



วิทยานิพนธ์

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อ
ของพ่อสุกร

**EFFECTS OF DIETARY SELENOMETHIONINE
SUPPLEMENTATION ON QUALITY OF BOARS SEMEN**

นางสาววนิดา ชัยชนะ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

สัตวบาล

สัตวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

Effects of Dietary Selenomethionine Supplementation on Quality of Boars Semen

นามผู้วิจัย นางสาวนิตา ชัยชนะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ ชมชัย, M.S.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์เนรมิตร สุขมณี, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมศักดิ์ เปรียบพร้อม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยภูมิ ปัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

Effect of Dietary Selenomethionine Supplementation on Quality of Boars Semen

โดย

นางสาววนิดา ชัยชนะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2550

วนิดา ชัยชนะ 2550: ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อ
สุกร ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ ชมชัย, วท.ม. 64 หน้า

การศึกษาผลของซีลีโนเมทไธโอนีนต่อคุณภาพน้ำเชื้อใช้พ่อสุกรพันธุ์ดอร์ค อายุ 26 เดือน
จำนวน 15 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในระดับ 0, 0.2 และ 0.3
ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ เป็นเวลา 150 วัน ผลการทดลองพบว่า การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนใน
อาหารระดับ 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลทำให้ สีของน้ำเชื้อ ความแข็งแรงในการ เคลื่อนไหว
ของตัวอสุจิ อสุจิมีชีวิต อสุจิตัวเป็น ความผิดปกติของรูปร่างตัวอสุจิ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมยกเว้น ปริมาณน้ำเชื้อ ความเข้มข้นของตัว อสุจิ และ ความเป็น
กรดเป็นด่างของน้ำเชื้อ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ
ของซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารและระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับต่อ คุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกรในแต่ละ
กลุ่มไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$)

การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร ระดับ 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนมีผลทำให้ความ
เข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดของพ่อสุกรสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ
กลุ่มควบคุม

Vanida Chaichana 2007: Effects of Dietary Selenomethionine Supplementation on Quality of Boars Semen. Master of Science (Agriculture), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Srisuwan Chomchai, M.S. 64 pages.

The experiment was conducted to determine the effects of selenomethionine on improvement quality of boars semen. Fifteen duroc boars, 26 months of age, were allocated randomly into 3 treatments of 0, 0.2, 0.3 ppm. of selenomethionine for 150 days. The results showed that the boars treated 0.2 and 0.3 ppm. of selenomethionine in diet were significance higher ($P < 0.05$) color, sperm motility, motile sperm, live sperm and lower sperm abnormality than control group but semen volume, sperm concentration and pH were not significant difference ($P > 0.05$). There were no interaction between treatment and period of time on quality of boars semen in each group. There were statistically significant different ($P < 0.05$) of selenium concentration in blood between the boars fed diet supplemented selenomethionine and control group.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ศรีสุวรรณ ชมชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ให้ความกรุณาสับสนุน คำแนะนำ คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่ด้วยความเป็นกันเองตลอดระยะเวลาการศึกษา และการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ เนรมิตร สุขมณี กรรมการสาขาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ สมศักดิ์ เพียบพร้อม กรรมการสาขาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในด้านการดำเนินงานทดลอง การเรียบเรียง ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ สายัณห์ ทัดศรี ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาชี้แนะและตรวจสอบข้อบกพร่องให้รูปเล่มวิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผลสำเร็จของการทำวิทยานิพนธ์ ได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือจากหลายฝ่ายจึงใคร่ขอขอบพระคุณ บริษัท มิตรภาพฟาร์มจำกัด ที่เอื้อเฟื้อในสถานที่ในการทำการทดลอง และเก็บข้อมูล

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจและเป็นต้นแบบในการดำเนินชีวิตมาโดยตลอด พี่น้องนิสิตปริญญาโท และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสัตวบาลทุกท่านที่เป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้เสมอมา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่สั่งสอนมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา ขอให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จงเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าสำหรับผู้ทำการศึกษาต่อไป

วนิดา ชัยชนะ

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการทดลอง	28
ผลและวิจารณ์	34
สรุปผลการทดลอง	53
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	54
ภาคผนวก	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โรคที่สำคัญกับการขาดซีลีเนียมในสัตว์ปีกและสัตว์อื่นๆ	13
2	ความต้องการซีลีเนียมในคน	14
3	ปริมาณซีลีเนียมในอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์และที่เป็นอันตรายต่อสัตว์	17
4	ความต้องการแร่ธาตุของสุกรแต่ละประเภท	18
5	ความต้องการแร่ธาตุของสุกรที่น้ำหนักแตกต่างกัน	19
6	ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเชื้อ	21
7	คะแนนที่ใช้สำหรับการประเมินการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ	33
8	ผลของการเสริมซีลีโนเมทไรโอโนนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร	39
9	ผลของการเสริมซีลีโนเมทไรโอโนนในอาหารต่อความผิดปกติของอสุจิ	43
10	ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทไรโอโนนต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร	46
11	ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทไรโอโนนต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร	47
12	ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทไรโอโนนต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร	48
13	ปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดเมื่อเสริมซีลีโนเมทไรโอโนนในอาหาร	49
ตารางผนวกที่		
1	ปริมาณของโภชนะในสูตรอาหารพ่อพันธุ์สุกร (สูตรอาหารควบคุม)	63
2	สูตรสารสายน้ำเชื้อ NSRTC4	63
3	ความเข้มข้นของซีลีเนียมที่ละลายในเลือด (whole blood) หลังจากเสริมซีลีโนเมทไรโอโนน 45 และ 90 วัน	64

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของเมทไธโรอินินและซีลีโนเมทไธโรอินิน	4
2	เมทาบอไลซึมของซีลีเนียม	5
3	การเกิดปฏิกิริยา deiodination ของ T_4 และ T_3 โดยเอ็นไซม์ดีไอโอดีเนส	8
4	ผลของการขาดซีลีเนียมต่อเมทาบอไลซึมของไธรอกซ์ฮอร์โมน	10
5	แสดงอนุมูลอิสระของออกซิเจน	11
6	การทำงานร่วมกันของวิตามินอี และซีลีเนียมในการกำจัดอนุมูลอิสระที่ได้จาก PUFA	12
7	ส่วนประกอบของอสุจิที่ปกติ	22
8	ขบวนการผลิตตัวอสุจิ	24
9	ลักษณะอสุจิที่ผิดปกติ	26
10	การตอบสนองของปริมาตรที่หลังต่อครั้งต่อระดับของซีลีโนเมทไธโรอินินในอาหารที่ต่างกัน	36
11	การตอบสนองของความเข้มข้นของตัวอสุจิต่อระดับของซีลีโนเมทไธโรอินินในอาหารที่ต่างกัน	37
12	การตอบสนองของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อต่อระดับของซีลีโนเมทไธโรอินินในอาหารที่ต่างกัน	42
13	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโรอินิน 45 วัน	50
14	การตอบสนองของความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดต่อระดับของซีลีโนเมทไธโรอินินในอาหารที่ต่างกัน	51
15	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโรอินิน 90 วัน	52

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

Effects of Dietary Selenomethionine Supplementation on Quality of Boars Semen

คำนำ

การเลี้ยงสุกรในประเทศไทย มักจะประสบปัญหากับความเครียด เนื่องจากสภาพอากาศ ร้อน ซึ่งความเครียดจะส่งผลถึงลักษณะการสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์สุกร โดยจะพบว่าความเครียดจะ ส่งผลถึงคุณภาพน้ำเชื้อ เช่น ปริมาตร ความเข้มข้นของตัวสุจิจะน้อยลง การจัดการฟาร์ม และการ จัดการด้านอาหารที่ดีจะส่งผลให้พ่อสุกรลดความเครียด และส่งผลให้คุณภาพของตัวสุจิตีขึ้น การ ผสมเทียม หรือการผสมพันธุ์เป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้พันธุ์สุกรพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่วนที่ สำคัญที่สุดในการผสมเทียมคือ พ่อพันธุ์ ซึ่งอาหารที่นำมาให้แก่พ่อสุกรมีน้ำเชื้อนั้น นอกจากพ่อ สุกรจะนำอาหารไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต เพิ่มน้ำหนักตัวแล้วนั้น ยังต้องนำไปใช้เพื่อสร้างอสุจิด้วย ความต้องการสารอาหารของพ่อสุกรจะแตกต่างกันไปขึ้นกับสภาพการใช้งานของพ่อสุกร

การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันถูกจำกัดขอบเขตมากขึ้น ไม่ได้เลี้ยงบนพื้นดิน หรือได้รับอาหาร พวกพืชสด ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้สุกรต้องการแร่ธาตุในปริมาณที่มากขึ้น แต่การที่จะประกอบสูตร อาหารให้มีแร่ธาตุเพียงพอ กับความต้องการของสัตว์ ต้องคำนึงถึงความเป็นประโยชน์ได้ทาง ชีวภาพ (bioavailability) ของแร่ธาตุในวัตถุดิบอาหารสัตว์ การเสริมแร่ธาตุและวิตามินต่างๆมี ความสำคัญ และจำเป็นต่อพ่อพันธุ์สุกรมากขึ้น โดยแร่ธาตุและวิตามินร่างกายจะนำไปใช้ ประโยชน์เพื่อเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง ส่วนประกอบต่างๆของเนื้อเยื่อในร่างกาย และช่วย ควบคุมการทำงานของระบบร่างกาย หากขาดสัตว์จะแสดงอาการผิดปกติให้เห็นเล็กน้อยแตกต่าง กันไป มีแร่ธาตุ และวิตามินหลายตัวที่จำเป็นสำหรับพ่อสุกรและเสริมเพื่อให้พ่อสุกรมีผลผลิต และ คุณภาพน้ำเชื้อที่ดีขึ้น เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม เหล็ก สังกะสี ซีลีเนียม ไอโอดีน โครเมียม แอล-คาร์นิทีน วิตามินเอ และวิตามินอี เป็นต้น แร่ธาตุซีลีเนียมเป็นแร่ธาตุหนึ่ง ที่ น่าสนใจในการนำมาเสริมให้พ่อสุกรเพื่อเพิ่มคุณภาพของน้ำเชื้อ ทั้งนี้ซีลีเนียม จะทำหน้าที่เป็น องค์ประกอบของเอนไซม์ glutathione peroxidase (GSH-Px) ป้องกันการโดยทำลายของ cell membrane จากปฏิกิริยาของออกซิเจน และยับยั้งการเกิด lipid peroxide

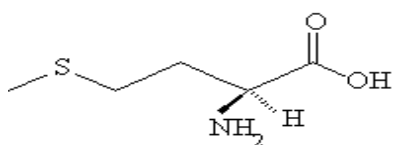
ดังนั้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของ การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีน ในอาหารพอสุกรว่าจะมีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อในลักษณะใดบ้าง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไปใช้ ประโยชน์ในการจัดการพอสุกรของผู้เลี้ยงสุกรต่อไป

การตรวจเอกสาร

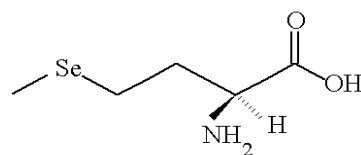
1. คุณสมบัติทางเคมีของซีลีเนียม

ณ ปัจจุบันแร่ธาตุเริ่มมีความสำคัญ และมีบทบาทมากขึ้นในการเลี้ยงดูกร โดยเฉพาะสูตรพืชน้ำ กลุ่มสารที่นิยมนำมาผสมเพื่อให้พืชน้ำมีคุณภาพน้ำเชื้อที่ดีขึ้น เช่น วิตามินซี วิตามินอี วิตามินเอ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการออกซิเดชันของเซลล์อสุจิ (Close and Cole, 2000) ซีลีเนียมจัดเป็นแร่ธาตุตัวหนึ่ง ที่นำมาใช้กับพืชน้ำเพื่อป้องกันการออกซิเดชันของเซลล์อสุจิ ซีลีเนียมเป็นธาตุกึ่งโลหะ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายกับซัลเฟอร์ โดยทั่วไปซีลีเนียมที่พบมักมีผลสีแดง หรือผลึกสีแดงจนถึงสีน้ำตาลเข้ม และจะเปลี่ยนเป็น สีเทาจนถึงสีน้ำเงินหากได้รับอุณหภูมิ 200-220 องศาเซลเซียส เลขอะตอมและน้ำหนักอะตอมของซีลีเนียมมีค่าเท่ากับ 34 และ 78.96 ตามลำดับ (McDowell, 1992) ซัลเฟอร์ในรูปอนินทรีย์ ประกอบด้วย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซัลไฟต์ (SO_3^{2-}) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ขณะที่ซีลีเนียมในรูปอนินทรีย์ประกอบด้วย ไฮโดรเจนซีลีไนด์ (H_2Se) ซีลีไนด์ (SeO_3^{2-}) ซีลีเนต (SeO_4^{2-}) โดยทั่วไปซีลีเนียมจะอยู่ในรูปเกลือ ซีลีเนต ซีลีไนด์ และ ซีลีไนด์ ซึ่งซีลีเนียมในรูปซีลีไนด์สามารถรวมตัวได้ดีในกับโลหะหนักหลายตัว ส่วนซีลีเนียมในรูป ซีลีไนด์สามารถรวมตัวกับกับหมู่ฮาโลเจน ไฮโดรเจน และหมู่ซัลไฟด์ไฮดรอกไซด์ของกลูตาไรโอน โลหะซีลีเนียมไม่เป็นพิษเพราะไม่ละลายน้ำ จะเป็นพิษเมื่ออยู่ในรูปเกลืออนินทรีย์ ซีลีเนียมสามารถพบได้ในพืชที่ขึ้นบนดินที่มีซีลีเนียมสะสมอยู่ (มาลินี, 2527) ซีลีเนียมที่อยู่ในรูปอนินทรีย์ที่เป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดี คือ ซีลีโนซิสเตอีน และ ซีลีโนเมทาไรโอนีน ซึ่งซีลีเนียมที่อยู่ในพืชส่วนใหญ่จะพบในรูป ซีลีโนเมทาไรโอนีน องค์ประกอบของ ซีลีโนเมทาไรโอนีนจะเหมือนกับ เมทาไรโอนีนดังภาพที่ 1 ยกเว้นซีลีเนียมจะเข้าไปแทนที่ตำแหน่งของซัลเฟอร์อะตอม (Brody, 1994)

ซีลีโนเมทาไรโอนีน มีสูตรทางเคมี $C_5H_{11}NO_2Se$ ถูกสร้างโดยพืช สาหร่ายทะเล และยีสต์ โดยซีลีเนียมจะรวมเข้าไปในโครงสร้างของโปรตีนของเซลล์พืช โดยแทนที่ซัลเฟอร์ ซีลีเนียมยีสต์จะมีอนินทรีย์ซีลีเนียมเล็กน้อย จะพบ ซีลีโนเมทาไรโอนีน ที่วิเคราะห์ได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือ สารอินทรีย์ที่สกัดได้จะอยู่ในรูป กรดอะมิโน ซีลีโนซิสเตอีน ซีลีโนซิสตาไรโอน เมธิลซีลีโนซิสเตอีน ซีลีโนซิสติน นอกจากนี้ยังพบว่าในเมล็ดธัญพืชยังพบซีลีโนเมทาไรโอนีนสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน (Mahan, 1995)



เมทไธโอนีน



ซีลีโนเมทไธโอนีน

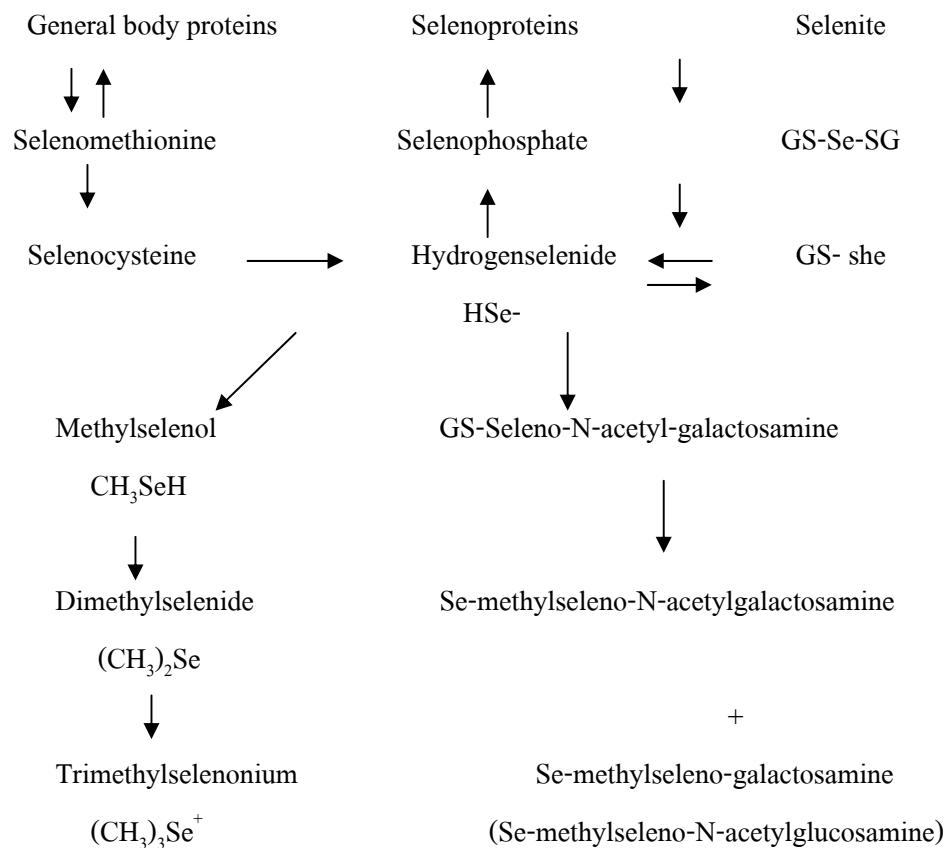
ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของเมทไธโอนีนและซีลีโนเมทไธโอนีน

ที่มา: Moxon (1943)

2. เมทาบอลิซึมของซีลีเนียม

Scott *et al.* (1982) รายงานว่า ซีลีโนเมทไธโอนีนจะถูกดูดซึมจากระบบทางเดินอาหารโดยอาศัยกระบวนการใช้พลังงาน (active transport) กลไกจะคล้ายคลึงกับกระบวนการขนส่ง เมทไธโอนีน (methionine) ผ่านไปยังผนังลำไส้เล็ก (intestinal mucosa) ในขั้นตอนการขนส่ง พบว่าขณะที่ซีลีโนเมทไธโอนีนอยู่บริเวณเยื่อหุ้มทางเดินอาหาร (serosa) และเยื่อทางเดินอาหาร จะเกิดการเคลื่อนผ่านของ กรดอะมิโนในทิศทางสวนกันกับ ซีลีโนเมทไธโอนีน ซึ่งซีลีโนเมทไธโอนีนจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นเยื่อทางเดินอาหารเข้าสู่เยื่อหุ้มทางเดินอาหารเป็นส่วนใหญ่ และพบน้อยมากที่เคลื่อนที่จากชั้นเยื่อหุ้มทางเดินอาหาร ไปยังชั้นเยื่อทางเดินอาหาร โดยการเคลื่อนที่ผ่านจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะนำไปสังเคราะห์โปรตีน และ เนื้อเยื่อต่างๆ ขั้นตอนในการนำซีลีโนเมทไธโอนีนไปใช้ แสดงดังภาพที่ 2 (McConnell and Cho, 1965)

Selenium metabolism



Formerly accepted pathway

Current pathway

ภาพที่ 2 เมทาบอลิซึมของซีลีเนียม

ที่มา: Moxon (1943)

จากภาพเมื่อร่างกายได้รับ ซีลีเนียม Sec และ Sem ที่อยู่ในสายเปปไทด์ จะถูกย่อยได้ Sec และ Sem อีสารและถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด ซึ่ง Sem จะเป็นเสมือนกรดอะมิโน เมทไธโอนีนจะนำไปสังเคราะห์โปรตีน เนื้อเยื่อในภาวะที่ร่างกายต้องการซีลีเนียม Sem ในโปรตีนเนื้อเยื่อจะถูกนำออกมาเปลี่ยนเป็น Sec โดยปฏิกิริยา Transulfuration จากนั้น เอนไซม์ selenocysteinylase จะสลาย Sec ได้เป็น ซีลีไนด์ ซึ่ง ซีลีไนด์ จะรับหมู่ฟอสเฟตได้ Selenophosphate (SeP) โดยเอนไซม์ Selenophosphate synthetase ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ที่มีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบ เอนไซม์และ

