ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่

เกศกนก วงศ์ชยานันท์

GRAD VRU

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2562

EFFECTS OF VERMICOMPOST ON GROWTH AND YIELD OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM*

KEDKANOK WONGCHAYANUN

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN AGRICULTURE MANAGEMENT TECHNOLOGY

GRADUATE SCHOOL

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY

UNDER THE ROYAL PATRONAGE PATHUM THANI

2019

GRAD VRU

ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องการค้นคว้าอิสระ	ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่
ชื่อนักศึกษา	เกสกนก วงศ์ษยานันท์
รหัสประจำตัว	57852590103
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการระบบทรัพยากร

คณะกรรมการที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ อัมพุช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยัณยกา สุขเล็ม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พิษณุ แก้วตะพาน)

..... กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ
(อาจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ วิริยชนานนท์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริไวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 20 เดือน กันยายน พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY GRAD VRU

ชื่อเรื่องการค้นคว้าอิสระ	ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่
ชื่อนักศึกษา	เกศกนก วงศ์ชยานันท์
รหัสประจำตัว	57B52590103
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการเกษตร
ประธานที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	อาจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศเชอรี่ และ 2) ศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มีต่อผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น คือ การใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตรา 50, 100, 150, 200 และ 250 กรัมต่อต้น บันทึกข้อมูล ความสูง จำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักผลต่อช่อ สีของผล ความหวาน และความแน่นเนื้อ ตรวจสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าเอฟ

ผลการศึกษา พบว่า

1) การเจริญเติบโตของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตรา 50 กรัมต่อต้น ให้ความสูงของต้นมากที่สุด 103.40 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 150 กรัมต่อต้น ให้จำนวนผลต่อช่อมากที่สุด 3.78 ผลต่อช่อ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทุกอัตราไม่มีผลต่อน้ำหนักผลต่อช่อ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 200 กรัมต่อต้น ให้ขนาดผลใหญ่ที่สุดมีความกว้างผล 23.14 มิลลิเมตร และความยาวผล 33.78 มิลลิเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปุ๋ยเคมีให้ความหวาน และความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 9.05 องศาบริกซ์ และ 1.85 นิวตัน ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าสีของผลมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกอัตราไม่มีผลต่อค่าสี โดยการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตรา 150 กรัมต่อต้น ให้ค่าความสว่างสีมากที่สุด คือ 39.69 การใส่ปุ๋ยเคมีให้ค่าสีแดงมากที่สุด คือ 34.15 การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตรา 100 กรัม ต่อต้น ให้ค่าสีเหลืองมากที่สุด คือ 27.38 ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในการผลิตมะเขือเทศเชอรี่สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการเพาะปลูกได้อีกวิธีหนึ่งด้วย

คำสำคัญ : มะเขือเทศเชอรี่ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน การเจริญเติบโตและผลผลิต

GRAD VRU

Independent Study Title	Effects of Vermicompost on Growth and Yield of *Lycopersicon esculentum*
Student	Kedkanok Wongchayanun
Student ID	57B52590103
Degree	Master of Science
Field of Study	Agricultural Management Technology
Independent Study Advisor	Dr.Komgrit Saeng-ngoen

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) study the effects of vermicompost on the growth of *Lycopersicon esculentum*, and 2) study the effects of vermicompost on the yield of *Lycopersicon esculentum*. The experimental design was a completely randomized design with 6different treatments of fertilizer applications, with 3 replications for each of the 5 plants, including chemical fertilizer applications with vermicompost of 50, 100, 150, 200 and 250 grams per plant. Their height, the number of fruits, fruit weight per inflorescence, color, sweetness and firmness were measured and recorded. An analysis of variance using the F-test to determine the variability between the group means was conducted.

The results revealed that :

1) Growing *Lycopersicon esculentum* with 50 grams of vermicompost per plant gave the maximum height at 103.40 centimeters, with significant differences at the statistical level of 0.05.

2) The production of *Lycopersicon esculentum* with 150 grams of vermicompost per plant gave the maximum number of fruits at 3.78 fruits per inflorescence, with significant differences at the statistical level of 0.05. Meanwhile, there were no effects of the vermicompost ratios on the freshness of the fruit per inflorescence. In addition, using 200 grams of vermicompost gave the maximum fruit size at 23.14 millimeters in width and 33.78 millimeters in length, with significant differences respectively at the level of 0.05. The chemical fertilizer gave the most sweetness as well as the most firmness at 9.05 brix and 1.85 newtons, with significant differences at the statistical level of 0.05. There were no effects of fertilizer ratios on fruit color. The use of 150 grams of vermicompost gave the maximum brightness value at 39.69. The chemical fertilizer gave the highest red color value of 34.15. In addition, the use of 100 grams of vermicompost gave the highest yellow color value of 27.38. Therefore, the use of vermicompost in the production of *Lycopersicon esculentum* can be considered to be a substitute for chemical fertilizers to reduce the cost of cultivation.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, Vermicompost, Growth and Yield

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือ และแนะนำของ อาจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบ และแก้ไขร่างการค้นคว้าอิสระมาโดยตลอด ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบการค้นคว้าอิสระ รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยการ และประสานงาน ในการทำการค้นคว้าอิสระให้ผู้เขียนตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้า และทำการทดลอง

ท้ายนี้ผู้เขียนขอน้อมรำลึกถึงอำนาจบารมีของคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่อยู่ในสากลโลก อันเป็นที่พึ่งให้ผู้เขียนมีสติปัญญาในการจัดทำการค้นคว้าอิสระให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอให้เป็นกตเวทิตาแด่บิดา มารดา ครอบครัวของผู้เขียน ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เขียนจนสามารถให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เกศกนก วงศ์ชยานันท์

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	2
1.4 สมมติฐานการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย	2
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	2
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มะเขือเทศ	4
2.2 ไส้เดือนดิน	11
2.3 การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน	18
2.4 การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการเพิ่มผลผลิตพืชผัก	22
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	28
3.1 การวางแผนการทดลอง	28
3.2 การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน	28
3.3 การเตรียมพืชศึกษา	28
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	29
3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	31
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	35
5.3 ข้อเสนอแนะ	36

GRAD VRU

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม..... 37
ภาพผนวก 40
ประวัติผู้วิจัย..... 43

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณการเพิ่มจำนวนของไส้เดือนดิน	22
2.2	ปริมาณธาตุอาหารของมูลไส้เดือนดิน Eudriluse ugeniae	23
2.3	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548	24
2.4	แสดงอัตราการใช้กับพืชชนิดต่าง ๆ	25
4.1	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน	31
4.2	ความสูงของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ	32
4.3	แสดงจำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักผลต่อช่อ และขนาดผลของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ	33
4.4	แสดงข้อมูลความหวาน ความแน่นเนื้อและสีผลของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ	34

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไส้เดือนดินถูกจัดว่าเป็นสัตว์ที่มีประโยชน์มากกว่ามีโทษต่อมนุษย์โดยเฉพาะการปรับปรุงโครงสร้าง และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากประโยชน์ดังกล่าวทำให้บางประเทศมีการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเชิงการค้า เพื่อใช้ในงานฟาร์มกันอย่างแพร่หลาย เช่น ในอินเดียมีเกษตรกรเกือบ 1,000 ราย สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ในท้องถิ่นลงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ โดยหันมาใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินแทนในการปลูกองุ่น ทับทิม และกล้วย (อานัฐ ตันโช, 2552) ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีส่วนประกอบเป็นธาตุอาหารเกือบทุกชนิดที่พืชต้องการอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ และยังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน รวมทั้งมีสารที่มีคุณสมบัติคล้ายกับออกซิน (auxin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชคุณสมบัติต่าง ๆ ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตพืช และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเพาะปลูกพืช

ในปัจจุบันการปลูกพืชผักเชิงการค้าหลายชนิด เช่น ผักคะน้า ผักกาดหอม กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักสลัด มะเขือเทศ พริก กระเจี๊ยบเขียว ฯลฯ เกษตรกรผู้ผลิตมีการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีในการเร่งการเจริญเติบโต และกำจัดโรคพืช แมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายพืชปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และมีปริมาณเพียงพอที่จะจำหน่าย โดยไม่ได้คำนึงถึงอันตรายที่มีต่อตนเอง และผู้บริโภค รวมทั้งผลเสียที่เกิดขึ้นกับสภาพดิน สภาพแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีเป็นเวลาติดต่อกันยาวนาน แต่มีเกษตรกรและผู้บริโภคหลายรายตระหนักถึงภัยเงียบดังกล่าว จึงใช้วิธีการทำการเกษตรทางเลือกใหม่ โดยหันมาใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกควบคู่กับการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีต่าง ๆ เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพดินที่เสื่อมโทรม เพิ่มผลผลิตให้มีคุณภาพ และที่สำคัญเป็นการลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภคซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่รักษ์สุขภาพ และตลาดผลผลิตเหล่านี้กำลังขยายตัวอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน

มะเขือเทศเป็นพืชที่มีประโยชน์ โดยผลมะเขือเทศอาจใช้บริโภคสดหรือทำให้สุก นอกจากนี้สามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ หรือ ketchup เมล็ดมะเขือเทศมีน้ำมันถึง 24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนำไปสกัดทำเป็นน้ำมัน เพื่อใช้ในการผลิตเนยเทียม (margarine) และสบู่ได้ (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2538) ในประเทศไทยมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาการผลิตมะเขือเทศ พัฒนาสายพันธุ์ และเพิ่มพื้นที่ปลูก ซึ่งแหล่งที่ปลูกมะเขือเทศเพื่อส่งโรงงานแปรรูปมากที่สุดอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคเหนือ นอกจากนี้ในภาคเหนือยังมีการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ทานผลสด เพราะมีอากาศเอื้ออำนวย แต่เนื่องจากมะเขือเทศเป็นพืชที่ปลูกง่าย และผู้บริโภคนิยมรับประทาน จึงมีเกษตรกรหลายรายให้ความสนใจ และได้พยายามนำมะเขือเทศเชอรี่ทานผลสดมาปลูกในพื้นที่อื่น ๆ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ ซึ่งเป็นพืชผักที่ปลูกเชิงการค้ามากขึ้น โดยมีการวางแผนการวิจัย การเก็บ

รวบรวมข้อมูลตามหลักทฤษฎี เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์แก่เกษตรกรหรือผู้สนใจได้ศึกษาต่อไป

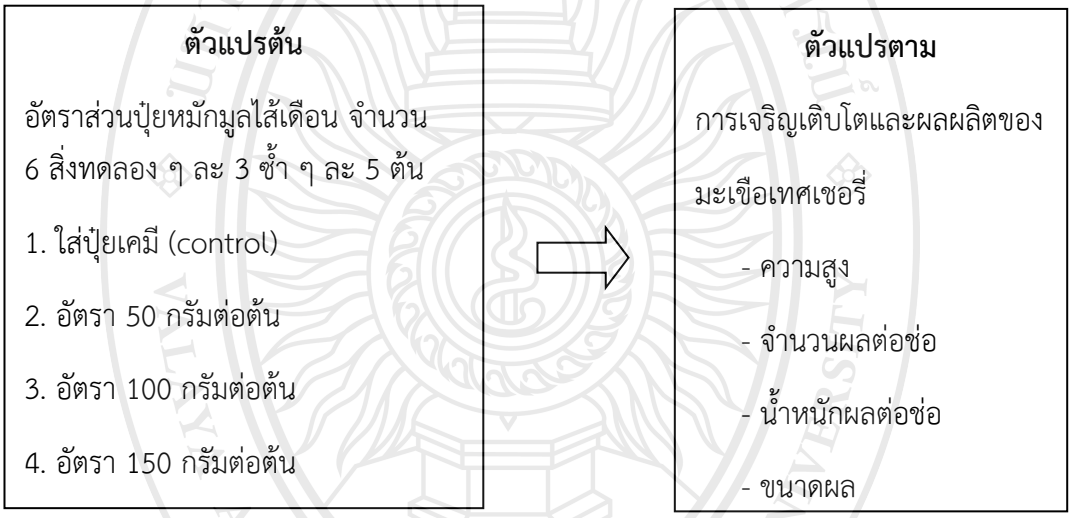
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศเชอรี่

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่



1.4 สมมติฐานการวิจัย

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ และสามารถส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ทดแทนปุ๋ยเคมีได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินปริมาณต่าง ๆ ในการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในโรงเรือนแบบกางมุ้ง ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนโดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ ทั้งด้านความสูงของต้น จำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักผลต่อช่อ ขนาดผล สีของผล ความหวานของผล และความแน่นเนื้อของผล

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (vermicompost) หมายถึง ปุ๋ยที่ผลิตจากการนำไส้เดือนดินมาช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุเพื่อให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี

1.6.2 วัสดุรองพื้น (bedding) หมายถึง ที่อยู่อาศัยของไส้เดือนดิน ได้จากการนำเศษใบไม้ เศษกระดาษลัง มูลวัว หรือมูลสัตว์อื่น ๆ มาหมักจนมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของไส้เดือนดิน

1.6.3 น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน คือ การนำมูลไส้เดือนไปขยายเชื้อจุลินทรีย์ให้ออกมาในรูปแบบของน้ำ ทำให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มากขึ้น ซึ่งมีธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นจำนวนมาก เป็นปุ๋ยชนิดน้ำที่สามารถนำไปฉีดพ่น หรือผสมน้ำรดต้นไม้

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่

1.7.2 ทราบปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมในการปลูกมะเขือเทศเชอรี่

1.7.3 เพื่อเป็นข้อมูลในการให้ความรู้แก่เกษตรหรือผู้สนใจทั่วไปได้ศึกษา

GRAD VRU

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือเทศ

มะเขือเทศเป็นพืชที่มีประโยชน์ และนิยมบริโภคกันหลายประเทศทั่วโลก การบริโภคมะเขือเทศสด และแปรรูปของคนอเมริกามีสูงถึง 20 กิโลกรัมต่อคนต่อปี สำหรับประเทศไทยมีการผลิตมะเขือเทศสด และแปรรูปน้อยมากไม่เกินแสนตันต่อปี การบริโภคมะเขือเทศสดและแปรรูปต่อคนน้อย และไม่มีตัวเลขยืนยัน เนื่องจากไม่นิยมบริโภคน้ำมะเขือเทศ หรืออาหารหลักที่ปรุงด้วยมะเขือเทศ มะเขือเทศจะใช้ในการปรุงอาหารแต่งเติมรสชาติเป็นส่วนน้อยเท่านั้น

ผลมะเขือเทศอาจใช้บริโภคสดหรือทำให้สุก การแปรรูปสามารถทำเป็นน้ำมะเขือเทศบด ซอสมะเขือเทศหรือ ketchup เมล็ดมะเขือเทศมีน้ำมันถึง 24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนำไปสกัดทำเป็นน้ำมันสลัดเพื่อใช้ในการผลิตเนยเทียมและสบู่ได้

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สามารถจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของมะเขือเทศได้ดังนี้

อาณาจักร: Plantae

อาณาจักรย่อย	:	Tracheobionta
หมวด	:	Magnoliophyta
ชั้น	:	Magnoliopsida
ชั้นย่อย	:	Asteridae
อันดับ	:	Solanales
วงศ์	:	Solanaceae
สกุล	:	Solanum
ชนิด	:	Solanum lycopersicum
ชื่อทวินาม	:	Solanum lycopersicum L.

มะเขือเทศมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 เป็นพืชที่ผสมตัวเองตามธรรมชาติได้สูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่านั้น ด้วยโครงสร้างของดอกทำให้ผสมข้ามยาก มีการผสมข้าม 2–5 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2538; เมฆ จันทร์ประยูร, 2548)

2.1.1.1 เมล็ด (seed) มีลักษณะคล้ายรูปไข่ แบน ถูกหุ้มด้วยสารเมือกคล้ายเยลลี่ (mucilaginous sheath) ที่เปลือกหุ้มเมล็ดจะมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมอยู่โดยรอบ ความยาวของเมล็ดมีตั้งแต่ 3–5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดในผลจะแตกต่างกันไปตามขนาดผล โดยน้ำหนักเมล็ด 10 กรัม มีประมาณ 2,500–3,000 เมล็ด

2.1.1.2 ราก (root) รากของมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้ว (tap root) มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง มีรากแขนงเจริญไปตามแนวนอนได้ไกล 60 เซนติเมตร และสามารถเจริญในแนวดิ่งลึก 100–120 เซนติเมตร ยังสามารถเกิดรากพิเศษ (adventitious root) ขึ้นตามลำต้นที่สัมผัสดิน ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของมะเขือเทศ

2.1.1.3 ลำต้น (stem) ลำต้นมีลักษณะเป็นไม้พุ่มเตี้ยกึ่งเลื้อย มีความสูงประมาณ 50–150 เซนติเมตร ในระยะแรกของการเติบโต ลำต้นของมะเขือเทศจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้นจะแข็งแรง และเป็นเหลี่ยม ส่วนกิ่งก้านสาขาจะแตกออกจากลำต้น อาจมีขนาดเท่ากับลำต้น

2.1.1.4 ใบ (leaf) เป็นใบประกอบแบบ odd-pinately ออกสลับกัน ใบจะมีลักษณะไม่เท่ากันบางใบมีลักษณะรียาว บางใบกลมมีขนาดใหญ่ ในแต่ละก้านใบมีใบย่อย 5–7 ใบบริเวณใบมีขนสีเขียว หรือเขียวอมฟ้า มีก้านใบยาว 3–5 เซนติเมตร ใบมีความกว้าง 4–5 เซนติเมตรและยาว 7–8 เซนติเมตร ขอบใบหยักลึก คล้ายฟันเลื่อย มีขนอ่อนบริเวณซอกใบ และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อถูกกระทบจะทำให้เปื้อนเป็นรอยสีเขียว และมีกลิ่นเหม็น

2.1.1.5 ดอก (flower) การออกดอกของมะเขือเทศเป็นช่อแบบ raceme ดอกเกิดเป็นช่อเจริญมาจากบริเวณข้อหรือระหว่างข้อ ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองสดใส ประกอบด้วยกลีบดอกและกลีบเลี้ยง 5–7 ดอก ช่อดอกจะมีดอกย่อย 4–50 ดอก ขึ้นกับชนิดของสายพันธุ์ เช่น มะเขือเทศเชอรี่ช่อดอกจะมีดอกประมาณ 4–20 ดอก เป็นต้น ดอกของมะเขือเทศเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ (stamen) 5 อัน มีอับเรณูใหญ่และก้านอับเรณูสั้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งเชื่อมติดกันเป็นรูปกรวย เรียกว่า anther cap หรือ anther cone อยู่รอบเกสรตัวเมีย ในเกสรตัวเมีย (pistil) มีส่วนของรังไข่ และก้านชูเกสรตัวเมียจะสั้นกว่าอับละอองของเกสรตัวผู้ ทำให้มะเขือเทศพร้อมผสมตัวเองสูง

2.1.1.6 ผล (fruit) ลักษณะผลเป็นผลเดียว รูปร่างของทรงผลมีตั้งแต่กลมไปจนถึงรี ขนาด และสีของผลแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่งมีขนาดเล็กประมาณ 3 เซนติเมตร ไปจนถึงใหญ่ประมาณ 10 เซนติเมตร โดยผลมีรูปร่างต่างกัน คือ แบน (flattened) กึ่งแบน (slightly) กลม (rounded) กลมรี (ellipse rounded) หัวใจ (heart-shaped) กระบอก (cylindrical) รูปลูกแพร์ (pyriform) และรูปรีไข่ (ellipsoid) (ทับทิม ม่วงทุ่ง, 2551) ภายในผลส่วนใหญ่ คือ placenta เพราะพลาเซนตามีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดอย่างรวดเร็ว ขณะที่ผนังรังไข่ และ septa ที่แบ่งรังไข่ออกเป็นช่องว่าง ภายในมีเมล็ดเรียงตัวอยู่ และมีเมือกหุ้มเมล็ด โดยในมะเขือเทศจะมีช่องว่างภายในผล 2–25 ช่อง ปกติมักมี 2–9 ช่อง ส่วนผิวนอกเรียบมัน สีของมะเขือเทศขึ้นกับชนิดเม็ดสี 2 ชนิด คือ ไลโคปีน (lycopene) ทำให้เกิดสีแดง และแคโรทีน (carotene) ทำให้เกิดสีเหลืองแดง ส้ม และสีน้ำตาลอ่อน เนื้อภายในฉ่ำด้วยน้ำ มีรสเปรี้ยวไปจนหวาน

2.1.2 พันธุ์มะเขือเทศ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นและการเกิดช่อดอก และแบ่งตามการใช้ประโยชน์ ดังนี้

2.1.2.1 แบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้น และการเกิดช่อดอก การแบ่งโดยวิธีนี้สามารถแบ่งมะเขือเทศออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.2.1.1 พันธุ์พุ่ม หรือพันธุ์ที่ไม่ทอดยอด (determinate type) เป็นพันธุ์ซึ่งลำต้นมีลักษณะเป็นพุ่ม ช่อดอกเกิดได้ทุก 2 ข้อของลำต้น และส่วนยอดจะกลายเป็นช่อดอกแทน และมะเขือเทศพันธุ์นี้ส่วนมากออกดอกในเวลาใกล้เคียงกัน ดังนั้นการเก็บเกี่ยวจึงทำได้สะดวก โดยสามารถเก็บพร้อมกันได้

2.1.2.1.2 พันธุ์เลื้อยหรือพันธุ์ทอดยอด (indeterminate type) เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นเลื้อย ไม่มีดอกที่ปลายยอด ตามปกติต้นจะทอดยอดออกไปเรื่อย ๆ นอกจากในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเท่านั้นยอดจะชะงักการเจริญเติบโต ช่อดอกเกิดทุก ๆ 3 ข้อ การปลูกมะเขือเทศต้องทำค้างโดยใช้ไม้ปักหรือเชือกพลาสติกขึงเป็นค้าง เพื่อช่วยให้ผลมีคุณภาพดีขึ้น ไม่เปื้อนดิน ไม่ถูกทำลายจากความชื้น โรค และแมลงในดิน

2.1.2.2 การแบ่งพันธุ์มะเขือเทศตามประเภทการใช้ประโยชน์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2538; เรวัตร จินดาเจี่ย, 2546)

2.1.2.2.1 พันธุ์บริโภคสด มะเขือเทศชนิดนี้มีทั้งแบบผลเล็ก และผลขนาดใหญ่ ผลเล็กนิยมสีชมพูมากกว่าสีแดง สำหรับผลขนาดใหญ่ลักษณะผลกลมคล้ายแอปเปิ้ลผลสีเขียว เมื่อสุกจะมีสีแดงจัด เนื้อหนา แข็ง เปลือกไม่เหนียว และผลไม่กลวง

2.1.2.2.2 พันธุ์อุตสาหกรรม เป็นมะเขือเทศพันธุ์เนื้อ มีรสเปรี้ยวจัด มีเปอร์เซ็นต์กรดสูง มีผลสุกพร้อมๆ กันเกือบทั้งต้น ทำการเก็บเกี่ยวเพียง 2-3 ครั้ง เป็นพันธุ์พุ่ม ผลแน่น เปลือกเหนียว ไม่แตกช้ำง่ายในขณะขนส่ง ผลสุกมีสีแดงจัดทั้งผล ขนาดรูปร่างของผลสม่ำเสมอ กลีบรองดอกที่ติดผล แยกหลุดจากผลได้ง่ายขณะเก็บเกี่ยว มีความต้านทานโรคและแมลงได้ดี ผลผลิตต่อไร่สูง (ไฉน ยอดเพชร, 2542)

2.1.2.2.3 มะเขือเทศเชอรี่ เป็นมะเขือเทศที่มีผลขนาดเล็ก น้ำหนักประมาณ 6–12 กรัม รูปร่าง ผลมีทั้งเป็นผลกลม ผลรูปแพร์ ผลรูปไข่ หรือผลลูกยาวรี เมื่อสุกจะมีสีแดงเข้ม เนื้อหนา กรอบ ไม่มีกลิ่นเหมือนมะเขือเทศทั่วไป มีเมล็ดน้อย หรือบางพันธุ์ไม่มีเมล็ด มักรับประทานสดมากกว่าการนำไปประกอบอาหาร ตัวอย่างพันธุ์ เช่น พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ 154 มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ 155 และพันธุ์เรดสวีท เป็นต้น

2.1.3 มะเขือเทศเชอรี่

มะเขือเทศเชอรี่ (cherry tomato) เป็นมะเขือเทศผลขนาดเล็ก ติดลูกเป็นพวง เนื้อหนา แน่น กรอบ เมล็ดน้อย และรสชาติค่อนข้างหวาน มะเขือเทศเชอรี่เป็นบรรพบุรุษของพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกกันในปัจจุบัน ช่อดอกมีลักษณะยาว มีจำนวนผล 15–30 ผลต่อช่อ น้ำหนักผลประมาณ 5–10 กรัม มะเขือเทศเชอรี่เป็นพืชป่าที่ขึ้นอยู่ในเขตร้อนทั่วไป มีการเจริญของลำต้นแบบเลื้อย (indeterminate) ไม่ทนร้อน อ่อนแอต่อโรค และแมลง ส่งผลให้มีปริมาณ และคุณภาพต่ำ เมื่อปี ค.ศ.1988 ทางศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนแห่งเอเชีย (Asia Vegetable Research Center) ได้ปรับปรุงพันธุ์ให้มีความต้านทานต่อโรค และแมลง มีคุณภาพดีขึ้น โดยพันธุ์ที่นำมาทำการทดลอง คือ มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ 154 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Lycopersicon esculentum CV.CH154 ได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น เช่น ความแน่นเนื้อ ขนาดของผล และสีของผล เป็นต้น ในปี ค.ศ. 1994 ทางศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนแห่งเอเชียได้รับสายพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มาจากทางศูนย์วิจัยพืชผักแห่งเอเชียของไต้หวัน มาทำการคัดเลือกให้เหมาะสม และสามารถเผยแพร่ได้จนในปัจจุบัน (ทับทิม ม่วงทุ่ง, 2551)

2.1.4 การปลูกมะเขือเทศ

การปลูกทำได้ 2 วิธี ได้แก่

2.1.4.1 เพาะกล้าแล้วย้ายปลูก โดยเตรียมแปลงกล้ายกแปลงสูงประมาณ 1 คืบ นำปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักมาคลุกเคล้าประมาณ 1-2 บุ้งกี๋ ต่อ 1 ตารางเมตร ใช้เมล็ดประมาณ 30-40 กรัม หยอดลงบนแปลงยาว 10 เมตร กว้าง 1 เมตร จะได้ต้นกล้าพอสำหรับปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ การหยอดเมล็ด ควรหยอดเป็นแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ลึกไม่เกิน 1 เซนติเมตร เมื่อหยอดเมล็ดแล้วกลบด้วยดินผสมปุ๋ยหมัก และคลุมแปลงด้วยฟางข้าวหรือหญ้าแห้งบาง ๆ ในช่วง 3 วันแรก รดน้ำสม่ำเสมออย่าให้ผิวหน้าดินแห้ง และถ้าแดดจัดหรือฝนตกหนักต้องคลุมแปลงด้วย ผ้าไนล่อนหรือผ้าพลาสติก เพื่อป้องกันเม็ดฝนกระแทกลำต้นหรือใบเป็นรอยช้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ง่าย โรคที่สำคัญในแปลงกล้า คือ โรคโคนเน่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฝนตกติดต่อกัน ความชื้นในอากาศและผิวดินที่สูง ป้องกันโดยนำเศษฟางหรือหญ้าที่ใช้คลุมแปลงออกให้หมด เพื่อให้แปลงกล้าโปร่งและการระบายอากาศดี แล้วฉีดพ่นด้วยยากันรา ในช่วงที่กล้ามะเขือเทศอายุประมาณ 17-22 วัน ควรลดปริมาณน้ำที่ให้ลง และให้กล้าได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ต้นกล้าจะแข็งแรง เหนียว ไม่อวบฉ่ำน้ำ ซึ่งมีผลทำให้กล้ารอดตายมาก โดยทั่วไปการย้ายกล้าลงแปลงปลูกมักจะใช้กล้าอายุประมาณ 21-25 วัน หลังจากหยอดเมล็ดหรือเมื่อกล้ามีใบจริง 3-4 ใบ

2.1.4.2 หยอดเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง ใช้ในกรณีที่สามารถให้น้ำได้ง่าย แต่จะเสียเวลา และแรงงานในการดูแลรักษามากกว่า อีกทั้งต้องใช้เมล็ดพันธุ์มากขึ้นเป็น 80-100 กรัมต่อไร่ ระยะปลูกที่เหมาะสมควรใช้ระยะห่างระหว่างแถว 1 เมตร ระยะระหว่างต้น 25-50 เซนติเมตร ปลูก 1 ต้นต่อหลุม ถ้าใช้ระยะปลูกแคบจะได้ผลผลิตต่อพื้นที่มากขึ้น แต่การควบคุมโรค และการปฏิบัติงานอื่นอาจมีความยุ่งยากขึ้นด้วย ในฤดูแล้งควรปลูกถี่ ส่วนในฤดูฝนควรปลูกห่าง เนื่องจากมะเขือเทศเจริญเติบโตดี มีทรงพุ่มสูงกว่าฤดูอื่น ๆ

2.1.5 การปฏิบัติดูแลรักษา

2.1.5.1 การคลุมแปลงปลูกด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง เพื่อรักษาความชื้นของดินและการป้องกันการชะล้างผิวหน้าดินเมื่อฝนตกหรือให้น้ำ นอกจากนี้ยังช่วยลดเปอร์เซ็นต์ผลเน่า และการระบาดของโรคทางใบ ซึ่งจะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ แต่ฟางมักมีเชื้อสเคอโรเตียมติดมาด้วย ทำให้เกิดโรคเหี่ยวต้นแห้งตายไป การคลุมฟางจึงควรคลุมให้ห่างจากโคนต้นเพื่อไม่ให้โคนต้นมีความชื้นสูงมากเกินไป

2.1.5.2 การกำจัดวัชพืช ใช้สารเคมีชื่อ เมตริบูซิน อัตรา 80-120 กรัม (เนื้อสารบริสุทธิ์) หรือ 115-170 กรัม ต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่ ฉีดหลังจากย้ายกล้าขณะที่ดินมีความชื้นอยู่จะสามารถควบคุมวัชพืชใบแคบ และใบกว้างบางชนิดได้ แต่ถ้ามีการพรวนดิน พูนโคนหลังจากที่ใส่ปุ๋ยที่อายุ 20 และ 40 วัน ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีควบคุมวัชพืช

2.1.5.3 การใส่ปุ๋ย

2.1.5.3.1 ปุ๋ยรองพื้น ใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รองก้นหลุมพร้อมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และโบแรกซ์ 4 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.5.3.2 ปุ๋ยแต่งหน้าที่อายุ 7-10 วัน หลังจากย้ายปลูก ใช้ปุ๋ย 46-0-0 หรือ 21-0-0 อัตรา 10 หรือ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้ามีการเปลี่ยนพื้นที่ปลูกที่เคยปลูกผักกินใบ เช่น ผักชี มาก่อนควรใช้ปุ๋ย 13-13-21 แทน

2.1.5.3.3 ปุ๋ยแต่งหน้าที่อายุ 21-25 วัน หลังจากย้ายปลูกใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.5.3.4 ปุ๋ยแต่งหน้าที่อายุ 40 วัน หลังจากย้ายปลูก ใช้ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.5.3.5 ปุ๋ยแต่งหน้าที่อายุ 60 วัน หลังจากย้ายปลูก ใช้ปุ๋ยชนิด และอัตราเดียวกับครั้งที่ 4 แต่ถ้าสภาพต้นมะเขือเทศค่อนข้างโทรมมีผลน้อยก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยครั้งที่ 5

ในสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น ร้อนเกินไปหรือมีฝนตกบ่อย ทำให้ต้นมะเขือเทศไม่ค่อยสมบูรณ์หรือมีอาการเผือใบ อาจช่วยได้โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบสูตรต่าง ๆ ตามระยะการเจริญเติบโต เช่น ในระยะยังไม่ออกดอกอาจใช้ปุ๋ยใบสูตรเสมอ เช่น 25-25-25 ส่วนในระยะออกดอกแล้วควรใช้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง เช่น 10-23-20 หรือ 10-30-20 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปุ๋ยใบที่มีธาตุอาหารรองหลายชนิดอยู่ด้วย เช่น แมงกานีส เหล็ก สังกะสี โบรอน จะช่วยทำให้ต้นมะเขือเทศสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.5.4 การให้น้ำ ระยะที่มะเขือเทศต้องการน้ำมากคือ ช่วงแรกของการเจริญเติบโตและช่วงที่ผลกำลังขยายขนาด (ประมาณ 35-50 วัน หลังจากย้ายกล้า) สำหรับช่วงที่มะเขือเทศกำลังติดผล (25-30 วัน) ไม่ต้องการน้ำมากนัก แต่ต้องการการพรวนดินเพื่อให้รากเจริญเติบโตลงไปได้ลึกและรากกระจายทางด้านข้างได้สะดวก

2.1.5.5 การเพิ่มการติดผล

2.1.5.5.1 ระยะก่อนออกดอก บำรุงต้นมะเขือเทศไม่ให้เติบโตทางลำต้น ใบ มากเกินไป โดยสังเกตกิ่งใบไม่ยืดหรือฉ่ำน้ำ ก้านช่อดอก ก้านดอก และดอกมีขนาดใหญ่ไม่เรียวเล็ก การเติบโตทางลำต้น ใบ มากเกินไปเกิดจากสาเหตุต้นมะเขือเทศได้รับธาตุไนโตรเจนมาก แสงแดดน้อย หรือธาตุโพแทสเซียมน้อยเกินไป การได้ไนโตรเจนมากเกินไปทำให้ดอกร่วงไม่ติดผล และมักเกิดโรคก้นเน่าที่ผลมากขึ้น การปรับสมดุลของธาตุอาหารทำโดยปรับสูตรปุ๋ยให้มีโพแทสเซียมมากขึ้น และให้น้ำน้อยลง

2.1.5.5.2 ฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนช่วยในการติดผลของมะเขือเทศ เช่น 4-CPA ระดับความเข้มข้น 25-50 ppm. ฮอร์โมน 4-CPA จะเป็นพิษต่อใบทำให้ใบหด ย่น ผิดรูปร่าง โดยเฉพาะสภาพอากาศร้อนจะทำให้เป็นพิษมากขึ้น จึงควรฉีดในช่วงเย็นใกล้ค่ำ ควรฉีดน้อยครั้ง เพราะการฉีดบ่อยจะยิ่งทำให้ใบเสียรูปร่างมากขึ้น เลือกฉีดในช่วงที่มีดอกบานมาก ๆ และใช้อัตราความเข้มข้นต่ำ

2.1.5.5.3 ระยะติดผล บำรุงต้นมะเขือเทศให้สมบูรณ์ โดยอาจให้ปุ๋ยทางใบเสริมเพื่อให้ต้นมะเขือเทศสมบูรณ์ มีอาหารเพียงพอที่จะส่งไปเลี้ยงผลที่ติดให้เติบโตได้อย่างสมบูรณ์ มิฉะนั้นผลที่ติดจะเติบโตได้ไม่ดีผลอาจเล็กเกินไปหรือบิดเบี้ยวผิดรูปร่าง ไม่สามารถส่งขายได้เช่นกัน

2.1.5.6 ลดการแตกของผล

2.1.5.6.1 รักษาความชื้นในแปลงปลูกให้สม่ำเสมอโดยให้น้ำบ่อยครั้ง ๆ ละไม่มาก

2.1.5.6.2 ฉีดพ่นแคลเซียม โบรอน โดยฉีดให้ถูกผลอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพราะแคลเซียมเป็นธาตุที่พืชต้องการมาก และเป็นองค์ประกอบของเซลล์ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง ปกติแคลเซียมจะเคลื่อนย้ายจากดิน จากรากสู่ผลได้ดีกว่าการให้แคลเซียมทางใบ

2.1.5.7 การปักค้าง มีความจำเป็นมากเมื่อปลูกมะเขือเทศในฤดูฝนหรือปลูกด้วยพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตแบบเลื้อย การปักค้างแบบค้างเดี่ยวหรือแบบกระโจมจะช่วยทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศสูงขึ้นกว่าการไม่ปักค้าง 20 เปอร์เซ็นต์ และทำให้การฉีดยาป้องกันศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติงานอื่น ๆ ในแปลงสะดวกขึ้น นอกจากการปักค้างแล้วต้องหมั่นผูกต้นมะเขือเทศติดกับค้างด้วย เพราะแขนงที่เกิดใหม่จะเจริญเติบโตทอดไปกับดินทำให้ผลเน่าเสียหายได้ (จานุลักษณ์ ขนบดี, 2535)

2.1.5.8 การป้องกันโรคโดยวิธีเขตกรรม

2.1.5.8.1 ตากดิน 7-10 วันก่อนปลูก

2.1.5.8.2 พยายามทำให้แปลงปลูกมีการระบายอากาศได้ดีที่สุดโดย

2.1.5.8.3 ปรับแนวปลูกหรือแถวปลูกไม่ให้ขวางทางลม

2.1.5.8.4 ปลูกให้มีระยะห่างพอเหมาะไม่แน่นทึบเกินไป

2.1.5.8.5 ตัดแต่งกิ่ง ใบ ด้านล่างออกบ้างเพื่อไม่ให้สะสมความชื้น และโรค

2.1.5.8.6 ตรวจแปลงบ่อย ๆ และพกถุงพลาสติกดำลงแปลงด้วยทุกครั้ง เมื่อพบใบเป็นโรคหรือต้นเป็นโรคให้เก็บใส่ถุงดำนำออกจากแปลง

2.1.5.8.7 ไม่ทิ้งเศษ ใบ กิ่ง ต้น และผลเป็นโรคไว้ในแปลงปลูก ควรเผาทำลายนอกแปลง

2.1.5.8.8 ป้องกันกำจัดศัตรูพืชผสมผสานกันหลาย ๆ วิธี

2.1.5.9 การเก็บเกี่ยว เมื่อมะเขือเทศมีอายุเหมาะสมจึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยใช้กรรไกรตัดก้านผลให้เหลือก้านยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร เก็บผลที่มีสีเขียวปนเหลืองหรือชมพู (pink stage) ควรคัดแยกผลที่มีสีใกล้เคียงกัน และจัดชั้นคุณภาพ บรรจุในตะกร้าพลาสติกให้น้ำหนักไม่เกิน 17 กิโลกรัม ขนส่งโดยรถบรรทุกธรรมดาหรือรถห้องเย็นที่อุณหภูมิ 10 – 15 องศาเซลเซียส

2.1.5.10 คุณภาพของมะเขือเทศ ปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศ มีดังนี้

2.1.5.10.1 สีของผล การเลือกมะเขือเทศจะกำหนดตามระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ และวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ โดยทั่วไปมะเขือเทศจะเริ่มออกดอกหลังจากการปลูก 30-45 วัน และเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 70-90 วัน หรือหลังจากผสมเกสรอายุตั้งแต่เริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 4-5 เดือน โดยฤดูกาลของมะเขือเทศอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม หากแบ่งระยะการเก็บเกี่ยวตามจุดประสงค์การนำไปใช้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ

2.1.5.10.1.1 ระยะสุกเขียวหรือแก่จัด (mature green) ในระยะนี้มะเขือเทศยังมีไหล่สีเขียว สีของผลส่วนล่างหรือบริเวณก้นเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีครีม หรือสีเขียวอ่อน เนื้อรอบ ๆ เมล็ดมีลักษณะเป็นเมือกหรือวุ้น ทำให้เมื่อผ่าผลมะเขือเทศด้วยมีดเมล็ดจะหนีจากคมมีดไม่ถูกตัดขาด การเก็บมะเขือเทศในช่วงนี้เหมาะสำหรับไปขายยังตลาดที่ห่างไกล เนื่องจากมี

ความทนทานต่อการขนส่ง และเมื่อถึงมือผู้บริโภคหรือวางขายในตลาด ผลจะสุกพอดี มีสีส้ม หรือชมพูแดง

2.1.5.10.1.2 ระยะสุกชมพูหรือเริ่มสุก (pink or breaker stage) สีผิวมะเขือเทศจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหนึ่งในสามส่วน (breaker) หรือสามในสี่ส่วนเป็นสีชมพู (pink stage) การเก็บในช่วงนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขายเป็นผลสดในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

2.1.5.10.1.3 ระยะสุกแดง (red ripe stage) ผลมะเขือเทศมีสีชมพูหรือแดงทั้งผล การเก็บเกี่ยวในระยะนี้เหมาะสำหรับแปรรูในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง

สำหรับมะเขือเทศเพื่อการบริโภคสดหรือส่งออกต่างประเทศในรูปของผลสด มีจะมีผลอย่างยิ่งต่อการยอมรับของผู้บริโภค มะเขือเทศที่บริโภคสดส่วนใหญ่ถูกเก็บเมื่อผลมีสีเขียวปนแดง หรือส้มอมแดง การจัดจำแนกคุณภาพของมะเขือเทศจากสีจึงมีความละเอียดมากขึ้น โดยสามารถจัดแบ่งระดับของสีได้ 6 ชั้น คือ

2.1.5.10.1.4 mature green ผลมีสีเขียว โดยไม่มีสีอื่น ๆ ปน ผลค่อนข้างกลมไม่มีเหลี่ยม ยกเว้นลูกที่เบียดกัน

2.1.5.10.1.5 breaker ผลที่มีสีชมพู หรือแดง หรือน้ำตาล เหลืออยู่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว

2.1.5.10.1.6 turning ผลมีสีชมพู หรือแดง หรือเหลืองระหว่าง 10-30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว

2.1.5.10.1.7 pink เป็นผลที่มีสีชมพู หรือแดง หรือเหลืองระหว่าง 30-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว

2.1.5.10.1.8 light red เป็นผลที่มีสีชมพู หรือแดง หรือเหลืองระหว่าง 60-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว

2.1.5.10.1.9 red เป็นผลที่มีสีแดงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว

เครื่องตัดสินว่าผลมะเขือเทศแก่หรือสุกเพียงใดคือ สีของผล และยังมีความสำคัญต่อการคัดคุณภาพของผล ทั้งที่ใช้รับประทานผลสด และส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป เมื่อผลมะเขือเทศเริ่มสุกมีการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีแดงหรือส้ม สีของมะเขือเทศเมื่อสุกขึ้นอยู่กับรงควัตถุ 2 ชนิด คือ ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งทำให้มีสีแดง และแคโรทีน (carotene) ซึ่งทำให้มีสีเหลือง (ปวีณา จินดาเรือง, 2556) ในขณะที่ผลมะเขือเทศเริ่มสุก คลอโรฟิลล์จะสลายตัวไป และมีการสร้างไลโคปีนเพิ่มขึ้น (ปวีณา จินดาเรือง, 2556) โดยผลมะเขือเทศที่มีสีแดงสม่ำเสมอทั้งผลเป็นผลที่มีคุณภาพดี (ปวีณา จินดาเรือง, 2556)

ปัจจุบันการวิเคราะห์สีเนื้อของผลผลิตมีการใช้เครื่อง Color meter โดยแสดงผลเป็นตัวเลขที่บอกคุณลักษณะของสี กล่าวคือ ค่า L* เป็นค่าความสว่าง หรือความเข้มของสี เมื่อ “L*” มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุที่วัดมีสีเข้มมากหรือสีดำ และค่า “L*” ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง วัตถุที่วัดมีสีจางหรือสีขาว นอกจากนั้นยังแสดงเป็นค่า a* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดยที่เป็นค่าติดลบ (-) หมายถึง สีเขียว และค่าบวก (+) คือ สีแดง ซึ่งค่ามาก แปลว่า มีความเป็นสีเขียวหรือสีแดงมาก ค่า b* เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลือง และสีน้ำเงิน โดยที่เป็นค่าติด

ลบ (-) หมายถึง สีน้ำเงิน และค่าบวก (+) คือ สีเหลือง ซึ่งค่ามากแปลว่ามีความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมาก ค่า Chroma หรือค่า C* คือ ค่าที่แสดงความบริสุทธ์หรือความสดใสของสี กล่าวคือ สีที่มีค่า “C*” มาก หมายถึง สีมีความบริสุทธิ์มากจะไม่มีสีเทาปนเลย หรือมีสีสดใส และถ้ามีค่าน้อยสีจะทึบขุ่นมัว และสุดท้ายคือค่า Hue angle คือ ค่าที่ระบุตำแหน่งของสี มีหน่วยเป็นองศา ตัวเลขเรียงตามลำดับสีจากแดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง ในที่นี้ ค่าเข้าใกล้ 0 องศา คือ ตำแหน่งของสีแดง ค่าใกล้ 90 องศา คือตำแหน่งของสีเหลือง ค่าใกล้ 180 องศา คือ ตำแหน่งของสีเขียว และค่าใกล้ 270 องศา คือตำแหน่งของสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสีเนื้อเพื่อช่วยในการตัดสินใจ (ยุพิน อ่อนศรี, 2553)

2.1.5.10.2 ขนาด เป็นสิ่งสำคัญต่อการตัดสินใจซื้อมะเขือเทศของผู้บริโภค โดยเฉพาะมะเขือเทศเพื่อการบริโภคสด และส่งออกผลสด

2.1.5.10.3 ความแน่นเนื้อ (firmness) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ขณะสุก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางฟิสิกส์ และทางเคมีของสารประกอบเพคติน ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ โดยอยู่ในส่วนที่เรียกว่า middle lamella ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่อยู่ในผนังเซลล์ของผลไม้ดิบจะอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน (Protopectin) ซึ่งละลายน้ำไม่ได้ เมื่อผลไม้สุกโปรโตเพคตินจะถูกสลายตัวกลายเป็นเพคติน และกรดเพคตินซึ่งละลายน้ำได้ โดยอาศัยกระบวนการ depolymerization และ desterification มีเอนไซม์ polygalacturonase และ pectinesterase ช่วยเร่งปฏิกิริยาการสลายโพลิเมอร์ของโปรโตเพคตินและไฮโดรไลซ์เอาหมู่เมธิลออกจากโมเลกุลของเพคตินได้เป็นกรดเพคติค

2.1.5.10.4 ความหวาน ผลมะเขือเทศมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณ 1.5-4.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักผลสดหรือเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ ของ total soluble solids ซึ่งเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปน้ำตาลรีดิวซิงก์ (ปวีณา จินดาเรือง, 2556) น้ำตาลที่สำคัญและมีปริมาณมาก คือ D-fructose และ D-glucose ซึ่งทำให้ผลของมะเขือเทศมีรสหวาน (ปวีณา จินดาเรือง, 2556) ขณะที่ผลเจริญเติบโตมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในระยะผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองจนกระทั่งแดง และยังสังเกตพบว่าในผลมะเขือเทศสุกมีปริมาณน้ำตาลลดลง ขณะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บเกี่ยว (ปวีณา จินดาเรือง, 2556)

2.2 ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตในดินที่มีขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศ ช่วยปรับโครงสร้างทางกายภาพของดิน เพิ่มแร่ธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อานัฐ ตันโช (2548) รายงานว่าไส้เดือนมีประมาณ 1,800 ชนิด มีการจัดลำดับชั้นของไส้เดือนดินไว้ดังนี้

