ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ใช้ประกอบการวิจัย

1. ตารางเลขสุ่ม (Random Number Table) สำหรับใช้สุ่มเลือกต้นตัวอย่าง

2. ป้ายพลาสติก (Tag) สำหรับใช้เขียนหมายเลขตัวอย่าง ผูกติดกับต้นภายหลังจากสุ่มต้นตัวอย่างได้แล้ว

3. เครื่องมือวัดพื้นที่หน้าตัด (Vernia) สำหรับใช้วัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่ง

4. เครื่องกดนับ (Counter) สำหรับใช้นับจำนวนผลส้ม

5. ปากกาเมจิก สำหรับใช้เขียนเป็นเครื่องหมายบนกิ่งและผลที่ทำการวัดขนาดและนับจำนวนแล้ว

6. แบบฟอร์ม สำหรับบันทึกข้อมูลขนาดของกิ่งทุกขั้นตอนและจำนวนผลส้ม

7. เครื่องคอมพิวเตอร์ UNIVAC 1100/60

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกสวนส้มตัวอย่าง 1 สวน ซึ่งทำโดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง แต่จะเลือกจากสวนที่เจ้าของสวนให้ความร่วมมือ การคมนาคมสะดวกแก่การปฏิบัติงาน และเป็นสวนที่ยังไม่ได้ทำการเก็บเกี่ยวสำหรับฤดูกาลผลิต 2529/30

2. สุ่มเลือกต้นส้มตัวอย่าง จำนวน 20 ต้น โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืน (Simple Random Sampling Without Replacement) จากแปลงที่มีอายุเท่ากัน

3. จากต้นตัวอย่างที่สุ่มได้ทุกต้นทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งแขนงทุกขั้นตอนที่มีการแตกแขนงไปจนถึงกิ่งปลายสุด (Terminal Branch) ซึ่งกำหนดให้กิ่งปลายสุดคือ กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลพร้อมรหัสประจำกิ่งแขนงทุกกิ่ง

4. นับจำนวนผลบนกิ่งปลายทุกกิ่งของทุกต้นที่เป็นตัวอย่าง

5. คำนวณพื้นที่หน้าตัดของกิ่งแขนงทุกกิ่งไปจนถึงกิ่งปลาย

6. คำนวณค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของกิ่งปลายทุกกิ่ง เพื่อใช้ในการประมาณค่าจำนวนผลต่อต้น และค่าความแปรปรวน ทั้งนี้แต่ละกิ่งจะมีค่าที่ต้องคำนวณ 4 ค่า ซึ่งได้จากการสุ่ม 4 วิธี (สูตรที่ 2.11 - 2.14)

7. คำนวณค่าประมาณของจำนวนผลทั้งหมดของทุกกิ่ง โดยใช้สูตร (2.1) ซึ่งจะได้ค่าประมาณ 4 ค่าต่อกิ่งเช่นเดียวกัน ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปตามค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้ในข้อ (6)

8. คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มแต่ละวิธีโดยกำหนดให้ขนาดของตัวอย่าง (n) เท่ากับ 1 (สูตร 2.2)

9. เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้จากการสุ่มแต่ละวิธีตามข้อ (8)

10. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation, CV) เฉพาะวิธีที่ให้ค่าความแปรปรวนต่ำสุด 2 วิธี โดยกำหนดให้ขนาดของตัวอย่างแตกต่างกันไปเพื่อหาขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสม

11. พิจารณาขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสมคือ โดยพิจารณาจาก CV. ที่คำนวณได้ในข้อ (10) และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

3.3 <u>หลักเกณฑ์การวัดและการกำหนดรหัสของกิ่ง</u>

3.3.1 <u>หลักเกณฑ์ในการวัดขนาดของกิ่ง</u>

การวัดขนาดของกิ่งโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่หน้าตัด (Vernia) มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. ขนาดที่วัด หมายถึง **การวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง**ของกึ่ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ซึ่งจะใช้คำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัดของกึ่ง