โปรตีนที่มีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส และ ไอโอโดไธโอนิน ดีไอโอดีเนส นอกจากนี้ยังพบว่า ซีลีเนียมจะถูกเคลื่อนย้ายโดยเม็ดเลือดแดง การดูดซึมซีลีเนียมเกิดขึ้นมากที่สุดบริเวณ ดูโอดินัม (duodenum)ของลำไส้เล็ก และไส้ติ่ง ในสัตว์เคี้ยวเอื้องการดูดซึมของซีลีเนียมจะน้อยกว่าสัตว์กระเพาะเดียว รูปแบบของซีลีเนียมจะมีผลต่อการดูดซึมซีลีเนียมในส่วนของเดินอาหาร โดยรูปซีลีไนท์ สามารถดูดซึมได้ 92 เปอร์เซ็นต์ ซีลีโนเมทไธโอนินดูดซึม ได้ 91 เปอร์เซ็นต์ และซีลีโนซิสตีน ดูดซึมได้ 81 เปอร์เซ็นต์ และการดูดซึมซีลีไนท์ที่บริเวณ อีเลียม (ileum) เกิดขึ้นเร็วกว่าบริเวณ ดูโอดินัม และ เจจูนัม (jejunum)ของลำไส้เล็ก การดูดซึมซีลีไนท์ใช้กระบวนการขนส่งแบบใช้พลังงาน(active-transport) ขณะที่การดูดซึมซีลีไนท์ ใช้วิธีการแพร่ (diffusion) ในบริเวณชั้นเยื่อทางเดินอาหาร(mucosa) ของอีเลียม (Wolffram *et al.*, 1985)

Scott *et al.* (1982) กล่าวว่าปริมาณซีลีเนียมที่มากเกินไปจะสามารถจับกับโปรตีนเกิดกระบวนการเมทิลเลชัน (methylation)ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกระบวนการเมทิลเลชันเกิดขึ้นได้ 2 ขั้นตอน โดยการสร้าง ไดเมทิลซีลีไนด์(dimethylselenide)และการเปลี่ยนไดเมทิลซีลีไนด์เป็นไตรเมทิลซีลีโนเนียมไอออน(trimethyl selenonium ion) ต่อมาไตรเมทิลซีลีโนเนียมไอออนจะละลายน้ำได้ และจะถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ อุจจาระปริมาณการขับถ่ายขึ้นอยู่กับปริมาณของซีลีเนียมที่กินเข้าไป และองค์ประกอบของอาหาร และสารแอนตาโกนิส (antagonist)ของซีลีเนียมด้วย เมื่อปริมาณซีลีเนียมที่ได้รับมากเกินไปที่ร่างกายจะสามารถเปลี่ยนเป็นไตรเมทิลซีลีโนเนียมไอออนไดเมทิลซีลีไนด์ จะเป็นสารประกอบที่ระเหยได้จะถูกขับออกทางลมหายใจเกิดลักษณะคล้ายกลิ่นกระเทียม Levander (1986) รายงานว่าการดูดซึมซีลีเนียมจากอาหารของมนุษย์อยู่ระหว่าง 55 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ซีลีเนียมเมื่อดูดซึมแล้วจะจับกับพลาสมาโปรตีนที่เรียกว่า ซีลีโนโปรตีน พี (selenoprotein - P) ไปยังเนื้อเยื่อที่ต้องการใช้ อาหารที่มีซีลีเนียมจะถูกเก็บสะสมที่ส่วนของไตสูงที่สุดและที่ตับ และเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น ม้าม ตับอ่อน ขน และผม ในส่วนเนื้อเยื่อประสาทมีการสะสมต่ำมาก

McConnell and Cho (1967) รายงานว่าการดูดซึม ซีลีโนเมทไธโอนินในอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์และอาหารจากแหล่งธรรมชาติปริมาณซีลีเนียมทั้งหมดที่พบจะอยู่ในรูปอิสระหรือพันธะเปปไทด์กับซีลีโนอะมิโนแอซิก เช่น ซีลีโนเมทไธโอนิน ซีลีโนซิสตีน และซีลีโนซิสเตอีน Thomson and Stewart (1972) รายงานว่าจากการทดลองในหนูพบว่า การดูดซึมของซีลีเนียม ในรูป ซีลีไนท์ และซีลีโนเมทไธโอนิน เท่ากับ 91-93 และ 95-97 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนรายงานของ Thomson *et al.* (1975) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซึมของซีลีโนเมทไธโอนินและซีลีโนซิสตีน เท่ากับ 86 และ 81 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การดูดซึมของซีลีเนียมรูปธรรมชาติในไตของกระต่าย หรือกล้ามเนื้อของปลา Richold *et al.* (1977)

รายงานว่าการเสริม ซีลีไนท์ และซีลีโนเมทไท-โอนินในกระต่าย พบว่า การสะสมของซีลีเนียมในไต เท่ากับ 87 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การดูดซึมของปลาเท่ากับ 72-77 เปอร์เซ็นต์

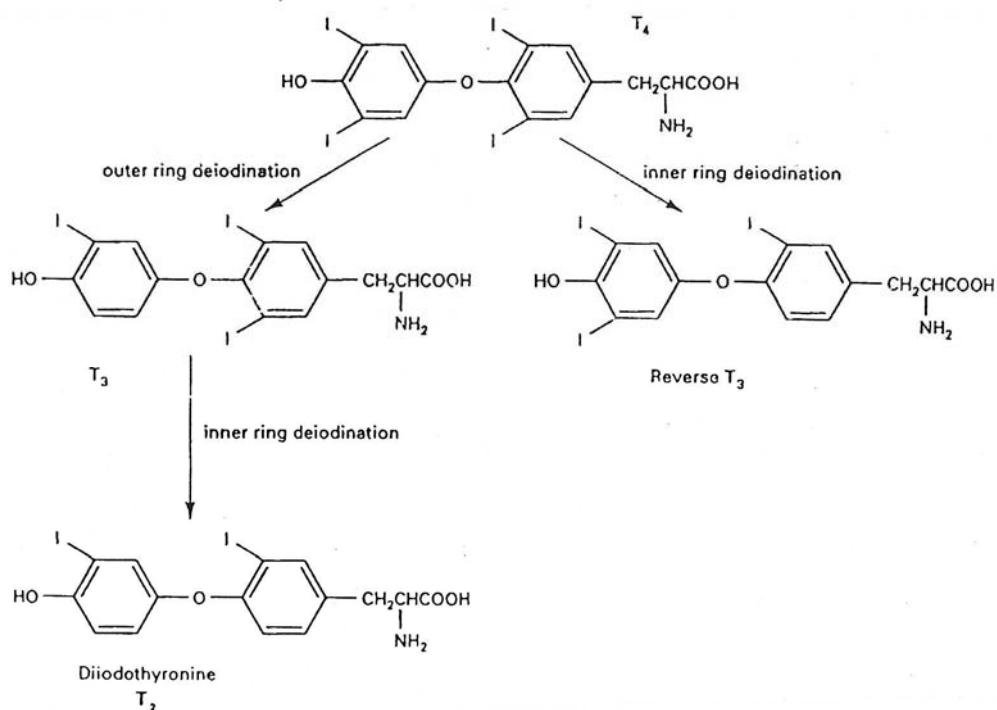
3. ความสัมพันธ์ระหว่างซีลีเนียมกับไอโอดีน

นิธิยาและวิบูลย์ (2529) กล่าวว่าไอโอดีนที่ร่างกายได้รับจากอาหารจะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ และเกลือไอโอไดด์ ไอโอดีนที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ถูกแยกออกให้เป็นเกลือไอโอไดด์ในระบบย่อยอาหารและถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว อัตราการดูดซึมของไอโอดีนขึ้นอยู่กับระดับของ thyroxine สอร์โมนในเลือด ไอโอดีนจะถูกขนย้ายในกระแสเลือดในรูปของ ไอโอไดด์ อิสระและรวมกับโปรตีนเป็น protein bound iodine (PBI) ปริมาณโปรตีนนี้จะแปรปรวนขึ้นอยู่กับการทำงานของต่อม thyroxine ในคนที่ต่อม thyroxine ปกติจะมี PBI ในพลาสมา ประมาณ 3-8 ไมโครกรัม ต่อเดซิลิตร การวัดปริมาณของ PBI ในเลือดใช้เป็นตัวบ่งชี้ ภาวะการทำงานของต่อม thyroxine ไอโอดีนจะรวมตัวกับกรดอะมิโน thyroxine เป็นโมโนและไดไอโอโดthyroxine ซึ่งจะเปลี่ยนต่อไปเป็นไตรไอโอโดthyroxine และเตตระไอโอโดthyroxine หรือ thyroxine

การหลั่งสอร์โมน thyroxine จะถูกควบคุมด้วยสอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า คือ thyrotropin stimulating hormone (TSH) หลังจากที่ thyroxine ทำงานควบคุมการออกซิเดชันจากสารอาหาร ภายในเซลล์แล้ว ไอโอดีนในโมเลกุล thyroxine จะถูกปลดปล่อยออกมาและเข้าสู่กระแสเลือด ประมาณหนึ่งในสามที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะถูกนำกลับไปใช้ในการสร้าง thyroxine ใหม่ ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกทางปัสสาวะ Levander and Whanger (1996) รายงานว่า ซีลีเนียมจำเป็นต่อการเปลี่ยนสอร์โมน thyroxine ไปเป็น 3,5,3'- triiodothyroxine ด้วยเอนไซม์ ไอโอโดthyroxine 5'- diiodine ซึ่ง ซีลีเนียมในรูป ซีลีโนซิสเตอีน (selenocysteine) เกาะที่ตำแหน่งบริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์นี้ ดังนั้นเอนไซม์นี้จึงจัดเป็น ซีลีโนโปรตีน เอนไซม์ diiodine มี 3 ชนิด คือ type 1 2 และ 3 โดยทั้งสามชนิดเกี่ยวข้องกับการสลายสอร์โมน thyroxine เอนไซม์ diiodine type 1 พบมากที่สุด และได้มีผลในการเร่งปฏิกิริยา deiodination โดยสามารถตัดไอโอดีนได้ทั้งตำแหน่ง 5' - (outer ring) และ 5' - (inner - ring) ของสอร์โมน thyroxine และจะสลาย T_3 ในเลือดและสลาย T_4 ให้ได้ T_3 ในต่อม thyroxine ดังภาพที่ 3

เอนไซม์ diiodine type 2 ส่วนใหญ่พบในสมอง ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary-gland) และ brown adipose tissue จะทำหน้าที่สลาย T_4 ให้ได้ T_3 (active hormone) ในเซลล์ต่างๆ เพื่อ

ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ปกติซึ่ง Davey *et al.* (1995) พบว่าการขาดซีลีเนียมมีผลต่อการลดการทำงานของ type 2 เนื่องจากพบว่าการสะสมของฮอร์โมนไทรอกซีนเพิ่มขึ้น การทำงานของ type 2 เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 5'- (outer ring) ของฮอร์โมนไทรอกซีนเท่านั้น ซึ่งจะได้ 3,5,3'- ไตรไอโอโดไธโรนิน type3 จะพบในระบบประสาทส่วนกลาง (central -nervous system) และผิวหนังเป็นส่วนใหญ่ โดยการทำงานจะตัดไอโอดีนที่ตำแหน่ง 5'- (inner- ring) ของฮอร์โมนไทรอกซีนได้เป็น 3,3',5'- ไตรไอโอโดไธโรนิน (3,3',5'- triiodothyronine ; reverse T₃ , rT₃) และ 3,3'- ไดไอโอโดไธโรนิน (3,3'- diiodothyronine ; T₂) กล่าวคือ T₄ จะสลายได้ T₃ และ reverse T₃ ซึ่งจะไม่มีความมีชีวิตเคมีของฮอร์โมน การที่ T₃ เปลี่ยนเป็น T₂ ของเซลล์สมอง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเป็นพิษอันเนื่องมาจากมี T₃ มากเกินไป (Levander and Whanger, 1996)



ภาพที่ 3 การเกิดปฏิกิริยา deiodination ของ T₄ และ T₃ โดยเอนไซม์ดีไอโอไดเนส

ที่มา : Brody (1994)

4. ผลที่เกิดขึ้นจากการขาดซีลีเนียมต่อธัยรอยด์ฮอร์โมน

บทบาทของซีลีเนียมในเอ็นไซม์ดีไอโอได type1 ในกรณีการขาดซีลีเนียมพบว่ามีผลกระทบโดยตรงต่อเมตาบอลิซึมของธัยรอยด์ฮอร์โมน ในหนูพบว่า การขาดซีลีเนียมทำให้ระดับการทำงานของเอ็นไซม์ดีไอโอได type 2 และระดับ 3,5,3'- ไตรไอโอโดthyronine ในต่อมธัยรอยด์ลดลงพร้อมกับการลดลงของ growth hormone ด้วยดังแสดงในภาพที่ 4 นอกจากนี้ยังส่งผลต่อ brown adipose tissue กล่าวคือจะทำให้การทำงานของเอ็นไซม์ ดีไอโอได type 2 ลดลงด้วย ทำให้สัตว์ทนต่ออากาศหนาวได้น้อยลง เนื่องจากการขาดซีลีเนียมทำให้ 3,5,3'- ไตรไอโอโดthyronine ลดลง ซึ่ง 3,5 ,3'- ไตรไอโอโดthyronine มีบทบาทช่วยสร้างความร้อนในร่างกายให้เกิดความอบอุ่นอยู่เสมอ การขาดซีลีเนียมและไอโอดีนจะส่งผลโดยตรงต่อวิธเมตาบอลิซึมของธัยรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งผลดังกล่าวจะมีหลายปัจจัยทำให้เกิดความผันแปรไป เช่น อายุและโภชนาการเป็นต้น (Arthur *et al.*, 1991)

ในภาวะที่ร่างกายได้รับไอโอดีนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ทำให้ขาดสารไอโอดีนสำหรับสร้างธัยรอยด์ฮอร์โมน มีผลทำให้ต่อมธัยรอยด์มีขนาดโตขึ้นเกิดอาการที่เรียกว่าคอพอก (goiter) นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิด ภาวะธัยรอยด์ฮอร์โมนต่ำ (hypothyroidism) มีอาการเหนื่อยง่าย น้ำหนักเพิ่ม ทนอากาศหนาวไม่ได้ กล้ามเนื้ออ่อนแรง หูตึง หรือหนวก หัวใจโต และความต้านทานโรคต่ำ ถ้าเป็นในเด็กจะทำให้ร่างกายเตี้ยแคระ แขนขาสั้น ผิวหยาบแห้ง ผมบาง เติบโตช้ากว่าเด็กปกติ ปัญญาอ่อน และยังพบว่า ถ้าเกิด ภาวะธัยรอยด์ฮอร์โมนต่ำอย่างรุนแรงของมารดาระหว่างตั้งครรภ์จะทำให้เกิดสภาพทางเซาว์ปัญญา ของทารกในครรภ์ อย่างถาวรที่เรียกว่า โรค เครตินิซึม ซึ่งแสดงออกได้หลายรูปแบบ เช่นเป็นใบหูหนวก เตี้ยแคระ ระบบกล้ามเนื้อและกระดูกเจริญช้า บางรายมีอาการคอพอก (Hetzel and Mono, 1989)

5. ความสัมพันธ์ระหว่างซีลีเนียม กับวิตามินอี

วิตามินอีและซีลีเนียมที่เพียงพอในอาหารมีความจำเป็นไม่เฉพาะ เพื่อป้องกันการขาด วิตามินอี และซีลีเนียม แต่ยังช่วยรักษาหน้าที่ของ ออร์แกนัล ในการสร้างกลไกการป้องกันโรค radiation และความเครียดได้ (Scott *et al.*, 1982) ความสัมพันธ์ ระหว่างซีลีเนียมกับวิตามินอีมีดังนี้ ซีลีเนียมจะทำหน้าที่

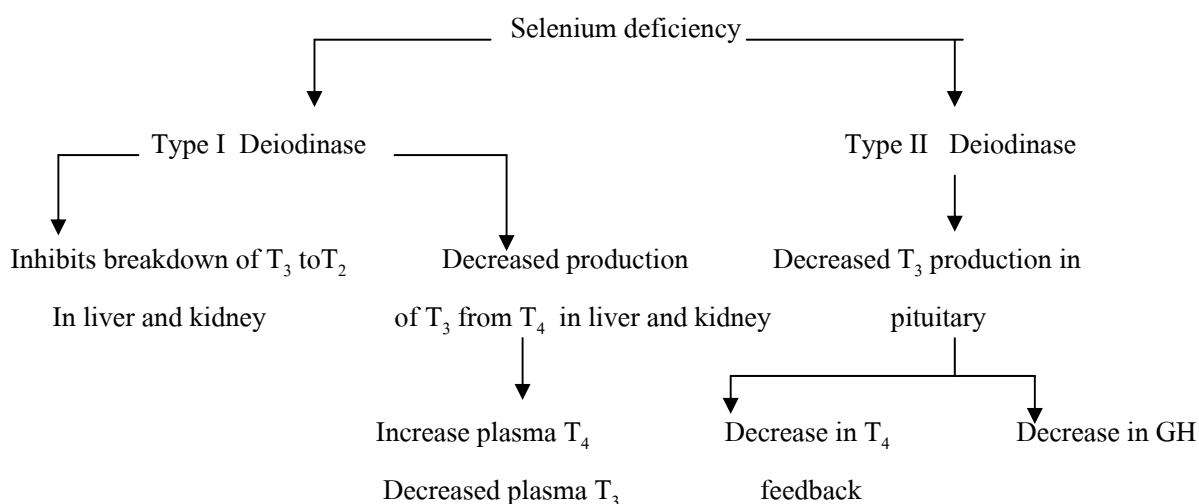
1. ซีลีเนียมช่วยรักษาการทำงานของตับอ่อนให้สมบูรณ์ ทำให้การย่อยการดูดซึมวิตามินอีเป็นตามปกติ

2. ซีลีเนียมเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของเอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ซึ่งจะเปลี่ยน กลูตาไธโอน รูปรีดิวซ์ (reduce glutathione) ไปเป็นกลูตาไธโอน รูปออกซิไดซ์ (Oxidized- glutathione) และในเวลาเดียวกันก็จะทำลายเพอร์ออกไซด์ โดยเปลี่ยนอยู่ในรูปที่ไม่มีอันตราย

3. ซีลีเนียมช่วยรักษาระดับของวิตามินอีในพลาสมา

4. ซีลีเนียมช่วยลดความต้องการวิตามินอีในด้านการป้องกันเซลล์

ส่วนวิตามินอี จะช่วยรักษาการสูญเสียซีลีเนียมออกจากร่างกาย ป้องกันการทำลายไขมันที่เยื่อหุ้ม เซลล์โดยยับยั้งการเกิดเพอร์ออกไซด์และลดปริมาณเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดสที่มีซีลีเนียมเป็น องค์ประกอบที่จะใช้ในการทำลายเพอร์ออกไซด์ นอกจากนี้ยังพบว่าซีลีเนียมและวิตามินอี ยังทำหน้าที่ ป้องกันโรคท้องมานในไก่ได้โดยอาหารที่มีซีลีเนียมเพียงพอ กลูตาไธโอ- เปอร์ออกซิเดส ในพลาสมาจะ ทำหน้าที่เป็นตัวแรกของการป้องกันการเกิด เพอร์ออกซิเดชัน (peroxidation) ของไขมันไม่อิ่มตัวที่ บริเวณพลาสมาเมมเบรน ของเส้นเลือดฝอย (capillary plasma- membrane) อาหารที่มีซีลีเนียมเพียงพอ เพอร์ออกไซด์ที่จะพบภายในของเซลล์จะถูกทำลายโดยทันทีโดย กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ซึ่งอยู่ ภายในไซโตซอล ของ เซลล์เส้นเลือดฝอย และเมื่ออาหารมีวิตามินอีเพียงพอ โรคท้องมานก็จะสามารถ ป้องกันได้โดยการทำงานของ วิตามินอี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไขมันภายใน เมมเบรน

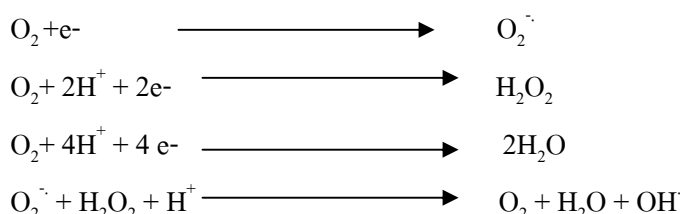


ภาพที่ 4 ผลของการขาดซีลีเนียมต่อเมตาบอลิซึมของไฮดรอกซีคอรีโมน

ที่มา: Lyons and Jacques (1995)

6. บทบาทของซีลีเนียมต่อเอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส

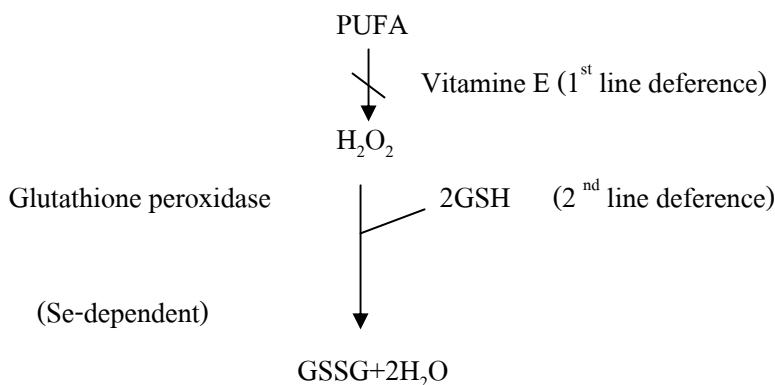
เอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกับไตรเปปไทด์ กลูตาไธโอน (glutathione) ป้องกันเซลล์จากการทำลายของ สารเปอร์ออกไซด์ต่างๆซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ในระหว่างการเกิดเมตาบอลิซึมตามปกติ ซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของออกซิเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบต่างๆ ที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาสูง โดยผ่านทางปฏิกิริยารีดักชันที่มีการส่งถ่ายอิเล็กตรอน ครั้งละหนึ่งตัว ได้แก่ hydrogen peroxide (H_2O_2) hydrogen radical ($\text{OH}^\cdot$) superoxide-anion radical ($\text{O}_2^{\cdot-}$) ดังภาพที่ 5 หากปล่อยให้มีการสะสม เปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์มาก จะไปมีผลทำลายผนังเซลล์ทำให้เซลล์เสื่อม แดงง่าย หรือตายได้



