# การตรวจเอกสาร

## สารพิษจากเชื้อรา

สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เป็นสารประกอบที่สร้างขึ้นจากเชื้อรา เมื่อสัตว์กินสารพิษนี้เข้าไป จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์ได้ ซึ่งพบว่ามีเชื้อราบางชนิดเท่านั้นที่ผลิตสารพิษได้ และเชื้อราจะสามารถผลิตสารพิษได้ในสภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น การสังเกตเห็นเชื้อราในวัตถุดิบ ไม่ได้หมายความว่าจะมีสารพิษในวัตถุดิบนั้นเสมอไป สารพิษจากเชื้อรานี้สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติในแปลงเพาะปลูกพืช ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจหาสารพิษจากเชื้อราในเมล็ดธัญพืชและในวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจากสารพิษจากเชื้อรามีการแพร่กระจายในวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละจุด การเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาปริมาณสารพิษจากเชื้อรา จึงต้องมีการสุ่มตัวอย่างให้ทั่วถึงและเพียงพอเพื่อให้ผลการตรวจสอบถูก

สารพิษจากเชื้อรา เป็นสารพิษที่ได้จากการเมตาบอลิสมของเชื้อรา เมื่อคนหรือสัตว์กินเข้าไป มีผลกระทบต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของสัตว์ หรืออาจก่อให้เกิดโรคได้ ตลอดจนเกิดสารตกค้างในเนื้อสัตว์อันเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สารพิษที่สร้างจากเชื้อรา เมื่อมีการนำเข้าในร่างกายทั้งโดยการกินและการดูดซึม อาจจะก่อให้เกิดอาการเป็นพิษที่รุนแรงและสาหัส (Bryden, 1998) Logrieco *et al.* (2002) ได้กล่าวว่า mycotoxin เป็นผลผลิตที่ได้จากพืชที่เป็นโรค (plant pathogens) ราที่สามารถสร้างสารพิษได้คือ

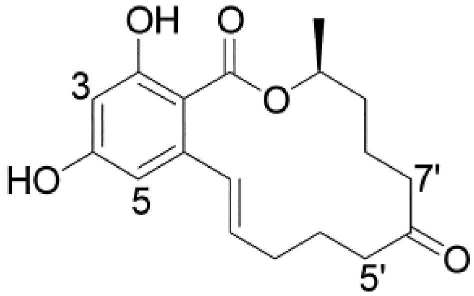
1. *Aspergillus spp.* ก่อให้เกิด mycotoxin ชนิด Aflatoxin, Ochratoxin
2. *Fusarium spp.* ก่อให้เกิด mycotoxin ชนิด Trichothecenes (T2 - toxin), Zearalenone และ Fumonensin
3. *Penicillin spp.* ก่อให้เกิดสารพิษชนิด Ochratoxin, Citrinin

ได้มีการจัดอันดับของสารพิษจากเชื้อราโดยแบ่งตามอวัยวะเป้าหมายที่ถูกทำลายดังนี้

| | |
|---|---|
| 1. Aflatoxins (hepatotoxin) | แสดงอาการที่อวัยวะเป้าหมายคือ ตับ |
| 2. Ochratoxins (nephrotoxin) | แสดงอาการที่อวัยวะเป้าหมายคือ ไต |
| 3. Trichothecenes (dermatotoxin) | แสดงอาการที่อวัยวะเป้าหมายคือ ผิวหนัง |
| 4. Zearalenone (estrogen) | ให้ผลกระทบคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน |
| 5. Deoxynivalenol (dermatotoxin) | แสดงอาการที่อวัยวะเป้าหมายคือ ผิวหนัง |

## ซีราลีโนน

ซีราลีโนน (Zearalenone) หรือมีชื่อที่เรียกว่า ZEN, ZON หรือ F-2 toxin โดยได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1962 ถูกเรียกชื่อตามเชื้อรา *Giberella zeae* หรือเรียกชื่อเชื้อราในปัจจุบันคือ *Fusarium graminearum* สารพิษชนิดนี้ได้ทำการแยกมาจากเชื้อราที่ขึ้นในวัตถุดิบอาหารสัตว์คือ ข้าวโพด โดยสูตรโครงสร้างได้มีการคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.1966 ดังแสดงที่ภาพที่ 1 และมีการเรียกชื่อตามโครงสร้างว่า F-2 toxin ต่อมาจนปัจจุบันก็มีการเรียกว่า ZON (Pallaroni, 2003)




ภาพที่ 1 โครงสร้างของซีราลีโนน
ที่มา: Aksel *et al.* (2001)

### 1. ลักษณะทางกายภาพและเคมี

ซีราลีโนนมีชื่อทางเคมีคือ 3,4,5,6,9,10-hexahydro-14,16-dihydroxy-3-methyl-1H-2-benzoxacyclotetradecin-1,7(8H)-dione หรือ 6-(10-hydroxy-6-oxo-trans-1-un-decenyl)-β-resocyclic-acid-lactone หรือเป็นอนุพันธ์ enone ในกลุ่มของ β-resocyclic acid lactone (Budavari, 1989) มีสูตรโครงสร้าง คือ $C_{18}H_{22}O_5$ น้ำหนักโมเลกุล molecular weight (MW) เท่ากับ 318.36 ลักษณะของสารซีราลีโนนเป็นผลึกเล็ก ๆ สีขาวมีจุดหลอมเหลว 164-165 $^oC$ ซีราลีโนนสามารถเรืองแสงภายใต้รังสี ultraviolet (UV) ที่คลื่นความถี่สูงสุด (UVmax) 236, 274 และ 316 nm ควบคู่กับการใช้สารละลาย methanol 29,700, 13,900 และ 6,020 ตามลำดับ สารชนิดนี้ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายใน aqueous alkaline solutions, ethyl acetate, acetonitrile, alcohols, diethyl ether, benzene, chloroform, methylene chloride และละลายได้ง่ายใน petroleum ether (จุดเดือด 30-60 $^oC$) (Betina, 1989; Budavari,1989)

**2. <u>การผลิตซีราลีโนน</u>**

Jame and Smith (1982) รายงานว่า ซีราลีโนนสามารถเกิดจากเชื้อราเกือบทุกสายพันธุ์ (species) ในตระกูล *Fusarium spp.* ดังแสดงที่ตารางที่ 1 แต่ชนิดที่สำคัญที่ผลิตสารพิษนี้คือ *F.graminearum*, *F. roseum* และ *F. culmorum* ซึ่งสอดคล้องกับ Betina (1989) และ Logrieco *et al.* (2002) ที่รายงานว่า เชื้อราสายพันธุ์สำคัญคือ *F.graminearum* และ *F. culmorum* ส่วนสายพันธุ์ที่ผลิตในระดับรองลงมาคือ *F. equiseti*, *F. cerealis* และ *F. semitectu* เยาวมาลย์ และสาโรช (2545) ได้รายงานว่า *Fusarium spp.* จะสร้างซีราลีโนนได้ในระดับที่ปริมาณสูงและการเจริญเติบโตของเชื้อราได้รวดเร็วในช่วงฤดูที่มีอุณหภูมิต่ำสลับกับช่วงที่มีอุณหภูมิปานกลางและอุณหภูมิต่ำ การปนเปื้อนของเชื้อราในแต่ละประเทศมีระดับตั้งแต่ 1 ppb ถึง 10.1 ppm