2. กำหนดตำแหน่งที่ใช้วัดขนาดของกึ่ง ณ จุดที่เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุดที่มีการแตกแขนงบนและล่าง (รูปที่ 1)

3. จุดกึ่งกลางของกึ่งที่มีขนาดไม่ปกติ เพราะเกิดปุ่มปม หรือรอยบาก จะทำการวัดเหนือขึ้นไปหรือต่ำลงมาจากจุดกึ่งกลางเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดของกึ่งว่าตำแหน่งใดเป็นขนาดที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นปกติมากที่สุด

4. การวัดขนาดของกึ่งจะวัดทุกกึ่งจากกึ่งใหญ่ไปตามลำดับจนกระทั่งกึ่งที่วัดได้มีขนาดต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2 เซนติเมตร ซึ่งเรียกว่ากึ่งปลายจะไม่ทำการวัดต่อ แต่จะนับจำนวนผลทั้งหมดที่มีอยู่บนกึ่งดังกล่าวนี้ พร้อมทั้งบันทึกขนาดของกึ่งทุกขั้นตอนและจำนวนผลที่นับได้ในกึ่งปลายลงในแบบฟอร์มตามรหัสประจำกึ่งที่กำหนด

5. ถ้ากึ่งที่วัดได้มีขนาดใหญ่กว่า 2 เซนติเมตร แต่ไม่มีกึ่งแขนงแยกออกหรือกึ่งแขนงที่แยกต่อมีขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตรทุกกึ่ง จะทำการนับผลทั้งหมดโดยไม่ทำการวัดต่อเช่นเดียวกัน

3.3.2 <u>การกำหนดรหัสประจำกึ่ง</u>

เพื่อความสะดวกในการกล่าวอ้างอิงอธิบาย และสะดวกกับการนับและคำนวณ จึงกำหนดรหัสประจำกึ่ง ดังนี้ (รูปที่ 2 และตารางที่ 1)

1. รหัสที่ใช้กำหนดให้เป็นตัวเลขทั้งหมด

2. จำนวนหลักของตัวเลขจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับจำนวนกึ่งแขนงที่แยกออกจากลำต้นว่าจะมีกึ่งแยกแตกแขนงออกไปกี่ขั้นตอน ตัวเลขแต่ละหลักที่เขียนจะหมายถึงกึ่งแขนงในแต่ละขั้นตอน ซึ่งกำหนดโดยการเขียนคั่นไว้ด้วยเครื่องหมาย "—" เช่น 1-2-1 หมายถึง มีกึ่งที่แยกออกจากลำต้น รวม 3 ขั้นตอน

3. ตัวเลขในแต่ละหลัก จะหมายถึงลำดับที่ของกิ่งในขั้นตอนนั้นๆ ว่าเป็นกิ่งที่เท่าไร และลำดับที่ของกิ่งสุดท้ายในแต่ละหลักจะหมายถึง จำนวนกิ่งทั้งหมดของขั้นตอนนั้น เช่น 3-4-2

หลักที่ 1 คือ หมายเลข 3 หมายถึง กิ่งแขนงกิ่งที่ 3 ในขั้นตอนแตกกิ่งครั้งแรกหรือแยกออกจากลำต้น

หลักที่ 2 คือ หมายเลข 4 หมายถึง กิ่งแขนงกิ่งที่ 4 ในขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่ 2

หลักที่ 3 คือ หมายเลข 2 หมายถึง กิ่งแขนงกิ่งที่ 2 ในขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่ 3

เพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้นอาจพิจารณาได้จากรูปที่ 2 และตารางที่ 1