ภาพที่ 5 แสดงอนุมูลอิสระของออกซิเจน

ที่มา: Tangbanluekal (1992)

วิตามินอีทำหน้าที่เป็นสารกันหืน (antioxidant) โดยเฉพาะที่เยื่อหุ้มเซลล์ ถ้ามีวิตามินอี และ / หรือ เอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ไม่เพียงพอแล้ว lipid hydroperoxide ก็จะเข้ามาทำลายเซลล์ได้ วิตามินอี เป็นด่านแรกที่ทำหน้าที่ขัดขวางการเกิดเปอร์ออกซิเดชัน ของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ แม้ว่าวิตามินอี เพียงพอ แต่การเกิดเปอร์ออกซิเดชันก็สามารถเกิดได้ ดังนั้นซีลีเนียมซึ่งเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ก็จะทำหน้าที่ป้องกันเซลล์ในขั้นที่ 2 โดยเข้าทำลายเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเข้าทำลายเซลล์ ดังภาพที่ 6 (Burk and Hill, 1994)



ภาพที่ 6 การทำงานร่วมกันของวิตามินอี และซีลีเนียมในการกำจัดอนุมูลอิสระที่ได้จาก PUFA

ที่มา: Busu and Dickerson (1996)

เอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส มี 3 ประเภทคือ ประเภทที่อยู่ในเซลล์ ประเภทที่อยู่ในน้ำเลือด และประเภทที่ปรากฏอยู่ที่ผนังเซลล์ในรูปของ ฟอสโฟไลปิด ไฮโดรเพอร์ออกซิเดส Pehrson (1993) รายงานโรคและความผิดปกติหลายอย่างที่เป็ผลจากการขาดเอนไซม์กลูตาไธโอน-เปอร์ออกซิเดส อันเนื่องจากการขาดซีลีเนียม แสดงดังตารางที่ 1

ซีลีเนียมที่อยู่ในร่างกายประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์จะอยู่ในรูปของเอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส นอกจากนี้ซีลีเนียมที่อยู่ในร่างกายยังปรากฏอยู่ในรูปของซีลีโนโปรตีน ชนิดต่างๆแต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกัน ซีลีโนโปรตีนที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (Arthur, 1997)

1. ไอโอโดไธโรนีน ดีไอโอไดเนส (iodothyronine deiodinase) อาการของการขาดซีลีเนียมคือไม่สามารถทนทานต่อสภาพอากาศเย็นได้ เอนไซม์ตัวนี้จะมีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบสำคัญจะไปช่วยเปลี่ยนฮอร์โมนธัยร็อกซีน (T₄) ที่สร้างจาก ต่อมธัยรอยด์เป็นสารไตรไอโอโดธัยโรนีน (T₃) ซึ่งมีบทบาทในการเผาผลาญไขมัน ให้ได้พลังงาน และช่วยควบคุมอุณหภูมิในร่างกายสัตว์

2. ซีลีโนโปรตีน ดับบลิว (selenoprotein - W) พบในกล้ามเนื้อ ม้าม อัณฑะและสมอง ทำหน้าที่ด้านการออกซิเดนท์ ในเนื้อเยื่อเหล่านี้ การขาดสารตัวนี้จะนำไปสู่ปัญหาโรคเนื้อตายในกล้ามเนื้อหัวใจ และ ปัญหาเนื้อหมูและ ปัญหาท้องมานในไก่กระทง

3. ซีลีโนโปรตีนพี (selenoprotein-P) เป็นโกลโคโปรตีนนอกเซลล์ที่ถูกขับออกใน พลาสมา และ ช่องว่างระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อเกือบทุกเนื้อเยื่อ สารตัวนี้มีบทบาทในการขนส่งซีลีเนียมภายในน้ำเลือด

ตารางที่ 1 โรคที่สัมพันธ์กับการขาดซีลีเนียมในสัตว์ปีก และสัตว์อื่นๆ

โรค / ความผิดปกติ	โรค / ความผิดปกติ
เนื้อตายในตับ	หนูแรท สุกร ไก่
กล้ามเนื้อลีบ	สุกร โค แกะ ม้า ไก่วง ไก่
โรคท้องมาน	ไก่
รกค้าง	โค
เต้านมอักเสบ	โค
ถุงน้ำในรังไข่	โค
มะเร็ง	มนุษย์
โรคระบบหัวใจ และเส้นเลือด	มนุษย์ สุกร ไก่ ไก่วง
ภูมิคุ้มกันบกพร่อง	ทุกชนิด
อัตราการคลอดลูกต่ำลง	ทุกชนิด

ที่มา : Pehrson (1993)

6. ความต้องการซีลีเนียมในคน

RDA (1989) รายงานถึงความต้องการซีลีเนียมในผู้ใหญ่เท่ากับ 50-75 ไมโครกรัมต่อวัน และ ความต้องการซีลีเนียมจะลดลงได้ ในกรณีที่อายุน้อย RDA (Recommended Dietary Allowance) เป็น ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน หมายถึง ปริมาณของสารอาหารชนิดต่างๆที่จำเป็นต้องได้รับ จากอาหารบริโภคประจำวันอย่างพอเพียงต่อความต้องการทางสรีระวิทยาของร่างกายของบุคคลปกติ ทั่วไปในกลุ่มประชากร เพื่อให้ดำรงสุขภาพอนามัยอย่างสมบูรณ์ (สิริพันธุ์, 2541) จากการศึกษาของ Levander (1986) พบว่าผู้ชายในเขตทางเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกาควรได้รับซีลีเนียมวันละ ประมาณ 70 ไมโครกรัมซึ่งสามารถทดแทนส่วนที่ถูกกำจัดออก และเพียงพอสำหรับการเก็บไว้ใช้ใน ร่างกาย และความต้องการไอโอดีนในเด็ก และผู้ใหญ่เท่ากับ 102-150 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งจากรายงาน

ของ ยูเรส และคณะ (2539) เมื่อบริโภคไข่ไอโอดีนก็จะได้รับเพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวัน ส่วนความต้องการซีลีเนียมของคนในวัยๆ ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความต้องการซีลีเนียมในคน

อายุ	ความต้องการซีลีเนียม (ไมโครกรัม ต่อวัน)
ทารก	
0-0.5	10
0.5-1.0	15
เด็ก	
1-3	20
4-6	20
7-10	30
ผู้ชาย	
11-14	40
15-18	50
19-24	70
25-50	70
51 ปีขึ้นไป	70
ผู้หญิง	
11-14	45
15-18	50
19-24	55
25-50	55
51 ปีขึ้นไป	55
ตั้งครรภ์	65
ให้นมบุตร	75

ที่มา : Brody (1994)

7. ซิลิเนียมต่อการป้องกันการเกิดมะเร็ง

L'Abbe' *et al.* (1989 a) ทำการศึกษาผลของการเสริมซิลิเนียมที่ระดับต่างๆต่อการลดจำนวนเซลล์มะเร็งในหนูทดลองที่ได้รับอาหารมีไขมันหมู ต่อน้ำมันข้าวโพด ในอัตราส่วน 3:1 เมื่อเลี้ยงหนูทดลองอายุครบ 5 สัปดาห์จะฉีด 7, 12- dimethylbenz (a) anthracene (DMBA) 4.32 มิลลิกรัม ซึ่ง DMBA เป็นสารชักนำให้เกิดเซลล์มะเร็งที่บริเวณเต้านม จากการศึกษาพบว่า การเสริมซิลิเนียม 4.0 มิลลิกรัม ซิลิเนียมต่อ กิโลกรัม อาหาร สามารถลดจำนวนเซลล์มะเร็งได้ แต่การลดลงยังพบความเป็นพิษจากการได้รับซิลิเนียมเรื้อรังของหนูทดลอง ซึ่งอาการที่พบได้แก่ น้ำหนักตัวลดลง น้ำหนัก ไต ตับ และรังไข่ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ม้าม และต่อมหมวกไตมีขนาดใหญ่มากขึ้น L' Abbe' *et al.* (1989 b) พบว่าหนูทดลองที่เป็นมะเร็งจะมีสถานะของซิลิเนียม ลดลงในเซลล์เม็ดเลือดแดง ตับ และม้าม ซึ่งการเกิดเนื้องอกอาจมีผลให้ เอ็นไซม์ กลูตาไรโอน เพอร์ออกซิเดส ต่อการสลาย เพอร์ออกไซด์ ลดลง ซึ่ง Mykkanen and Wasserman (1990) รายงานว่า เพอร์ออกไซด์ ในร่างกายจะออกซิไดส์ โปรตีนที่จับกับกลุ่มซัลไฟด์ ทำให้เกิดเซลล์มะเร็งในคนได้

Edena *et al.* (1996a) ได้ทำการทดลอง เปรียบเทียบผลของการเสริมโซเดียมซิลิไนท์ และซิลิเนียมยีสต์ (Sel- Plex 50) ที่ระดับ 0.1 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน ต่ออัตราการงอกของขนของไก่กระเทยเพศผู้ ปรากฏว่าการเสริมซิลิเนียมยีสต์ ให้ผลดีกว่าที่อายุ 3, 5 และ 6 สัปดาห์ นอกจากนี้ Edena *et al.* (1996b) รายงานว่าซิลิเนียมยีสต์ ช่วยในการลดการสูญเสีย น้ำของเนื้อหน้าอกด้วย ซิลิโนเมทไรโอนิน มีประสิทธิภาพมากกว่า โซเดียมซิลิไนท์ และ ซิลิโนซิสติน ถึง 4 เท่าในการป้องกันการเกิดเนื้อเส้นใยผิดปกติในตับอ่อน (Cantor *et al.*, 1975b)

Cantor and Scott (1974) เปรียบเทียบการเสริม ซิลิเนียมที่ได้จาก โซเดียมซิลิไนท์ กับ ซิลิโน-เมทไรโอนินที่ระดับ 0.1 ส่วนต่อล้านส่วน ในอาหารแม่ไก่พื้นฐาน (ข้าวโพด ถั่วเหลือง) ปรากฏว่าผลผลิตไข่ (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการผลิต) ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การฟักออก และปริมาณซิลิเนียมในฟองไข่ของทั้ง 2 กลุ่ม (โซเดียมซิลิไนท์ และ ซิลิโนเมทไรโอนิน) สูงขึ้น ($P<0.05$) ซึ่ง Poley *et al.* (1973) รายงานว่า ซิลิเนียมมีผลในการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์การฟักออกให้ดีขึ้น เนื่องจากซิลิเนียมมีผลช่วยในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนลูกไก่ ทำนองเดียวกันกับ Noguchi *et al.* (1973) รายงานว่าซิลิเนียมมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกเพิ่มขึ้น เนื่องจากซิลิเนียมไปมีผลในการเพิ่มระดับซิลิเนียมในเอ็มบริโอ และไปทดแทนวิตามินอี

Chow and Tappel (1974) ได้ทำการศึกษาการเสริม ซีลีโนเมทไรโอนิน ต่อการทำงานของ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ในเนื้อเยื่อหนู พบว่าการเสริมซีลีโนเมทไรโอนินที่ ระดับ 2 ส่วนต่อล้าน ส่วน การทำงานของ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส เพิ่มสูงขึ้นในพลาสมามากกว่า ไต หัวใจ เม็ดเลือดแดง ปอด และพบในตับมากกว่าในลูกอ๊ณฑะ Salbe and Levander (1990) ทำการทดลองเสริมโซเดียมซีลีเนต และแอล-ซีลีโนเมทไรโอนิน ที่ระดับ 0.1 0.5 และ 2.5 ไมโครกรัมต่อกรัม พบว่าน้ำหนักตัวระหว่างหนูที่ได้รับเมทไรโอนินที่ระดับเพียงพอไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างการเสริมโซเดียมซีลีเนต และ แอล-ซีลีโนเมทไรโอนิน แต่ในหนูที่ขาดเมทไรโอนิน พบว่าน้ำหนักตัวจะน้อยกว่า หนูที่ได้รับเมทไร-โอนินที่ระดับเพียงพอ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเสริมซีลีเนียมในรูป โซเดียมซีลีเนต 2.5 ไมโครกรัมต่อกรัม พบว่าหนูที่ขาดเมทไรโอนินจะเกิดความเป็นพิษ เนื่องจากซีลีเนียม (selenosis) การเสริม ซีลีโนเมทไรโอนิน จะมีการสะสมซีลีเนียมในซีรัม หัวใจ สมอง กระดูก ลูกอ๊ณฑะ ลำไส้ใหญ่ ผิวหนัง ปอด และตับอ่อนดีกว่าหนูที่เสริมโซเดียมซีลีเนต และเมื่อเสริมโซเดียมซีลีเนตที่ระดับ 2.5 ไมโครกรัม ในสภาวะที่ขาดเมทไรโอนินจะพบว่า ไตจะเป็นอวัยวะที่มีซีลีเนียมสูงกว่าเมื่อเสริมซีลีโนเมทไรโอนิน

ความเป็นพิษของซีลีเนียมเกิดขึ้นในพื้นที่ ที่ดินมีซีลีเนียมสูง ซีลีเนียมทำให้เกิดความเป็นพิษทั้งแบบรุนแรง และแบบเรื้อรังในสัตว์ทุกชนิด พิษครั้งแรกของซีลีเนียมพบในปี ค.ศ. 1295 ในโคและม้าที่เลี้ยงในภูเขาเทียนซานในประเทศจีน สัตว์เลี้ยงมีอาการขนร่วง กีบลอกหลุดออกได้ง่าย และมีอาการเท้าบวม เรียกโรคนี้ว่า โรคอัลคาไล (alkali disease) เกิดเนื่องจากสัตว์กินพืชที่มีซีลีเนียมมากเกินไป จนเกิดเป็นพิษขึ้น อาการเนื่องจากความเป็นพิษของซีลีเนียม คือ อ่อนเพลีย เมื่อยล้า อาหารไม่ย่อย เกิดความผิดปกติที่ตับ ไต ฟันและข้อต่อต่างๆ ผิวหนังเป็นขุยหนา และผมร่วง บางครั้งพบว่าผิวหนังมีสีเหลือง เล็บหนา และบวม น้ำ นอกจากนี้การได้รับซีลีเนียมที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดความผิดปกติของทางเดินอาหาร และรงควัตถุของผิวหนังทำลาย (skin discoloration) เนื่องจากสัตว์ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (McDowell, 1992)

McConnell and Cho (1965) รายงานว่าความเป็นพิษของที่เกิดขึ้นจากการได้รับซีลีเนียมในอาหารสามารถลดลงได้ โดยการให้อาหารที่มีโปรตีนสูง โดยเฉพาะโปรตีนที่มี กรดอะมิโนเมทไรโอนินที่เพียงพอ ระดับซีลีเนียมที่ก่อให้เกิดพิษรุนแรง และทำลายเนื้อเยื่อสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำและคาร์โบไฮเดรตสูง และจะได้รับอันตรายเล็กน้อย หากได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูง ผลเสียและความเป็นพิษของซีลีเนียมที่ได้รับจากธรรมชาติได้กำหนดไว้ด้วย สัดส่วนของโปรตีนต่อซีลีเนียมในอาหารที่กิน ซึ่งในอาหาร 100 กรัมที่มีโปรตีน 1 เปอร์เซ็นต์และมีซีลีเนียมประมาณ 30 ไมโครกรัม จะทำ

ให้เกิดความเป็นพิษเล็กน้อย แต่ถ้าในอาหาร 100 กรัม มีโปรตีน 1 เปอร์เซ็นต์ และมีซีลีเนียม 100 ไมโครกรัมจะก่อให้เกิดพิษอย่างรุนแรง ปริมาณซีลีเนียมในอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์และที่เป็นอันตรายต่อสัตว์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณซีลีเนียมในอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์และที่เป็นอันตรายต่อสัตว์

ชนิดของสัตว์	ระดับที่ต้องการ	ระดับที่ไม่เป็นอันตราย	ระดับที่เป็นพิษ
		(ส่วนต่อล้านส่วน)	
โค กระบือ	0.10	2.0	8.0
แกะ	0.10	-	10.0
สุกร	0.10	2.5	7.0
สัตว์ปีก	0.15	5.0	15.0
ไก่วง	0.20	-	-

ที่มา: มาลินี (2527)

8. ผลของซีลีเนียมต่อฟอสฟอรัส

Mahan(1998)รายงานว่า สุนัขที่ขาดซีลีเนียมจะส่งผลให้ คุณภาพของน้ำเชื้อฟอสฟอรัสต่ำ โดยพบว่า ฟอสฟอรัสที่ไม่เสริม ซีลีเนียมจะมีความผิดปกติของอสุจิส่วนหางสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลให้การเคลื่อนที่ของอสุจิ ช้าลง และส่งผลให้อัตราการผสมติดต่ำในแม่สุนัข และสุนัขสาวที่ใช้การผสมแบบผสมเทียมโดยพบว่า ฟอสฟอรัสที่เสริมซีลีเนียมจะมีอัตราการผสมติดถึง 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ไม่เสริมซีลีเนียม จะมีอัตราการผสมติดเพียง 74 เปอร์เซ็นต์ สุนัขแต่ละช่วงจะมีความต้องการแร่ธาตุซีลีเนียมไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ความต้องการแร่ธาตุของสุกรแต่ละประเภท

ชนิดสุกร	แม่สุกรสาว และ พ่อสุกรหนุ่ม	สุกรเลี้ยงลูก
อัตราการกินได้ต่อวัน (กก.)	1.9	5.3
แคลเซียม (กรัม)	14.2	39.8
ฟอสฟอรัสรวม (กรัม)	11.4	31.8
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (กรัม)	6.6	18.6
โซเดียม (กรัม)	2.8	10.6
คลอไรด์ (กรัม)	2.3	8.5
แมกนีเซียม (กรัม)	0.8	2.1
โปแทสเซียม (กรัม)	3.8	10.6
คอปเปอร์ (มิลลิกรัม)	9.5	26.5
ไอโอดีน (มิลลิกรัม)	0.3	0.7
เหล็ก (มิลลิกรัม)	152	424
แมงกานีส (มิลลิกรัม)	19	53
ซีลีเนียม (มิลลิกรัม)	0.3	0.8
สังกะสี (มิลลิกรัม)	95	265

ที่มา: Giliespie (1998)

9. ผลของซีลีเนียมต่อสุกรขุน

ซีลีเนียมมีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยการเสริมโซเดียม ซีลีไนท์ในอาหารจะมีผลทำให้การสูญเสีย น้ำจากเนื้อมากกว่า การเสริมซีลีโนเมทไรโอนิน โดยพบว่าเนื้อสันหลังกลุ่มที่เสริม โซเดียม ซีลีไนท์ จะมีลิซิดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไรโอนินในอาหาร (Marin-Guzman and Mahan, 1989a) การเสริมซีลีไนท์ และซีลีเนียมยีสต์ ที่ระดับ 0.1 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน จะมีผลทำให้ปริมาณเนื้อแดงของแม่สุกรมากขึ้น ตามระดับการเสริมซีลีไนท์ ($P < 0.05$) และการเสริมซีลีเนียมยีสต์ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริม ซีลีเนียมอินทรีย์ร่วมกับสารลดอนุมูลสภาพลงไปในอาหารจะช่วยทำให้คุณภาพของเนื้อดีขึ้น ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากผลของซีลีเนียมที่เพิ่มความแข็งแกร่งให้แก่เซลล์ (Mahan and Kim, 1996)

ตารางที่ 5 ความต้องการแร่ธาตุของสุกรที่น้ำหนักแตกต่างกัน

น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	1-5	5-10	10-20	20-50	50-110
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	200	250	450	700	820
อัตราการแลกน้ำหนัก	1.25	1.84	2.11	2.71	3.79
พลังงาน (กิโลแคลอรี/ กก.)	3,220	3,240	3,250	3,260	3,275
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	24	20	18	15	13
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
ฟอสฟอรัสรวม (เปอร์เซ็นต์)	0.70	0.65	0.60	0.50	0.40
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (เปอร์เซ็นต์)	0.55	0.40	0.32	0.23	0.15
โซเดียม (เปอร์เซ็นต์)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
คลอไรด์ (เปอร์เซ็นต์)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
แมกนีเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.30	0.28	0.26	0.23	0.17
คอปปเปอร์ (มิลลิกรัม)	6.0	6.0	5.0	4.0	3.0
ไอโอดีน (มิลลิกรัม)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
เหล็ก (มิลลิกรัม)	100	100	100	100	100
แมงกานีส (มิลลิกรัม)	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0
ซีลีเนียม (มิลลิกรัม)	0.30	0.30	0.25	0.15	0.10
สังกะสี (มิลลิกรัม)	100	100	80	60	5

ที่มา : Giliespie (1998)