Jame and Smith (1982) ได้รายงานว่า เชื้อรา *Fusarium spp.* จะสามารถสร้างสารพิษซีราลี-โนนได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 22-25 $^oC$ ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ หรือในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 15 $^oC$ ในระยะเวลา 3 สัปดาห์ เชื้อรา *Fusarium spp.* ก็สามารถสร้างซีราลีโนนได้ด้วย หรือในสภาพที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมากในช่วงเวลากลางวันกับเวลากลางคืน เชื้อรา *Fusarium spp.* จะสามารถสร้างซีราลีโนนได้เช่นกัน ซึ่งขัดแย้งจากรายงานของมาลินี (2527) ที่ได้กล่าวว่า เชื้อรา *Fusarium spp.* สามารถเกิดขึ้นได้บนข้าวโพดหรืออาหารสัตว์ที่มีความชื้นสูง และอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิ 25-28 $^oC$ เชื้อราดังกล่าวจะสร้างซีราลีโนนได้ภายใน 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ในสภาวะอุณหภูมิต่ำที่ 12 $^oC$ เชื้อรา *Fusarium spp.* ก็สามารถสร้างสารพิษได้เช่นกัน ส่วนความชื้นเกิน 45 เปอร์เซ็นต์ สร้างซีราลีโนนได้ปริมาณมากที่สุด แต่ถ้าความชื้นในระดับ 16-25 เปอร์เซ็นต์ การสร้างซีราลีโนนได้ปริมาณที่ต่ำ นอกจากนี้ พืชอาหารสัตว์ที่มีโอกาสปนเปื้อนด้วยสารพิษกลุ่มนี้ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง และข้าว และมีรายงานว่ามีการปนเปื้อนในกากถั่วเหลืองอีกด้วย

ตารางที่ 1 เชื้อรา *Fusarium spp.* สายพันธุ์ที่สามารถสร้างซีราลีโนน

| สายพันธุ์ของเชื้อรา *Fusarium spp.* | สารพิษที่สร้าง |
|---|---|
| *F. graminearum* | ZEN, DON, NIV |
| *F. roseum* | ZEN, DAS |
| *F. culmorum* | ZEN |
| *F. nivale* | ZEN |
| *F. avenaceum* | ZEN |
| *F. equiseti* | ZEN, DAS |
| *F. gravinearum* | ZEN |
| *F. lateritium* | ZEN |
| *F. moniliforme* | ZEN, Fumonisin, Fusaric acid |
| *F. tricinotum* | ZEN, T-2 |
| *F. oxysporum* | ZEN |
| *F. sporotrichioides* | ZEN |

หมายเหตุ DAS (diacetoxyscirpenol), DON (deoxynivalenol), NIV (nivalenol)
ที่มา: เยาวมาลย์ และสาโรช (2545); Logrieco *et al.* (2002)

## 3. ปริมาณซีราลีโนนที่ตรวจวิเคราะห์ในอาหารสัตว์ของประเทศไทย

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ทำให้เหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่ง สุพล (2545ก) ได้รายงานว่าเชื้อราทั่วโลกที่มนุษย์เรารู้จักทั้งหมดประมาณ 200,000 ชนิด และมีเพียงประมาณ 60 ชนิดที่สร้างปัญหาสารพิษที่ได้รับโดยการกินในปศุสัตว์ โอกาสเกิดเชื้อราพบในกรณีแรก คือ เชื้อราที่เจริญบนเมล็ดธัญพืชและอาหารสัตว์ เช่น ฟิวซาเรียม (*Fusarium spp.*) กรณีที่สอง เชื้อราที่เจริญในขั้นตอนเก็บรวบรวมสะสมในไซโล เช่น แอสเปอร์จิลัส (Aspergllus) และเพนนิซิลเลียม (Penicillium) สารพิษในอาหารสัตว์ที่เป็นปัญหาต่อการผลิตสัตว์ในประเทศไทย ยกตัวอย่าง เช่น อะฟลาทอกซิน (aflatoxin), ดีออกซีนิวาลีนอล (deoxnivalenol), ซีราลีโนน (zearalenone), ทริโคธีซีน (T2-toxin, trichothecene) และฟูโมนิซิน (fumonisin) เป็นต้น ซึ่งโดยเฉพาะซีราลีโนนส่งผลต่อการผลิตสุกรเป็นอย่างมาก เพราะจะส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์ในสัตว์ทำให้เป็นสัดช้า ผสมไม่ติด เกิดการแท้ง เป็นต้น ซึ่งในประเทศไทยมีการปนเปื้อนซีราลีโนนเช่นกัน สุพล (2540ข) ได้ติดตาม

ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ประกอบเป็นอาหารสัตว์ และอาหารสัตว์สำเร็จรูปหลายชนิดตามช่วงเวลาตลอดปี พ.ศ. 2544 โดยเก็บตัวอย่างจากฟาร์มเกษตรกรเลี้ยงสุกรตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 2

**4. <u>กลไกในการออกฤทธิ์ของซีราลีโนน</u>**

ซีราลีโนนเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเมตาบอลิสมดังภาพที่ 2 ได้เป็น Zearalenol ในรูปของ α- และ β-Zearalenol โดยทั้งคู่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็น zeranol (ZAL) และ taleranol (TAL) ดังภาพที่ 2 (Kuiper-Goodman, 1987) ความเข้มข้นของสารซีราลีโนนที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นสารตัวใดนั้นระดับแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์สัตว์ เช่น ในสุกรสามารถเปลี่ยนเป็น α-Zearalenol ในปริมาณที่มากกว่า โดยอัตราส่วนของการเมตาบอลิสม (α-ZOL/ β -ZOL) ที่ตับ เท่ากับ 2.5 และอัตราส่วนของการเมตาบอลิสมที่ปัสสาวะ เท่ากับ 3 (Zöllner *et al.*, 2002)

Rainey *et al.* (1990b) รายงานว่า สารซีราลีโนนเมื่อผ่านการเมตาบอลิสมแล้วจะไปจับกับตัวรับของฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen receptor) และจะตอบสนองต่อไป (ดังภาพที่ 3) ซึ่งจะคล้ายคลึงกับการทำงานของฮอร์โมนเอสโตรเจน ดังนั้น สารซีราลีโนนอาจจะขัดขวางการทำงานสภาพปกติของเนื้อเยื่อที่คอยรับฮอร์โมนเอสโตรเจน และยับยั้งการทำงานของฮอร์โมน LH ซึ่งสารซีราลีโนน และสารฮอร์โมนเอสโตรเจนมีฤทธิ์คล้ายคลึงกัน แต่สารซีราลีโนนจะไม่ทำให้ฮอร์โมน LH การเพิ่มขึ้นเหมือนกับฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Diekman *et al.* (1989) รายงานว่าสารซีราลีโนนจะไปเปลี่ยนแปลงระบบการทำงาน hypothalamus หรือ pituitary gland หรือทั้งสองอย่างซึ่งจะส่งผลต่อฮอร์โมนเอสโตรเจนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ Obremski *et al.* (2003) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า สารซีราลีโนนไปมีผลให้เกิดการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์ของระบบสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์และปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และจากการศึกษาของสารซีราลีโนนต่อสุกรสาวที่เข้าวัยเจริญพันธุ์พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงของ ovarian follicle และ granule cells ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการตายของ granule cells ในเซลล์ของระบบสืบพันธุ์