3.4 <u>การปฏิบัติงานภาคสนาม</u>

ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งต้องทำการวัดกิ่งทุกกิ่งและนับจำนวนผลทุกผลของต้นที่เป็นตัวอย่างนั้น ได้ปฏิบัติงานในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน 2529 ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้จะทำการเก็บเกี่ยวผลส้มครั้งแรก (ทำการเก็บเกี่ยวจริง 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกวันที่ 21 ธันวาคม 2529 และครั้งที่ 2 วันที่ 6 มกราคม 2530) โดยใช้เจ้าหน้าที่ของศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จำนวน 12 คน

สำหรับส้มที่ปลูกในสวนเทพสถิตย์ที่ใช้ศึกษาครั้งนี้จะปลูกแบบยกร่องโดยมีขนาดของแปลงกว้าง 6 เมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 1.50 เมตร ความลึกของร่อง 1 เมตร ระยะระหว่างต้น 4 เมตร ซึ่งจะมีจำนวนต้นทั้งหมด 45 ต้นต่อไร่ อายุส้ม 6 ปี สูงประมาณ 2-5 เมตร (เฉลี่ย 3 เมตร) และทรงพุ่มกว้างประมาณ 2-6 เมตร (เฉลี่ย 3.8 เมตร) ความสูงจากพื้นดินถึงจุดแตกแขนงครั้งแรกประมาณ 2 ฟุต

3.5 <u>เทคนิคการสุ่มกิ่งตัวอย่าง</u>

แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการสุ่มกิ่งตัวอย่าง ซึ่งมีด้วยกันถึง 4 วิธีก็ตาม แต่ขั้นตอนการศึกษาจะต้องทำการวัดค่าและนับผลส้มจากทุกกิ่งในทุกต้นที่เป็นตัวอย่าง เพราะต้องการทราบค่าที่แท้จริงของประชากรคือ จำนวนผลทั้งต้น รวมทั้งจำนวน

และขนาดของทุกกิ่งบนต้นด้วย ในทางปฏิบัติจริงแล้ว ภายหลังการวิจัยในแต่ละวิธีจำเป็นจะต้องมีการสุ่มกิ่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่ง เพื่อประมาณค่าจำนวนผลทั้งหมด โดยไม่ต้องนับทั้งต้น ดังนั้น จำเป็นจะต้องกล่าวถึงเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแต่ละวิธี เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาถึงความยากง่ายและเหมาะสมของแต่ละวิธีด้วย ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีดำเนินงานแตกต่างกัน ดังนี้

<u>วิธีที่</u> 1 สุ่มแบบ DS-EP

1. กำหนดขนาดของกิ่งปลาย (Terminal Branch) ให้มีขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร

2. ทำการนับจดจำนวนกิ่งปลายตามขนาดที่กำหนดในแต่ละต้นตัวอย่างว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าไร

3. กำหนดหมายเลขกิ่งปลาย โดยใช้ปากกาเมจิกเขียนเลขกำกับทุกกิ่งตามลำดับ จากซ้ายไปขวาตามเข็มนาฬิกา

4. ทำการสุ่มกิ่งตัวอย่างโดยจะต้องพิจารณากำหนดเลขสุ่มสูงสุดไม่เกินจำนวนกิ่งปลายที่นับได้ทั้งหมด

5. ดำเนินการสุ่มกิ่งตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน (Simple Random Sampling With Replacement) และใช้ตารางเลขสุ่ม (Random Number Table) จนกว่าจะได้หมายเลขสุ่มที่จะใช้เป็นหมายเลขประจำกิ่งตัวอย่างครบตามจำนวนที่กำหนด

<u>วิธีที่</u> 2 สุ่มแบบ DS-PPS

1. กำหนดขนาดของกิ่งปลาย ให้มีขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร (เช่นเดียวกับวิธีการที่ 1)

2. ทำการนับจดจำนวนกิ่งปลายตามขนาดที่กำหนดในแต่ละต้นตัวอย่างพร้อมวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งแต่ละกิ่ง

3. คำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัดของกิ่งทุกกิ่งที่วัดได้ตามข้อ 2