10. ผลของซีลีเนียมต่อแม่สุกร

Mahan and Kim (1996) ได้ทำการประเมินผลการใช้เปรียบเทียบระหว่าง ซีลีเนียมในรูปอินทรีย์ และในรูปอนินทรีย์ (โซเดียม ซีลีไนท์) ในอาหารโดยใช้ซีลีเนียมทั้งสองชนิดในขนาด 0.1 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนในอาหารแม่สุกร ผลปรากฏว่าปริมาณที่ถ่ายทอดจากแม่สุกรไปยังตัวอ่อนในครรภ์ ในกลุ่มที่เสริมด้วยซีลีเนียมอินทรีย์ที่ระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนจะมีระดับที่สูงกว่ากลุ่มซีลีเนียม อนินทรีย์

Yoon and McMillan (2005) รายงานว่าเมื่อลูกสุกรเกิดและเริ่มดูดนมแม่ ปริมาณซีลีเนียมในซีรัมของลูกสุกร ซีลีเนียมในตับ ที่เกิดจากแม่สุกรที่ได้รับซีลีเนียมอินทรีย์จะสูงกว่ากลุ่มซีลีเนียมรูปอนินทรีย์ การเสริมซีลีเนียมในระดับต่ำ (0.1 ส่วนต่อล้านส่วน) และพบว่าการเสริมซีลีเนียมยีสต์ และ ซีลีไนท์ในระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน ให้กับแม่สุกรท้องแรกจนถึงท้องที่ 5 จะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด ในรูปซีลีเนียมอินทรีย์สามารถส่งผ่านจากแม่ ไปยังลูกสุกรได้ดีกว่าการเสริมด้วยซีลีเนียมอนินทรีย์ทั้งในระยะตั้งท้องและในระยะเลี้ยงลูก ในส่วนของแม่สุกรที่ขาดซีลีเนียมจะส่งผลให้เกิดมดลูกอักเสบ ไม่มีน้ำนม ระยะตั้งท้องยาวนาน น้ำนมไหลไม่ดีพอ ลูกสุกรแรกคลอดอ่อนแอ นอกจากนี้ Giliespie (1998) ยังพบว่าการเสริมซีลีเนียมยีสต์ จะส่งผลให้ซีลีเนียมในน้ำนมเหลือง และในซีรัมเพิ่มสูงขึ้นด้วย

11. ผลของซีลีเนียมต่อลูกสุกร

Mahan (1998) รายงานว่า ผลของการขาดซีลีเนียมในลูกสุกรจะพบว่า ลูกสุกรจะมีเนื้อตายที่ตับ ระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลวเฉียบพลัน กล้ามเนื้อเสื่อมสลาย เกิดแผลหลุมในกระเพาะ มีอาการท้องเสีย ในลูกสุกร นอกจากนี้ยังพบว่า วิตามินอี และซีลีเนียมมีความจำเป็นต่อการเกิดภูมิคุ้มกันในลูกสุกร เนื่องจากไมโตคอนเดรีย และไมโครโซมทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี (antibody) และกลไกป้องกันอื่นๆ ดังนั้นระดับของวิตามินอี และซีลีเนียมที่เพียงพอ นอกจากป้องกันความผิดปกติอันเนื่องมาจากการขาดวิตามินอีและซีลีเนียมแล้ว ยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกลไกป้องกันโรครังสี และความเครียดอื่นๆ (Scott *et al.*, 1982; McDowell, 1992)

12. ลักษณะทั่วไปของน้ำเชื้อ

น้ำเชื้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนของตัวอสุจิ (spermatozoa) และส่วนของน้ำกาม (seminal - plasma) โดยที่ตัวอสุจิจะแขวนลอยอยู่ในส่วนของน้ำกาม อัตราส่วนระหว่างตัวอสุจิ และน้ำกามจะผันแปร ตามชนิดของสัตว์ สมรรถภาพของสัตว์แต่ละตัว และ จำนวนครั้งของการหลั่งน้ำเชื้อ (Setchell, 1991) ซึ่งส่วนประกอบของน้ำเชื้อจะหลั่งมาจากส่วนต่างๆ คือ ท่อเก็บน้ำเชื้อข้างลูกอัณฑะ (epididymis) ต่อมน้ำกาม (vesicular gland) ต่อมลูกหมาก (prostate gland) และต่อมข้างปัสสาวะ (bulbourethral gland หรือ cowper's gland) คิดเป็น 2-5, 15-20, 50-75, และ 10-25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีส่วนประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเชื้อ

ส่วนประกอบ	ค่าเฉลี่ย (มก. / 100มล.) ^{1/}	ช่วง (มก. / 100มล.) ^{2/}	ช่วง (มก. /100 มล.) ^{3/}
น้ำ	95	94-98	-
โซเดียม	650	290-850	587
โพแทสเซียม	240	80-380	197
แคลเซียม	5	2-6	6
แมกนีเซียม	11	5-14	5-14
กลูโคส	330	260-430	260-340
น้ำตาลฟรุกโทส	13	3-50	9
ซอบิทอล	12	6-18	6-18
กรดซิตริก	130	30-330	173
อินอซิทอล	530	380-630	380-630
กลีเซอรอเฟอสฟอริลโคลีน	175	110-240	110-240
เอโกไธโรนีน	15	6-23	17
โปรตีน	3,700	-	3,700

ที่มา: 1/ ดัดแปลงจาก Bearden and Fuquary (1992)

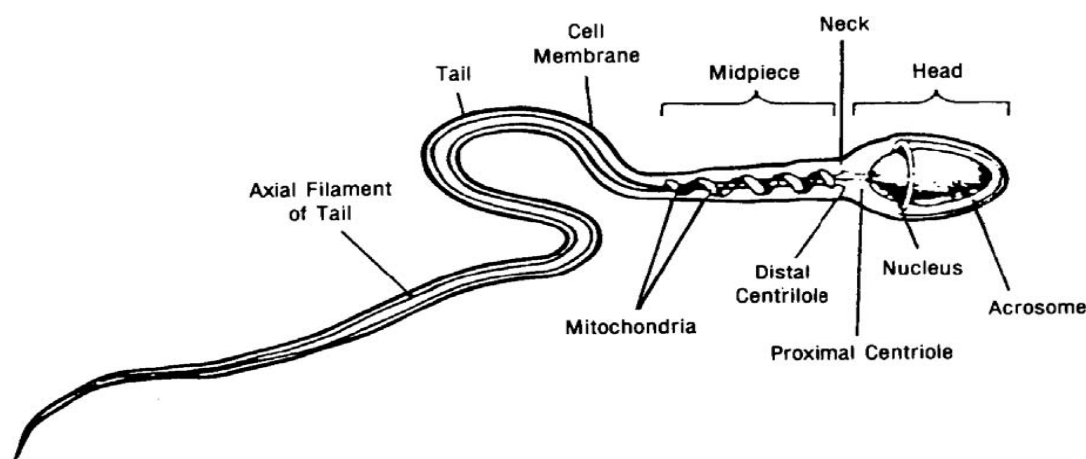
2/ ศรีสุวรรณ (2542)

3/ Garner and Hafez (1993)

12.1 ตัวอสุจิ

ตัวอสุจิสุกเกิดจากกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) ซึ่งตัวอสุจิถูกสร้างขึ้นเมื่ออายุได้ 125 วัน และหลั่งน้ำเชื้อได้เมื่ออายุได้ 5- 8 เดือน (Garner and Hafez, 1993) สอดคล้องกับ ศรีสุวรรณ (2542) รายงานว่าตัวอสุจิจะถูกสร้างเมื่ออายุได้ 80-150 วัน และหลั่งน้ำเชื้อได้เมื่ออายุ 5.5 – 6 เดือน โดยมีจุดกำเนิดมาจากเซลล์สืบพันธุ์ดั้งเดิม (primordial - sex cell) และเปลี่ยนแปลงเป็น spermatogonia โครงสร้างของเซลล์อสุจิประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนหัว และส่วนหาง ซึ่งมี

หน้าที่แตกต่างกัน โดยส่วนหัวมีหน้าที่เกี่ยวกับการปฏิสนธิกับไข่ และขณะที่ส่วนหางมีบทบาทเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และเมทาบอลิซึม ของตัวอสุจิ ดังแสดงในภาพที่ 7 (Garner and Hafez, 1993)



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของตัวอสุจิที่ปกติ

ที่มา: Singleton (1997)

12.2 น้ำกาม (seminal plasma)

น้ำกามสร้างมาจากต่อมร่วมสร้างน้ำกาม (accessory gland) ต่างๆโดยมีหน้าที่คือ ทำหน้าที่แขวนลอยและกระตุ้นให้อสุจิเคลื่อนไหว เพื่อนำพาอสุจิจากระบบสืบพันธุ์เพศผู้เข้าสู่ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย และเป็นแหล่งของอาหารและพลังงานเพื่อหล่อเลี้ยงตัวอสุจิ (Nalbandov, 1976) น้ำกามมีส่วนของสารอินทรีย์ (organic substance) คือฟอสฟอริล โคลีน (phosphoryl choline) กลีเซอโรฟอสฟอริล โคลีน (glycerophosphoryl choline) กรดซิตริก (citric acid) น้ำตาลฟรุคโตส (fructose) น้ำตาลอินอซิทอล (inositol) น้ำตาลซอร์บิตอล (Sorbital) เออโกไธโอนีน (ergotionine) สเปอर्मิน (spermine) ฮอร์โมนพรอสตาแกรนดิน (Prostaglandins) สารอนินทรีย์ (inorganic substance) ได้แก่ โพแทสเซียม (potassium) แคลเซียม (calcium) และไบคาร์บอเนต (HCO_3) น้ำกามของมนุษย์จะมีฟอสฟอริล โคลีน สูงในสัตว์ใหญ่จะมี กลีเซอโรฟอสฟอริล โคลีนสูง เช่นเดียวกับน้ำกามแพะ ในส่วนของน้ำกามโค ม้า และสุกรจะมีกลีเซอโรฟอสฟอริล โคลีน อยู่ต่ำ

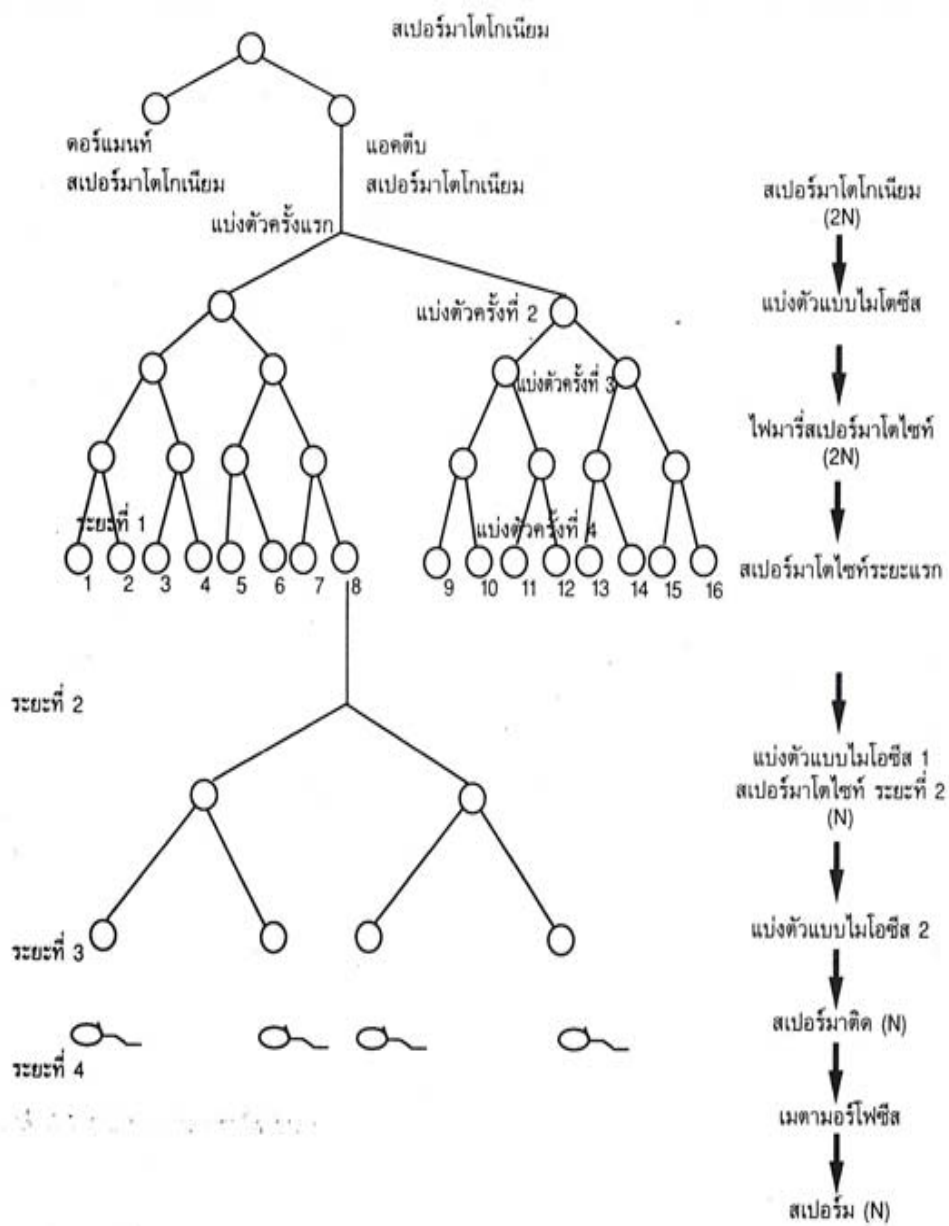
ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอสุจิในส่วนของนิวเคลียส (nucleus) จะเป็นกลุ่มสารดีออกซีไรโบ-นิวคลีโอโปรตีน (deoxy ribo nucleoprotein) ในส่วนของอะโครโซม (acrosome) เป็นโปรตีน บาวด์ มูโคโพลีแซคคาไรด์ (protein bound mucopolysaccharide) ในส่วนของมิด พีส (mid piece) และหาง เป็น เคราติน ไลค์ โปรตีน (keratin-like protein) ประกอบด้วย ผนังของตัวอสุจิ (sperm membrane) และ ไฟบริลล์ (fibrils) นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ และ โค เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหว และ ช่วย กระบวนการเมทาบอลิซึมของตัวอสุจิ (ศรีสุวรรณ, 2542)

13. คุณภาพน้ำเชื้อ

ศรีสุวรรณ (2531) รายงานว่า ลักษณะคุณภาพน้ำเชื้อ มีความสำคัญมากต่อการนำมาใช้ประโยชน์ ในการผสมเทียมและการแยกอสุจิต่างๆ เนื่องจากคุณภาพน้ำเชื้อที่เปลี่ยนไป ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพต่อการปฏิสนธิของอสุจิ ดังนั้นการประเมินคุณภาพของน้ำเชื้อ ส่วนมากจึงเป็นการประเมินคุณภาพของอสุจิ โดยอาศัยลักษณะต่างๆ ดังนี้ คือ ความเข้มข้นน้ำเชื้อ ปริมาตร สี ความเป็นกรดเป็นด่าง ลักษณะการตอบสนองต่อแรงดันออสโมติก ลักษณะการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (motility) ลักษณะการติดสี ลักษณะ ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ (abnormality) ลักษณะโครงสร้างอสุจิโดยละเอียด (ultrastructure-morphology) เช่นลักษณะเยื่อหุ้มเซลล์ ลักษณะของ อะโครโซม เป็นต้น

13.1 กระบวนการสร้างอสุจิ

1. ขั้นตอนการแบ่งเซลล์ (spermatocytogenesis) ประกอบด้วย 2 ระยะของกระบวนการแบ่ง เซลล์ แบบ mitosis และ meiosis คือระยะการลดจำนวนและระยะการคงจำนวนโครโมโซม เป็นผลให้ได้ spermatid โดยกระบวนการเริ่มตั้งแต่สเปออร์มาโตโกเนียม (spermatogonium) จำนวน 1 เซลล์อาจจะ เปลี่ยนกลายเป็น แอคทีฟ สเปออร์มาโตโกเนียม (active spermatogonium) หรือเปลี่ยนเป็น ดอร์แมนต์ สเปออร์มาโตโกเนียม (dormant spermatogonium) หลังจากนั้น แอคทีฟ สเปออร์มาโตโกเนียม (active spermatogonium) จะแบ่งตัวแบบ mitosis จำนวน 4 ครั้งได้ สเปออร์มาโตไซต์- ระยะแรก จำนวน 16 เซลล์ หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการแบ่งตัวแบบ meiosis โดยสเปออร์มาโตไซต์ ระยะแรก จำนวนหนึ่ง เซลล์ แบ่งตัวครั้งที่ 1 ได้ สเปออร์ มาโตไซต์ ระยะที่สอง จำนวน 2 เซลล์ โดยแต่ละเซลล์มีจำนวน โครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของ สเปออร์มาโตไซต์ ระยะแรก (n) ต่อมาแบ่งตัวระยะที่ 2 ได้สเปออร์มาติด จำนวน 4 เซลล์ เป็นการสิ้นสุดการแบ่งเซลล์ ดังภาพที่ 8 (ศรีสุวรรณ, 2542)



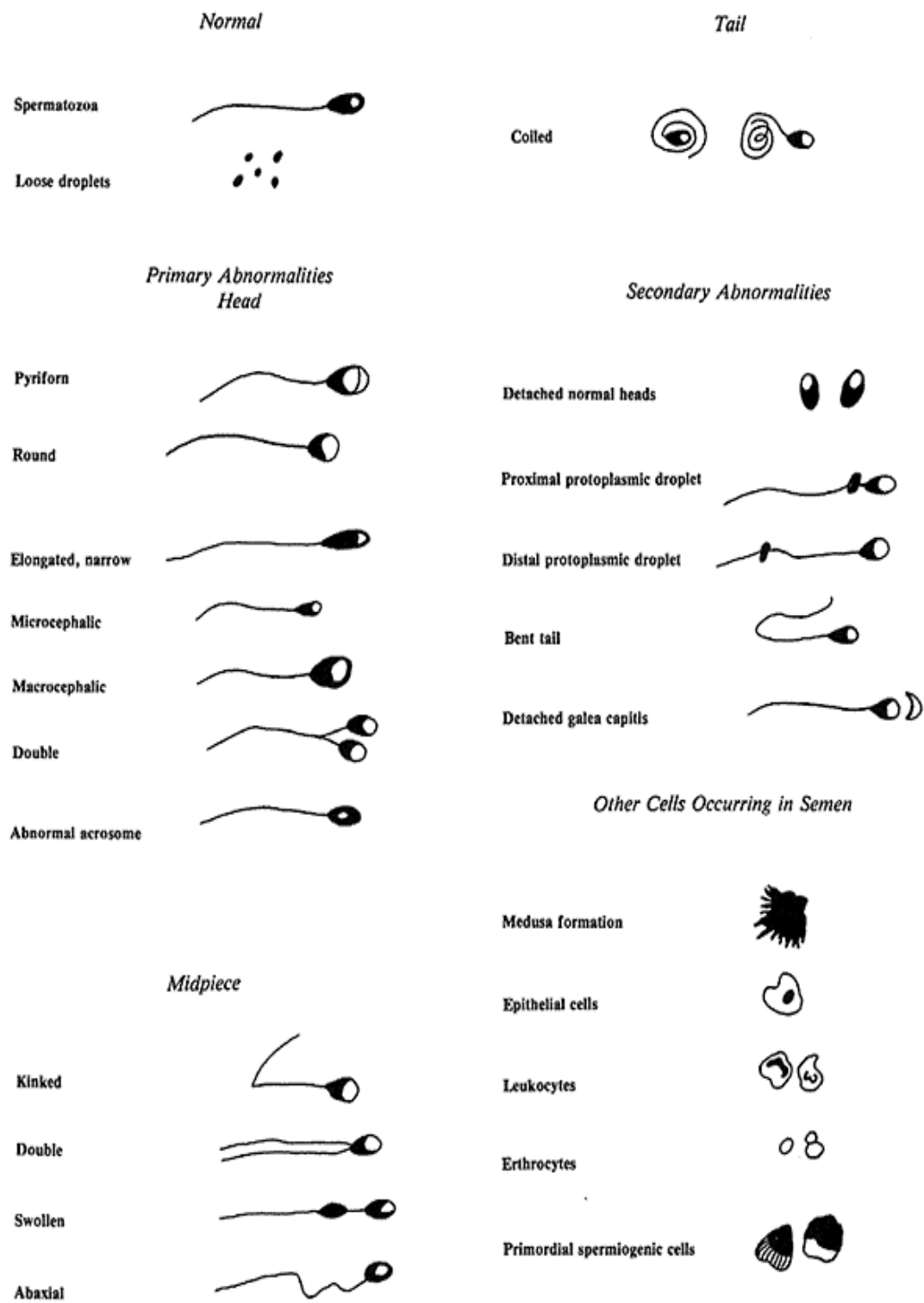
ภาพที่ 8 ขบวนการผลิตตัวสุจิ

ที่มา: ศรีสุวรรณ (2542)

2. ขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของเซลล์เพศ (spermiogenesis) โดยเปลี่ยนจาก spermatid โดยกระบวนการ เมตามอร์โฟซิส (metamorphosis) จนได้เป็น spermatozoa ที่จะคงไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็น