ตารางที่ 2 ปริมาณซีราลีโนนที่ตรวจวิเคราะห์ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2544

| วัตถุดิบ | ซีราลีโนน (ppb) |
|---|---|
| ข้าวโพดจากสหรัฐอเมริกา | ไม่พบ |
| ข้าวโพดเกรด 1 | น้อยกว่า 100 |
| ข้าวโพดเกรด 2 | น้อยกว่า 100 |
| ข้าวโพด (เมล็ด) | 57.45-562.50 |
| ข้าวโพดป่น | 40.6-778.1 |
| ข้าวฟ่าง | น้อยกว่า 100 |
| ปลายข้าว | 4.6-100 |
| รำ | 100-413 |
| รำละเอียด | 48.1-287.7 |
| รำสกัดน้ำมัน | 0-506 |
| รำข้าวสาลี | 0-107 |
| กากฝ้าย | น้อยกว่า 100 |
| กากถั่วเหลืองในไทย | 24.8-436.0 |
| กากถั่วเหลืองจากบราซิล | น้อยกว่า 100 |
| กากถั่วเหลืองจากสหรัฐอเมริกา | น้อยกว่า 100 |
| กากถั่วลิสง | น้อยกว่า 100 |
| ถั่วเหลืองไขมันเต็ม | 62.5 |
| กากเมล็ดทานตะวัน | น้อยกว่า 100 |
| แป้งข้าวโพด | 0-173 |
| ปลาป่น | 7.3-253.5 |
| ปลาป่นเกรดกุ้ง | 42.4 |
| อาหารสำเร็จรูป | 1.3-114.8 |

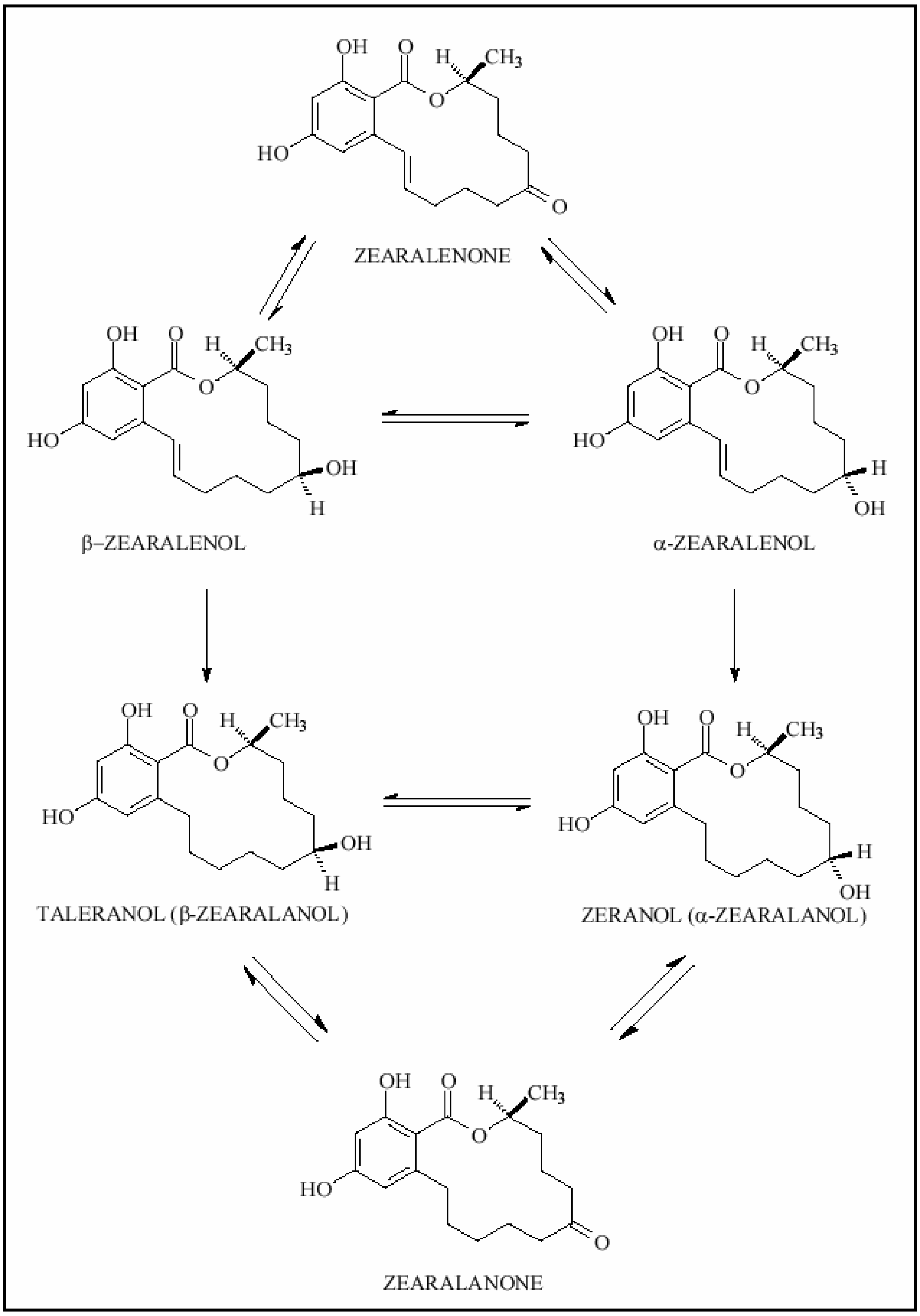
ที่มา: สุพล (2545ข); ภัทนีย์ (2540)

สารซีราลีโนนออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) การวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า สารซีราลีโนนจะจับกับ cytosol receptor ของ uterus โดยที่ double bond ที่ 1’ = 2’ และ C’-6’ เป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดการยึดจับได้ดี จากนั้น ZEN-receptor complex จะถูกเคลื่อนย้ายไปยัง nuclear binding site ของ uterus แล้ว ZEN จะชักนำให้เกิด ZEN-specific protein (IP) อย่างรวดเร็ว และจะทำให้เกิดการสร้างขึ้นของ nuclear RNA polymerase I (ดังภาพที่ 3) ZEN ยังแสดงผลให้เกิด feed back control ในสมองมีผลไปยับยั้งการสังเคราะห์ หรือการหลั่งสารกลุ่มโกนาโดโทรปิน (gonadotropins) จากต่อมพิทูอิทารี่ (pituitary gland) (Lewis *et al.,* 1998; Binder *et al.*, 2001)

Tiemann *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษา α- และ β-Zearalenol (α- และ β-ZOL) ต่อการควบคุมการสังเคราะห์ โปรเจสเตอโรน (progesterone) ใน granulosa cell จาก porcine ovaries ในห้องทดลอง *(in vitro)* พบว่า α- และ β-ZOL ยับยั้งการกระตุ้นของ FSH ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์โปรเจสเตอโรนในเซลล์ porcine granulosa ให้ลดน้อยลง และยังพบว่า α- และ β-ZOL ทำลายตัวรับ FSH (FSH-receptor) และตัวรับอิสระ (receptor-independent) ที่เป็นตัวกระตุ้นการสังเคราะห์โปรเจสเตอโรน และเอนไซม์ที่สำคัญในการสังเคราะห์โปรเจสเตอโรน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการรบกวนกลไกในการสังเคราะห์โปรเจสเตอโรน ทำให้ระดับของโปรเจสเตอโรนลดน้อยลง การที่ระดับของโปรเจสเตอโรนลดน้อยลงทำให้การตกไข่ไม่เกิดขึ้นจึงทำให้สุกรสาวไม่เป็นสัดและไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ หรือในแม่สุกรผสมไม่ติด เป็นต้น