Phylum : Annelida
Class : Chaetopoda
Order : Oligochaeta
Family : Lambricidae
Genus : Pheretima

Species : posthuma และ peguana (พบมากในประเทศไทย)

ลักษณะเด่นของสัตว์ในไฟลัมนี้ คือ ลำตัวเป็นปล้อง (segment) เรียงต่อกัน ปล้องของไส้เดือนดิน แต่ละปล้องมีความกว้างใกล้เคียงกัน ในเมืองไทยสามารถพบไส้เดือนได้หลายชนิด แต่ชนิดที่หาง่ายตามดินร่วนซุยชื้นมักเป็นชนิด Pheretima peguana และ Pheretima posthuma ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ คล้ายกันมาก สำหรับไส้เดือนที่พบในยุโรปและอเมริกาส่วนใหญ่เป็นไส้เดือนในวงศ์ Lumbricidae และในทวีปแอฟริกาส่วนใหญ่จะพบไส้เดือนดินวงศ์ Eudrillidae

2.2.1 ลักษณะภายนอก

- ทรงกระบอกยาวลำตัวเป็นปล้องเรียงต่อกันปล้องทุกปล้องมีเดือยเป็นแท่งยื่นออกมาที่ผิวตัวและปล้องแต่ละปล้องมีลักษณะเดียวกัน

- รูปร่างสมมาตรแบบซ้ายขวา

- มี cuticle หุ้มลำตัวเป็นมันวาวทำให้เกิดสีคล้ายสีรุ้งผิวตัวเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลาเกิดจากเมือกที่สร้างมาจากต่อมเมือกสร้างเมือกปล่อยออกมาเคลือบผิวตัวส่วนต่าง ๆ ของลำตัว

- prostomium อยู่หน้าสุดของลำตัวเป็นติ่งเนื้อหน้าปากสามารถยืดหดทำหน้าที่คล้ายริมฝีปากบนสำหรับจับอาหารและคุ้ยดิน

- peristomium เป็นลำตัวปล้องแรกและจัดเป็นปล้องที่แท้จริงกึ่งกลางปล้องมีช่องปาก

- pygidium เป็นส่วนสุดท้ายของลำตัวซึ่งเป็นที่เปิดของทวารหนัก และไม่ถือว่าเป็นปล้องเช่นเดียวกับ prostomium ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียที่เป็นกากอาหารออกจากร่างกาย (อานัฐ ตันโช, 2548)

2.2.2 ลักษณะภายในไส้เดือน

ระบบย่อยอาหารทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน มีรูปร่างเป็นหลอดตรงธรรมดา ที่เชื่อมต่อจากปากในช่องแรกยาวไปจนถึงทวาร ซึ่งประกอบด้วยอวัยวะดังนี้ (อาจ แจ่มเมฆ, 2505)

- ปาก (mouth) อยู่ใต้ริมฝีปากบน เป็นทางเข้าของอาหาร นำไปสู่ช่องปากซึ่งจะเป็นบริเวณที่มีต่อมน้ำลายผลิตสารหล่อลื่นอาหารที่กินเข้าไป ช่องปากจะอยู่ในปล้องที่ 1- 3

- คอหอย (pharynx) เป็นกล้ามเนื้อใหญ่แข็งแรง ตั้งอยู่ระหว่างปล้องที่ 3 ถึงปล้องที่ 6 บริเวณนี้มีต่อมน้ำลาย สร้างน้ำลายเพื่อช่วยหล่อลื่นอาหารอีกด้วย

- หลอดอาหาร (esophagus) พบว่า อยู่ระหว่างปล้องที่ 6 ถึงปล้องที่ 14 มีต่อม calciferous ช่วยดึงไอออนของแคลเซียมจากดินที่ปนมากับอาหารจำนวนมากนำเข้าสู่ทางเดินอาหาร เพื่อไม่ให้แคลเซียมในเลือดมากเกินไป เฉพาะพวกที่กินอาหารที่มีดินปนเข้าไปมาก ๆ เท่านั้นจึงจะมีต่อม calciferous ต่อจากหลอดอาหารจะพองโตออกเป็นหลอดพักอาหาร มีลักษณะเป็นถุงผนังบางและกึ๋น ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรง และทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียดเพื่อส่งต่อไปยังลำไส้

- ลำไส้ (intestine) มีลักษณะเป็นท่อตรงที่เริ่มจากปล้องที่ 14 ไปถึงทวารหนัก ผนังลำไส้ของไส้เดือนดินค่อนข้างบาง และผนังลำไส้ด้านบนจะพับเข้าไปข้างในช่องทางเดินอาหารเรียกว่า typhlosole ทำให้มีพื้นที่ในการย่อย และดูดซึมอาหารได้มากขึ้นโดยสำหรับไส้เดือนน้ำจืดไม่มี typhlosole ผนังลำไส้ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ เยื่อบุช่องท้องวิสเซอรอล (visceral peritoneum) อยู่ชั้นนอกสุดของลำไส้ติดกับช่องลำตัว เซลล์บางเซลล์บนเยื่อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พิเศษเรียกว่า เซลล์คลอราโกเจน (chloragogen cells) ทำหน้าที่คล้ายตับของสัตว์ชั้นสูง คือสังเคราะห์

และสะสมสารไกลโคเจน (glycogen) และยังมีหน้าที่รวบรวมของเสียจากเลือด และของเหลวในช่องลำตัวโดยเป็นตัวดึงกรดอะมิโนออกจากโปรตีน สกัดแอมโมเนีย ยูเรีย และสกัดสารซิลิกาออกจากอาหารที่กินเข้าไปแล้วขับถ่ายออกนอกร่างกายทางรูขับถ่ายของเสียหรือเนฟริเดีย (nephridia) ถัดจากเยื่อบุช่องท้องวิสเซอรอล เป็นชั้นของกล้ามเนื้อโดยกล้ามเนื้อในลำไส้ของไส้เดือนดินประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 2 ชั้น คือ ชั้นในเป็นกล้ามเนื้อเส้นรอบวง และชั้นนอกเป็นกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งสลับกันกับกล้ามเนื้อของผนังร่างกาย และชั้นในสุดของลำไส้จะเป็นเยื่อบุลำไส้ ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รูปแท่ง และเซลล์ต่อม ทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยชนิดต่าง ๆ

ระบบขับถ่าย อวัยวะขับถ่ายของเสียหลักในไส้เดือนดิน คือ nephridia ซึ่งเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่แยกของเสียต่าง ๆ ออกจากของเหลวในช่องลำตัวของไส้เดือนดินแต่ละปล้องของไส้เดือนดินจะมี nephridia ที่เป็นท่อขดไปมาอยู่ปล้องละ 1 คู่ ทำหน้าที่รวบรวมของเหลวในช่องตัวจากปล้องที่อยู่ถัดไปทางด้านหน้าของลำตัวของเหลวในช่องตัวจะเข้าทางปลายท่อ nephrostome ที่มีซิเลียอยู่โดยรอบแล้วไหลผ่านไปตามส่วนต่าง ๆ ของท่อน้ำส่วนใหญ่พร้อมทั้งเกลือแร่บางชนิดที่ยังเป็นประโยชน์จะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่กระแสเลือด ส่วนของเสียพวกไนโตรจินัสเบสจะถูกขับออกสู่ภายนอกทางช่อง nephridiopore ที่อยู่ทางด้านท้อง

ระบบหมุนเวียนเลือด เป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดที่ยังไม่แบ่ง เส้นเลือดแดง และเส้นเลือดดำโดยไส้เดือนดินจะใช้เส้นเลือด (vessel) ในการกระจายเลือดไปทั่วร่างกายโดยตรงซึ่งในระบบการลำเลียงเลือดของไส้เดือนดิน ประกอบด้วยเส้นเลือดหลักอยู่ 3 เส้น คือ เส้นเลือดกลางหลัง เส้นเลือดใต้ลำไส้ และเส้นเลือดด้านท้อง และด้านข้างของเส้นประสาท โดยเส้นเลือดทั้ง 3 จะทอดตัวไปตลอดความยาวของลำตัว นอกจากนี้จะมีเส้นเลือดด้านข้างซึ่งเป็นเส้นเลือดเชื่อมระหว่างเลือดกลางหลังกับเส้นเลือดใต้ลำไส้ในช่วง 13 ปล้องแรก เป็นเส้นเลือดขนาดใหญ่บีบหดตัวได้ดีมาก เรียกว่าหัวใจเทียม (pseudoheart) น้ำเลือดจะมีฮีโมโกลบินละลายอยู่หรืออาจไม่มีก็ได้

ระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซ ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินไม่มีอวัยวะพิเศษที่ใช้ในการหายใจแต่จะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางผิวหนังโดยไส้เดือนดินจะขับเมือก และของเหลวที่ออกมาจากรูขับถ่ายของเสียเพื่อเป็นตัวทำละลายออกซิเจนจากอากาศแล้วซึมผ่านผิวตัวเข้าไปในหลอดเลือดแล้วละลายอยู่ในน้ำเลือดต่อไป

ระบบประสาท ระบบประสาทของไส้เดือนดิน ซึ่งประกอบสมองที่มีลักษณะเป็นสองพูเพราะเกิดจากปมประสาทด้านหน้าหลอดอาหารมาเชื่อมรวมกันอยู่เหนือหลอดอาหารปมประสาทสมอง 1 คู่ อยู่เหนือคอหอยปล้องที่ 3 เส้นประสาทรอบคอหอย 2 เส้น อ้อมรอบคอหอยข้างละเส้นเส้นประสาทใหญ่ด้านท้องจะมีปมประสาทที่ปล้องประจำอยู่ทุกปล้อง ไส้เดือนดินยังไม่มีอวัยวะรับความรู้สึกใด ๆ มีเพียงเซลล์รับความรู้สึก (sensory cells) ที่กระจายอยู่บริเวณผิวหนัง โดยเซลล์รับความรู้สึกแต่ละเซลล์จะมีขนเล็ก ๆ ยื่นออกมาเพื่อรับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งเซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้เชื่อมต่อกับระบบประสาทนอกจากเซลล์รับความรู้สึกแล้ว ยังมีเซลล์รับแสง (photoreceptor cells) ในชั้นของเอพิเดอร์มิส โดยจะมีมากบริเวณริมฝีปากบนปล้องส่วนหัว และส่วนท้ายของลำตัวมีหน้าที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับแสงไปยังระบบประสาทถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปพวกมันจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปอยู่ในที่มืด

ระบบสืบพันธุ์ ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มีทั้งรังไข่ และอัณฑะอยู่ในตัวเดียวกันโดยทั่วไปจะไม่ผสมในตัวเองเนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศไม่สัมพันธ์กัน และมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกันไส้เดือนดินจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกัน และกัน

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ประกอบด้วย

- อัณฑะ (testes) ลักษณะเป็นก้อนสีขาวขนาดเล็กยื่นออกมาจากผนังของปล้องปากกรวย รองรับสเปิร์ม (sperm funnel) เป็นช่องรับสเปิร์มจากอัณฑะ
- ท่อนำสเปิร์ม (vas deferens) เป็นท่อรับสเปิร์มจากปากกรวยไปยังช่องสืบพันธุ์เพศผู้
- ต่อมพรอสเตท (prostate gland) เป็นต่อมสีขาวขนาดใหญ่มีรูปร่างเป็นก้อนแตกแขนงคล้ายกิ่งไม้ 1 คู่ ทำหน้าที่สร้างของเหลวหล่อเลี้ยงสเปิร์ม
- ช่องสืบพันธุ์เพศผู้ (male pores) มี 1 คู่ อยู่ตรงด้านท้องปล้องที่ 18
- ถุงเก็บสเปิร์ม (seminal Vesicles) มี 2 คู่เป็นถุงขนาดใหญ่อยู่ในปล้องที่ 11 และ 12 ทำหน้าที่เก็บและ พัฒนาสเปิร์มที่สร้างจากอัณฑะ

อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ประกอบด้วย

- รังไข่ (ovaries) ทำหน้าที่สร้างไข่ 1 คู่ ติดอยู่กับเยื่อกั้น (septum) ของปล้องที่ 12 ต่อ 13 ใน Pheretima ไข่จะเรียงตัวกันเป็นแถวอยู่ในพูรังไข่
- ปากกรวยรองรับไข่ (ovarian funnel) ทำหน้าที่รองรับไข่ที่ เจริญเต็มที่แล้วจากถุงไข่
- ท่อนำไข่ (oviducts) ท่อนำไข่เป็นท่อที่ต่อจากปากกรวยรองรับไข่ในปล้องที่ 13 เปิดออกไปยังรูตัวเมียตรงกึ่งกลางด้านท้องของปล้องที่ 14
- สเปิร์มมาทีกา (spermatheca หรือ seminal receptacles) เป็นถุงเก็บสเปิร์มตัวอื่นที่ได้จากการจับคู่แลกเปลี่ยนเพื่อเก็บไว้ผสมกับไข่ มีอยู่ 3 คู่ (อานัฐ ตันโช, 2548)

2.2.3 การจำแนกสายพันธุ์ของไส้เดือนดิน

วิธีการจัดจำแนกไส้เดือนดินสามารถสังเกตได้จาก

1) ขนาด และความยาวของลำตัว

2) สีหรือแถบสีของลำตัว

3) แหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหาร ในลำดับแรกจะแบ่งกลุ่มไส้เดือนเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ไส้เดือนดินสีแดง และไส้เดือนดินสีเทา แล้วจึงพิจารณาถึงขนาดความยาวของลำตัว ถิ่นที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารในลำดับถัดไป

2.2.3.1 สายพันธุ์อายซิเนียฟูทิดา (*Eisenia foetida*)

ชื่อสามัญ The Tiger worm, Manure worm, Compost worm เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่มีลำตัวกลม ขนาดเล็ก ลำตัวมีสีแดงสด เห็นปล้องแต่ละปล้องแบ่งอย่างชัดเจน ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว และมีกลิ่นตัวที่รุนแรง ลักษณะโดยทั่วไป

- ลำตัวมีขนาดตั้งแต่ 35-130 x 3-5 มิลลิเมตร
- ลำตัวมีสีแดงระหว่างปล้องและบริเวณปลายหางมีสีเหลือง
- มีอายุยืนยาว 4-5 ปี แต่มักจะอยู่ได้ 1-2 ปี เมื่อเลี้ยงในบ่อ

- สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
- สร้างถุงไข่โดยเฉลี่ยประมาณ 150-198 ถุงต่อตัวต่อปี
- สร้างไข่ได้ประมาณ 900 ฟองต่อตัวต่อปี
- ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 32-40 วัน (ขึ้นอยู่กับฤดูกาล) โดยเฉลี่ยฟัก 3 ตัวต่อถุงไข่
- ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 3-6 เดือน (ขึ้นอยู่กับฤดูกาล)
- อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายและมีอนุภาคขนาดเล็ก

ประเทศในแถบยุโรป อเมริกา และออสเตรเลีย นิยมนำไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ หรือสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน คือ สายพันธุ์ Eisenai andrei มาใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ และกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เป็นพันธุ์การค้าที่ได้รับความนิยมทั่วโลก มีหลายเหตุผลที่ทำให้ผู้ผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเลือกใช้สายพันธุ์นี้ คือ มีอยู่ทั่วไปในบริเวณที่มีขยะอินทรีย์ โดยจะขยายพันธุ์ และเจริญเติบโตอยู่ในกองขยะเหล่านั้น เป็นพันธุ์ที่มีความทนทานต่อช่วงอุณหภูมิกว้าง และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในขยะอินทรีย์ที่มีความชื้นได้หลายระดับ โดยรวมแล้วเป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีมาก ทำให้เลี้ยงง่าย

2.2.3.2 สายพันธุ์ยูดริลัส ยูจีนิแอ (Eudriluse ugeniae)