4. กำหนดหมายเลขกิ่งปลาย โดยใช้ปากกาเมจิก เขียนหมายเลขกำกับทุกกิ่งตามลำดับจากซ้ายไปขวาตามเข็มนาฬิกา พร้อมบันทึกข้อมูลพื้นที่หน้าตัดของกิ่ง

5. คำนวณพื้นที่หน้าตัดสะสมของทุกกิ่งตามลำดับ ตั้งแต่กิ่งที่ 1 จนถึงกิ่งสุดท้าย

6. ใช้วิธีการสุ่มแบบให้มีความน่าจะเป็นในการเลือกเป็นสัดส่วนกับขนาดของหน่วยสุ่ม (Probability Proportional to Size) ซึ่งในที่นี้คือ กำหนดให้ กิ่งปลายของแต่ละกิ่งมีโอกาสตกเป็นตัวอย่างตามสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดของกิ่ง

7. การกำหนดเลขสุ่มสูงสุดจะใช้ไม่เกินยอดรวมสุดท้าย (กิ่งสุดท้าย) ของพื้นที่หน้าตัดสะสม

8. หมายเลขสุ่มที่สุ่มได้จากตารางเลขสุ่ม ถ้าอยู่ในช่วงค่าตรงกับหมายเลขกิ่งใดก็กำหนดให้หมายเลขกิ่งนั้นเป็นกิ่งตัวอย่าง ซึ่งจะต้องสุ่มให้ครบตามจำนวนกิ่งตัวอย่างที่ต้องการ

ตัวอย่าง เช่น กำหนดให้จำนวนกิ่งปลายทั้งหมดมี 8 กิ่ง ขนาดพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกัน ต้องการกิ่งตัวอย่าง 2 กิ่ง เมื่อจัดทำเป็นตารางจะได้ ดังนี้

ลำดับหมายเลขกิ่ง	ขนาดพื้นที่หน้าตัด	ขนาดพื้นที่หน้าตัดสะสม	ช่วงค่าหมายเลขสุ่ม	หมายเลขสุ่มที่ได้
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	3.143	3.143	0.001-3.143	
2	3.075	6.218	3.144-6.218	
3	4.911	11.129	6.219-11.129	06.301
4	3.018	14.147	11.130-14.147	
5	1.168	18.915	14.148-15.9.5	
6	3.465	19.380	15.916-19.380	
7	3.802	23.182	19.381-23.182	22.858
8	2.546	25.728	23.183-25.728	

ดังนั้น หมายเลขที่จะใช้สุ่มต้องอยู่ระหว่าง 00.001 ถึง 25.728 ซึ่งสุ่มแล้วจะได้หมายเลข 06.301 และ 22.858 นำมาเปรียบเทียบกับช่วงค่าหมายเลขสุ่ม (สดมภ์ที่ 4 ของตาราง) จะเห็นว่ากิ่งแรกที่เป็นกิ่งตัวอย่างคือ กิ่งที่ 3 เพราะ 06.301 อยู่ในช่วงค่าหมายเลขสุ่ม 6.219-11.129 ซึ่งตรงกับกิ่งที่ 3 ส่วนกิ่งตัวอย่างที่ 2 คือ กิ่งที่ 7 เพราะ 22.858 อยู่ในช่วงค่าหมายเลขสุ่ม 19.381-23.182 ซึ่งตรงกับกิ่งที่ 7

<u>วิธีที่</u> 3 สุ่มแบบ RP-EP

1. กำหนดให้กิ่งแขนงที่แยกออกจากลำต้นช่วงแรก เรียกว่า กิ่งแขนงที่ 1 (จุดที่แตกแขนงครั้งแรก) และกิ่งแขนงที่แยกจากกิ่งแขนงที่ 1 เรียกว่า กิ่งแขนงที่ 2,3,4 และ 5 ตามลำดับจนถึงกิ่งปลายซึ่งกำหนดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตรหรือน้อยกว่า

2. ทำการนับจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ของต้นตัวอย่างว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าใด แล้วใช้ปากกาเมจิกเขียนเลขกำกับทุกกิ่งตามลำดับจากซ้ายไปขวาตามเข็มนาฬิกา

3. ทำการสุ่มกิ่งตัวอย่างกิ่งแขนงที่ 1 จำนวน 1 กิ่ง โดยจะต้องพิจารณากำหนดเลขสุ่มสูงสุดไม่เกินจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่นับได้ทั้งหมด และให้ทุกกิ่งมีโอกาสถูกสุ่มเป็นกิ่งตัวอย่างเท่าๆ กัน (Equal Probability)

4. จากกิ่งตัวอย่างของกิ่งแขนงที่ 1 ที่สุ่มได้ทำการนับจำนวนกิ่งแขนงที่ 2 ทุกกิ่ง ที่เป็นกิ่งตัวอย่างว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าใด แล้วใช้ปากกาเมจิกเขียนเลขกำกับทุกกิ่งตามลำดับจากซ้ายไปขวาตามเข็มนาฬิกาเช่นเดียวกัน

5. ทำการสุ่มกิ่งตัวอย่างตามวิธีการเดิมจนได้กิ่งตัวอย่างในกิ่งแขนงที่ 2,3,4 และ 5 ตามลำดับจนถึงกิ่งปลายก็จะได้กิ่งตัวอย่างกิ่งที่ 1

6. ทำเช่นเดียวกันอีกครั้งจากข้อ 2 จนถึงข้อ 5 หรือจนกระทั่งได้กิ่งปลายอีก 1 กิ่ง

7. จำนวนครั้งที่จะต้องดำเนินการจากข้อ 2 ถึงข้อ 5 จะเท่ากับจำนวนกิ่งตัวอย่างที่ต้องการ

<u>วิธีที่</u> 4 สุ่มแบบ RP-PPS

1. กำหนดกิ่งแขนงที่ 1,2,3...จนถึงกิ่งปลายตามวิธีการเดียวกับวิธีที่ 3

2. ทำการนับจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ของต้นตัวอย่างพร้อมวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์-กลางของกิ่งนั้น แล้วคำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัดของแต่ละกิ่ง และใช้ปากกาเมจิกเขียนเลขกำกับทุกกิ่งตามลำดับจากซ้ายไปขวาตามเข็มนาฬิกา

3. ทำการรวมพื้นที่หน้าตัดสะสมของทุกกิ่งตามลำดับ ตั้งแต่กิ่งที่ 1 จนถึงกิ่งสุดท้ายของกิ่งแขนงที่ 1

4. สุ่มเลือกกิ่งตัวอย่างของกิ่งแขนงที่ 1 จำนวน 1 กิ่งโดยวิธีการสุ่มแบบให้มีความน่าจะเป็นในการเลือกเป็นสัดส่วนกับขนาดของพื้นที่หน้าตัดของกิ่ง

5. เลขสุ่มสูงสุดจะใช้ไม่เกินยอดรวมสุดท้ายของพื้นที่หน้าตัดสะสมของทุกกิ่งแขนงที่ 1 รวมกัน

6. หมายเลขสุ่มที่สุ่มได้อยู่ในช่วงค่าตรงกับหมายเลขกิ่งใดก็กำหนดให้หมายเลขกิ่งนั้นเป็นกิ่งตัวอย่าง

ตัวอย่างเช่น จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ทั้งหมดมี 4 กิ่ง ขนาดพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกัน ต้องการกิ่งตัวอย่าง 1 กิ่ง เมื่อจัดทำเป็นตารางได้ ดังนี้

ลำดับหมายเลขกิ่ง	ขนาดพื้นที่หน้าตัด	ขนาดพื้นที่หน้าตัดสะสม	ช่วงค่าหมายเลขสุ่ม	หมายเลขสุ่มที่ได้
1	19.642	19.642	00.001-19.642	
2	18.826	38.468	19.643-38.468	21.043
3	23.441	61.909	38.469-61.909	
4	22.118	84.027	61.910-84.027	