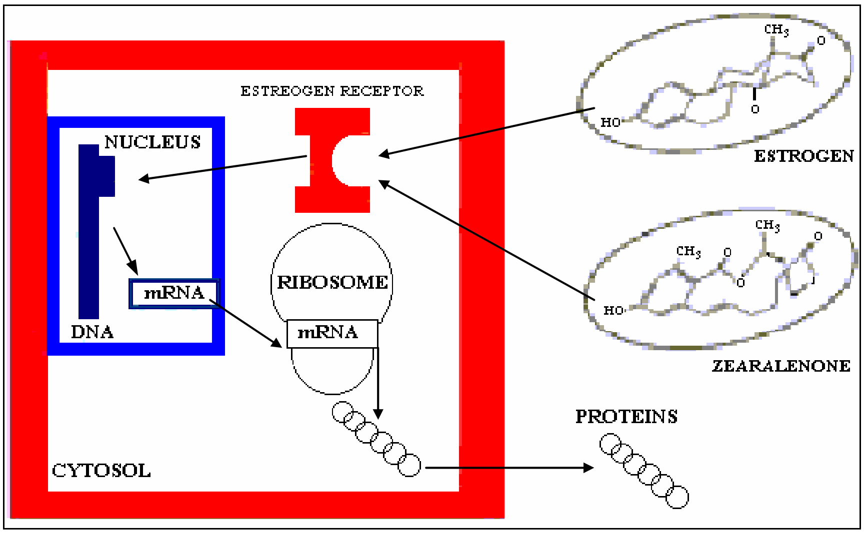
**5. <u>อาการเป็นพิษของซีราลีโนนต่อสัตว์</u>**

อาการเริ่มแรกเมื่อสัตว์ได้รับซีราลีโนนพบว่า อวัยวะเพศเมีย (vulva) จะบวม หรือมีขนาดใหญ่ซึ่งคล้ายกับตอนที่สัตว์กำลังอยู่ในระยะเป็นสัด (estrus) การบวมจะเป็นเวลานานและจะขยายเข้าไปในส่วนของมดลูก ซึ่งผิว vulva จะบวมน้ำและเส้นเลือดจะขยายตัว หากเป็นมีอาการหนักจะส่งผลให้ ส่วนของช่องคลอด (vagina) จะยื่นทะลุออกมาภายนอก สัตว์ที่มีอาการป่วยจากการได้รับสารซีราลีโนนจะมีอาการเบ่งบ่อย ๆ โดยเฉพาะในสุกร และส่วนของทวารหนักจะยื่นตามออกมาภายนอกด้วย ในสัตว์เพศผู้พบว่าส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ขยายใหญ่ และมีการเจริญเติบโตของเต้านมด้วย ซึ่งในส่วนของสุกรเพศผู้ซึ่งได้รับสารพิษในช่วงอายุระหว่าง 1 ถึง 4 เดือน อาการดังกล่าวจะพบเห็นได้ชัดเจน และสุกรเพศเมียที่กำลังท้องจะทำให้เกิดการแท้ง หรือลูกสุกรมีโอกาสตายสูง (มาลินี, 2527)




ภาพที่ 2 การเมตาบอลิสมของซีราลีโนนในร่างกายสัตว์

ที่มา: Kuiper-GoodmanZ (1987)




ภาพที่ 3 กลไกการออกฤทธิ์ของซีราลีโนนในร่างกายสัตว์
ที่มา: Binder *et al.* (2001)

**6. พิษของซีราลีโนนต่อสัตว์ปีก**

ไก่กระทงและไก่ไข่ ไม่ค่อยจะได้รับผลกระทบมากนัก แม้ว่าจะได้รับสารพิษในปริมาณมากก็ตาม (Nuengjamnong, 1997b) ซึ่ง Nuengjamnong (1997a) ได้จำแนกระดับอาการของความเป็นพิษไว้ดังนี้

ระดับ <100 ppb ไก่กระทงจะเกิดแผลฟกช้ำ (bruise) และการคัดทิ้งซาก

ระดับ 300 ppm เกิดถุงน้ำ (cyst) ในอวัยวะสืบพันธุ์ (genital tract) ส่วนในไก่งวงจะพบช่องทวาร (vent) ขยายใหญ่ ภายในเวลา 4 วันหลังได้รับสารพิษนี้ แต่จะไม่พบรอยโรค จากการผ่าซากให้เห็น

ระดับ 300 ppm ในไก่งวงพบว่ามีอาการปลิ้นของ cloaca bursa และท่อนำไข่ขยายใหญ่ขึ้นเมื่อได้รับสารพิษในอาหาร

ระดับ 800 ppm ไก่กระทงและไก่งวงจะไม่พบผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโต

ระดับ 1,600 ppm ขนาดของต่อมเบอร์ซ่าเล็กลง

## 7. พิษของซีราลีโนนต่อโคและกระบือ

Coppock *et al.* (1990) กล่าวว่า โคและกระบือจะมีความไวต่อซีราลีโนน น้อยกว่าสุกร ผลกระทบต่อโคและกระบือจะพบได้เมื่อซีราลีโนนอยู่ในระดับ 10-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือมากกว่านี้ ในโค กระบือ และแกะ ที่ได้รับสารนี้จะแสดงอาการทางกายวิภาค กล่าวคือ กระวนวาย ท้องเสีย เต้านมขยายใหญ่ น้ำนมลดลง ช่องคลอดอักเสบ (vaginitis) มีของเหลวไหลจากช่องคลอด เป็นสัดตลอดเวลา เกิด hypoestrogenism ผสมไม่ติด และแท้ง ในโคสาวก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์อาจจะพบเต้านมมีการพัฒนามากกว่าปกติและอาจเป็นหมันได้

Wood *et al.* (1992) ได้ทำการศึกษาพบว่า หญ้าแห้งที่มีซีราลีโนน 14 ppm จะเป็นสาเหตุของปัญหาการผสมติดในโค และโค holstein ถ้าได้รับซีราลีโนนเข้าไป 20-200 ppm ในเวลา 42 วัน พบว่าปริมาณการให้นมลดลง และโคสาวที่ได้รับซีราลีโนน 250 มิลลิกรัม ตลอดการเป็นสัด 3 รอบ จะมีเปอร์เซ็นต์การตั้งครรภ์เพียง 62 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์ตั้งครรภ์ 82 เปอร์เซ็นต์ Diekman and Green (1992a) รายงานโคสาวที่ได้รับซีราลีโนน เข้าไป 385-1925 ppb ในเวลา 7 สัปดาห์ หรือโคสาวที่กินข้าวโพดที่มีซีราลีโนนอยู่ 500 ppb พบว่าไม่มีผลต่อการให้นม การผสมติด และไม่พบว่ามีซีราลีโนนตกค้างในน้ำนม ปัสสาวะและในซีรั่มอีกด้วย