ต่อการปฏิสนธิ เป็นลักษณะการเจริญเติบโตของอสุจิ กระบวนการสร้างตัวอสุจิ (ตั้งแต่ สเปิร์มาโตโกเนียม ถึงเป็นตัวอสุจิ) ใช้เวลา 34.4 วัน โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ คือ สเปิร์โตไซท์ระยะแรก สเปิร์มาโตไซท์ระยะที่สอง สเปิร์มาติด และตัวอสุจิใช้เวลาในแต่ละระยะเท่ากับ 12.3, 0.4, 7.8 และ 6.2 วัน ตามลำดับ (Bearden and Fuquay, 1992)

พ่อสุกรบางตัวมีลักษณะภายนอกดี และมีปริมาณน้ำเชื้อมาก แต่บางที่ผสมไม่ติด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีตัวอสุจิที่ผิดปกติอยู่เป็นจำนวนมาก โดยปกติน้ำเชื้อสดจะพบตัวอสุจิผิดปกติประมาณร้อยละ 20 และสำหรับน้ำเชื้อแช่แข็งจะพบความผิดปกติของน้ำเชื้อประมาณ ร้อยละ 50 ความผิดปกติที่พบส่วนมากคือ บริเวณส่วนหัว (acrosome) ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 80 ของความผิดปกติส่วนอื่น ความผิดปกติแบบต่างๆของตัวอสุจิ ดังภาพที่ 10 ซึ่งอสุจิที่ผิดปกติจะแบ่งความผิดปกติออกได้เป็น 3 อย่างคือ แบบที่ 1 ส่วนหัวผิดปกติ (abnormal heads)เช่นหัวใหญ่ผิดปกติ(giant head) หัวเล็กผิดปกติ(micro head) หัวแหลมเหมือนก้านไม้ขีดไฟ (tapering head) หัวคล้ายลูกแพร์หรือลูกชมพู่ (pyriform head)และมี 2 หัว(double-head) แบบที่2 ส่วนหางผิดปกติ(abnormal tails) เช่น หางขยายใหญ่ (enlarged tail) หางหัก (broken-tail) หางงอ (bent tail) หางเล็ก(filiform tail) มี 2 หาง(double tail) หางขดเป็นม้วน(coiled tail) เป็นต้นและแบบที่ 3 คือมีน้ำหยดที่ส่วนหาง (protoplasmic or cytoplasmic droplets) จะเกิดขึ้นที่ส่วนหางของตัวอสุจิ จะเกิดขึ้นในระหว่างการสร้างตัวอสุจิ หยดน้ำนี้จะถูกสลัดออก เมื่อมีการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิมาอยู่ที่บริเวณท่อเก็บน้ำเชื้อข้างลูกอัณฑะ(epididymis) ถ้าหากไม่ถูกสลัดออกเมื่อมีการหลั่งออกมาจะถือว่าเป็นอสุจิที่ผิดปกติ ถ้าหากในน้ำเชื้อมีตัวอสุจิที่มีหยดน้ำ อยู่ในส่วนหางสูงจะทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ศรีสุวรรณ (2542) ลักษณะความผิดปกติต่างๆ ของอสุจิแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลักษณะอสุจิที่ผิดปกติ

ที่มา: Singleton (1997)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

พ่อสุกรพันธุ์ ดูรอค อายุ 26 เดือน สุกรแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ขนาด 2.5 x 3 เมตร พื้นซีเมนต์ ทึบในสภาพโรงเรือนแบบปิด

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดเก็บน้ำเชื้อ

- 2.1 หุ่นรีดน้ำเชื้อ โครงเหล็กหุ้มด้วยกระสอบป่าน
- 2.2 ถังมือยาง
- 2.3 ปีกเกอร์ (beaker)
- 2.4 ผ้ากรองส
- 2.5 กระตักน้ำแข็ง

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำเชื้อ

- 3.1 เทอร์โมมิเตอร์
- 3.2 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

4. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อ

- 4.1 กล้องจุลทรรศน์
- 4.2 ปีกเกอร์ (beaker)
- 4.3 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม ยี่ห้อ Sakura
- 4.4 แผ่นสไลด์ (slide)
- 4.5 กระจกแผ่นบางปิดสไลด์ (coverglass)

4.6 Micropipette

4.7 เครื่องตรวจความเข้มข้น spermaCue photometer ของบริษัท minitub ประเทศเยอรมันนี

4.8 เครื่องวัดความเป็น กรด- ด่าง pH meter

4.9 สีอีโอซิน (eosin) สีนิโกรซิน (nigrosin) และ โซเดียมซิเตรท (sodium citrate) สำหรับทำสีย้อม เพื่อตรวจดูตัวเป็นตัวตายของเซลล์อสุจิ และเซลล์อสุจิที่มีความผิดปกติ โดยสีย้อมมีส่วนประกอบ ดังนี้ สีอีโอซิน 1 กรัม สีนิโกรซิน 5 กรัม โซเดียมซิเตรท 3 กรัม และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (ศรีสุวรรณ, 2542)

วิธีการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง

ใช้พ่อสุกรพันธุ์ดุกอายุ 26 เดือน จำนวน 15 ตัวแบ่งพ่อสุกรดังกล่าวออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 ตัว โดยให้ได้รับอาหารที่มีการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 : อาหารพื้นฐานไม่มีการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีน (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 2 : อาหารพื้นฐานเสริมซีลีโนเมทไธโอนีน 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน

กลุ่มที่ 3 : อาหารพื้นฐานเสริมซีลีโนเมทไธโอนีน 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน

ปริมาณโภชนะในสูตรอาหารพ่อพันธุ์สุกร ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1

2. การให้อาหารและน้ำ

ให้อาหารแก่พ่อสุกร 2 เวลา คือ 07.00 น. และ 16.00 น. โดยให้อาหาร 2 กิโลกรัมต่อวัน มีที่ให้น้ำอัตโนมัติให้กินตลอดเวลา

3. การรีดน้ำเชื้อ

ทำการรีดน้ำเชื้อพ่อสุกรโดยรีดใช้มือบีบนวดปลายอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้ (glove hand - method) ทำการรีดเก็บทุกส่วนของน้ำเชื้อ (total semen) โดยมีผ้ากรองกรองแยกเม็ดสาคูออก ความถี่ใน

การรีดน้ำเชื้อจะทำการรีดประมาณ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ นำน้ำเชื้อที่รีดได้มาทำการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อตามวิธีการของศรีสุวรรณ (2542) ดังนี้

3.1 สี (color) แบ่งระดับคะแนนสีของน้ำเชื้อออกเป็น 4 ระดับ (0-3) คือ

ระดับ 0 หรือเกรด (D) สีของน้ำเชื้อจะใสคล้ายน้ำ (watery) ถ้าหากน้ำเชื้อมีรูปแบบนี้แสดงว่าไม่มีตัวอสุจิเลย (aspermia) น้ำเชื้อชุดนี้ควรทิ้ง

ระดับ 1 หรือเกรดซี (C) สีของน้ำเชื้อมีสีขุ่นขึ้น (cloudy) ดีกว่าระดับ 0 หรือเกรดดี (D) น้ำเชื้อระดับนี้จะมีตัวอสุจียน้อย ความเข้มข้นจะอยู่ประมาณ 100- 200 ล้านตัวต่อมิลลิเมตร ที่เห็นเป็นสีขุ่นอาจเนื่องมาจากสีของแป้งจากท่อข้างท่อปัสสาวะ น้ำเชื้อชนิดนี้ไม่ควรนำมาเจือจางเพื่อผสมเทียมเนื่องจากความเข้มข้นของตัวเชื้อต่ำ

ระดับ 2 หรือเกรดบี (B) สีของน้ำเชื้อออกสีขาวขุ่น เหมือนสีของนม (milk) ความเข้มข้นของตัวอสุจิในน้ำเชื้อระดับนี้จะมีมากประมาณ 200-300 ล้านตัวต่อมิลลิเมตร สามารถนำมาใช้ในการเจือจางเพื่อผสมเทียมได้

ระดับ 3 หรือเกรดเอ (A) สีของน้ำเชื้อออกสีขาวขุ่น เหมือนสีครีม (thick creamy) มีความเหนียวหนืดมากกว่าระดับที่ 2 หรือเกรดบี (B) น้ำเชื้อในระดับ 3 หรือเกรดเอ โดยปกติเมื่อเวลารีดเก็บน้ำเชื้อได้จะมีปริมาณน้อย มีความเข้มข้นของตัวอสุจิในน้ำเชื้อระดับนี้จะสูงมาก มากกว่า 300 ล้านตัวต่อมิลลิเมตร

3.2 ปริมาตร (volume) ทำการวัดปริมาตรของน้ำเชื้อ โดยใช้เครื่องชั่งน้ำเชื้อทำมาคำนวณปริมาตรโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาตร (มิลลิเมตร)} = \text{น้ำหนักของน้ำเชื้อ (กรัม)} \times 0.95$$

3.3 ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (sperm concentration) ตรวจความเข้มข้นโดยการใช้เครื่อง spermaCue photometer บริษัท minitub ประเทศเยอรมันนี

3.4 ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ (sperm motility) การให้คะแนนความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิตั้งแสดงในตารางที่ 7

3.5 อสุจิมิชีวิต (motile sperm) ประเมินร้อยละของตัวมีชีวิตจากการประเมินการเคลื่อนไหวอสุจิด้วยสายตา

3.6 อสุจิตัวเป็น (live sperm) ตรวจสอบโดยการนับจำนวนตัวอสุจิที่ย้อมสี ด้วยสารละลาย นิโกรซิน – อีโอซิน โดยนับจำนวนตัวอสุจิทั้งหมด 200 ตัว จากนั้นจึงคิดค่าเปอร์เซ็นต์ตัวเป็นตัวของตัวอสุจิ โดยดูจากการติดสี และไม่ติดสีของตัวอสุจิ

3.7 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเชื้อวัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter

3.8 รูปร่างสัณฐานของตัวอสุจิ (sperm morphology) โดยนับจำนวนตัวอสุจิที่ย้อมสีด้วย สีนิกโรซิน – อีโอซิน โดยนับจำนวนตัวอสุจิทั้งหมด 200 ตัวแล้วจำแนกตัวผิดปกติแต่ละชนิด นำมาคิดร้อยละของอสุจิที่ผิดปกติ

4. การวัดความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดของพ่อพันธุ์สุกรหลังจากที่เสริมซีลีโนเมทโซอินในอาหารไปแล้ว 45 และ 90 โดยทำการเก็บตัวอย่างละ 2 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมที่ละลายในเลือด โดยใช้วิธี Fluorometric method (Koh and Ben, 1983)

5. การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกรแต่ละตัวตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สีของน้ำเชื้อ (color)
2. ปริมาตรของน้ำเชื้อ (volume)

3. ความเข้มข้นของตัวอสุจิในน้ำเชื้อ (sperm concentration)
4. ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ (sperm motility)
5. อสุจิมิชีวิต (motile sperm)
6. อสุจิตัวเป็น (live sperm)
7. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อ (pH)
8. ความผิดปกติของตัวอสุจิ (sperm abnormality)
9. ความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด (selenium concentration in whole blood)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ Repeated Measurement in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ศึกษาระหว่างปัจจัยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ซึ่งมีแบบหุนจำลองทางสถิติดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{k(i)} + \tau_j + \alpha\tau_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากปัจจัยของระดับซีลีโนเมทไรโอนิน ที่ระดับ i ($i = 1, 2, 3, 4$)

และช่วงเวลา (time) ที่ระดับ j ($j = 1, 2, 3$) ซ้ำที่ k ($k = 1, 2, 3$)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

α_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยของระดับซีลีโนเมทไรโอนิน ที่ระดับ I เมื่อ $I = 1, 2, 3$,

τ_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยช่วงเวลา (time) ที่ระดับ j

$\alpha\tau_{ij}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัยของระดับซีลีโนเมทไรโอนิน ที่ระดับ i
และปัจจัยของช่วงเวลา (time) ที่ระดับ j

$\delta_{k(i)}$ = อิทธิพลเนื่องจากตัวตัดหรือหน่วยทดลองที่ระดับ k (main plot error)

ε_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน (sub plot error)

สมการ Exponential ไม่รวมเทอม ε มีหุ่นทางคณิตศาสตร์คือ

$$Y = \beta_0 \beta_1^x$$

เมื่อ

Y = ตัวแปรตาม หรือค่าสังเกต

β_0 = จุดตัดบนแกน Y เมื่อ x มีค่าระดับหนึ่งขึ้นไป

β_1 = อัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ x มีค่าเปลี่ยนไป

X = ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปร Y

สมการการทำนายผลตอบสนองระดับของซิลิโคนเมทไรโอนิน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เขียนแบบหุ่นทางคณิตศาสตร์ได้ใหม่ดังนี้

$$Y = B_0(1 - \text{EXP}(-B_1 \cdot X))$$

เมื่อ

Y = ค่าสังเกตจากปัจจัยของระดับซิลิโคนเมทไรโอนิน

B_0 = จุดตัดบนแกน Y เมื่อ X มีค่าระดับหนึ่งขึ้นไป

B_1 = อัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X มีค่าเปลี่ยนไป

X = ปัจจัยของระดับซิลิโคนเมทไรโอนิน

7. สถานที่ทำการทดลอง

บริษัท มิตรภาพฟาร์ม 18/1 ม. 10 9 ต. สองคอน อ. แก่งคอย จ. สระบุรี

8. แหล่งเงินทุนสนับสนุน

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

ตารางที่ 7 คะแนนที่ใช้สำหรับการประเมินการเคลื่อนไหวของตัวสุจิ

คะแนน	ระดับ	รายละเอียด
5	ดีเลิศ	น้ำเชื้อมีความเข้มข้นสูง มีคลื่นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วเห็นได้ชัด คลื่นที่มองเห็นหมุนวนคล้ายกลุ่มเมฆ ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ในระดับนี้จะมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวได้ร้อยละ 90 หรือมากกว่า
4	ดีมาก	มีคลื่นการเคลื่อนไหวให้เห็น แต่ไม่รุนแรงเหมือนระดับที่มีค่าคะแนน 5 และมองเห็นมีเซลล์สุจิเกาะกันเป็นกลุ่มๆ (เซลล์สุจิไม่เคลื่อนไหว) ได้บ้าง ในระดับนี้จะมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวได้ร้อยละ 70-85
3	ดี	มองเห็นเซลล์สุจิเกาะกันเป็นกลุ่มๆ มากขึ้น แต่ยังมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวไปข้างหน้าให้เห็นเล็กน้อย สามารถสังเกตเห็นการเคลื่อนไหวรายตัวได้ ในระดับนี้จะมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวได้ร้อยละ 45-65
2	พอใช้	ไม่มีการเคลื่อนไหวให้เห็น มีการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าของเซลล์สุจิเล็กน้อย ในระดับนี้จะมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวได้ร้อยละ 20-40
1	เลว	พบเซลล์สุจิพลิกตัวไปมาอยู่กับที่ และมีแนวโน้มว่าจะไม่เคลื่อนไหวเลย ในระดับนี้จะมีเซลล์สุจิเคลื่อนไหวได้ต่ำกว่าร้อยละ 10
0	ตาย	เซลล์สุจิทั้งหมดตาย ไม่มีการเคลื่อนไหวเลย

ที่มา: ศรีสุวรรณ (2542)

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาผลของการเสริมซีลีโนเมทไรโอนินในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

ผลการศึกษาพบว่า ผลของซีลีโนเมทไรโอนิน และระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับ ซีลีโนเมทไรโอนิน ในอาหารไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) จึงเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแต่ละลักษณะเมื่อได้รับอิทธิพลจากการเสริมซีลีโนเมทไรโอนินในอาหารระดับต่าง ๆ กัน และในระยะเวลาการเก็บที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. สีของน้ำเชื้อ (color)

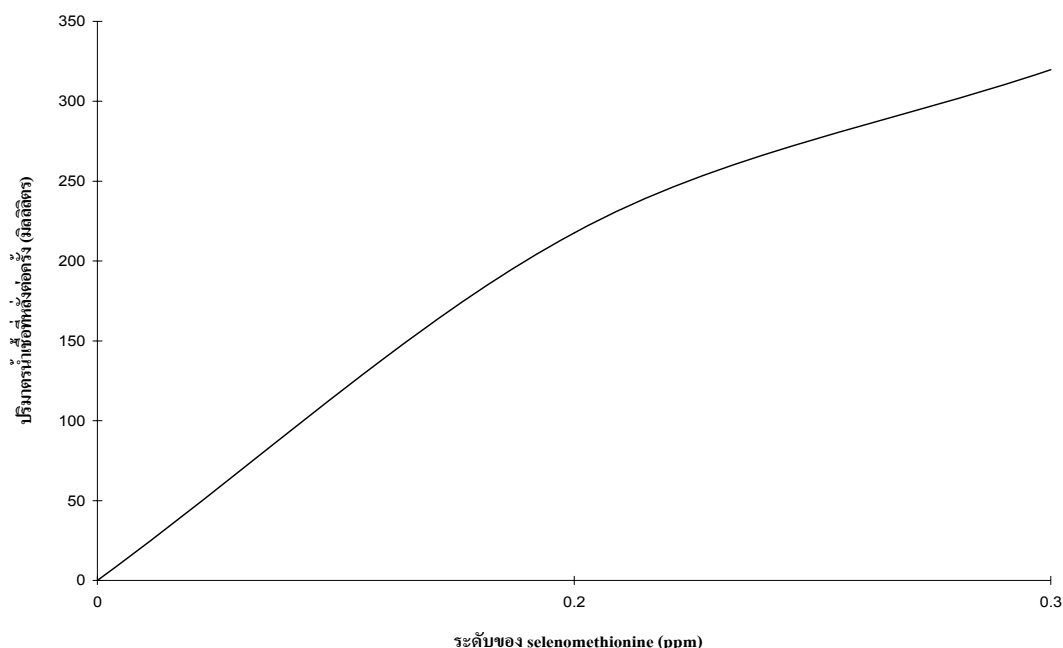
ผลของการเสริมซีลีโนเมทไรโอนิน (ตารางที่ 8) ในอาหารพ่อพันธุ์สุกรในระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่า ลักษณะสีของน้ำเชื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.74, 2.72 และ 2.96 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไรโอนินในระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน สีของน้ำเชื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับสีน้ำเชื้อของพ่อสุกรในกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไรโอนินในระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน การที่สีน้ำเชื้อของพ่อสุกรในกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไรโอนินในอาหาร ระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริม ซีลีโนเมทไรโอนินในอาหาร ระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของตัวสุจิในน้ำเชื้อพ่อสุกรที่เสริมซีลีโนเมทไรโอนิน ระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีแนวโน้มที่ให้ความเข้มข้นของตัวสุจิต่อมิลลิลิตรสูงกว่าอีกทั้ง 2 กลุ่มจึงทำให้สีของน้ำเชื้อมีสีขุ่นขึ้นกว่า ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วลักษณะของสีน้ำเชื้อจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความเข้มข้นของตัวสุจิ กล่าวคือ ถ้าหากความเข้มข้นของตัวสุจิต่อมิลลิลิตรต่ำ สีของน้ำเชื้อจะมีลักษณะใส แต่ถ้าหากความเข้มข้นของน้ำเชื้อต่อมิลลิลิตรสูง สีของน้ำเชื้อจะมีสีขาวขุ่นจนอาจจะคล้ายสีนม (ศรีสุวรรณ, 2542)

2. ปริมาตร (volume)

จากตารางที่ 8 พบว่า ปริมาตรของน้ำเชื้อเฉลี่ยที่หลังต่อครั้งของพ่อสุกรที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไรโอนินในอาหาร ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 276.43, 289.25 และ 277.03 มิลลิลิตรตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาตรที่หลังต่อครั้งแตกต่างจากพ่อสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไรโอนินระดับต่าง ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Marin Guzman *et al.* (1997) รายงานว่าการเสริม ซีลีเนียมยีสต์ โซเดียมซีลีไนด์ และไวตามินอีใน

อาหารฟอสเฟต พบว่าคุณภาพน้ำเชื้อฟอสเฟตในลักษณะ ปริมาตร ความเข้มข้นและการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งขัดแย้งกับ Kolodziej and Jacno (2004) ที่พบว่าการเสริมซีลีเนียมที่ระดับ 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน ร่วมกับการเสริมวิตามินอีที่ระดับ 30 และ 60 ส่วนต่อล้านส่วนทำให้ปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้งของสุกรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 150 – 500 มิลลิลิตร ปริมาตรน้ำเชื้อที่รีดได้แต่ละครั้งจะมีความผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุฟอสเฟต เทคนิคในการรีด อาหาร ฤดูกาล อุณหภูมิ ความถี่ในการรีด พันธุ์ของสุกร และลักษณะของฟอสเฟตแต่ละตัว (ศรีสุวรรณ, 2542; อรรถนพ, 2545; Colenbrander and Kemp, 1990; Hafez and Hefez, 2000) จากการทดลองครั้งนี้ การเสริมซีลีเนียมไทโอไนต์ในอาหารไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของน้ำเชื้อฟอสเฟต เมื่อดูจากค่า C.V. แล้วจะเห็นได้ว่า ปริมาตรน้ำเชื้อที่รีดได้มีความผันแปรมากในการรีดแต่ละครั้ง อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ไม่พบความแตกต่างของปริมาตร