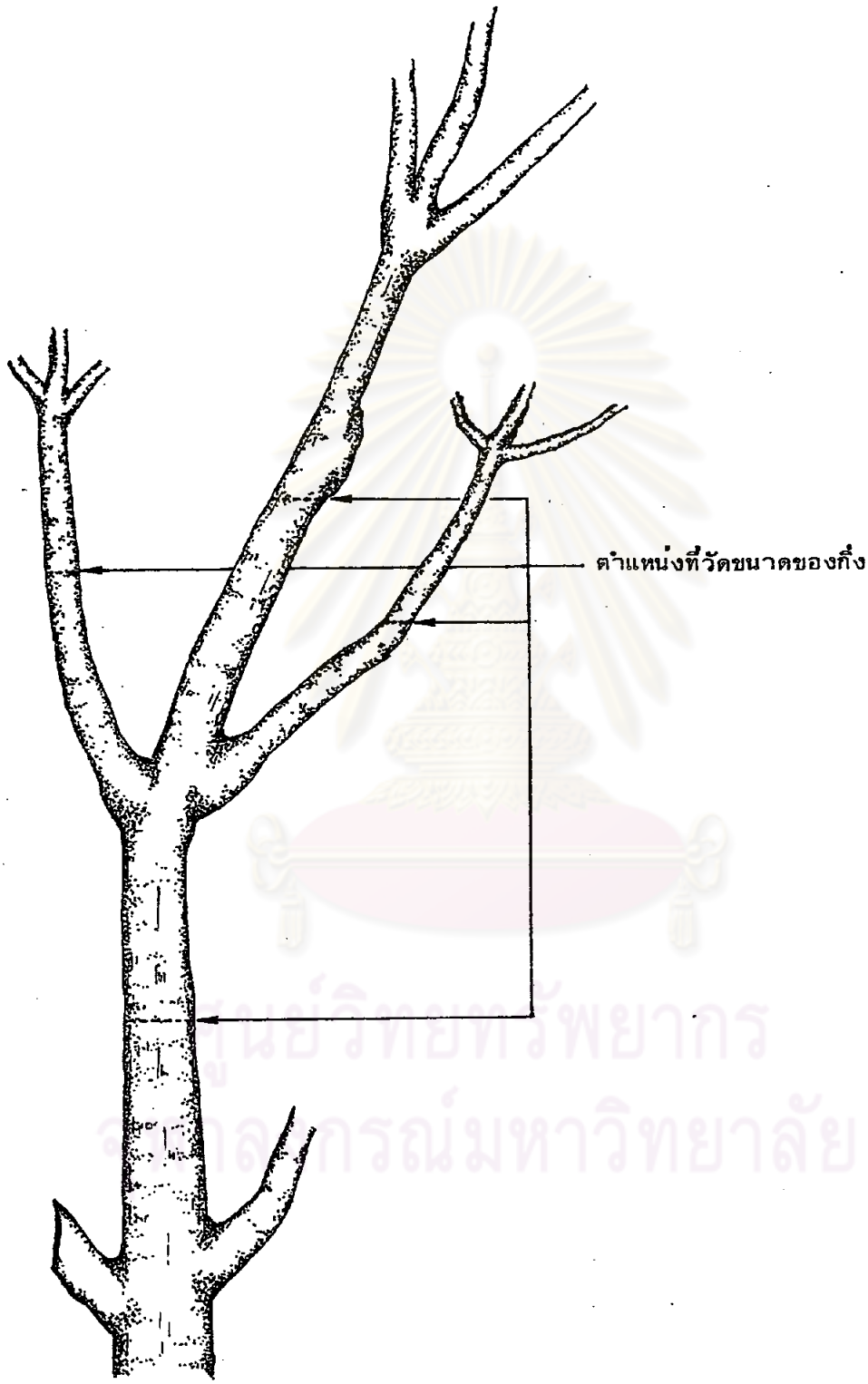
จากหลักการเดียวกันกับวิธีการพิจารณาตามตัวอย่างในข้อที่ 7 ของวิธีการที่ 2 จะได้กิ่งที่ 2 ของกิ่งแขนงที่ 1 เป็นกิ่งตัวอย่าง