## 8. พิษของซีราลีโนนต่อสุกร

จักรกริศน์ (2540) รายงานว่า ในสุกรจะไวต่อผลกระทบ เนื่องจากซีราลีโนนมากที่สุด โดยเฉพาะในสุกรเพศเมีย ก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์ (prepubertal gilts) ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยา ส่วนผลในสุกรอายุน้อยได้แก่ ปากช่องคลอด ขยายใหญ่และบวมแดง ส่วนสุกรเล็ก เนื้อเยื่อที่เต้านมจะพัฒนาเพิ่มขึ้นรวมทั้งขนาดและน้ำหนักของมดลูก (uterus) เพิ่มขึ้น ในกรณีที่สุกรเล็กได้รับสารพิษนี้สูงขึ้นอาจพบช่องทวาร (rectum) และปากช่องคลอดทะลักได้ เกรียงศักดิ์ (2544) และสุพล (2545ก) ได้ทำการศึกษาถึงระดับของซีราลีโนนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในสุกรดังแสดงตารางที่ 2 คัมภีร์ (2540) รายงานเพิ่มเติมอีกว่าในสุกรที่ได้รับสารซีราลีโนนจะมีอาการกัดแทะกันผิดปกติและมีการปีนกันที่ผิดปกติ ในแม่สุกรจะให้ลูกแรกคลอดที่อ่อนแอผิดปกติ ตายหลังคลอดในไม่กี่วัน พบลูกที่มีขนาดตัวเล็กกว่าปกติมากขึ้น มีการคลอดช้าขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ลูกแรกคลอดลักษณะเหมือนกับคลอดก่อนกำหนด ลูกแรกคลอดมีอาการสองขาหลังถ่างแบะออกเดินไม่ได้ ลูกแรกคลอดเพศเมียพบว่าอวัยวะสืบพันธุ์บวมแดงเหมือนอักเสบแต่ยุบหายได้เองใน 2-3 วันหลังคลอด และมักมีการคลอดยากร่วมด้วย

ในสุกรเพศเมียที่ได้รับซีราลีโนนโดยอาการเริ่มแรกที่แสดงให้พบเห็น คืออาการปากช่องคลอดบวม หรือขยายใหญ่ ซึ่งคล้ายกับขณะที่สัตว์กำลังอยู่ในระยะเป็นสัด อาการฝ่อของไข่ (ovarian atrophy) ตั้งครรภ์เทียม (pseudopregnancy) โดยการบวมจะเป็นอยู่นาน และขยายเข้าไปในส่วนของมดลูกทำให้มดลูกขยายใหญ่ (uterine hyperplasia) ผนังของช่องคลอดจะบวมน้ำและเส้นเลือดจะขยายตัว ส่งผลถึงการบวมน้ำของต่อมน้ำนม หากเป็นมาก ๆ ช่องคลอดจะทะลักออกมาภายนอก สัตว์จะปวดเบ่งบ่อย ๆ ส่วนของทวารหนักจะยื่นตามออกมาข้างนอกด้วย (Kurtz *et al.*, 1969) โดยเฉพาะในสุกรระยะรุ่น (growing pig) ซึ่งถ้าได้รับสารพิษในปริมาณน้อย ก็สามารถทำช่องทวาร และปากช่องคลอดทะลักได้ และมีการรายงานอีกว่าถ้าแม่สุกรเลี้ยงลูกได้รับซีราลีโนน ในระดับน้อยกว่า 1 ppm จะมีโอกาสให้สารพิษนี้ผ่านไปยังลูกทางน้ำนมได้ ทำให้ลูกสุกรอนุบาลเกิดอาการคล้ายได้รับฮอร์โมนเอสโตรเจน กล่าวคือ มีอาการปากช่องคลอดบวมแดง (จักรกริศน์, 2540); เกรียงศักดิ์ (2544) และสุพล (2545ก) ได้ทำการศึกษาถึงระดับของซีราลีโนนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในสุกรดังแสดงตารางที่ 3

<u>ตารางที่ 3</u> ระดับของซีราลีโนนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในสุกร

| ชนิดสัตว์ | ซีราลีโนน (ppb) |
|---|---|
| สุกรอนุบาล / เล็ก[1] | 100 |
| สุกรรุ่น[1] | 150 |
| สุกรขุน[1] | 200 |
| สุกรแม่พันธุ์[1] | 300 |
| แม่สุกรอุ้มท้อง[1] | 100 |
| พ่อสุกรหนุ่ม[2] | 500 |
| พ่อสุกร[2] | 1000 |

ที่มา: [1] สุพล (2545ก); [2] เกรียงศักดิ์ (2544)

**9. <u>ผลของซีราลีโนนต่อสุกรอนุบาล</u>**

ในสุกรอนุบาลเมื่อได้รับซีราลีโนนจะมีอาการบวมแดงของเต้านม (reddened teats) ขาถ่างและอาการนั่งหมา (splay legs) ในลูกสุกรเพศเมียพบว่ามีอาการบวมแดงของอวัยวะเพศคล้ายอาการเป็นสัด (swelling and reddening of vulva) และถ้าแม่สุกรในช่วงอุ้มท้องได้รับซีราลีโนนสามารถที่

จะถ่ายทอดไปสู่ลูกได้ และในสุกรแรกคลอด ก็สามารถถ่ายทอดสารพิษชนิดนี้ผ่านทางน้ำนมได้เช่นกัน

เยาวมาลย์ และสาโรช (2545) ได้ทำการศึกษาการดูดซับของซีราลีโนนในสุกรหลังหย่านม อายุ 21 วัน ใช้ลูกสุกรสามสาย (ยอร์คเชียร์ x แลนด์เรซ x ดูรอค) สุกรได้รับสารพิษที่ระดับ 150 ppb และกลุ่มควบคุมได้รับสารพิษน้อยกว่า 30 ppb เป็นเวลา 35 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษที่ระดับ 150 ppb มีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (average daily gain; ADG) อัตราการมีชีวิตรอด ความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency ratio; FCR) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ลูกสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษที่ระดับ 150 ppb พบว่ามีอัตราการตายถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ในสุกรเพศเมียมีอาการบวมแดงของอวัยวะเพศ ส่วนสุกรเพศผู้มีอาการเต้านมขยายใหญ่ ก้นทะลักและขาถ่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดระยะเวลา 35-36 วันในการทดลอง

Coenen and Boyens (2001) ได้ทำการได้ทำการศึกษาการดูดซับของซีราลีโนนในสุกรหลังหย่านมอายุ 5-7 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 40 กิโลกรัม สุกรได้รับสารพิษที่ระดับ 180-360 ppb พบว่าสุกรเพศเมียมีการขยายใหญ่ของมดลูก และการบวมน้ำของมดลูก

**10. <u>ผลของซีราลีโนนต่อสุกรสาวและสุกรนาง</u>**

ในสุกรเพศเมียเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์หรือแสดงอาการเป็นสัดครั้งแรกพบว่าอายุของสุกรมีตั้งแต่อายุ 4 เดือน ถึง 8 เดือน ซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์และสภาพแวดล้อม เป็นต้น Rainey *et al.* (1990a) ได้ทำการศึกษาถึงสารซีราลีโนนต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว โดยใช้สุกรสาวจำนวน 30 ตัว อายุ 70 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มแรกไม่ได้รับสารซีราลีโนนหรือกลุ่มควบคุม กลุ่มที่สองและกลุ่มที่สามได้รับสารซีราลีโนน 1.5-2 ppm เป็นระยะเวลา 45 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ โดยได้ทำการแบ่งกลุ่มทดลองเป็นสองกลุ่มตามอายุ พบว่าในกลุ่มสุกรที่รับสารซีราลีโนน เกิดการบวมแดงของอวัยวะเพศ เมื่อสุกรได้รับสารพิษผ่านไปแล้ว 3-5 วัน การทดลองที่สองพบว่า สุกรกลุ่มที่ไม่ได้รับสารซีราลีโนน อายุของการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ประมาณ 217.0 วัน ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ได้รับสารซีราลีโนนทั้งสองกลุ่ม ($P<0.05$) 193.0 วัน และ 185.6 วัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่ได้รับสารซีราลีโนนจะมีอายุการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เร็วกว่ากลุ่มไม่ได้รับสารซีราลีโนน