ชื่อสามัญ African Night Crawler เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วมาก โดยทั่วไปรู้จักกันในชื่อของ แอฟริกัน ไนท์ครอเลอร์ (African night crawler) สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ลักษณะโดยทั่วไป

- ลำตัวมีขนาด 130-250 x 5-8 มิลลิเมตร
- ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงปนเทา
- สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
- จับคู่ผสมพันธุ์ใต้ดิน
- สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 162-188 ถุงต่อตัวต่อปี
- ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 13-27 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 2 ตัวต่อถุงไข่
- ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 6-10 เดือน
- อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายเป็นอาหาร
- มีอายุยืนยาว 4-5 ปี

มีการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้กันอย่างกว้างขวาง นอกจากนำมาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินแล้วยังมีความเหมาะสมมากในการนำมาผลิตเป็นโปรตีนเสริมสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ และมีอัตราการแพร่พันธุ์ได้สูงมาก แต่มีข้อเสียตรงที่ทนทานต่อช่วงอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมได้ต่ำ เลี้ยงยาก และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยาก มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ซึ่งจะชอบอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง จะเจริญเติบโตได้ไม่ดีในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และจะตายในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส การเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์นี้ในประเทศเขตหนาวจะถูกจำกัดการเลี้ยงเฉพาะภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวเท่านั้นถึงจะเลี้ยงได้ดี สำหรับการเลี้ยงภายนอกโรงเรือนจะเหมาะสมเฉพาะกับพื้นที่เขตร้อน หรือกึ่งร้อนเท่านั้น สำหรับ

ในด้านการนำมาใช้จัดการขยะพบว่า มีความสามารถในการย่อยสลายขยะในปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว

2.2.3.3 สายพันธุ์ลัมบริคัส รูเบลลัส (Lumbricus rubellus)

ชื่อสามัญ Red worm, Red Marsh worm, Red wriggler เป็นไส้เดือนดินที่มีลำตัวสีแดง ตัวไม่ใหญ่มาก และลำตัวแบน โดยมีลำตัวใหญ่กว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์อายซิเนียฟูทิดา และเล็กว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกัน ไนท์ครอเลอร์ ลักษณะโดยทั่วไป

- ลำตัวมีขนาด 60-150 x 4-6 มิลลิเมตร
- ผิวบริเวณท้องมีสีขาวขุ่น บริเวณด้านหลังมีสีแดงสด ร่องระหว่างปล้องมีสีเหลือง
- เป็นไส้เดือนดินในกลุ่ม อิพิจีนิค อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน หรือในกองมูลสัตว์
- กินเศษซากพืชที่เน่าเปื่อย ขยะอินทรีย์ และมูลสัตว์เป็นอาหาร
- สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศอย่างแท้จริง
- จับคู่ผสมพันธุ์ใต้ดิน
- สามารถผลิตถุงไข่ได้ 79-106 ถุงต่อตัวต่อปี
- ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 27-45 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 2 ตัวต่อถุงไข่
- ใช้เวลาเจริญเติบโตเต็มวัย 5-6 เดือน
- มีชีวิตยืนยาว 2-3 ปี

พบได้ทั่วไปในดินที่มีความชุ่มชื้น หรือบริเวณที่มีมูลสัตว์หรือกากสิ่งปฏิกูล มีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิ และความชื้นในช่วงกว้าง ไม่ค่อยเคลื่อนไหวมาก กินเศษซากอินทรียวัตถุได้รวดเร็วมาก และขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างเร็ว เป็นไส้เดือนพันธุ์การค้าที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

2.2.3.4 สายพันธุ์ฟีเรททิมา พีกัวนา (Pheretima peguana)

ชื่อท้องถิ่น ขี้ตาแร่ เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่พบได้ทั่วไปในทวีปเอเชีย รวมทั้งในประเทศไทย มีลำตัวกลมขนาดปานกลาง โดยมีขนาดใกล้เคียงกับไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์ครอเลอร์ ลักษณะโดยทั่วไป

- ลำตัวมีขนาด 130-200 x 5-6 มิลลิเมตร
- ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงเข้ม
- อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ใต้กองมูลสัตว์ เศษหญ้า กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าเปื่อย และมูลสัตว์เป็นอาหาร
- สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
- จับคู่ผสมพันธุ์บริเวณผิวดิน
- สามารถผลิตถุงไข่ได้ 24-40 ถุงต่อตัวต่อปี
- ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 25-30 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 10 ตัวต่อถุงไข่
- ใช้เวลาเจริญเติบโตเต็มวัย 5-6 เดือน
- มีชีวิตยืนยาว 2-4 ปี

GRAD VRU

พบไส้เดือนอยู่ในมูลวัวนม และใต้เศษหญ้าที่ตัดทิ้งในนาข้าว โดยอาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ไม่ขุดรูอยู่ในดินที่ลึกเหมือนกับไส้เดือนพันธุ์สีเทา ที่อาศัยอยู่ในสวนผลไม้ และอยู่ในชั้นดินที่ลึกลงไป ชาวบ้านแถบภาคเหนือมักจะนำมาใช้เป็นเหยื่อตกปลา ลักษณะพิเศษของไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ คือ จะมีความตื่นตัว (active) สูงมาก เมื่อสัมผัสถูกตัวจะดิ้น และเคลื่อนที่หนีเร็วมาก นอกจากนี้ ในการนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ พบว่า สามารถกินขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก ผลไม้ได้หมดอย่างรวดเร็ว หากนำมาเลี้ยง และฝึกให้กิน นอกจากกินขยะอินทรีย์เก่งแล้วยังมีอัตราการแพร่พันธุ์ได้สูงมากด้วย ดังนั้นในการนำไส้เดือนดินมาใช้กำจัดขยะในประเทศไทย ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้เป็นไส้เดือนสายพันธุ์ที่นับว่าเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย และหามาเลี้ยงได้ง่าย

2.2.4 วงจรชีวิตและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนตัวหนึ่งจะมีอายุได้ 3 ปี จะมีเพศผู้ และเพศเมียในตัวเดียวกัน แต่ตัวเดียวไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ ดังนั้นจึงต้องมี 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งสามารถสลับเพศกันได้ ไส้เดือนตัวหนึ่งจะออกไข่ 4-5 ฟอง ไข่ 1 ฟอง จะให้ไส้เดือน 25-30 ตัว ไส้เดือน 1 ตัว จะออกลูกได้ 100 ตัว แล้วใช้เวลาอีก 3 เดือน ไส้เดือนจะโตเต็มที่ และเริ่มผสมพันธุ์ได้ และใช้เวลาท้อง 15 วัน ออกไข่ 7 วัน ก็ออกเป็นตัว ตัวพ่อแม่ก็ผสมพันธุ์ และไข่ใหม่ไปได้เรื่อย ๆ (อานัฐ ตันโช, 2548)

2.2.5 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่สามารถพบได้กระจายอยู่ทั่วโลกการนำไส้เดือนดินมาเพาะเลี้ยงเพื่อทำปุ๋ยหมักมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน

2.2.5.1 อุณหภูมิ มีผลต่อกิจกรรมของชีวิตกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายการเจริญเติบโต การหายใจการสืบพันธุ์ และจำนวนลูก (บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2547) ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตสูงกว่าไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่น ไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (อานัฐ ตันโช, 2549) จากการศึกษาของ Viljoen and Reinecke (1992) พบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์ Eudriluse ugeniae สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส

นอกจากจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลแล้ว ยังเกิดจากอาหารที่ใส่ให้ไส้เดือนดินกินด้วย หากใส่อาหารหนาเกินไปจะเกิดการเน่าอย่างรวดเร็วจนเกินความสามารถในการกินของไส้เดือนดิน ทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกอง (อานัฐ ตันโช, 2552)

2.2.5.2 ความชื้น ไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในความชื้นที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ใต้ดินคือ 40-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนดินที่อาศัยใต้กองมูลสัตว์หรือซากอินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีที่ความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

2.2.5.3 ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อไส้เดือนดินโดยทั่วไปความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดินอยู่ในช่วง 5.0-9.0 อย่างไรก็ตาม พบว่า ไส้เดือนดินบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ในสภาพที่เป็นกรดจัดได้ (3.7-4.7) สอดคล้องกับ อานัฐ ตันโช (2549) ที่รายงานว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ Lumbricus terrestris พบอยู่ในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.4 ไส้เดือนดินสายพันธุ์ Lumbricus terrestris จะได้รับอันตรายเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างในดินลดลงต่ำที่ระดับ 3.5 และ

พันธุ์ Allolobophoracaliginosa จะพบในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง5.2-5.4 และจะมีไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้อยู่น้อยในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.3

2.2.5.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไส้เดือนดินจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่สูงกว่าที่กำหนดจะเป็นอันตรายต่อไส้เดือนดิน (ภฤศญา ปิยนุสรณ์ และวรรณี สุทธใจดี, 2555)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน เช่น ปริมาณแอมโมเนียในวัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดินควรน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อวัสดุเลี้ยง 1 กรัม ความเค็มของวัสดุเลี้ยงควรน้อยกว่า 0.05 เปอร์เซ็นต์ และความต้องการออกซิเจนของไส้เดือนดินมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อความอยู่รอดของไส้เดือนดิน (Edwards, 1977) ภฤศญา ปิยนุสรณ์ และวรรณี สุทธใจดี (2555) ทำการศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนเชิงพาณิชย์ พบว่าการทำให้ได้ผลผลิตไส้เดือนสูงสุดต้องเป็นสภาพที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ มีระดับความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมต้องหลีกเลี่ยงสภาพที่มีแอมโมเนีย และเกลือมากเกินไป ถ้ามีปริมาณแอมโมเนียมากกว่า 0.5 มิลลิกรัม และเกลืออนินทรีย์มากกว่าร้อยละ 0.5 ก็จะเป็นพิษได้

2.3 การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

2.3.1 วิธีการเลี้ยงไส้เดือนดิน

วิธีการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีหลายวิธี ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยการเลือกวิธีการผลิตนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น วัตถุดิบ แรงงาน ทำเลที่ตั้ง สภาพแวดล้อม และเงินทุน ซึ่งวิธีการหลัก ๆ ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

2.3.1.1 วิธีการเลี้ยงบนพื้นแบบประหยัด (low cost ground beds) เป็นวิธีการที่ง่าย และประหยัด การกองปุ๋ยหมักสามารถทำได้ทั้งกลางแจ้ง และในร่ม โดยการกองปุ๋ยให้สูงประมาณ 0.5-1 เมตร มีการคลุมกองด้วยวัสดุพรางแสง หรือฟางข้าว ข้อคำนึงของวิธีการนี้ คือ ต้องควบคุมความชื้นในกองปุ๋ยหมัก และมีการระบายอากาศ และน้ำที่ดี แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไส้เดือนดินสามารถเลื้อยหนีออกได้ง่ายเมื่อสภาวะไม่เหมาะสม เช่น อาหารหมดหรือน้ำท่วม เป็นต้น

2.3.1.2 วิธีการเลี้ยงไส้เดือนดินในภาชนะ (containers and boxes) เป็นวิธีการที่ง่าย และนิยมทำกันมากที่สุด สามารถทำได้ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยเคลื่อนย้ายได้ และหาที่วางได้สะดวก เช่น กระถางปลูกต้นไม้ กล่องไม้ ลังโฟม กะละมัง และลิ้นชักพลาสติกหรือจัดสร้างเป็นโรงเรือนหรือที่เลี้ยงขนาดใหญ่ สามารถจัดการสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการเลี้ยงไส้เดือนดินได้ง่าย เช่น การก่อบล็อกสำหรับทำคอกเลี้ยงไส้เดือนดิน หรือใช้วงบ่อสำเร็จรูป สำหรับขนาดโรงเรือนจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับต้นทุนของผู้เลี้ยงไส้เดือนดินเป็นหลัก แต่จะมีข้อจำกัดคือ ต้องใช้แรงงานในการจัดการค่อนข้างมาก และสิ้นเปลืองเวลา

2.3.1.3 วิธีการเลี้ยงไส้เดือนดิน แบบยกกองสูงหรือต่อเนื่อง (raised bed, continuous composting system) วิธีนี้ทำได้โดยยกกองปุ๋ยหมักให้สูงขึ้นจากพื้นดิน โดยวัสดุที่หมักเสร็จสิ้นจะออกมาทางด้านล่างของกองปุ๋ยหมักซึ่งรองด้วยตาข่าย ซึ่งสามารถใส่วัสดุหมักด้านบนและ

หมักอย่างต่อเนื่องได้ วิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องแยกไส้เดือนดิกออกจากกองปุ๋ย ใช้แรงงานน้อย หรือสามารถทำให้การเติมวัสดุหมัก หรือลำเลียงปุ๋ยหมักเป็นไปโดยอัตโนมัติ

การผลิตไส้เดือนดินแบบอัตโนมัติ เป็นการเลี้ยงไส้เดือนอย่างเป็นระบบ ทำให้จัดการได้ง่าย แต่มีข้อจำกัดตรงที่ต้นทุนสูงมาก ดังนั้นการเลี้ยงด้วยวิธีนี้ในประเทศไทยจะมีการศึกษาพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด (อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน, 2553)

2.3.2 วัสดุที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อทำปุ๋ยหมักเดือนดิน

เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ขยะจากชุมชน และขยะอินทรีย์ จากภาคอุตสาหกรรมบางชนิด สามารถที่จะนำมาทำที่อยู่ของไส้เดือนดิน (bedding) เพื่อทำปุ๋ยหมักไส้เดือนดิน แต่อย่างไรก็ตามวัสดุแต่ละอย่างมีคุณสมบัติในการย่อยสลายที่แตกต่างกัน มูลสัตว์เคี้ยวเอื้องต่าง ๆ เช่น มูลวัว มูลควาย มูลสุกร มูลม้า มูลแพะ มูลสัตว์ปีกต่าง ๆ เช่น มูลไก่ มูลเป็ด มูลนกกระทา และเศษผักจากบ้านเรือน โรงเรียน โรงพยาบาล และตลาด เป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย และรวดเร็ว

ตรงกันข้ามวัสดุบางชนิดต้องใช้เวลานานในการย่อยสลาย เช่น เศษฟางข้าว ซังข้าวโพด หญ้าแห้ง ก้อนเชื้อเห็ดเก่า การคัดเลือกวัสดุอินทรีย์เพื่อใช้ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ วัสดุบางชนิดอาจต้องมีการทำให้เหมาะสม (precompost) ก่อนนำไปให้ไส้เดือนดินย่อย

คุณสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมในการนำมาเป็นที่อยู่ของไส้เดือนดิน

- เก็บความชื้นได้ดี (retain moisture)
- มีความพรุน (porous) และไม่อัดตัวแน่น (not pack tightly)
- ไม่มีโปรตีนสูง
- ไม่มีดิน (อาจมีเล็กน้อย)

สำหรับการเลือกวัสดุเพื่อทำเป็นที่อยู่ของไส้เดือนดิน สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ

1. การจัดหา และการจัดเตรียมวัตถุดิบ
2. ต้นทุน
3. ปริมาณธาตุอาหาร
4. อัตราการย่อยสลาย

มูลสัตว์ที่นิยมนำมาทำที่อยู่ของไส้เดือนดิน

1. มูลวัว-มูลควาย เป็นวัสดุที่นิยมนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินมากที่สุด เนื่องจากหาง่าย ราคาถูก มีการย่อยสลายที่ง่าย โดยทั่วไปมักจะไม่มีส่วนประกอบที่เป็นพิษกับไส้เดือนดิน แต่มูลวัวจากบางแหล่งที่มีการใช้โซดาไฟหรือเลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรด จะมีความเป็นกรด-ด่างไม่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพด้วยการหมักขั้นต้นเสียก่อน

2. มูลม้าแห้ง มีลักษณะที่ค่อนข้างแข็ง แต่อย่างไรก็ตามมูลม้าเป็นวัสดุที่ดีมากในการนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีเศษซากอินทรียวัตถุอยู่มาก ไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยมูลม้าจะมีความสมบูรณ์และการเจริญเติบโตที่ดี