7. จากกิ่งตัวอย่างของกิ่งแขนงที่ 1 ทำการนับจำนวนกิ่งแขนงที่ 2 พร้อมวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง คำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัดและรวมเป็นพื้นที่หน้าตัดสะสมตามวิธีการเดิม จนกระทั่งสุ่มได้กิ่งตัวอย่างในกิ่งแขนงที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ จนถึงกิ่งปลายก็จะได้กิ่งตัวอย่างกิ่งแรก

8. ทำเช่นเดียวกันอีกครั้งจากข้อ 4 ถึงข้อ 7 หรือจนกระทั่งได้กิ่งปลายอีก 1 กิ่ง

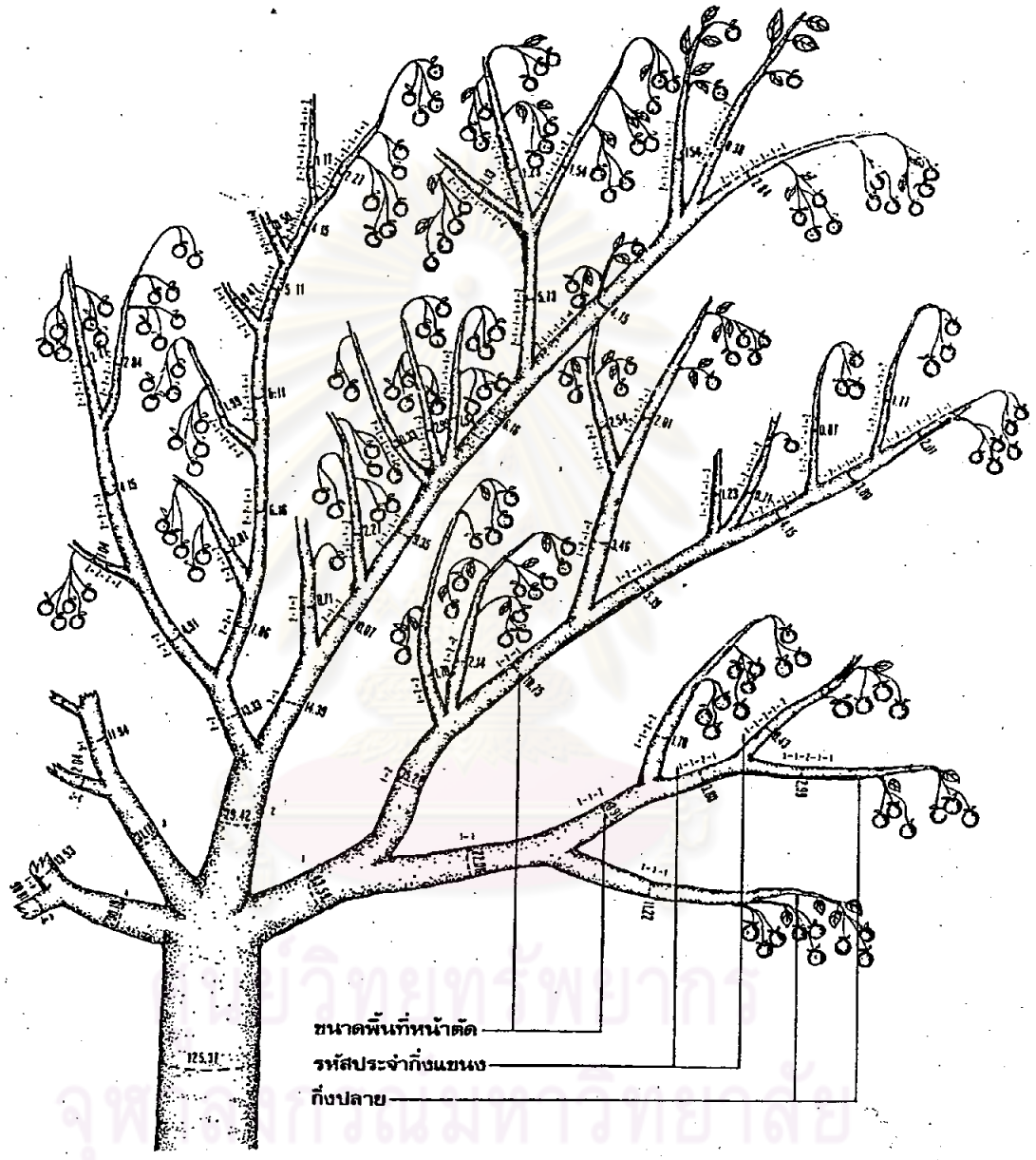
9. จำนวนครั้งที่ดำเนินการจากข้อ 4 ถึงข้อ 7 จะเท่ากับจำนวนกิ่งตัวอย่างที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