การทดลองที่กล่าวมานี้ขัดแย้งกับการศึกษาของ Edward *et al.* (1987) ที่ได้ทำการศึกษาถึงผลของซีราลีโนนต่อสุกรสาว โดยให้สุกรได้รับสารซีราลีโนน 10 ppm เป็นเวลา 30 วัน โดยให้สุกรได้รับสารนี้ในช่วงอายุ 145-193 วันของอายุ พบว่าสุกรที่ได้รับสารซีราลีโนนจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้ากว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารซีราลีโนน หรือเป็นสัดครั้งแรกช้ากว่ากลุ่มไม่ได้รับสารซีราลีโนน ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Green *et al.* (1990) ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงสุกรสาวอายุประมาณ 6 เดือน ได้รับสารซีราลีโนน 10 ppm เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารซีราลีโนนมีแนวโน้มอายุการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้ากว่ากลุ่มควบคุม

อาการเป็นพิษในแม่สุกรที่ได้รับพิษชนิดนี้ที่ระดับต่าง ๆ กันคือ (จักรกริศน์, 2540)

ระดับ < 1 ppm จะผ่านแม่สุกรไปยังน้ำนม ทำให้ลูกสุกรอนุบาลเกิดอาการคล้ายการได้รับฮอร์โมนเอสโตรเจน กล่าวคือ ปากช่องคลอด บวมแดง

ระดับ 1.8 ppm จะเหนี่ยวนำให้สุกรเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุน้อย ๆ โดยไม่มีผล กระทบต่ออัตราการตั้งท้อง (conception rates) อัตราการตกไข่ (ovulation rate) หรือการอยู่รอดของตัวอ่อน

ระดับ 3.6-4.3 ppm สุกรสาวจะไม่กลับสัดในเวลา 50 วันหลังจากถึงวัยเจริญพันธุ์

ระดับ 6-9 ppm ในสุกรเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ หรือในช่วงวัยเจริญพันธุ์ทำให้เกิดการตั้งครรภ์เทียม (pseudopregnancy)

ระดับ 5-10 ppm มีรายงานว่าทำให้สุกรสาวมีวงจรการเป็นสัดที่ยาวนานขึ้น

ระดับ 10 ppm จะทำให้สุกรสาวถึงวัยเจริญพันธุ์ช้าลง แต่ในสุกรสาวที่โตเต็มที่แล้วจะไม่เกิดการทำลายอย่างถาวรของอวัยวะสืบพันธุ์หรือ มีผลต่อการผสมติด หลังจากที่หยุดให้อาหารที่มีสารซีราลีโนนอยู่ระดับ 10 ppm ไปแล้ว 2 สัปดาห์

ระดับ 25-50 ppm ในสุกรสาวและแม่สุกรที่ตั้งท้องจะพบลูกตายแรกคลอด (stillbirths) อัตราตายหลังคลอดสูง (neonatal mortality) ลูกกรอก (fetal mummification) สุกรขาถ่าง (splay legged pigs) สุกรเกิดการแท้ง การกลับสัดผิดปกติและความผิดปกติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ระดับ 60-90 ppm จะมีผลต่อการพัฒนาของเอ็มบริโอ ยิ่งหากได้รับในปริมาณสูงในช่วง 7-10 วันหลังผสมติด จะทำให้หยุดพัฒนาของเอ็มบริโอ และส่งผลให้การกลับสัดหลังหย่านมอีกด้วย (Janice,1997)

**11. <u>ผลของซีราลีโนนต่อแม่สุกรอุ้มท้อง</u>**

Rainey *et al.* (1990) ได้ทำการศึกษาถึงสารซีราลีโนนต่อจำนวน corpora lutea และ จำนวนตัวอ่อนมีชีวิตในสุกรสาว โดยใช้สุกรสาวจำนวน อายุ 70 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มแรกควบคุม กลุ่มสองและสาม ได้รับสารซีราลีโนน 1.5-2 ppm เป็นระยะเวลา 45 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ อายุในการอุ้มท้องประมาณ 58 วัน พบว่าสารซีราลีโนนไม่มีผลต่อจำนวน corpora lutea และจำนวนตัวอ่อนมีชีวิตในสุกรสาว แต่มีแนวโน้มทำให้จำนวนตัวอ่อนมีชีวิตลดลงหรือเพิ่มอัตราการตายของตัวอ่อน ซึ่งอาจจะเพราะปริมาณของสารพิษอาจน้อยเกินไปหรือเพราะว่าระยะ เวลาที่ได้รับสารซีราลีโนนในช่วงอายุ 70-160 วัน ก่อนได้รับการผสมจนถึงการอุ้มไม่มีผลต่อสุกรสาว เนื่องจากเมื่อสารซีราลีโนนถูกนำออกจากอาหารสัตว์ทำให้สัตว์สามารถฟื้นตัวจากอาการผิดปกติจากซีราลีโนนซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วัน

Young *et al.* (1990) รายงานว่าแม่สุกรที่กำลังเลี้ยงลูกแล้วผสมพันธุ์ ได้รับสารซีราลีโนน 0, 5 และ 10 ppm ในอาหาร พบว่าจำนวน corpora lutea ต่อแม่ มีแนวโน้มลดลงถ้าได้รับสาร พิษในปริมาณเพิ่มขึ้นดังนี้ 15.8, 14.8 และ 13.5 ($P<0.05$) ตามลำดับ และจำนวนตัวอ่อนมีชีวิต (fetuses) ต่อแม่ ดังนี้ 11.7, 8.7 และ 9.6 ($P<0.05$) ตามลำดับ สารซีราลีโนนมีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน (embryonic mortality) ในแม่สุกรอุ้มท้องหรือสุกรหลังผสมพันธุ์

Green *et al.* (1990) ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงสุกรสาวอายุประมาณ 6 เดือนได้รับสารซีราลี-โนน 10 ppm เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าสารซีราลีโนนไม่มีผลต่อจำนวน corpora lutea และจำนวนตัวอ่อนมีชีวิต (fetuses) Long and Diekman (1984) ได้ทำการทดลองใช้สุกรสาว 3-5 ตัวต่อกลุ่มทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มได้รับสารซีราลีโนน 0, 5, 15 และ 30 ppm ในอาหาร โดยให้อาหารในช่วงสุกรอุ้มท้องระหว่างวันที่ 2-15 ของการอุ้มท้อง พบว่า สารซีราลีโนนไม่มีผลต่อการพัฒนาตัวอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารซีราลีโนน แต่อาจมีผลต่อจำนวนของตัวอ่อนมีชีวิต (fetuses) คือ 10.2, 10.3, 6.5 และ 8.6 ตามลำดับ