เมื่อทำการทำนาย การตอบสนองปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้งของฟอสเฟตในแต่ละกลุ่ม การทดลอง เมื่อได้รับซีลีเนียมไทโอไนต์ในอาหารที่ต่างกัน โดยคำนวณจากสมการการทำนาย $Y = B_0 * (1 - \exp(-B_1 * X))$ โดย B_0 มีค่าเท่ากับ 2808.1 และ B_1 มีค่าเท่ากับ 0.4031 ซึ่งจะพบว่าหากมีการเพิ่มระดับของซีลีเนียมไทโอไนต์จาก 0 เป็น 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน จะส่งผลให้ปริมาตรที่หลังต่อครั้งของน้ำเชื้อฟอสเฟตเพิ่มระดับขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในภาพที่ 10



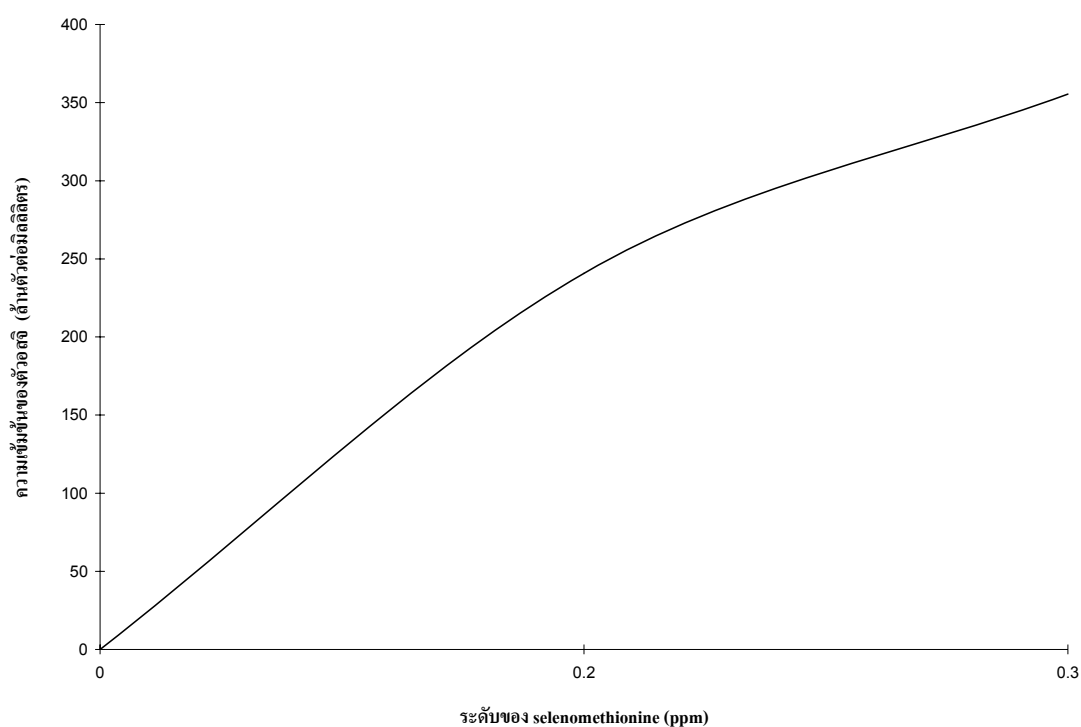
ภาพที่ 10 การตอบสนองของปริมาณที่หลังต่อครั้งต่อระดับของซีลีโนเมทไธโอนีนใน อาหารที่ ต่างกัน

3. ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (sperm concentration)

การศึกษาผลของซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารฟอสเฟต ต่อความเข้มข้นของตัวอสุจิ จากการทดลองพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 288.46×10^6 , 307.38×10^6 และ 313.76×10^6 ตัวต่อมิลลิลิตร เมื่อเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารในระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ ดังตารางที่ 8 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ขัดแย้งกับงานทดลองของ Kolodziej and Jacyno (2005); Comb and Comb (1986) ที่รายงานว่า การเพิ่มระดับ ซีลีเนียมในอาหารจะส่งผลให้ความเข้มข้นของตัวอสุจิเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาหารที่ขาดซีลีเนียมจะมีผลทำให้ฮัตเชฟลอ ปริมาณน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้ง และความเข้มข้นของตัวอสุจิลดลง ทั้งนี้เนื่องจากซีลีเนียมจะช่วยส่งเสริมการทำงานของฮอร์โมน FSH และ LH กระตุ้นเลดิคส์เซลล์ในการผลิตฮอร์โมน เทสโทสเตอโรน ซึ่งฮอร์โมนเหล่านี้จะช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงตามวัยของอวัยวะสืบพันธุ์ตั้งแต่การผลิตไข่ กระบวนการสร้างตัวอสุจิ พฤติกรรมทางเพศ ลักษณะที่บ่งบอกเพศ ตลอดจนกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นเพื่อการสืบพันธุ์ (Edens, 2002; นทีทิพย์, 2538) อย่างไรก็ตามฟอสเฟตที่ได้รับการเสริม ซีลีโนเมทไธโอนีนทุกระดับจะมีแนวโน้มที่จะให้ความเข้มข้นของตัวอสุจิต่อมิลลิลิตรสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

แสดงว่าการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนจะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของตัวอสุจิได้ถึงจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติก็ตาม

การทำนายการตอบสนองความเข้มข้นของตัวอสุจิของพ่อสุกรในแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยใช้สมการทำนาย $Y=B_0*(1-EXP(-B_1*X))$ โดย B_0 มีค่าเท่ากับ 3900.5 และ B_1 มีค่าเท่ากับ 0.3185 ซึ่งจะพบว่าเมื่อเพิ่มระดับของซีลีโนเมทไธโอนีน จาก 0 เป็น 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลทำให้ความเข้มข้นของตัวอสุจิพ่อสุกรเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของตัวอสุจิเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 11 การตอบสนองของความเข้มข้นของตัวอสุจิพ่อสุกรต่อระดับของซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารที่ต่างกัน

4. ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ (sperm motility)

จากตารางที่ 8 ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารพ่อพันธุ์สุกรในระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่าความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิทั้ง 3 กลุ่มมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26, 4.37 และ 4.50 ตามลำดับ โดยการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนมีคะแนนความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Marin –Guzman *et al.* (2000b) ที่รายงานไว้ว่าการเสริมซีลีเนียมในอาหารพ่อพันธุ์สุกรในระดับ 0, 0.3, 0.6 และ 0.9 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่าความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิจะดีขึ้นตาม ปริมาณของซีลีเนียมที่เสริม สัตว์ที่ขาดซีลีเนียมจะทำให้ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการพัฒนาของหางอสุจิผิดปกติ นอกจากนี้การขาดซีลีเนียมยังส่งผลให้อสุจิมีรูปร่างไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการปฏิสนธิกับไข่ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจาก ซีลีเนียมจะทำหน้าที่ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดสซึ่งทำหน้าที่ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในส่วนโครงสร้าง mid piece ของส่วนหางของตัวอสุจิ การเสริมซีลีเนียมจะส่งผลให้เอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส เพิ่มขึ้นตามระดับของซีลีเนียมที่เพิ่มขึ้น (Marin -Guzman and Mahan, 1989a) ส่วนโครงสร้าง mid piece ของส่วนหางของตัวอสุจิจะมีความเปราะบางที่สุด เพราะประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวซึ่งมักเกิดการออกซิเดชันได้ง่าย ไขมันเหล่านี้จะทำให้ส่วน mid piece ของหางอสุจิ มีความยืดหยุ่นและช่วยในการเคลื่อนที่ของส่วนหางตัวอสุจิ ซึ่งเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส จะทำให้บริเวณดังกล่าวแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Mahan, 1998; Brown and Burk, 1973; Mahan and Peter, 2004) ทำให้ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิสูงขึ้นไปด้วย เป็นผลให้จำนวนตัวอสุจิสามารถเข้าไปถึงตำแหน่งปฏิสนธิ กับ ไข่ได้มากขึ้นซึ่งมีผลทำให้อัตราการผสมติด และจำนวนลูกต่อครอกสูงขึ้น (Marin –Guzman *et al.* , 1997) Mahan (1998); Brown and Burk (1973) รายงานว่าพ่อพันธุ์สุกรที่ได้รับการเสริม ซีลีเนียมจะมีอัตราการผสมติดสูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ไม่ได้รับการเสริมซีลีเนียม จะมีอัตราการผสมติดเพียง 74 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ยังพบว่า การเคลื่อนไหวของตัวอสุจินอกจากเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมทา-บอลิซึม และการใช้ออกซิเจนของตัวอสุจิยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสมบูรณ์พันธุ์ด้วย การที่ตัวอสุจิจะเคลื่อนไหวได้ดีต้องมียอดประกอบต่างๆ ครบถ้วน ได้แก่ ออกซิเจนที่เป็นแหล่งพลังงานของอสุจิทั้งทางตรง (น้ำตาลฟรุกโตส และซอบิตอล)และทางอ้อม (กลีเซอรอลฟอสฟอริลโคลีน) และสารที่อยู่ในตัวอสุจิเอง (ฟอสโฟลิปิด) (Garner and Hafez, 1993)

ตารางที่ 8 ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร

ลักษณะ	ระดับของ ซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร			CV	P-value
	0	0.2	0.3		
สีของน้ำเชื้อ (0-3)	2.74 ^b ±0.005	2.72 ^b ±0.005	2.96 ^a ±0.002	15.02	0.0008
ปริมาตรของน้ำเชื้อที่ หลังต่อครั้ง (มิลลิลิตร)	276.43±7.13	289.25± 9.81	277.03± 11.35	32.87	0.6215
ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (ล้านตัวต่อมิลลิลิตร)	288.49± 8.29	307.38± 6.95	313.76± 7.23	23.15	0.0656
ความแข็งแรงในการ เคลื่อนไหว (0-5)	4.26 ^b ± 0.005	4.37 ^{ab} ± 0.005	4.50 ^a ± 0.005	10.39	0.0047
อสุจิมิชีวิต (เปอร์เซ็นต์)	79.11 ^b ± 0.45	79.15 ^b ± 1.06	81.44 ^a ± 0.3	7.90	0.0322
อสุจิตัวเป็น (เปอร์เซ็นต์)	84.39 ^c ± 0.44	85.87 ^b ± 0.53	87.58 ^a ± 0.53	4.85	<0.0001
ความเป็นกรด-ด่าง	7.55± 0.002	7.55± 0.001	7.56± 0.001	1.80	0.8438

หมายเหตุ ^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

± ค่า Standard error (SE)

5. อสุจิมิชีวิต (Motile sperm)

จากตารางที่ 8 พบว่าการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารพ่อสุกรในระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน อสุจิมิชีวิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.11, 79.15 และ 81.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีน ในระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อสุจิมิชีวิตสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05) กับกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีน ในระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วนและกลุ่มควบคุม ขัดแย้งกับงานทดลองของ Jacyno *et al.* (2002) รายงานว่าการเสริมซีลีเนียมยีสต์ และโซเดียมซีลีไนด์ ที่ระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน ร่วมกับการเสริมวิตามินอี ที่ระดับ 60 และ 30 ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ ให้กับพ่อสุกรพบว่า ปริมาตรที่หลังต่อครั้ง ความเข้มข้นของตัวอสุจิ และเปอร์เซ็นต์ตัวอสุจิมิชีวิต ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด (P> 0.05)

การเสริมซีลีเนียมลงไปในอาหารอาจมีส่วนช่วยทำให้ตัวอสุจิมีชีวิตรอดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากซีลีเนียม จะเป็นองค์ประกอบของ เอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (GSH-Px) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะทำหน้าที่สลาย peroxide ที่เกิดขึ้นในเซลล์อันเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ cell membrane ของ organall ที่สำคัญ เช่น mitochondria ถูกทำลาย การเพิ่มปริมาณซีลีเนียมให้สูงขึ้นจะส่งผลให้ เอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดสเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้เกิด peroxide ลดลง (Tangbanluekal, 1992 ; Mahan and Kim, 1996) อีกทั้งซีลีเนียมจะส่งเสริมการทำงานของ วิตามินอี ในการป้องกันการเกิด lipid peroxidation รอบๆเยื่อหุ้มเซลล์ ปฏิกริยาดังกล่าวจะส่งผลทำให้ผนังเซลล์ของอสุจิโดนทำลาย เซลล์เสื่อม แตกง่ายและตายอันเป็นสาเหตุทำให้อสุจิมีชีวิตต่ำลง (Comb, 1992)

นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเชื้อก็มีผลช่วยให้อสุจิมีชีวิตรอด โดย โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม แมกนีเซียม และ โพแทสเซียม ช่วยในการรักษาแรงดันออสโมติก ให้เหมาะสมกับการอยู่รอดของตัวอสุจิ ส่วน เอโกไธโอนีนช่วยป้องกันไม่ให้อสุจิเป็นอันตรายจากสารพวกออกซิไดซิง (Oxidizing agent) การที่ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเชื้อไม่เหมาะสมก็ส่งผลให้อสุจิมีชีวิตร่อน้อยลง (White , 1974)

6. อสุจิตัวเป็น (live sperm)

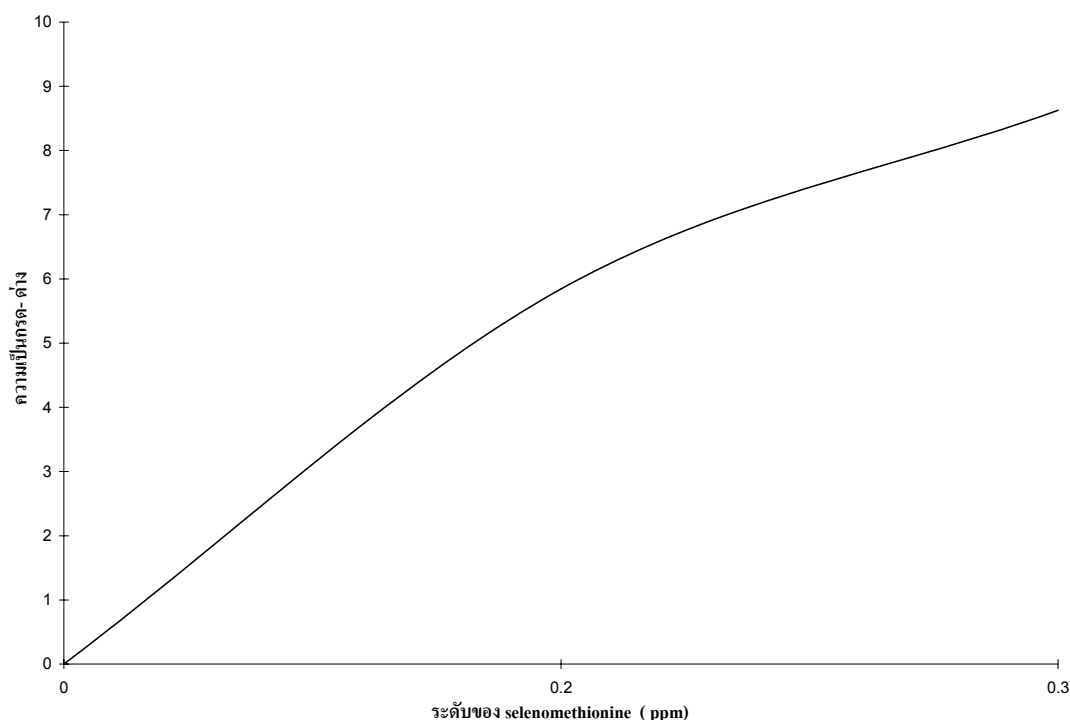
การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารระดับต่างๆ ต่ออสุจิเป็นของพ่อสุกร พบว่า พ่อสุกร กลุ่มที่ได้รับการเสริม ซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.39, 85.87 และ 87.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่ากลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน มีอสุจิตัวเป็นแตกต่าง จากพ่อสุกรที่ได้รับซีลีโนเมทไธโอนีน ระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และ กลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน มีอสุจิตัวเป็น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 8 เมื่อเพิ่มระดับของซีลีโนเมท-ไธโอนีนจะส่งผลให้อสุจิตัวเป็นเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ การเสริมซีลีเนียมลงไปในอาหารอาจมีส่วนช่วยทำให้ตัวอสุจิมีชีวิตรอดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากซีลีเนียม จะเป็นองค์ประกอบของ เอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (GSH-Px) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะทำหน้าที่สลาย peroxide ที่เกิดขึ้นในเซลล์อันเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ cell membrane ของ organall ที่สำคัญ เช่น ไมโทคอนเดรีย ถูกทำลาย การเพิ่มปริมาณซีลีเนียมให้สูงขึ้นจะส่งผลให้เอนไซม์ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดสเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้เกิด peroxide ลดลง (Tangbanluekal, 1992 ; Mahan and Kim, 1996) ขัดแย้งกับรายงานการทดลองของ Jacyno *et al.* (2002) รายงานว่า การเสริมซีลีเนียมยีสต์และ

โซเดียมซัลไฟต์ที่ระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน ร่วมกับการเสริมวิตามินอีที่ระดับ 60 และ 30 ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ พบว่า ปริมาตร ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ตัวอสุจิมีชีวิต ตัวอสุจิเป็น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

7. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อ (pH)

การศึกษา ผลของการเสริมซัลไฟต์โซเดียมในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร พบว่า ความเป็น กรด - ด่างของน้ำเชื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.55, 7.55 และ 7.56 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อได้รับซัลไฟต์-โซเดียมในอาหารระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 ศรีสุวรรณ (2542); Salisbury *et al.* (1978) รายงานว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเชื้อ โดยปกติของสุกรจะอยู่ระหว่าง 6.8 – 7.8 คุณภาพน้ำเชื้อที่ดีควรมีความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างไปทางกรด ซึ่งจะพบได้ในน้ำเชื้อที่มีความเข้มข้นของตัวอสุจิสูง ความเป็น กรด - ด่าง ในน้ำเชื้อพ่อสุกรแต่ละตัวจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่นการใช้น้ำตาลฟรุกโตสของอสุจิ จะส่งผลให้เกิดกรด แลคติก ซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำเชื้อมีสภาพเป็นกรด การติดเชื้อของ seminal vesicle การปนเปื้อนน้ำปัสสาวะของพ่อสุกร ขณะเก็บจะส่งผลให้ความเป็นกรด -ด่างลดลง

เมื่อทำการทำนายการตอบสนอง ความเป็น กรด-ด่างของน้ำเชื้อพ่อสุกรในแต่ละกลุ่มการทดลอง เมื่อระดับของซัลไฟต์โซเดียมในอาหาร ต่างกัน โดยคำนวณจากสมการทำนาย $Y = B_0 * (1 - \exp(-B_1 * X))$ เมื่อ B_0 มีค่าเท่ากับ 92.1575 และ B_1 มีค่าเท่ากับ 0.3276 ผลการทำนายพบว่าหากมีการเพิ่มระดับของซัลไฟต์โซเดียม จาก 0 เป็น 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนจะส่งผลให้ความเป็นกรด- ด่างของน้ำเชื้อพ่อสุกรสูงขึ้นตามระดับของซัลไฟต์โซเดียมที่เสริมแต่จะมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ อยู่ในช่วง 7.2 – 7.5 ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การตอบสนองของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อต่อระดับของ ซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารที่ต่างกัน

8. ความผิดปกติของตัวอสุจิ (sperm abnormality)

1.8.1 ความผิดปกติส่วนหัว

จากการศึกษาการเสริม ซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารในระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่าอสุจิมีความผิดปกติส่วนหัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02, 2.8 และ 5.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร ระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน และกลุ่มควบคุม และพ่อสุกรที่ได้รับซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารระดับ 0.2 ส่วนต่อล้านส่วน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 9 ทั้งนี้ Suria *et al.* (2001) รายงานว่าซีลีเนียมอาจจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างอสุจิระยะ Primary และ Secondary spermatocyte ซึ่งในระยะนี้จะมีการสังเคราะห์ DNA จำนวนมากรวมทั้งสารอื่นๆ การขาดซีลีเนียมจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติส่วนหัวเพิ่มขึ้นและความสมบูรณ์ของหางอสุจิส่วน mid piece ลดลง

ตารางที่ 9 ผลของการเสริมซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารต่อความผิดปกติของอสุจิ

ลักษณะ	ระดับของ ซิลิโนเมทไรโอนิน			CV	P-value
	0	0.2	0.3		
ความผิดปกติส่วนหัว (เปอร์เซ็นต์)	4.02 ^b ±0.23	2.8 ^c ± 0.20	5.22 ^a ± 0.20	49.39	<0.0001
ความผิดปกติส่วนหาง (เปอร์เซ็นต์)	4.91 ^a ± 0.38	3.71 ^b ± 0.31	3.24 ^b ± 0.31	83.21	0.0052
Cytoplasmic droplet ที่ส่วนหาง (เปอร์เซ็นต์)	15.51 ^a ± 1.10	10.23 ^b ± 0.64	8.78 ^b ± 0.70	67.59	<0.0001
ความผิดปกติรวม (เปอร์เซ็นต์)	24.44 ^a ± 1.22	16.74 ^b ± 0.62	17.24 ^b ± 0.66	41.97	<0.0001

หมายเหตุ ^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

± ค่า Standard error (SE)