3. มูลแพะ มีลักษณะเฉพาะคือเป็นก้อนกลม ขนาดเล็ก และแข็ง การนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินจะต้องแช่น้ำ หรือหมักเสียก่อนเพื่อให้มูลแพะที่แข็งสลายตัว เช่นเดียวกับ มูลวัว มูลควาย และมูลม้า มูลแพะเป็นวัสดุที่สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินได้เป็นอย่างดี

4. มูลสุกร มีแอมโมเนีย และเกลือปริมาณที่สูงโดยทั่วไปจะยังไม่เหมาะสำหรับการนำมาเลี้ยงไส้เดือนดิน แต่มูลสุกรที่ผ่านการหมักเบื้องต้นมาแล้ว หรือผ่านกระบวนการทำก๊าซชีวภาพก็จะมีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน อย่างไรก็ตามในสภาพที่มูลสุกรเป็นโคลนเหลวจำเป็นต้องมีการพักให้น้ำระเหยเสียก่อน แล้วจึงนำมาเลี้ยงไส้เดือนดิน

5. มูลสัตว์ปีก อาทิเช่น มูลไก่ มูลเป็ด และมูลนกกระทา ที่สดจะมีปริมาณแอมโมเนียและเกลือไนเตรทสูง ซึ่งเป็นพิษกับไส้เดือนดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการหมักในเบื้องต้นเสียก่อน โดยทั่วไปจะหมักมูลสัตว์ปีกร่วมกับฟางข้าวในอัตราส่วน 50 : 50 ซึ่งวัสดุที่ได้จะสามารถนำไปเลี้ยงไส้เดือนดินได้อย่างดียิ่ง นอกจากนี้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้ยังมีธาตุอาหารสูงอีกด้วย (อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน, 2553)

2.3.3 การเตรียมวัสดุเลี้ยง ก่อนการนำไปเลี้ยงไส้เดือนดิน

การเตรียมวัสดุในการเลี้ยง เป็นการปรับสภาพวัสดุอินทรีย์เพื่อให้มีความเหมาะสมให้สามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนดิน ซึ่งวัสดุที่จะนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินนั้นมีความหลากหลาย บางชนิดนั้นไม่จำเป็นต้องมีการเตรียม เช่น ขุยมะพร้าว ใบไม้เก่า ๆ ผักตบชวา เศษผักผลไม้ แต่อีกหลายชนิดจะต้องผ่านกระบวนการเตรียมก่อน ดังนี้

มูลสัตว์ เป็นวัสดุที่นิยมเลี้ยงไส้เดือนดินมากที่สุด สาเหตุที่ต้องทำการเตรียมมูลสัตว์ก่อนเพราะมูลสัตว์ต่าง ๆ มีความร้อนและมีสารบางตัวที่ไม่เหมาะสม จึงต้องผ่านกระบวนการเพื่อให้เกิดการย่อยสลาย รวมทั้งทำให้เกิดปฏิกิริยาการคลายความร้อนในมูลสัตว์เหล่านั้น ขั้นตอนการเตรียมวัสดุในการเลี้ยงจากมูลสัตว์ ให้นำมาทำการแช่น้ำทิ้งไว้ 2-3 วัน เพื่อปรับให้วัสดุนั้นมีความเหมาะสมสามาถนำมาใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนดินได้แล้ว อุณหภูมิในการหมักยังสามารถช่วยฆ่าเชื้อโรคบางตัวได้อีกด้วย

กระดาษ ทำการฉีกให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หากกระดาษมีชิ้นใหญ่ให้นำไปแช่น้ำก่อน

เศษฟางข้าว นำฟางข้าวไปย่อยด้วยการสับให้มีขนาดเล็ก จากนั้นนำไปแช่น้ำให้ยุ่ยก่อนนำไปเลี้ยง หรือจะใช้เป็นการหมักเศษฟางข้าว เพื่อปรับสภาพให้อ่อนนุ่มก็ได้เช่นกัน (อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน, 2553)

2.3.4 การให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดิน เช่น เศษพืชสด ควรสับให้ละเอียด และผสมมูลโคนม มูลม้า หรือขี้เลื่อยเก่า ปริมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเศษเหลือจากการทำอาหาร เช่น เปลือกมันฝรั่ง แครอท สลัด เซเลอรี่ กะหล่ำปลี เปลือกกล้วย และเปลือกผลไม้ สามารถใช้เป็นอาหารไส้เดือนดินได้ ควรหลีกเลี่ยงให้เศษอาหารที่มีส่วนผสมของเนื้อ นม ไข่ น้ำมันพืช เหลือ พริก หรือน้ำส้มสายชู

เปลือกไข่บดหรือ calcium carbonate จำเป็นสำหรับการรักษาความเป็นกรด-ด่างของวัสดุรองบ่อ และเป็นแหล่งวิตามินของไส้เดือนดิน ในกรณีที่ไส้เดือนดินชะงักการเจริญหรือไข่น้อยลงควรเพิ่มอาหารจำพวกโปรตีน ส่วนผสมของอาหารไส้เดือนควรมีโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติไส้เดือนดินกินอาหารโดยเฉลี่ยที่ 60-100 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวต่อวัน แต่ปริมาณการกินอาหาร

จะแตกต่างกันไปแต่ละสายพันธุ์ สำหรับไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยจะกินอาหารเฉลี่ย 120-150 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กรัมต่อวัน หากเป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่างประเทศ เช่น สายพันธุ์ Lumbricus rubellus และ Eisenia foetida จะกินอาหารประมาณ 240-300 กรัมต่อวัน ต่อน้ำหนักไส้เดือนดิน 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นจำนวน 2 เท่าของอาหารไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทย ส่วนสายพันธุ์ Red wigglers ในแต่ละวันจะกินอาหารเท่ากับน้ำหนักตัวเอง ถ้ามีไส้เดือนดินน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต้องการอาหารวันละ 1 กิโลกรัม จะต้องให้อาหาร 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์

การให้อาหารควรให้อย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปจะให้อาทิตย์ละครั้ง หรือสังเกตจากการกินอาหาร เมื่ออาหารที่ให้ใกล้หมดจึงเติมอาหารใหม่ลงไป การให้อาหารทำได้ 2 แบบคือ

1. Top feeding ให้อาหารบนที่อยู่ในที่เลี้ยง การให้อาหารจะวางเป็นแถวตามแนวขวาง ทยอยให้จนเต็มพื้นที่ตามความยาวแล้วกลบด้วยที่อยู่ใหม่

2. Pocket feeding ฝังกลบอาหารเป็นหลุมหรือเป็นแถว และเปลี่ยนที่ฝังกลบอาหารทุกครั้ง (อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน, 2553)

2.3.5 การแยกไส้เดือนดินออกจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

เมื่อปริมาณไส้เดือนดินในบ่อเลี้ยงเพิ่มขึ้นทั้งตัวเต็มวัย และตัวอ่อนจะเกิดการแย่งอาหาร ออกซิเจน นอกจากนี้ขี้ไส้เดือนดินที่ขับถ่ายออกมาจะเป็นอันตรายต่อตัวอื่น ๆ เมื่อมีจำนวนต่อพื้นที่สูงอาจจำกัดการวางไข่ การขยายพันธุ์ลดลงควรควบคุมปริมาณไส้เดือนดินต่อพื้นที่ให้เหมาะสม การคัดแยกไส้เดือนดินเป็นการนำพ่อแม่พันธุ์ออกจากสถานที่เลี้ยงเดิมไปใส่สถานที่เลี้ยงใหม่ อีกทั้งยังเป็นการนับจำนวนการตาย และรอดของพ่อแม่พันธุ์ และจำนวนลูกไส้เดือนดินที่เกิดขึ้นมาใหม่ได้ด้วย

2.3.5.1 การคัดแยกด้วยมือ การเลี้ยงไส้เดือนขนาดเล็กที่ปริมาณมูลไส้เดือนดินไม่มากนักสามารถทำการคัดแยกได้โดยการใช้มือแยกไส้เดือนดินออกมา หรืองดให้น้ำแล้วจึงใช้ตะแกรงหรือตะกร้าพลาสติกที่มีรูร่อนไส้เดือนดินออกมา

2.3.5.2 การให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่ไปยังอาหารใหม่ โดยการหยุดให้น้ำ และอาหารไส้เดือนหยุดให้อาหารที่เลี้ยงไส้เดือนดินอย่างน้อย 5-10 วัน หลังจากนั้นใส่วัสดุเลี้ยงใหม่ลงไปหรือใส่อาหารลงในภาชนะเพื่อล่อให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่เข้าหาอาหารใหม่แล้วจึงแยกเก็บไส้เดือนดิน

2.3.5.3 การให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่หนีแสง โดยการกองวัสดุเลี้ยงเป็นทรงภูเขาเล็ก ๆ ไส้เดือนดินจะกลัวแสงแดด และมุดหนีลงด้านล่างปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ค่อย ๆ ปาดปุ๋ยหมักออกทีละน้อย ไส้เดือนดินจะมุดไปรวมกันข้างล่าง ใช้ภาชนะ เช่น ลังไม้หรือลังพลาสติกรองพื้นด้วยพลาสติก ใส่ปุ๋ยหมักหรือมอสที่มีความชื้นสูง หนา 5 เซนติเมตร ใช้พลั่วตักไส้เดือนดินในบ่อลึก 10-12 เซนติเมตร ใส่ลงไปในลังแยกไส้เดือนดินในที่มีแสงสว่างเพื่อให้ไส้เดือนดินหนีแสงลงไปอยู่ด้านล่างลัง จากนั้นค่อย ๆ แยกวัสดุรองลังออกเหลือแต่ไส้เดือนดินอยู่ด้านล่างลัง (อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน, 2553)

2.3.6 ปริมาณไส้เดือนดิน และปุ๋ยหมักที่ได้จากการเลี้ยงไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินที่เป็นหนุ่มสาวแล้วสามารถผลิตไข่ที่เป็น capsule ทุก ๆ 7-10 วัน ไข่ที่เป็น capsule จะมีลูกไส้เดือนดิน 2-20 ตัว เฉลี่ย 4 ตัว และใช้เวลาในการฟัก 14-21 วัน ไส้เดือนดินหนุ่มสาว 1 ตัวจะให้ลูกได้ 1,200-1,500 ตัวต่อปี ถ้าเริ่มต้นไส้เดือนดินหนุ่มสาว 2,00 ตัว จะผลิตได้ 1,000,000 ตัว ภายใน 1 ปี และใกล้ 1,000,000,000 ตัว ภายใน 2 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการเพิ่มจำนวนของไส้เดือนดิน

เดือนที่	พ่อแม่พันธุ์ (ตัว)	จำนวนไส้เดือนดินทั้งหมด	จำนวนไข่ต่อเดือน (ฟักทุก 21 วัน)
1	1,000	1,000	2,000
2	1,000	5,000	2,000
3	1,000	9,000	2,000
4	1,000	13,000	2,000
5	3,000	17,000	10,000
6	9,000	37,000	18,000
7	13,000	73,000	26,000
8	17,000	125,000	34,000
9	37,000	193,000	74,000
10	73,000	341,000	146,000
11	125,000	633,000	250,000
12	193,000	1,133,000	386,000

ที่มา: อภิชาต ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน (2553)

2.4 การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการเพิ่มผลผลิตพืชผัก

ในกระบวนการเลี้ยงไส้เดือนดินจะได้ผลผลิตอยู่ 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และตัวไส้เดือนดินที่ขยายจำนวนเพิ่มขึ้น

การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (vermicomposting) เป็นกระบวนการใช้ไส้เดือนดินในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้กลายเป็นปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของกระบวนการนี้ คือ แปรสภาพอินทรียวัตถุไปเป็นปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินให้เร็ว และได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูงที่สุด ทัศนีย์ ศรีโสภา (2540) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน หมายถึง การนำไส้เดือนดินมาช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุเพื่อให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี ปุ๋ยหมักที่ได้อาจเรียกว่ามูลของไส้เดือนดินเพราะกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักไม่ได้เกิดจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์เหมือนปุ๋ยหมักทั่วไป แต่เกิดจากการกินของไส้เดือนดินแล้วขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งการกินอาหารของไส้เดือนดินจะเป็นไปตลอดเวลาที่มันเคลื่อนที่อยู่ภายในดินหรือที่ที่ไส้เดือนดินอาศัยอยู่ โดยใช้ Prostomium และ Peristomium ฮุบดิน แล้วกล้ามเนื้อของคอหอยก็ทำงานสูบเอาดินเข้าไป อาหารจะถูกกึ่นบดจนละเอียด แล้วผ่านไปยังหลอดอาหารเข้าสู่ลำไส้ อาหารเข้าสู่ลำไส้แล้วจะถูกน้ำย่อยย่อยและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อหมุนเวียนไปเลี้ยงเซลล์ทั่วร่างกายต่อไป ส่วนดิน และกากอาหารก็จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก (วีรยุทธ์ เลาะหะจินดา, 2528)

ลักษณะของมูลที่ได้จากการขับถ่ายของไส้เดือนดินจะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารพืชในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณสูง จากการศึกษาของ นริสรา พานพ่วง และสาวิตรา จันทรานุรักษ์ (2555) ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในปุ๋ยหมัก 3 ชนิด

ได้แก่ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมัก พด.1 จากวัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3 : 1 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), อินทรีย์คาร์บอน (total organic carbon), อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณธาตุอาหารของมูลไส้เดือนดิน Eudriluse ugeniae

ข้อมูล	ชนิดปุ๋ยหมัก		
	ปุ๋ยหมักธรรมชาติ	ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน	ปุ๋ยหมัก พด.1
pH	7.94 ± 0.03b	7.89 ± 0.04b	8.08 ± 0.01a
ปริมาณไนโตรเจน (%)	2.86 ± 0.78 ab	3.80 ± 0.57 a	1.93 ± 0.11 b
ปริมาณฟอสฟอรัส (%)	1.37 ± 0.10 b	1.86 ± 0.24 a	1.16 ± 0.09 b
ปริมาณโพแทสเซียม (%)	3.10 ± 0.24 b	3.38 ± 0.06ab	3.69 ± 0.15 a
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	55.55 ± 0.87 b	58.98 ± 0.54 a	53.38 ± 0.86c
อินทรีย์คาร์บอน (%)	32.22 ± 0.51 b	33.78 ± 0.77 a	30.96 ± 0.5 b
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	13.39 ± 1.19 a	8.34 ± 0.61 b	16.08 ± 0.95 a
ความชื้น (%)	79.60 ± 0.71 a	80.08 ± 0.32 a	80.45 ± 0.63a

ที่มา: นริสรา พานพ่วง และสาวิตรา จันทรานุรักษ์ (2555)

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 ที่แสดงในตารางที่ 2.3 จะพบว่าปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณธาตุอาหารหลัก, ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์), อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์), อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนด แต่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักธรรมชาติและปุ๋ยหมัก พด. 1

GRAD VRU

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

มาตรฐาน	เกณฑ์ที่กำหนด
ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	5.5 – 8.5
ปริมาณธาตุไนโตรเจน	ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปริมาณธาตุโพแทสเซียม	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
ปริมาณอินทรียวัตถุ (% โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไม่เกิน 20 : 1
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548)

ประโยชน์จากการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชนั้น จึงสามารถแสดงเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

- เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำ และอากาศดียิ่งขึ้น
- ส่งเสริมความพรุนของผิวดิน ลดการจับตัวแข็งของหน้าดิน
- ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง
- เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ดินชุ่มขึ้น
- เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ดิน
- เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

วิธีการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสามารถนำไปใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก และวัสดุเพาะกล้าพืช การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนปรับปรุงพื้นที่ทางการเกษตร การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

GRAD VRU

ตารางที่ 2.4 แสดงอัตราการปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ใช้กับพืชชนิดต่าง ๆ