Long *et al.* (1992) ได้ทำการทดลองใช้แม่สุกรท้องแรก ได้รับสารซีราลีโนน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวสุกร หลังผสมพันธุ์เป็นเวลา 7-10 วัน พบว่า สารซีราลีโนนไม่มีผลต่อตัวอ่อน (blastocyst) ในการตรวจตัวอ่อนในวันที่ 9-13 แต่ในตัวอ่อนในวันที่ 11 พบว่าการพัฒนาของตัวอ่อนช้ากว่ากลุ่มควบคุม และเกิดการเพิ่มของการเปื่อยตายของเซลล์ (necrotic cell)

**12. <u>ผลของซีราลีโนนต่อพ่อสุกร</u>**

ซีราลีโนนจะมีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรรุ่นเพศผู้ รวมทั้งอัณฑะหด หนังหุ้มอัณฑะหด หนังหุ้มอัณฑะบวม (swollen prepuce) และต่อมน้ำนมขยายใหญ่มากขึ้น ทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อสุกรที่อัณฑะจะสร้างอสุจิเก็บสำรองไว้ลดลง หรือหยุดการสร้างตัวอสุจิ ทำให้ความกำหนัดลดลงตามด้วย สอดคล้องกับ Vanyi and Szeky (1980) ซึ่งรายงานว่าซีราลีโนนจะมีผลทำให้พ่อสุกรหยุดการสร้างตัวอสุจิ แต่จะสามารถกลับเข้าสู่สภาพปกติได้เมื่อพ่อสุกรไม่ได้รับสารซีราลีโนน

Vanyi and Szailer (1974) ได้ทำการทดลองซีราลีโนนต่อ ระดับเซลล์ในอัณฑะของสุกรในห้องทดลอง *(in vitro)* พบว่า สารซีราลีโนนสามารถมีผลให้เซลล์ที่เป็นจุดกำเนิดของอสุจิหยุดการพัฒนา จึงเป็นสาเหตุหนึ่งของการทำให้พ่อสุกรลดความกำหนัดลง (libido) และคุณภาพน้ำเชื้อลดลง Palyusik (1977) ได้ทำการศึกษาถึงซีราลีโนนที่ระดับ 100 ppm ต่อสุกรเพศผู้น้ำหนัก 18.5-20 กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักของอัณฑะจะลดลง น้ำหนักของท่อนำสเปิร์ม (epididymis) ลดลง

Young and King (1986) ได้ทำการศึกษาถึงซีราลีโนนต่อพ่อสุกรโดยใช้สารพิษที่ระดับ 0, 3, 6 และ 9 ppm ให้สุกรเพศผู้อายุ 32-145 วัน หรือ 32-312 วันโดยใช้พ่อสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่กลุ่มที่ได้รับสารสารพิษที่ระดับ 9 ppm ทำให้ความกำหนัด และการสร้างอสุจิลดลง อัตราการตายของอสุจิ (sperm motility) เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Berger *et al.* (1981) ได้ทำการศึกษาถึงซีราลีโนนต่อพ่อสุกรที่ระดับ 40 ppm มีผลทำให้สุกรอายุ 14-18 สัปดาห์ พบว่า ความกำหนัดลดลง ฮอร์โมนเทสโตรสเตอโรนลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่น้ำหนักของอัณฑะ ลักษณะของอัณฑะ และเซลล์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

Blaney (2001) รายงานว่าซีราลีโนนต่อพ่อสุกรที่ระดับ 1,000 ppb สามารถทำให้สุกรเพศผู้หยุดการสร้างตัวอสุจิ สอดคล้องกับการทดลองของ Satolla *et al.* (1987) ทำการทดลองใช้ซีราลี-โนนต่อพ่อสุกรที่ระดับ 200 และ1,000 ppb มีแนวโน้มทำให้ Libido ลดลงและคุณภาพน้ำเชื้อลดลง

Mankeviciene (2006) ได้ทำการทดลองผลของสารซีราลีโนนต่อพ่อสุกรพบว่าระดับของซี-ราลีโนนที่ 570 ppb ในอาหารพ่อสุกรอายุ 10 เดือน พบว่า สารซีราลีโนนทำให้ปริมาณน้ำเชื้อ ความเข้มข้นของอสุจิและการสร้างอสุจิลดลง และเพิ่มการตายของตัวอสุจิ

อาการเป็นพิษในสุกรที่ได้รับพิษชนิดนี้ที่ระดับต่าง ๆ กันคือ (จักรกริศน์, 2540)

ระดับ >40 ppm มีผลให้ในสุกรรุ่นมีความต้องการทางเพศลดลง (Janice,1997)

ระดับ 100 ppm มีผลทำให้พ่อสุกรมีขนาดของอัณฑะเล็กลง อีกทั้งจะหยุดการสร้างตัวอสุจิ (spermatogenesis) อย่างไรก็ตามพ่อสุกรจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติ เมื่อขจัดสารพิษออกไปจากอาหาร นอกจากนี้ ซีราลีโนนมีผลทำให้ความกำหนัดลดลง ในขณะที่เต้านมจะขยายใหญ่ขึ้น ขนาดของลูกต่อครอกอาจลดลงด้วย

ระดับ 100 ppm มีผลทำให้สุกรเพศผู้น้ำหนัก 18.5-20 กิโลกรัม น้ำหนักของอัณฑะจะลดลง น้ำหนักของท่อนำสเปิร์มลดลง

ระดับ 20-200 ppm มีผลทำให้สุกรอายุ 2 เดือนความกำหนัดลดลง และการสร้างอสุจิลดลง

ระดับ 500-600 ppm มีผลทำให้สุกรอายุ 6 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักของอัณฑะจะลดลง 30 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ Olsen *et al.* (1985) รายงานว่าเมื่อสุกรสาวได้รับซีราลีโนนระดับ 192 microgram/kg body weight/day เป็นเวลา 4 วัน พบว่ามีระดับ $\alpha$-Zearalenol 10.4 ng/ml ในพลาสมา และมีรายงานเพิ่มเติมอีกว่า สุกรสาวได้รับซีราลีโนนระดับ 7.5 microgram/kg body weight ตรวจพบระดับ ซีราลีโนนเท่ากับ 2.61 ng/ml ในพลาสมา (Farnworth and Trenholm, 1981) แต่ต่างจาก Zwierzchowski et al. (2005) ที่รายงานว่าเมื่อสุกรสาวได้รับซีราลีโนนระดับ 200 microgram/kg body weight พบว่ามีระดับ $\alpha$-Zearalenol 8.16 ng/ml ในพลาสมาและ Fitzpatrick *et al.* (1989) กล่าวเสริมว่า $\alpha$-Zearalenol สามารถจับกับตัวรับของฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen receptor) ดีกว่า Zearalenone และ $\beta$-Zearalenol

**13. มาตรการการตรวจสอบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของพ่อสุกร**

นพนันท์ (2532) กล่าวว่า การตรวจสอบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของพ่อสุกรตรวจสอบลักษณะหลายลักษณะดังนี้

13.1 ตรวจลักษณะรูปร่างความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์

13.1.1 ลักษณะภายนอก

ดูความสมบูรณ์ของถุงอัณฑะ (scrotal sac) เช่น ความหนาและการหย่อนยานมาก ถือเป็นลักษณะไม่ดี โดยเฉพาะถ้ามีลักษณะของหูด (wart หรือ papilloma) ทำให้ระบายความร้อนของลูกไม่ดี มีผลเสียต่อคุณภาพและการสร้างตัวอสุจิ