1.8.2 อสุจิผิดปกติส่วนหาง (abnormal tails)

ผลของการเสริมซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารฟอสเฟตที่ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่าความผิดปกติส่วนหางของอสุจิมียค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91, 3.71 และ 3.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติส่วนหางแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) กับกลุ่มที่เสริมซิลิโนเมทไรโอนินทุกระดับดังแสดงในตารางที่ 9 ทั้งนี้ Calvin et al.(1981); Edens (2002) กล่าวว่า ซิลิเนียมเป็นองค์ประกอบของ mitochondria sheath ซึ่งอยู่ในส่วนของ mid piece ของหางอสุจิ ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานใช้ในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ การขาดซิลิเนียมอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติส่วนหางสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นในไมโทคอนเดรีย ลดลง ความผิดปกติของส่วน อะโครโซม และนิวคลีอิก ของอสุจิสูงขึ้น

1.8.3 cytoplasmic droplet ที่ส่วนหาง

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารพ่อสุกรที่ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน ต่อ cytoplasmic droplet ที่ส่วนหางของตัวอสุจิมียค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.51, 10.23 และ 8.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จากผลการทดลองพบว่า พ่อสุกรในกลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ cytoplasmic droplet ที่ส่วนหางของตัวอสุจิสูงกว่าพ่อสุกรที่ได้รับ การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารทุกระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Marin – Guzman *et al.* (1997) รายงานว่า พ่อสุกรที่ได้รับอาหารที่ขาดซีลีเนียมจะส่งผลให้ cytoplasmic droplet ที่ส่วนหางของอสุจิ อสุจิหางพับ และหางงอ สูงกว่าพ่อสุกรที่ได้รับการเสริมซีลีเนียมในอาหารนอกจากนี้ยังพบว่า (Bearden and Fuquay, 1991)

1.8.4 อสุจิผิดปกติรวม

จากตารางที่ 8 การเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนที่ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่า ความผิดปกติรวมของตัวอสุจิ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.44, 16.74 และ 17.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนทุกระดับ สอดคล้องกับงานทดลองของ Watanabe and Endo (1991) รายงานว่า หนูที่ได้รับการเสริมซีลีเนียมจะมีเปอร์เซ็นต์อสุจิผิดปกติลดลง 6.8- 49.6 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับงานทดลองของ Jacyno *et al.* (2005) รายงานว่าการเสริมซีลีเนียมอินทรีย์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เสริมด้วย ซีลีเนียม อนินทรีย์ ในระดับ 0.2, 0.2 และ 0.4 ส่วนต่อล้านส่วน ร่วมกับการเสริมวิตามินอี ระดับ 30, 60 และ 60 มิลลิกรัมตามลำดับ พบว่า อสุจิมีความเข้มข้นมากขึ้นและมีความผิดปกติรวมของอสุจิลดลง ตามปริมาณของซีลีเนียมที่เสริม

น้ำเชื้อที่มีคุณภาพไม่ดีจะต้องมีตัวอสุจิผิดปกติรวมมากกว่าร้อยละ 30 ความผิดปกติของอสุจิ มาจากหลายปัจจัย เช่น การช็อกเนื่องจากความร้อน หรือ ความเย็น แสงเอ็กซ์-เรย์ อาหาร ความไม่สมดุลของฮอร์โมน ขบวนการสร้างตัวอสุจิในลูกอั้นทะ จนกระทั่งออกสู่ภายนอกร่างกาย หรือกระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำเชื้อจากคอกริดมายังห้องปฏิบัติการ (ศรีสุวรรณ, 2542) โดยทั่วไปแล้วน้ำเชื้อสดที่มีคุณภาพดี ต้องมีความผิดปกติของอสุจิคำคืออยู่ในช่วง 5-10 เปอร์เซ็นต์ ความผิดปกติของตัวอสุจิที่ยอมรับได้ว่าไม่มีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ คือ 20 เปอร์เซ็นต์ (Hughes and Varley, 1980) ความผิดปกติของตัวอสุจิมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ไม่ควรนำมาผสมในแม่สุกรเพราะจะส่งผลให้อัตราการผสมติดต่ำ (ศรีสุวรรณ, 2542)

2. ผลของระยะเวลาการเสริมซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร

ผลของระยะเวลาการเสริมซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน ต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร ในลักษณะต่างๆที่ต้องการศึกษา ได้แก่ สีของน้ำเชื้อ ปริมาตร ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ อสุจิมีชีวิต อสุจิตัวเป็น ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อ ความผิดปกติของตัวอสุจิส่วนหัว ความผิดปกติส่วนหางของตัวอสุจิ ความผิดปกติของ cytoplasmic - droplet ส่วนหางของตัวอสุจิ และ ความผิดปกติรวมของตัวอสุจิ ให้ผลการทดลองดังนี้

จากการศึกษาระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับ ซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน จากสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่า ลักษณะสีของน้ำเชื้อ ปริมาตร ความเข้มข้นของตัวอสุจิ อสุจิมีชีวิต ความผิดปกติของตัวอสุจิส่วนหัว ความผิดปกติส่วนหางของตัวอสุจิ ความผิดปกติของ cytoplasmic droplet ส่วนหางของตัวอสุจิ และ ความผิดปกติรวมของตัวอสุจิ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุม ส่วนความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ อสุจิตัวเป็น และ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 10, 11 และตารางที่ 12 ตามลำดับ จากตารางผลการทดลองจะพบว่า คุณภาพของน้ำเชื้อของพ่อสุกร เมื่อมีการเสริมซิลิโนเมทไรโอนินในอาหารจะดีขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับของซิลิโนเมทไรโอนินที่เสริม และระยะเวลาที่ทำการเสริม ถึงแม้ว่าจะไม่มีผลทางสถิติก็ตาม ทั้งนี้เนื่องอาจเนื่องมาจากในอาหารทดลองมีระดับของซิลิเนียมปนเปื้อนอยู่ 0.19 ส่วนต่อล้านส่วน จึงส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื้อที่ศึกษามีผลการทดลองที่ไม่ชัดเจน

ตารางที่ 10 ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทไธโอนีนต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

รายการ	สัปดาห์						P-value
	5	6	7	8	9	10	
สีของน้ำเชื้อ (0-3)	2.53±0.13	2.86±0.009	2.80±0.10	2.80±0.10	2.80±0.10	2.80±0.10	0.7785
ปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้ง (มิลลิลิตร)	271.67±21.89	275±24.96	271.33±21.79	273±18.79	270.33±19.99	267.33±19.11	0.9976
ความเข้มข้นของตัวสุจิ(ล้านตัวต่อมิลลิลิตร)	293.93± 12.97	287.73± 12.83	306±16.92	306.87±16.17	301±17.09	295.73± 19.04	0.9010
ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหว (0- 5)	4.20 ^{de} ±0.10	4.26 ^{de} ±0.11	4.13 ^{de} ±0.13	4.06 ^e ±0.006	4.46 ^{abcd} ±0.13	4.46 ^{abcd} ±0.13	< 0.0001
อสุจิมิชีวิต (เปอร์เซ็นต์)	78±0.95	79.63± 0.88	78.66±0.90	78±0.95	79.33±0.95	75.70±4.92	0.2787
ตัวอสุจิเป็น (เปอร์เซ็นต์)	89.06 ^a ± 1.27	87 ^{abc} ± 1.09	85.53 ^{abcde} ±1.35	82.10 ^e ±0.95	85.23 ^{bcd} ±0.67	85.30 ^{bcd} ±0.56	0.0001
ความเป็นกรด-ด่าง	7.44 ^{de} ± 0.001	7.51 ^{cd} ± 0.003	7.50 ^{de} ±0.004	7.5 ^{cd} ±0.003	7.39 ^{de} ±0.003	7.47 ^{de} ±0.004	< 0.0001
ความผิดปกติส่วนหัว (เปอร์เซ็นต์)	4.50± 0.77	3.30± 0.48	4.40±0.69	4.08±0.49	4.60±0.61	3.60±0.46	0.8443
ความผิดปกติส่วนหาง(เปอร์เซ็นต์)	3.68±0.89	3.96±0.57	3.36±0.55	3.33±0.43	3.26±0.61	3.70±0.64	0.9956
การเกิดcytoplasmic droplet (เปอร์เซ็นต์)	10.0±1.42	6.96±1.48	8.73±1.60	13.43±2.92	12.93±1.79	10.76±1.32	0.5595
ความผิดปกติรวม (เปอร์เซ็นต์)	18.18±1.39	14.23± 1.47	16.50± 1.73	20.85±3.06	20.80± 2.20	18.06± 1.45	0.2708

หมายเหตุ ^{a,b,c,d,e} อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ค่า Standard error (SE)

ตารางที่ 11 ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทโรอินต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

รายการ	สัปดาห์					P-value
	11	12	13	14	15	
สีของน้ำเชื้อ (0-3)	2.80 ± 0.10	2.86 ± 0.009	2.80 ± 0.14	2.93 ± 0.006	2.86 ± 0.009	0.7785
ปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้ง (มิลลิลิตร)	281.67 ± 20.18	271.67 ± 19.89	310 ± 26.66	274.67 ± 26.18	279.33 ± 21.36	0.9976
ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (ล้านตัวต่อมิลลิลิตร)	284.47 ± 15.67	307.87 ± 12.76	294.47 ± 17.23	307.53 ± 19.63	300.53 ± 16.52	0.9010
ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหว (0-5)	4.40 ^{bcd} ± 0.13	4.66 ^{abc} ± 0.12	4.20 ^{de} ± 0.10	4.80 ^a ± 0.10	4.73 ^{ab} ± 0.11	< 0.0001
อสุจิมิชีวิต (เปอร์เซ็นต์)	79.20 ± 0.91	80.33 ± 1.14	79.80 ± 1.21	82.20 ± 1.01	80.53 ± 1.25	0.2787
ตัวอสุจิเป็น (เปอร์เซ็นต์)	85.80 ^{abcd} ± 0.70	86.53 ^{abc} ± 0.74	82.50 ^{de} ± 0.94	88.16 ^{abc} ± 1.27	88.83 ^{ab} ± 1.28	0.0001
ความเป็นกรด-ด่าง	7.45 ^{de} ± 0.003	7.52 ^{cd} ± 0.002	7.46 ^{de} ± 0.003	7.51 ^{cd} ± 0.004	7.70 ^{ab} ± 0.003	< 0.0001
ความผิดปกติส่วนหัว (เปอร์เซ็นต์)	4.06 ± 0.70	3.63 ± 0.44	4.46 ± 0.57	4.33 ± 0.56	4.33 ± 0.52	0.8443
ความผิดปกติส่วนหาง (เปอร์เซ็นต์)	4.13 ± 0.83	4.40 ± 1.05	4.76 ± 0.99	4.46 ± 0.95	4.40 ± 0.95	0.9956
การเกิดcytoplasmic droplet (เปอร์เซ็นต์)	10.36 ± 1.36	11.10 ± 2.04	13.73 ± 2.28	13.56 ± 2.26	13.43 ± 2.30	0.5595
ความผิดปกติรวม (เปอร์เซ็นต์)	18.56 ± 1.16	19.13 ± 2.03	22.96 ± 2.38	22.36 ± 2.23	22.16 ± 2.28	0.2708

หมายเหตุ^{a,b,c,d,e}, อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ค่า Standard error (SE)

ตารางที่ 12 ผลของช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทโรอินต่อคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อสุกร

รายการ	สัปดาห์					P-value
	16	17	18	19	20	
สีของน้ำเชื้อ (0-3)	2.78± 0.15	2.73± 0.11	2.93± 0.006	2.84± 0.10	2.8 ± 0.10	0.7785
ปริมาตรของน้ำเชื้อที่หลังต่อครั้ง (มิลลิลิตร)	293.43± 25.34	283± 22.05	293.13± 20.00	278.85± 24.59	302.31 ± 28.40	0.9976
ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (ล้านตัวต่อมิลลิลิตร)	291.57 ± 19.01	295.13± 16.66	326.87± 18.65	325± 31.63	332.08 ± 18.34	0.9010
ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหว (0- 5)	4.5 ^{abcd} ± 0.13	4.33 ^{cde} ± 0.12	4.13 ^{de} ± 0.009	4.38 ^{bcde} ± 0.14	4.38 ^{bcde} ± 0.14	< 0.0001
อสุจิมิชีวิต (เปอร์เซ็นต์)	80.92 ± 1.27	81.33± 1.03	81± 1.21	81.92± 1.55	82.69 ± 0.91	0.2787
ตัวอสุจิเป็น (เปอร์เซ็นต์)	85.57 ^{abcde} ± 1.38	86.50 ^{abc} ± 1.41	84.66 ^{cde} ± 1.26	89.15 ^{abc} ± 1.43	86.34 ^{abc} ± 1.51	0.0001
ความเป็นกรด-ด่าง	7.61 ^{bc} ± 0.002	7.67 ^{ab} ± 0.002	7.70 ^{ab} ± 0.003	7.71 ^{ab} ± 0.003	7.76 ^a ± 0.004	< 0.0001
ความผิดปกติส่วนหัว (เปอร์เซ็นต์)	4.28± 0.64	3.76 ± 0.41	3.83 ± 0.43	3.64 ± 0.46	3.65 ± 0.51	0.8443
ความผิดปกติส่วนหาง(เปอร์เซ็นต์)	4.53± 1.05	3.73± 0.77	3.96± 0.82	4.0± 0.93	3.57± 0.84	0.9956
การเกิดcytoplasmic droplet (เปอร์เซ็นต์)	13.17± 2.45	11.76± 2.24	11.96± 2.31	11.8± 2.68	10.61± 2.40	0.5595
ความผิดปกติรวม (เปอร์เซ็นต์)	22± 2.49	19.26± 2.46	19.76± 2.61	19.26 ± 3.10	17.84± 2.82	0.2708

หมายเหตุ ^{a,b,c,d,e} อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ค่า Standard error (SE)

3. การศึกษาผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด

3.1 ความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดเมื่อเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร 45 วัน

ผลของซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารเป็นเวลา 45 วันที่ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่า ฟอสฟอรัสทั้ง 3 กลุ่ม มีความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 144.06, 166.50 และ 173.20 ng./ml. ตามลำดับแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดเมื่อเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร

ลักษณะ	ระดับซีลีเนียมในอาหาร (ส่วนต่อล้านส่วน)			CV	P-value
	0	0.2	0.3		
ระดับซีลีเนียมในเลือด ^{1/} (ng./ml.)	154. 42 ± 7.60	166.50±6.66	173.20±6.07	9.24	0.1843
ระดับซีลีเนียมในเลือด ^{2/} (ng./ml.)	144.06 ^b ±5.52	195.10 ^a ±11.49	201.10 ^a ±15.37	14.31	0.0081

หมายเหตุ ^{1/} ทำการเจาะเลือดเพื่อวัดความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร เป็นเวลา 45 วัน

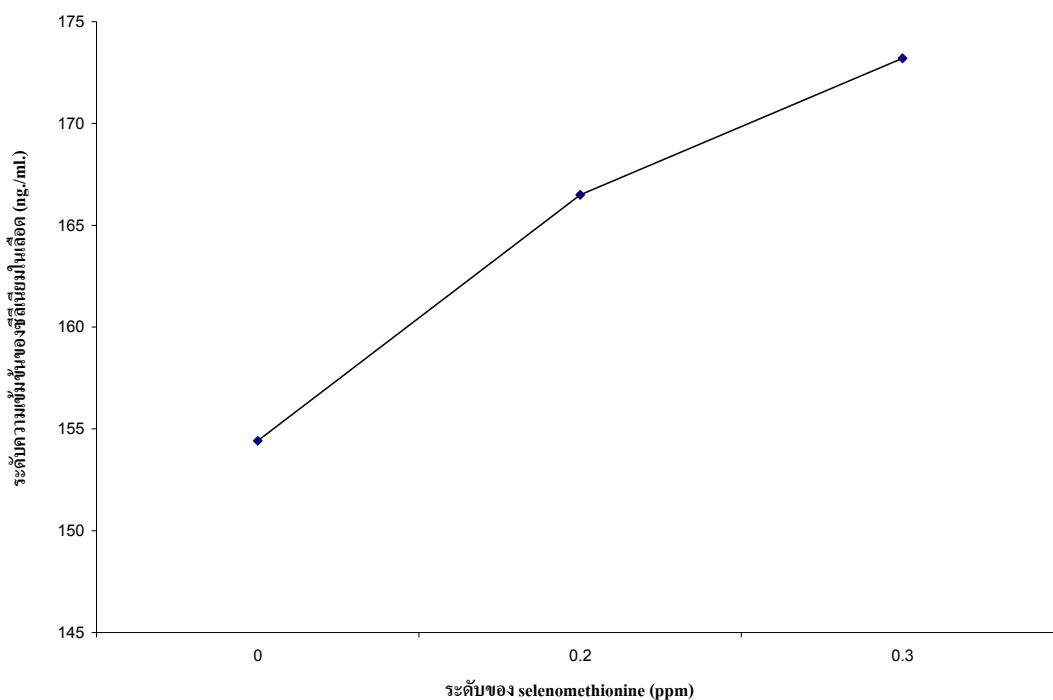
^{2/} ทำการเจาะเลือดเพื่อวัดความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร เป็นเวลา 90 วัน

^{a,b} อักษรต่างกันบนค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การสะสมของซีลีเนียมจะเริ่มสะสมในส่วนของเนื้อเยื่อต่างๆ จากมากไปน้อยคือ ไต ตับ เนื้อเยื่อลำไส้ และกล้ามเนื้อ (Groce *et al.*, 1973b; Young *et al.*, 1976) ซึ่งในส่วน of เลือดจะเริ่มเก็บในส่วน of เซรัม หรือพลาสมา กรณีที่ได้รับซีลีเนียมในระยะเวลาดังนั้น (Mahan and Moxon, 1978b; Kim, 1999) หลังจากได้รับซีลีเนียมเป็นเวลา 60 วันจึงจะพบซีลีเนียมในเม็ดเลือดแดง (Krzystof and Bronislaw, 1995)

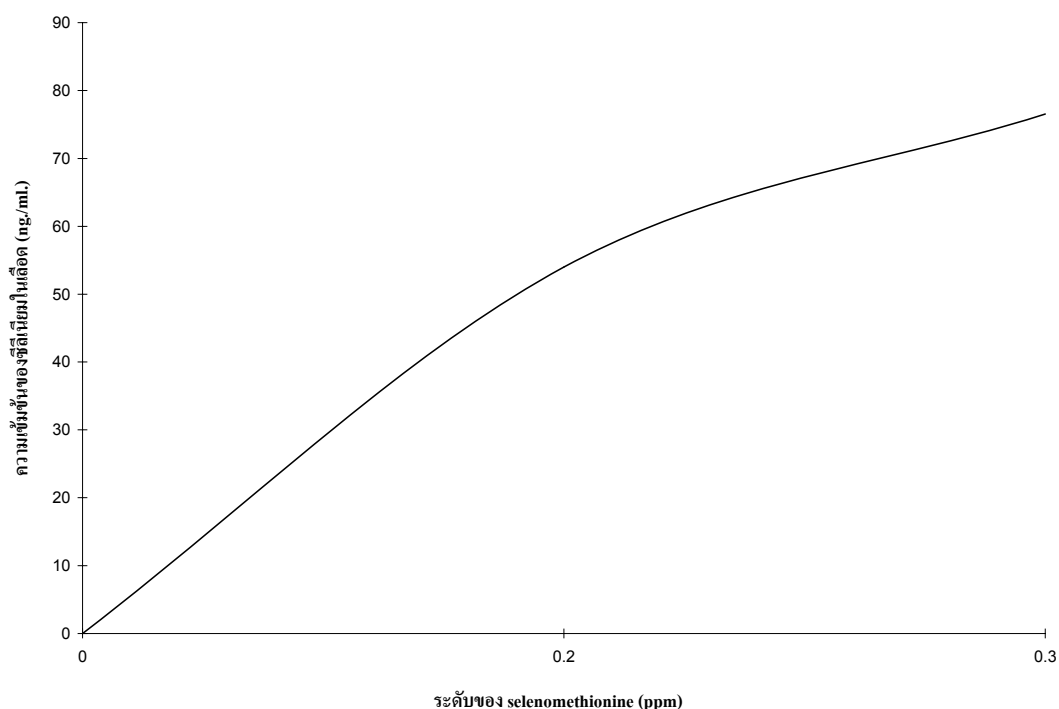
เมื่อทำการศึกษาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ฟอสฟอรัสได้รับซีลีโนเมทไธโอนีนเป็นเวลา 45 วัน พบว่าฟอสฟอรัสในกลุ่มควบคุมมีปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมใน

เลือดต่ำกว่าฟอสเฟตที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารทุกระดับ ดังภาพที่ 13 จากภาพจะพบว่าความเข้มข้นของซีลีเนียมมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับของซีลีโนเมทไธโอนีนที่เสริม



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร 45 วัน

เมื่อทำการทำนายการตอบสนอง ความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดของ ฟอสเฟตในแต่ละกลุ่ม การทดลอง เมื่อระดับของซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร ต่างกัน โดยคำนวณจากสมการทำนาย $Y=B_0*(1-EXP(-B_1*X))$ เมื่อ B_0 มีค่าเท่ากับ 171 และ B_1 มีค่าเท่ากับ 2.3029 ผลการทำนายพบว่าหากมีการเพิ่มระดับของซีลีโนเมทไธโอนีน จาก 0 เป็น 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนจะมีแนวโน้มความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังภาพที่ 14

