพผนวกที่ 33 จำนวนโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมโปรไบโอติกและพรีไบโอติก
 สำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



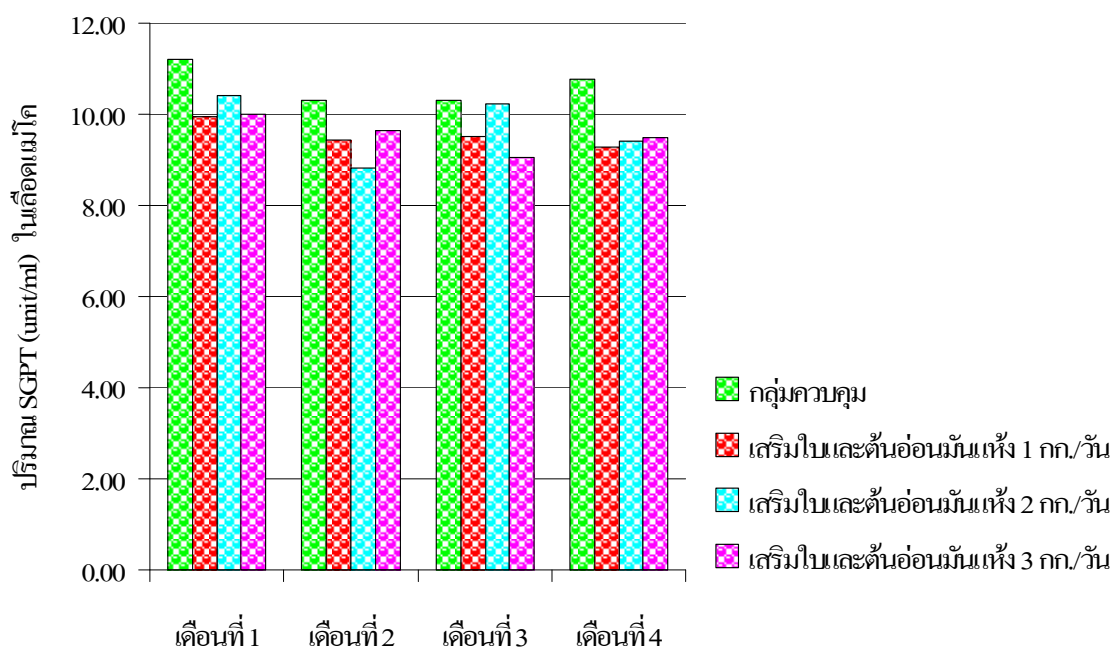
ภาพผนวกที่ 34 จำนวนไซโครโทรฟในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมโปรไบโอติกและต้นอ่อนมะพร้าวแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



ภาพผนวกที่ 35 จำนวนเทอร์โมไฟล์ในน้ำนมดิบของแม่โคที่เสริมโปรไบโอติกและต้นอ่อนมะพร้าวแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



ภาพผนวกที่ 36 ปริมาณ SGOT ในน้ำเลือดของแม่โคที่เสริมไบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน



ภาพผนวกที่ 37 ปริมาณ SGPT ในน้ำเลือดของแม่โคที่เสริมไบ และต้นอ่อนมันสำปะหลังแห้ง เป็นระยะเวลา 4 เดือน

การทดลองที่ 4

ตารางผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ทางสถิติการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมดิบที่ไม่ผ่าน
ความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	9	0.93	0.10	1.29	0.2687
Treat	1	1.35	1.35	16.80	0.0002
Kit	2	1.03	0.52	6.43	0.0035
Treat*Kit	2	0.00	0.00	0.00	1.0000

หมายเหตุ n = 60

MSE = 0.08

ตารางผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ทางสถิติการตรวจสอบสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมดิบที่ผ่าน
ความร้อนก่อนการตรวจสอบด้วยชุดทดสอบ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr>F
Block	9	0.18	0.02	1.49	0.1822
Treat	1	0.00	0.00	0.00	1.0000
Kit	2	0.13	0.07	4.86	0.0122
Treat*Kit	2	0.00	0.00	0.00	1.0000

หมายเหตุ n = 60

MSE = 0.01

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสุริยวรรณ พันธน์รา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	24 มีนาคม พ.ศ. 2508
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2530 วท.บ. (เกษตรศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2536 วท.ม. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ด้านอุตสาหกรรมนม และวิจัยพัฒนา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนพระราชทานจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยาม บรมราชกุมารี ทุนการศึกษาของมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่ง ประเทศไทย