ประเภทพืช	อัตราและวิธีการใช้
<u>พืชผัก</u> เช่น ผักกาด คะน้า ผักบุ้ง กวางตุ้ง มันฝรั่ง กะหล่ำปลี แตงกวา ถั่วฝักยาว และกระเทียม	แปลง - ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินบริเวณผิวหน้าดิน หรือผสมดินในระหว่างการเตรียมดิน อัตรา 1-1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แล้วคลุมด้วยฟางข้าว ใช้ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินโดยเจือจางน้ำ 5 เท่า รดทุก 7 วัน
<u>นาข้าว</u>	ใส่ในนาข้าวระหว่างไถคราดก่อนดำกล้าในอัตรา 1 ตันต่อไร่ และใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 0.5 ตันต่อไร่ ร่วมกับเติมน้ำหมักมูลไส้เดือนดินก่อนข้าวออกดอกโดยไม่ต้องเจือจาง 0.5 ลิตรต่อตารางเมตร
<u>ไม้ผล</u> เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย ทุเรียน ส้ม ส้มโอ องุ่น และพุทรา	สำหรับไม้ผลขนาดทรงพุ่มต้นน้อยกว่า 1 เมตร - พรวนดินรอบทรงพุ่มแล้วใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินรอบโคนต้น อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับไม้ผลขนาดทรงพุ่มต้น 1-5 เมตร - พรวนดินรอบทรงพุ่มแล้วใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินรอบโคนต้น อัตรา 5-15 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับไม้ผลขนาดทรงพุ่มต้นมากกว่า 5 เมตร - พรวนดินรอบทรงพุ่มแล้วใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินรอบโคนต้น อัตรา 15-20 กิโลกรัมต่อต้น ทุกอัตราส่วน ใส่ซ้ำทุก 4 เดือน หรือในช่วงสร้างตาดอกใช้ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือน โดยเจือจางน้ำ 2 เท่า รดรอบโคน
<u>พืชไร่</u> เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว อ้อย และมันสำปะหลัง	ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในระหว่างไถพรวนดินอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ หรือโรยแถวปลูกในอัตรา 0.5-1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ใส่ 1 ครั้ง ต่อการปลูกพืช 1 รอบ ใช้ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินโดยเจือจางน้ำ 2 เท่า แล้วรดน้ำ 2 ครั้ง ต่อการปลูกพืช 1 รอบ
<u>พืชสวนประดับ</u> เช่น กุหลาบ เบญจมาศ มะลิดาวเรือง ผีเสื้อ บีโกเนีย ไม้ใบประดับ เช่น เดหลี บอนสี คล้า เฟิร์น ฯลฯ	ไม้กระถาง - ใส่รอบโคนต้น 200-300 กรัมต่อกระถาง ทุก 7-15 วันร่วมกับการรดน้ำหมักมูลไส้เดือนที่เจือจางน้ำ 5 เท่า แปลง - ใส่บริเวณหน้าดิน หรือผสมดินปลูกอัตรา 1.5-2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คลุมด้วยฟางข้าว ใช้ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินโดยเจือจางน้ำ 5 เท่า รดทุก 7 วัน

ที่มา: อภิชาต ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน (2553)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นริสรา พานพ่วง และสาวิตรา จันทรานุรักษ์ (2555) เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในปุ๋ยหมัก 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมัก พด.1 จากวัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3 : 1 โดยน้ำหนัก ทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), อินทรีย์คาร์บอน (total organic carbon), อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูงที่สุด ถึง 3.80 เปอร์เซ็นต์, 1.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุ และอินทรีย์คาร์บอน พบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุ และอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุด 58.98 เปอร์เซ็นต์, 33.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2550 พบว่า ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณธาตุอาหารหลัก, ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์), อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์), อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนด แต่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักธรรมชาติและปุ๋ยหมัก พด. 1

รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์, ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์ และธวัตชัย ธานี (2558) ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากมูลโคที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินรวมถึงผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า (Brassica alboglabra) มี 6 ชุดการทดลองที่เกิดจากการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน และดินด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 0 : 10 (ชุดควบคุม), 1 : 9, 2 : 8, 3 : 7, 4 : 6 และ 5 : 5 โดยปริมาตร พบว่า การเติมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะเพิ่มการแทรกซึมของน้ำผ่านผิวดิน ความพรุน ความชื้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณธาตุอาหาร การนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุของดิน แต่จะลดค่าความหนาแน่นรวมของดินลง ในส่วนของผลที่มีต่อพืช อัตราส่วนที่แตกต่างกันของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีผลต่อการเพิ่มขนาด ความสูงของลำต้น ความกว้างและความยาวของใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น และน้ำหนักของต้นคะน้า โดยอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 3 : 7

อัญชลี จาละ (2555) ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือน 2 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอมในสภาพโรงเรือน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 7 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน Eudriluse uginiae และ Pheretima peguana ในอัตรา 1,000, 2,000, 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน พบว่า หลังจากปลูก 30 วัน ดินที่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน E. euginiae ในอัตราส่วน 2,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความยาวรากมากที่สุด 18.02 ± 06.9 และ 17.43 ± 0.56 เซนติเมตร

ดนตรี รุ่งเรือง (2551) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้บางส่วน แต่ไม่สามารถทดแทนได้ทั้งหมด เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ลงสู่ดิน ดังนั้นการที่จะนำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินไปใช้ในการปลูกพืช จึงควรที่จะใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในช่วงแรกของการเพาะปลูก จะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตดีขึ้น (สุมา หนูแก้ว, 2549) สอดคล้องกับ วีณา นิลวงศ์ (2556) ได้ทำการศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินกับการปลูกกระเจี๊ยบเขียว พริกหนุ่มเขียว พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยเคมีส่งผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม

จำนวนดอกต่อผลต่อฝัก และผลผลิตรวมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินสำหรับเกษตรกรบางรายที่ต้องการเพิ่มผลผลิตว่า เกษตรกรอาจจะเลือกใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยเคมีในบางครั้งเพื่อเป็นการปรับปรุงดิน ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องใช้อย่างต่อเนื่อง และสามารถใช้ปรับความเป็นกรดด่างของดินที่เป็นกรดได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
GRAD VRU

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือนมีวิธีการดังนี้

3.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น ดังแสดงในแผนผังการทดลอง

ทรีตเมนต์ที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมี
ทรีตเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 50 กรัมต่อต้น
ทรีตเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 100 กรัมต่อต้น
ทรีตเมนต์ที่ 4 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 150 กรัมต่อต้น
ทรีตเมนต์ที่ 5 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 200 กรัมต่อต้น
ทรีตเมนต์ที่ 6 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 250 กรัมต่อต้น

3.2 การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ใช้บ่อซีเมนต์สูงประมาณ 80 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตร โดยด้านล่างเจาะรูทำก๊อกเพื่อระบายน้ำ ใช้ลวดตาข่ายพลาสติกปิดทับ จากนั้นใส่วัสดุเลี้ยงไส้เดือนลงไป (มูลวัวนมหมัก) ให้มีความหนาประมาณ 3 นิ้ว และให้เหลือพื้นที่ด้านบนไว้ แล้วปล่อยไส้เดือนดินลงไป 1 กิโลกรัม ต่อพื้นที่บ่อ 1 ตารางเมตร และควบคุมอย่าให้วัสดุเลี้ยงแห้ง ใส่เศษอาหาร เศษพืชผัก ผลไม้ลงไปให้ทั่วพื้นผิวด้านบน แล้วใช้ตาข่ายพลาสติกคลุมด้านบนไว้ หมั่นดูแลและคอยเติมอาหารทุก ๆ 3-4 วัน หรือเมื่ออาหารเริ่มหมดทยอยเก็บมูลไส้เดือนดินที่ถ่ายออกมาทุก 2 เดือน โดยเกลี่ยมูลที่อยู่ผิวด้านบนมาใช้ และคัดแยกตัวใหญ่เพื่อขยายพื้นที่การเลี้ยงต่อไป

3.3 การเตรียมพืชศึกษา

3.3.1 การเพาะเมล็ดมะเขือเทศเชอรี่ นำวัสดุเพาะ (พีทมอส) ใส่ในถาดหลุมให้พอดีขอบหลุม ใช้ไม้เขี่ยวัสดุปลูกให้เป็นหลุมลึกประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร จากนั้นหยอดเมล็ดมะเขือเทศเชอรี่ลงไปในหลุม ๆ ละ 1 เมล็ด แล้วกลบด้วยวัสดุปลูกรดน้ำให้ชุ่ม ทุกวัน ๆ ละ 2 เวลา ทั้งเช้า และเย็น

3.3.2 การเตรียมดินปลูก และการย้ายกล้าปลูก นำหน้าดินใส่ในภาชนะปลูก (กระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว) เตรียมหลุมปลูกโดยขุดดินให้ลึกประมาณ 5-8 เซนติเมตร วางกล้ามะเขือเทศเชอรี่ลงในหลุมปลูก แล้วกดดินเบา ๆ รดน้ำให้ชุ่มทุกวัน ทั้งเช้า และเย็น

3.3.3 การปฏิบัติดูแลรักษา

- การให้น้ำ จะให้โดยวิธีการตักรดด้วยภาชนะแก้วพลาสติก ในปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อต้น

- การใส่ปุ๋ย ในแต่ละทรีตเมนต์จะแบ่งการใส่ปุ๋ยเป็นระยะ 3 คือ

ระยะที่ 1 ช่วง 8-10 วันหลังจากย้ายปลูก

ระยะที่ 2 ช่วง 15-20 วันหลังจากย้ายปลูก และ

ระยะที่ 3 ช่วง 25-30 วัน หลังจากย้ายปลูก โดยในทรีตเมนต์ที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีกำหนดใส่ปุ๋ย ดังนี้ ระยะที่ 1 สูตร 15-15-15 อัตรา 10-15 กรัมต่อต้น ระยะที่ 2 สูตร 12-24-12 อัตรา 15-30 กรัมต่อต้น ระยะที่ 3 สูตร 16-30-15 ฉีดพ่นทางใบ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 2-6 ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนตามอัตราที่กำหนด

- การพรวนดิน หลังจากย้ายกล้าแล้วประมาณ 6-10 วัน มะเขือเทศจะมีการตั้งตัวได้ดี ทำการพรวนดินโดยห่างจากโคนต้นประมาณ 3-5 เซนติเมตร

- การปักค้าง ใช้เชือกมัดไว้กับราวของโรงเรือน วัดปลายเชือกอีกด้านแล้วตัดให้เลยโคนต้นเล็กน้อย จากนั้นผูกปลายเชือกไว้กับโคนต้น อย่างระมัดระวังโดยไม่แน่นหรือหลอมเกินไป และคอยหมั่นมาผูกต้นให้ติดกับค้างอย่างสม่ำเสมอ

3.4 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ค่า pH ของดิน ในช่วงเริ่มการทดลอง และตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- ปริมาณไนโตรเจน (Total N) ด้วยวิธีทดสอบ In House Method TE-CH-211 based on AOAC (2016) 993.13

- ปริมาณฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) ด้วยวิธีทดสอบ In House Method TE-CH-183 based on AOAC (2016) 958.01

- ปริมาณโพแทสเซียม (Total K_2O) ด้วยวิธีทดสอบ Manual on Fertilizer Analysis APSRDO.DO;4/2551

- Electrical Conductivity (ds/m) ด้วยวิธีทดสอบ Manual on organic Fertilizer Analysis APSRDO.DO;4/2551

- pH ด้วยวิธีทดสอบ Notification of the Ministry of Agriculture and Cooperatives Re:Prescribing the Method of Analysis of Chemical Fertilizer B.E2559, Method 1.02.01

- Organic Matter (%) ด้วยวิธีทดสอบ Manual on organic Fertilizer Analysis APSRDO.DO;4/2551

3.4.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บข้อมูลต่อไปนี้

- ความสูงของต้นมะเขือเทศเชอรี่ วัดจากโคนต้นถึงปลายยอด

- จำนวนผลที่ติดต่อช่อ นับจำนวนผล

- น้ำหนักผลผลิตต่อช่อ เก็บผลผลิต นำไปชั่งน้ำหนักผลผลิต

- ขนาดผล นำผลผลิตไปวัดขนาดด้วยเครื่องวัดระยะแบบดิจิตอล (vernier caliper)

- สีของผล เก็บผลผลิตวัดสีของผลโดยใช้เครื่องวัดเฉดสี (color meter)

- ความหวานของผลผลิต เก็บผลผลิตแล้ววัดปริมาณน้ำตาลของมะเขือเทศเชอรี่โดยใช้เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer)

- ความแน่นเนื้อ เก็บผลผลิตแล้ววัดความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (Fruit Firmness Tester)

3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

GRAD VRU

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ ในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แบ่งออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่นำมาทำการทดลองวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

การวิเคราะห์ทางเคมี	ค่าคุณสมบัติปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน
ปริมาณไนโตรเจน (Total N)	2.60
ปริมาณฟอสฟอรัส (Total P_2O_5)	1.27
ปริมาณโพแทสเซียม (Total K_2O)	1.33
EC (ds/m)	0.80
pH	7.5
Organic Matter (%)	33.9

รวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ ในด้านการเจริญเติบโต วัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอดเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ความสูงของต้นมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตราต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 กรัมต่อต้น มีความสูงมากที่สุด คือ 95.93 เซนติเมตร รองลงมาคือ มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กรัมต่อต้น, ใส่ปุ๋ยเคมี, ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 และ 100 กรัมต่อต้น มีความสูงเฉลี่ย 95.00, 93.89, 93.60 และ 88.80 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 86.93 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาในสัปดาห์ที่ 5 พบว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 และ 250 กรัมต่อต้น, ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 กรัมต่อต้น มีค่าเฉลี่ยความสูงใกล้เคียงกัน คือ 103.40, 102.00, 98.00, 97.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้นและใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น ที่มีความสูงเฉลี่ย 93.13 และ 89.87 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความสูงของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ

สิ่งทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)			
	28 วัน	36 วัน	43 วัน	51 วัน	58 วัน
ปุ๋ยเคมี	43.60	72.61	84.25	93.89ab	98.00abc
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 กรัมต่อต้น	41.93	73.93	86.73	95.93a	103.40a
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้น	41.13	70.33	81.60	88.80ab	93.13bc
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 กรัมต่อต้น	43.66	74.86	86.20	93.60ab	97.73abc
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น	45.00	73.60	79.80	86.93b	89.87c
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กรัมต่อต้น	45.13	71.46	85.26	95.00a	102.00ab
F-test	ns	ns	ns	*	*
CV %	11.16	7.97	6.50	4.68	5.63

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

a, b...อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ในส่วนของข้อมูลผลผลิตมะเขือเทศ ได้แก่ จำนวนผลต่อช่อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 กรัมต่อต้น มีจำนวนผลต่อช่อเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.78 ผลต่อช่อ รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100, 50 กรัมต่อต้น, ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 250 และ 200 กรัมต่อต้น มีค่าเฉลี่ย คือ 3.53, 3.52, 3.06, 2.89 และ 2.76 ผล ตามลำดับ

น้ำหนักผลต่อช่อ พบว่า มะเขือเทศเชอรี่มีน้ำหนักผลต่อช่อแตกต่างกัน โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินทุกอัตราส่วนมีค่าใกล้เคียงกันแต่มีความแตกต่างจากมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี

ในส่วนของขนาดผล พิจารณาความกว้างและความยาวของผล พบว่า ความกว้างของผลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัม และ 50 กรัมต่อต้น มีความกว้างของผลใกล้เคียงกัน คือ 23.14 และ 22.69 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกับมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 250, 150, 100 กรัมต่อต้น และปุ๋ยเคมี ที่มีความกว้างผลเฉลี่ย 22.05, 20.01, 18.96 และ 16.73 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความยาวของผล พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น มีความยาวผลมากที่สุด คือ 33.78 มิลลิเมตร รองลงมาคือ มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50, 250, 150, 100 กรัมต่อต้น และปุ๋ยเคมี มีความยาวเฉลี่ย 32.19, 30.76, 29.18, 28.87 และ 27.05 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักผลต่อช่อ และขนาดผลของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	จำนวนผลต่อช่อ	น้ำหนักผลต่อช่อ (กรัม)	ขนาดผล (มิลลิเมตร)	
			ความกว้าง	ความยาว
ปุ๋ยเคมี	3.06	10.27b	16.73e	27.05e
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 กรัมต่อต้น	3.52	29.61a	22.69ab	32.19b
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้น	3.53	26.21a	18.96d	28.87d
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 กรัมต่อต้น	3.78	23.70a	20.01c	29.18d
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น	2.76	23.82a	23.14a	33.78a
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กรัมต่อต้น	2.89	22.71a	22.05b	30.76c
F-test	ns	*	*	*
CV%	55.55	59.09	9.08	8.03

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

a, b...อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ความหวานของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี มีความหวานเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.05 บริกซ์ รองลงมา คือ ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100, 150, 250, 200 และ 50 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความหวานเฉลี่ย 7.85, 7.65, 7.28, 7.17 และ 6.68 บริกซ์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความแน่นเนื้อของผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 กรัมต่อต้น มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.85 รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 200, 150, 100 และ 200 กรัมต่อต้น มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อเฉลี่ย 1.83 , 1.82 , 1.80 และ 1.80 ตามลำดับ

สีของผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้น มีค่า L* สูงสุด คือ 39.69 แต่มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50, 150 และ 200 กรัมต่อต้น มีค่าความสว่างของผลใกล้เคียงกัน คือ 39.68, 39.28, 38.97 และ 38.49 ตามลำดับ และอัตรา 250 กรัมต่อต้น มีค่าความสว่างของผลน้อยที่สุด คือ 38.44 เมื่อพิจารณาค่า a* พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี มีค่า a* มากที่สุด 34.51 ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150, 100, 50, 200 และอัตรา 250 กรัมต่อต้น มีค่า a* เฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 27.29 , 27.04 , 27.03 , 26.89 และ 26.45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า b* พบว่า มีความแตกต่าง

กันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้น มีค่ามากที่สุด คือ 27.38 รองลงมาคือ ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 50, 150, 250 และ 200 กรัมต่อต้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันดังนี้ 27.34 , 26.98 , 26.40, 25.89 และ 25.50 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลความหวาน ความแน่นเนื้อและสีผลของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ความหวาน (บริกซ์)	ความแน่นเนื้อ	สีผล		
			L*	a*	b*
ปุ๋ยเคมี	9.05a	1.85	39.68b	34.51a	27.34b
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 50 กรัมต่อต้น	6.68d	1.85	39.28bc	27.03b	26.98b
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 100 กรัมต่อต้น	7.85b	1.80	39.69a	27.04b	27.38a
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 150 กรัมต่อต้น	7.65bc	1.82	38.96bc	27.29b	26.39bc
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 200 กรัมต่อต้น	7.17cd	1.83	38.49d	26.89b	25.50d
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กรัมต่อต้น	7.28bc	1.80	38.44e	26.45b	25.89bc
F-test	*	ns	*	*	*
CV%	15.41	17.24	4.97	11.52	11.93

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

a, b...อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

GRAD VRU

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในโรงเรือนแบบกางมุ้ง ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งออกเป็น 6 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป บันทึกผลและสามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

การปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 50 กรัมต่อต้น ให้ความสูงของต้นมากที่สุด 103.40 เซนติเมตร สำหรับด้านผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินส่งเสริมคุณภาพของผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ได้เป็นอย่างดี โดยส่งผลให้มะเขือเทศเชอรี่มีน้ำหนักผลต่อช่อและขนาดผลมากกว่ามะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งส่งผลให้มีความหวาน, ความแน่นเนื้อ และสีผลใกล้เคียงกันในทุกทรีทเมนต์ ดังนั้น ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 50 กรัมต่อต้นจึงเหมาะสมต่อการปลูกมะเขือเทศเชอรี่มากที่สุด รวมทั้งสามารถเป็นทางเลือกในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกของเกษตรกรได้อีกด้วย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราส่วน 50 กรัมต่อต้น ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักผลต่อช่อของมะเขือเทศเชอรี่ได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีแล้วนั้น การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในอัตราอื่น ๆ ก็ส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ได้เช่นกัน สอดคล้องกับ อัญชลี จาละ (2555) ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 2 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในสภาพโรงเรือน ดังนี้ ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน Eudrilus euginiae และ Pheretima peguana ในอัตรา 1,000 , 2,000 , 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน พบว่า หลังจากปลูก 30 วัน ดินที่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน E. euginiae ในอัตราส่วน 2,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความยาวรากมากที่สุด 18.02 ± 06.9 และ 17.43 ± 0.56 และนอกจากนี้รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์ , ธวัตชัย ธานี และปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์ (2558) ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากมูลโคที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินรวมถึงผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า (Brassica alboglabra) มี 6 ชุดการทดลอง ที่เกิดจากการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและดินด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 0 : 10 (ชุดควบคุม), 1 : 9, 2 : 8, 3 : 7, 4 : 6 และ 5 : 5 โดยปริมาตร พบว่า การเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะเพิ่มการแทรกซึมของน้ำผ่านผิวดิน ความพรุน ความชื้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณธาตุอาหาร การนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุของดิน แต่จะลดค่าความหนาแน่นรวมของดินลง ในส่วนของผลที่มีต่อพืช อัตราส่วนที่แตกต่างกันของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีผลต่อการเพิ่มขนาด ความสูงของลำต้น ความกว้างและความยาวของใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นและ

น้ำหนักของต้นคะน้า โดยอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 3 : 7 ทั้งนี้อัตราส่วนปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปลูกด้วยเช่นกัน

ในส่วนของคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราต่าง ๆ ให้จำนวนผล น้ำหนักผลต่อช่อ ขนาดผล ความสว่างของสีผล (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุด เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยธาตุโพแทสเซียม มี 1.33 เปอร์เซ็นต์ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิดในการสร้างเนื้อผล ขยายขนาดเซลล์ รวมทั้งเพิ่มสีสันของผลให้สวยงาม ในขณะเดียวกัน พบว่ามะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ความหวาน และค่าความเป็นสีแดง (a*) มากที่สุด เนื่องจากความเครียดจากสภาวะดินเค็มเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำตาลในมะเขือเทศที่ปลูกแบบเคมีเพิ่มขึ้น เพราะมะเขือเทศที่ปลูกแบบเคมีนั้น มีการเพิ่มธาตุอาหาร เช่น $Ca(NO_3)_2$, KNO_3, $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4, $(NH_2)_2CO$, $MgSO_4$ และ $(NH_4)NO_3$ ทำให้สภาพดินที่ได้รับสารอาหารจากปุ๋ยเคมีมีสภาพเป็นด่างมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายนซึ่งเข้าสู่ช่วงปลายฤดูหนาวเข้าฤดูร้อน ในสภาพโรงเรือนกางมุ้ง ที่สามารถควบคุมเรื่องการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช และโรคพืช ดังนั้นควรมีการทดลองปลูกในสภาพไม่มีโรงเรือน และในฤดูกาลอื่น ๆ เพื่อเป็นการทดสอบการเจริญเติบโต ความต้านทานของพืช และการให้ผลผลิต ซึ่งจะใกล้เคียงกับวิถีการปฏิบัติจริงของเกษตรกรและสามารถนำวิธีการปฏิบัติไปใช้พัฒนาคุณภาพผลผลิต และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตอีกด้วย

RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

บรรณานุกรม

GRAD VRU

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. (2548). **ประกาศกรมวิชาการเกษตรเรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2548.** สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 5 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. (2538). **มะเขือเทศ**. นนทบุรี: ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท.

จานุลักษณ์ ขนบดี. (2535). **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก.** สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพฯ. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

ไฉน ยอดเพชร. (2542). **พืชผักอุตสาหกรรม.** คณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตบางพระ. ชลบุรี : สำนักพิมพ์รั้วเขียว. 385 หน้า.

ดนตรี รุ่งเรือง. (2551). **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากมูลคนตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรปร่วมกับการใช้ไส้เดือนดิน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทับทิม ม่วงทุ่ง. (2551). **การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ดอยคำ.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทัศนีย์ ศรีโสภา. (2540). **การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน.** เชียงใหม่: กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 1.

นริสรา พานพ่วง และสาวิตรี จันทรานุรักษ์. (2555). **การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudriluseugeniae* และปุ๋ยหมัก พด.1.** รายงานการวิจัย ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2547). **สัตววิทยา.** กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปวีณา จินดาเรือง. (2556). **ผลของบรรจุภัณฑ์และรังสี UV-B ต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอรี่อินทรีย์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภฤศญา ปิยนุสรณ์ และวรรณี สุทธใจดี. (2555). **การศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนเชิงพานิชย์ในการจัดการขยะอินทรีย์**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. (2538). **มะเขือเทศ.** โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.

เมฆ จันทร์ประยูร. (2544). **ผักสวนครัว.** กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ไททรรศน์.

รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์, ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์ และธวัตชัย ธานี (2558). การใช้ประโยชน์ปุ๋ยมูลไส้เดือน ดินในการปรับปรุงดินสำหรับการปลูกผักคะน้า. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 3(2); 34.

เรวัตร จินดาเจี่ย. (2546). **ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยไม่ใช้ดินในเขตร้อน.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีณา นิลวงศ์. (2556). **การศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร.** รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วีรยุทธ์ เลาะหะจินดา. (2528). **ปักษีวิทยา.** เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์.

ยุพิน อ่อนศรี. (2553). **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน รุ่นที่ 33.** สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน, นครปฐม.

สุมา หนูแก้ว. (2549). **การเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ต่าง ๆ ของไส้เดือนดินกำจัดขยะที่เป็นการค้าในระบบการผลิตพืช.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ์ ใจแสน. (2553). **คู่มือการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือน.** นาคาอินเตอร์มีเดีย.

อาจ แจ่มเมฆ. (2505). **คำบรรยายสัตววิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.

อานัฐ ตันโช. (2548). **เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน.** สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1.

อานัฐ ตันโช. (2549). **ไส้เดือนดิน.** เชียงใหม่. Trio advertising & meid.

อานัฐ ตันโช. (2552). **คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์.** ศูนย์สารสนเทศไส้เดือนดินแม่โจ้ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อัญชลี จาละ. (2555). ผลของมูลไส้เดือน 2 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมใบ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 5(3); 1.

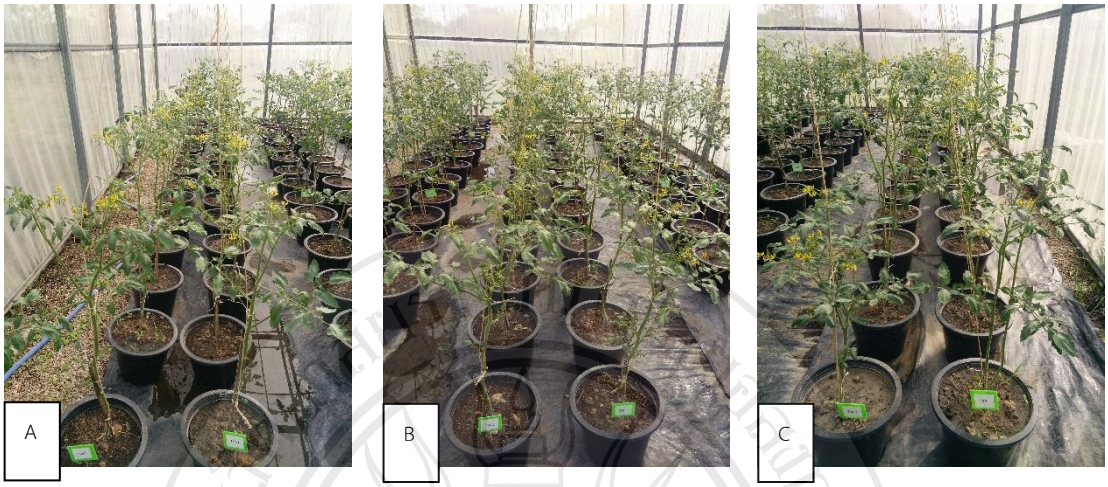
Edwards, C. A. (1997, month) Earthworms in Organic Waste Management. **In Proceedings of the Organic Waste Management Conference.** Adelaide, Australia. Australian Worm Growers Association.

Viljoen, S. A. & Reinecke, A. J. (1992). The Temperature Requirements of the Epigeic Earthworm Species *Eudriluseugeniae* (Oligochaeta) – a Laboratory Study. **Soil Biology and Biochemistry**, 24: 1345-1350.

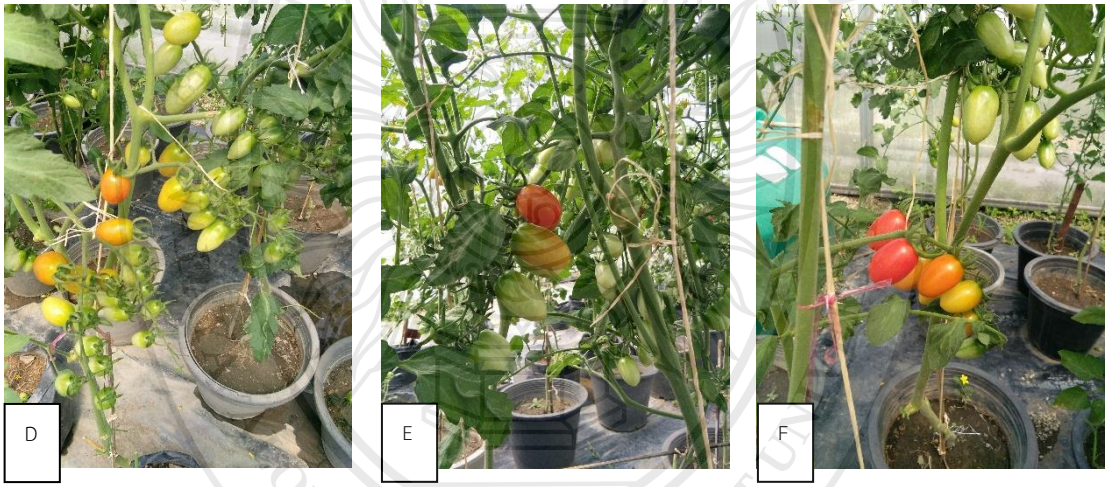
GRAD VRU

ภาพผนวก

GRAD VRU



ภาพที่ 1 แสดงการปลูกตามแผนผังการทดลองแต่ละทรีทเมนต์



ภาพที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของแต่ละทรีทเมนต์

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 50 กรัมต่อต้น

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 100 กรัมต่อต้น

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 150 กรัมต่อต้น

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 200 กรัมต่อต้น

มะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 250 กรัมต่อต้น

ภาพที่ 3 สีของผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับปุ๋ยระดับต่าง ๆ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวเกศกนก วงศ์ชยานันท์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	1 สิงหาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
ที่อยู่ปัจจุบัน	35/303 หมู่ 6 ตำบลเขาสามยอด อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2551	หัวหน้างานฝ่ายควบคุมคุณภาพผลผลิต บริษัท เอซีเค ไฮโดรฟาร์ม กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2553	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้กสิกรรมไร้สารพิษ ละโว้ธานี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2555	ครูอัตราจ้าง ประจำแผนกวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
พ.ศ. 2558	ข้าราชการครู ประจำแผนกวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ข้าราชการครู ตำแหน่งครู คศ.1 แผนกวิชาพืชศาสตร์
ที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
GRAD VRU