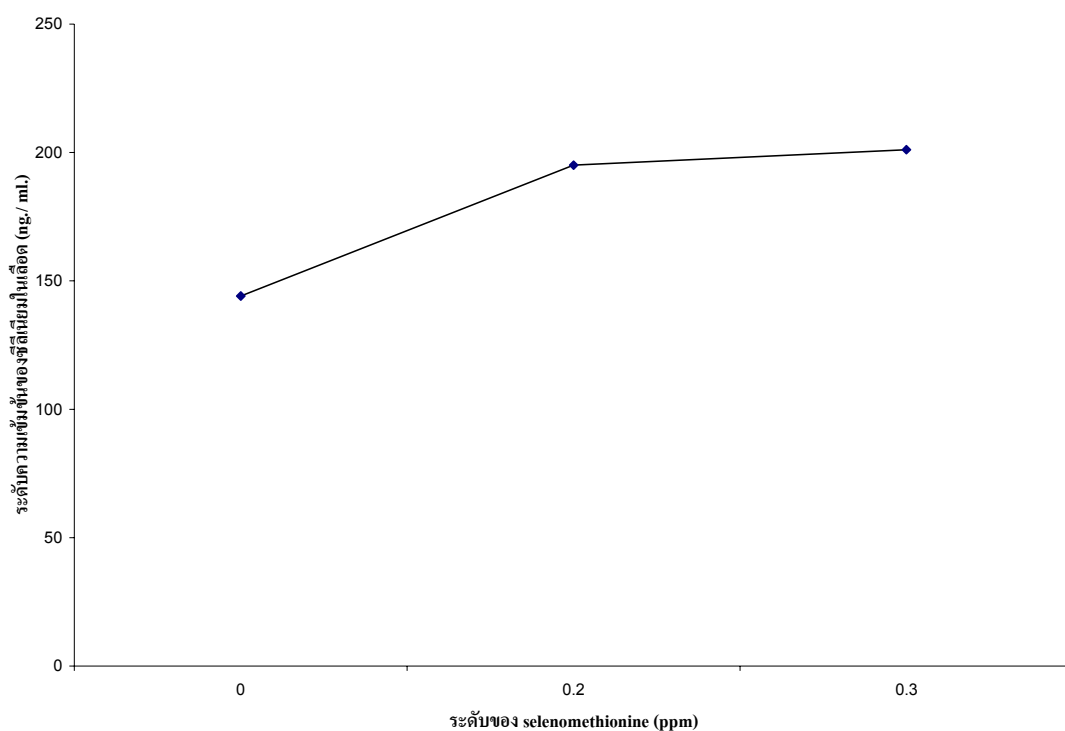


ภาพที่ 14 การตอบสนองของความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด ต่อระดับของซีลีโนเมทไธโอนีน ในอาหารที่ต่างกัน

3.2 ความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดเมื่อเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร 90 วัน

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วน เป็นเวลา 90 วัน ต่อความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด พบว่าความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 144.06, 195.10 และ 201.10 ng./ml. ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มควบคุมมีระดับความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มที่เสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารทุกระดับ สอดคล้องกับงานทดลองของ Yoon and McMillan (2006) รายงานว่า ผลของการเสริมซีลีไนท์ และ ซีลีเนียมยีสต์ ในระดับ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการเสริมซีลีเนียมในแม่สุกรพบว่า การเสริมซีลีเนียมจะมีผลทำให้ความเข้มข้นของซีลีเนียมในชีร์มเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) สอดคล้องกับงานทดลองของ Mahan and Peters (2004) รายงานว่าเมื่อทำการเสริมซีลีเนียมยีสต์ และ ซีลีไนท์ ในระดับ 0.15 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนตามลำดับ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการเสริมซีลีเนียมพบว่า แม่สุกรที่เสริมซีลีเนียมทุกระดับ จะมีความเข้มข้นของซีลีเนียมในชีร์ม น้านมเหลือง และในน้านมปกติ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริม ($P < 0.01$) ซีลีเนียม

เมื่อทำการศึกษาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่พ่อสุกรได้รับซีลีโนเมทไธโอนีนเป็นเวลา 90 วัน พบว่าพ่อสุกรที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารทุกระดับจะมีปริมาณความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร 90 วัน

สรุปผลการทดลอง

ผลของการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารพ่อพันธุ์สุกรต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร ระดับ 0, 0.2 และ 0.3 ส่วนต่อล้านส่วนสรุปผลได้ดังนี้

1. พ่อสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารมีคุณภาพน้ำเชื้อได้แก่ สีของน้ำเชื้อ ความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ อสุจิมีชีวิต และอสุจิตัวเป็น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม แต่มีคุณภาพน้ำเชื้อในลักษณะ ปริมาตร ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุม

2. พ่อสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารมีความผิดปกติของตัวอสุจิ ส่วนหัว ความผิดปกติส่วนหางของตัวอสุจิ ความผิดปกติ cytoplasmic droplet ส่วนหางของตัวอสุจิ และความผิดปกติรวม ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. ผลของระยะเวลาในการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารต่อลักษณะคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกร ได้แก่ สีของน้ำเชื้อ ปริมาตรของน้ำเชื้อ ความเข้มข้นของตัวอสุจิ อสุจิมีชีวิต ความผิดปกติของตัวอสุจิ ส่วนหัว ความผิดปกติส่วนหางของตัวอสุจิ ความผิดปกติ cytoplasmic droplet ส่วนหางของตัวอสุจิ และ ความผิดปกติรวมแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุม ในส่วนความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ อสุจิตัวเป็น และความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำเชื้อ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม

4. พ่อสุกรที่ได้รับการเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหารจะพบว่าความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดใน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับควบคุม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- นทีทิพย์ กฤษณามระ. 2538. **ฮอว์โมน กลไกและการออกฤทธิ์ร่วม**. พิมพ์ครั้งที่1. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 321 น.
- นิธิยา รัตนปนนท์ และ วิบูลย์ รัตนปนนท์. 2529. **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 296 น.
- มาลินี ลิ้มโกคา. 2527. **พิษวิทยาและปัญหาที่พบที่พบในสัตว์**. จรัสสินทวงศ์, กรุงเทพฯ. 364 น.
- ศรีสุวรรณ ชมชัย. 2531. **คู่มือการปฏิบัติการผสมเทียมในสุกร**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 234 น.
- ศรีสุวรรณ ชมชัย. 2542. **คู่มือปฏิบัติการผสมเทียมในสุกร**. พิมพ์ครั้งที่2. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 285 น.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2541. **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 282 น.
- สุจินต์ สิมารักษ์. 2526. **การสืบพันธุ์ในสัตว์เลี้ยง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรรณพ คุณาวงษ์กฤต. 2545. **วิทยาการสืบพันธุ์สุกร**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ เชนูเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Arthur, J. R. 1997. **Nonglutathione peroxidase functions of selenium**, pp. 143-154. In T. P. Lyons and K. A. Jackques (eds.) . *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech Symposium. Nottingham University Press, Unite Kingdom.

- Arthur, J. R., F. Nicol, G. J. Beckett and P. Trayhurn. 1991. Impairment of iodothyronine 5-deiodenase activity in brown adipose tissue and its acute stimulation by cold in selenium efficiency. **Can. J. Physiol. Pharmacol.** 69 : 782-785.
- Bearden, H. J. and J.W. Fuquary. 1992. **Applied Animal Reproduction.** 3rd ed., Simon & Schuster Co., Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 352 p.
- Brody, T. 1994. **Nutritional Biochemistry.** Academic Press Inc., California. 658 p.
- Brown, D.G. and R. F. Burk. 1973. Selenium retention in tissues and sperm of rats fed a torula yeast diet. **J. Nutr.** 102 : 102-108.
- Calvin, H.I., Wallace, E. and G. W. Cooper . 1981. **The role of selenium in the organization of the mitochondrial.** Helix in rodent spermatozoa. In O.H. Muth, Ed., Selenium in Biology and Medicine , AVI Publishing Westport , CT, 319.
- Cantor, A. H. and M. L. Scott. 1974. The effect of selenium in the hen's diet on egg production, hatchability, performance of progeny and selenium concentration in eggs. **Poultry Sci.** 53 : 1870-1880.
- Cantor, A. H., M. L. Scott and T. Noguchi. 1975b. Biological availability of selenium in feed stuffs and selenium compounds for prevention of exudative diathesis in chicks. **J. Nutr.** 105 :96.
- Chow, C. K. and A. L. Tappel. 1974. Response of glutathione peroxidase to dietary selenium in rats. **J. Nutr.** 104 : 444 -451.
- Colenbrander, B. and B. Keep. 1990. Factor in fluencing semen quality in pig. **J. Preprod. fert.,** Supple. 40 : 105-115.

- Combs, G. F. 1992. **The Vitamins Fundamental Aspects in Nutrition and Health**. Division of Nutritional Science Cornell Univ. Ithaca, New York. 150 p.
- Combs, G.F. and S. B. Combs. 1986. **The Role of Selenium in Nutrition**. Academic Press, New York. 115 p.
- Davey, C., K. B. Becker, M. J. Schneider, D. L. St. Germain and V. A. Galton. 1995. Cloning of a cDNA for the type II iodothyronine deiodinase. **J. Biol. Chem.** 270 : 26786-26789.
- Edena, F. W., T. A. Carter and A. E. Sefton. 1996a. Improved feathering with dietary organic selenium and its modification due to litter material. **Poultry Sci.** 75 (suppl. 1) : 114.
- Edena, F. W., T. A. Carter and A. E. Sefton. 1996b. Influence of dietary selenium sources on post-mortem drip loss breast meat of broilers grown on different litters. **Poultry Sci.** 75(suppl.2) : 60.
- Edens, F.W.. 2002. **Practical application for selenomethionine** : broiler breeder reproduction. Department of Poultry Science, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA.
- Garner, D. L. and E. S. E. Hafez. 1993. **Spermatozoa and seminal plasma**, pp. 165-187. In E.S.E. Hafez (ed) . Reproduction in Farm Animal. 6th ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- Groce, A. W., E. R. Miller, D. E. Ullrey, P. K. Ku, K. K. Keahey and D. J. Ellis. 1973b. Selenium requirement in corn-soy diets for growing-finishing swine. **J. Anim. Sci.** 37: 948.
- Hafez, E.S.E and B. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals** (seventh edition), published by Lea and Febiger, USA.
- Hetzel, B. S. and M. T. Mano. 1989. A review of experimental studies of iodine deficiency during fetal development. **J. Nutr.** 119 : 145-151.

- Koh, T. S. and T. H. Benson. 1983. Critical re-appraisal of fluorometric method for determination of selenium in biological materials. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.** 66: 918-926.
- Kolodziej, A. and E. Jacyno. 2005. **Effect of selenium and vitamin E supplementation on reproductive performance of young boars.** Archiv fur Tierzucht 48:68-75.
- Krzysztof, I. and A. Z. Bronislaw. 1995. Selenium supplementation Enhances the Element Concentration in blood and Seminal Fluid But Does Not Change the Spermatozoal Quality Characteristics in Subfertile Men. **J. Androl.** 16:441-447.
- Latshaw, J. D. 1975. Natural and selenium in the hen and egg. **J. Nutr.** 105 : 32-37.
- L' Abbe', M. R., P. W. F. Fischer, J. S. Campbell and E. R. Chavez. 1989 a. Effects of dietary selenium on DMBA- induced carcinogenesis in rats fed a diet high in mixed fats. **J. Nutr.** 119 : 757-765.
-
- . 1989 b. Changes in selenium and antioxidant status during DMBA- induced mammary carcinogenesis in rats. **J. Nutr.** 199 : 766-771.
- Levander, O. A. 1986. Selenium, pp. 209-279. In W. Mertz (ed.) . **Trace Elements in Human and Animal Nutrition.** 5th ed., Academic Press, Inc., New York.
- Levander, O. A. and P. D. Whanger. 1996. Deliberations and evaluation of the approaches, endpoints and paradigms for selenium and iodine dietary recommendation. **J. Nutr.** 126 : 2427-2434.
- Lyons, T.P. and K. A. Jacques. 1995. **Biotechnology in the feed Industry.** Proceedings of Alltech' s Eleventh Annual Symposium. Nottingham University Press, Nottingham, United kingdom. 496 p.

- Mahan, D. C. 1995. **Selenium metabolism in animal** : What role does selenium yeast have. pp 257-267. *In* T. P. Lyons and K.A. Jackques (eds.) . Biotechnonlogy in the Feed Industry. Proceeding of Alltech's 11st Annual Symposium. Nottingham Univ Press, United Kingdom.
- Mahan, D. C. 1998. **Low selenium affects sperm quanlity**. National Hog Farmer. Ohio State University. 614 : 292- 6987.
- Mahan, D. C. and A. L. Moxon. 1978b. Effects of adding inorganic or organic selenium sources to the diets of young swine, **J. Anim. Sci.** 47: 456.
- Mahan, D. C. and Y. Y. Kim. 1996. Effect of inorganic or organic selenium at two dietary levels on reproductive performance and tissue selenium concentrations in first-parity gilts and their progeny. **J. Anim. Sci.** 74 : 2711-2718.
- Mahan, D. C. and J. C. Peters. 2004. Long-term effects of dietary organic and inorganic selenium sources and levels on reproducing sows and their progeny. **J. Anim. Sci.** 82 : 1343-1358.
- Marin-Guzman, J. and D. C. Mahan. 1989a. Effects of dietary vitamin E and selenium on semen quality of boars. Ohio Swine Research and Industry Report. **J. Animal Sci.** 89 (1) : 20-23.
- Marin-Guzman, J., D. C. Mahan, Y. K. Chung, J. L. Pate and W. F. Pope. 1997. Effects of dietary selenium and vitamin E on oar performance and tissue responses, semen quality, and subsequent fertilization rates in mature gilts. **J. Anim. Sci.** 75 : 2994-3003.
- Marin-Guzman, J., D. C. Mahan and R. Whitmoyer. 2000b. Effects of dietary selenium and vitamin E on the ultrastructure and ATP concentration of boar spermatozoa, and the efficacy of added sodium selenite in extended semen on sperm mortility. **J. Anim. Sci.** 78 : 1544 -1550.
- McConnell, K. P. and G. F. Cho. 1965. Transmucosal movement of selenium. **Am. J. Physiol.** 208: 1191-1195.

McConnell, K. P. and G. F. Cho. 1967. Active transport of L-selenomethionine in the intestine. **Am. J. Physiol.** 213: 150-156.

McDowell, L.R. 1992. **Minerals in Animal and Human Nutrition.** Academic Press, Inc. San Diego, California. 524p.

Mykkanen, H. M. and R. H. Wasserman. 1990. Relationship of membrane-bound sulfhydryl groups to vitamin D-stimulated uptake of [75 Se] selenite by the brush border membrane vesicle from chick duodenum. **J. Nutr.** 120 : 882-888.

Nalbandov, A. V. 1976. **Reproductive Physiology of Mammal and Birds.** 2nd ed., W. H. Freeman and Company, San Francisco. 333 p.

National Research Council. 1983. **Nutrient Requirement of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shell Fishes.** 2nd ed., National Academy of Science National Research Council, Washington, D. C. 110 p.

Noguchi, T., A. H. Canter and M. L. Scott. 1973. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. **J. Nutr.** 103 : 1502-1511.

Pehrson, B. G. 1993. **Selenium in nutrition with special reference to the biopotency of organic selenium compounds**, pp. 71-89. *In* Biotechnology in the Feed Industry. Proceeding of Alltech's Ninth Annual Symposium, Alltech Technical Publications, Nicholasville, Kentucky.

Poley, W. E., W. O. Wilson, A. L. Moxon and J. B. Taylor. 1941. The effect of selenized grains on the rate of growth in chicks. **Poultry Sci.** 20 : 171-179.

RDA, 1989. **Recommended Dietary Allowance** . 10th ed. Food and Nutrition Board, National Academy of Science, Washington, D. C. 93 p.

- Richold, M., M. F. Robinson and R. D. H. Stewart. 1977. Metaolic studies in rats of [75 Se] incorporated in vivo into fish muscle. **Br. J. Nutr.** 38: 19-29.
- Salbe, A. D. and O. A. Levander. 1990. Comparative toxicity and tissue retention of selenium in methionine- deficient rats fed sodium selenate of L- selenomethionine. **J. Nutr.** 120 : 207-212.
- Salisbury, G. W., N. L. Van Demark and J. R. Lodge. 1978. **Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of cattle.** 2nd ed., W.H. Freeman and Co., San Francisco. 789 p.
- SAS. 1998. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6 ed. SAS Institute Inc., North Carolina. 378p.
- Scott, M. L., J. N. Neshein and R. T. Young. 1982. **Nutrition of the Chicken.** 3rd ed., Associates, Publisher Ithaca, New York. 562p.
- Setchell, B. P. 1991. **Male reproductive organ and semen**, pp. 221 -249. In P. T. Cupps (ed.). Reproduction in Domestic Animal, 4th ed., Acad. Press Inc., New York.
- Singleton, W. 1997. Purdue University. Available Source : [http:// ianrpubs. unl. edu / beef /g666.html](http://ianrpubs.unl.edu/beef/g666.html). Apirl 24, 2006.
- Suria , P.F., N. Fujihara, B.K. Speaks, J.P. Brillard, G.J. Wishart and N.H.C. Sparks. 2001. Polyunsaturated fatty acid, lipid peroxidation and anti oxidant protection in avian semen. Asian-Aust. **J. Anim.Sci** 14 : 1024 – 1050 .
- Tangbanluekal, L. 1992. Free radicals and protection mechanisms against reactive radicals cattack. **Thai J. Toxicology** 8 :1-8.

- Thomson, C. D. and R. D. H. Stewart. 1972. Measurement of intestinal absorption of selenium. Proc Otago. **Med Sci.** 50: 63-64.
- Thomson, C. D., R. D. H. Stewart and M. F. Robison. 1975. Metabolic studies in rats of [75 Se] selenomethionine and of [75 Se] incorporated in vivo into rabbit kidney. **Br. J. Nutr.** 33: 45-54.
- Watnabe, T., and A. Endo. 1991. Effects of selenium deficiency on sperm morphology and spermatocyte chromosomes in mice. **Mutat. Res.** 262: 93-99.
- White, I.G. 1974. Mammalian semen, pp. 101-122. In E.S.E. Hafez(ed.) . **Reproductive in Farm Animals.** 3rd ed., Lea and Febiger, Philadelphia.
- Wolffram, S., F. Arduser and E. Scharrer. 1985. *In vivo* intestinal absorption of selenate and selenite by rats. **J. Nutr.** 115: 454-459.
- Yoon, I and E. McMillan . 2006. Comparative effects of organic and inorganic selenium transfer from sows to nursing pigs. **J. Anim. Sci.** 84 (7) : 1729-33.
- Yong, L. G., J. H. Lumaden, A. Lun, J. Claxton, and D. Edmeades. 1976. Influence of dietary levels of vitamin E and selenium on tissue and blood parameters in pigs. **Can. J. Comp. Med.** 40 : 92.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณของโภชนะในสูตรอาหารฟอพันธุสูตร (สูตรอาหารควบคุม)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
<u>ปริมาณโภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี</u>	
โปรตีน (%)	20.77
ความชื้น(%)	8.07
ไขมัน (%)	6.88
เถ้า (%)	6.32
เยื่อใย (%)	4.65
แคลเซียม (%)	1.31
ฟอสฟอรัส(%)	0.89
พลังงาน(แคลอรี/กรัม นน.แห้ง)	4358.58

ตารางผนวกที่ 2 สูตรสารละลายน้ำเชื้อ NSRTC 4

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
กลูโคส	30
อีดีทีเอ	3.7
ซิทริก แอซิก	3.0
ทริส (ไฮดรอกซีเมทิล) อมิโนมีเมน [Tris (hydroxymethyl) Aminomethane]	5.0
ไตรโซเดียมซิเตรทไดไฮเดรท	4.4
โซเดียมไบคาร์บอเนต	1.2
โปแตสเซียมคลอไรด์	0.3
นีโอมีซินซัลเฟต	1
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1,000 มิลลิลิตร

ตารางผนวกที่ 3 ความเข้มข้นของซีลีเนียมที่ละลายในเลือด (whole blood) หลังจากเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร 45 และ 90 วัน

รายการ	ปริมาณซีลีเนียมในเลือด		
	0	0.2	0.3
ระดับซีลีเนียมในเลือด ^{1/}	148.7	187.7	178.5
	162.1	164.8	156
	165.4	151.2	161.9
	168.7	154.6	181.9
	127.2	174.2	187.7
ระดับซีลีเนียมในเลือด ^{2/}	158.1	201.7	157.4
	138.4	195.5	181.5
	153.8	188.1	201.4
	142.8	159.4	217.6
	127.2	230.8	247.6

หมายเหตุ ^{1/} ทำการเจาะเลือดเพื่อวัดความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร เป็นเวลา 45 วัน

^{2/} ทำการเจาะเลือดเพื่อวัดความเข้มข้นของซีลีเนียมในเลือดหลังเสริมซีลีโนเมทไธโอนีนในอาหาร เป็นเวลา 90 วัน