ทำการวัดขนาดของอัณฑะ ตลอดจนความหนาแน่นของเนื้อเยื่อเปรียบเทียบกับอายุและคุณภาพน้ำเชื้อเพื่อศึกษาการฝ่อ (atrophy) ของอัณฑะ พ่อสุกรที่ดีต้องมีความสมบูรณ์ปราศจากลักษณะทางพยาธิสภาพ เช่น อัณฑะเคยเจริญแล้วฝ่อไป (hypotrophy) และอัณฑะไม่เจริญเติบโต (hypoplasia) หรือเกิดการอักเสบของอัณฑะ และความสมบูรณ์ของช่องเปิดของหนังหุ้มลึงค์ (preputial orifice) ขนาดของอัณฑะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนอสุจิทั้งหมดในน้ำเชื้อ และมีความสัมพันธ์กับความต้องการทางเพศของพ่อสุกรด้วย

13.1.2 ลักษณะภายใน

ดูความสมบูรณ์ของหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศ (prepucial diverticulum) ลำลึงค์ (shaft of penis) ปลายลึงค์ (glans penis) และต่อม Bulbourethral สังเกตลักษณะของปลายช่องเปิดไม่ขยายทำให้ลึงค์ยื่นออกมาไม่ได้ และการที่ลึงค์แข็งตัวแล้วหดกลับไปไม่ได้ (paraphimosis) การคงอยู่ของสายลึงค์ (persistent of penis frenulum) ลึงค์ยึดติดกับหนังด้านในทำให้ยื่นออกมาไม่ได้ (adheredหรือtied penis) ลึงค์อ่อน ขนาดเล็กกว่าปกติ ลึงค์ขดตัวอยู่ในหนังหุ้มปลาย ซึ่งเป็นลักษณะความเสียหายทางด้านพันธุกรรม การเกิดการอักเสบของ prepuce และ glans penis

13.2 ตรวจพฤติกรรมทางเพศและความต้องการทางเพศ (sexual behavior and libido sexually)

สุกรหนุ่มจะพฤติกรรมทางเพศได้ชัดเจน เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน ภายใต้สภาวะการจัดการเลี้ยงดู และคุณภาพอาหารดีตามมาตรฐาน การตรวจสอบอาจทดสอบกับตัวเมียที่กำลังเป็นสัด โดยการปล่อยให้ตัวผู้เดินเข้าคอกที่ตัวเมียเป็นสัด แล้วดูความสนใจทางเพศ (sexual desire) และระยะเวลาจากเริ่มเห็นตัวเมียจนกระทั่งขึ้นทับ (reaction time) ภายในเวลา 20-30 วินาที ไม่เกิน 3 นาที ถ้าเป็นพ่อสุกรผสมเทียมก็สามารถทดสอบกับหุ่นสุกรรีดน้ำเชื้อได้เช่นกัน

13.3 ความสามารถในการขึ้นทับตัวเมียและการหลั่งน้ำเชื้อ (copulating and ejaculating ability)

พ่อสุกรที่ไม่สามารถขึ้นผสมตัวเมีย หรือทับหุ่นรีดน้ำเชื้อได้ มักพบว่าความต้องการทางเพศปกติ แต่มีความผิดปกติของขา เช่น ข้ออักเสบ (arthritis) เอ็นหัวกระดูกอักเสบ (osteochrondrosis), epiphyseal plate สลายตัว (epiphysiolysis) หรือมีการอักเสบของข้อกีบ เป็นต้น ซึ่งสามารถพบได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของพ่อสุกรที่ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ และต้องคัดทิ้ง ตลอดจนลักษณะผิดปกติบางประการที่พ่อสุกรไม่สามารถใช้ขาหน้าทั้งสองข้างโอบกอดหุ่นรีดน้ำเชื้อได้โดยอาจใช้กีบจิกลงบนหุ่น ทำให้การหลั่งน้ำเชื้อผิดปกติ ไม่สมบูรณ์ หรือไม่หลั่งเลย นอกจากนั้น อาจพบลักษณะความผิดปกติของการไม่สามารถหลั่งน้ำเชื้ออสุจิได้ (ejaculatory failure หรือ aspermatism) ซึ่งโดยมากมีความผิดปกติของระบบประสาทซิมพาเธติค (sympathetic) ที่ควบคุมการหลั่งอสุจิ โดยทำให้น้ำเชื้ออสุจิไหลกลับเข้าไปในกระเพาะปัสสาวะ หรืออาจเกิดสภาวะอ่อนตัวของลึงค์ในขณะผสมพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถหลั่งน้ำอสุจิได้ (ejaculatory impotence) เป็นต้น

13.4 คุณภาพน้ำเชื้อ (semen quality)

ตัวอสุจิถูกสร้างมาจากขบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) ซึ่งตัวอสุจิถูกสร้างขึ้นมาเมื่ออายุได้ 125 วัน และหลั่งน้ำเชื้อได้เมื่ออายุ 5-8 เดือน (Garner and Hafez, 1993) สอดคล้องกับ ศรีสุวรรณ (2542) รายงานว่าตัวอสุจิถูกสร้างขึ้นมาเมื่ออายุได้ 80-150 วันและหลั่งน้ำเชื้อได้เมื่ออายุ 5.5-6 เดือน

การตรวจสอบทาง macroscopic ได้แก่ ปริมาตรน้ำเชื้อ สี ความบริสุทธิ์สะอาด ความเข้มข้นของตัวอสุจิ และความเป็นกรด-ด่าง

การตรวจดูความสมบูรณ์ของตัวอสุจิทาง macroscopic ได้แก่ ปริมาณ และลักษณะของการเคลื่อนที่ ปริมาณตัวเป็นตัวตายของอสุจิ ความผิดปกติของตัวอสุจิส่วนหัว, ส่วนหาง, cytoplasmic droplet และอะโครโซม เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติต่าง ๆ ไม่สามารถกำหนดได้อย่างแน่ชัดว่าระดับใดที่จะทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง แต่โดยทั่วไปแล้วลักษณะความผิดปกติทั้งหมดไม่ควรเกิน 25 เปอร์เซ็นต์ เพราะน้ำเชื้อที่มีความผิดปกติของตัวอสุจิมาก ๆ จะให้ผลความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ

13.5 การตรวจทางจุลชีววิทยาและเซรั่มวิทยา

เพื่อตรวจสอบโรคที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรม หรือการสืบพันธุ์ได้ เช่น ตรวจจากอวัยวะเพศทางจุลชีววิทยา ตรวจจากน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาส่วนแรก (presperm secretion) ตรวจจากน้ำเชื้อ และตรวจเซรั่ม โดยเฉพาะโรคบรูเซลโลซีส เลปโตรสไปโรซีส พิษสุนัขบ้าเทียม และพาร์โวไวรัส

13.6 การทดสอบฮาโลเธน (halothane test)

การทดสอบฮาโลเธน เป็นวิธีการทดสอบเพื่อวัดความไวต่อการเกิดความเครียดของสุกร (porcine stress syndrome, PSS) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการมีเนื้อซีด นิ่ม และแฉะ (pale soft and exudative muscle, PSE) ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น สุกรจะได้รับความเครียดอยู่เสมอ จึงควรมีการทดสอบลักษณะ PSS เพื่อคัดสุกรที่มีความต้านทานความเครียดไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อขยายพันธุ์ต่อไป