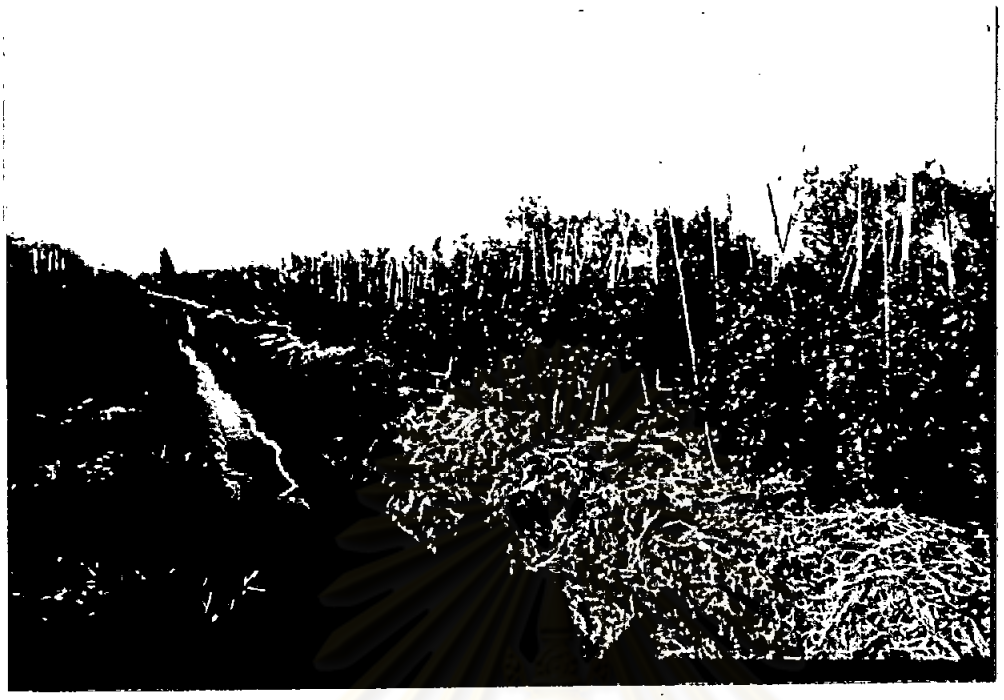


รูปที่ 1 ตำแหน่งที่วัดขนาดของกิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 รหัสประจำกิ่ง



รูปที่ 3 สวนส้มที่ศึกษา

รูปที่ 4 ขนาดทรงพุ่มของต้น

รูปที่ 5 การวัดขนาดของกิ้ง

รูปที่ 6 ขนาดของกิ้งปลวัยที่นับผล

ตารางที่ 1 พื้นที่หน้าตัดของกิ่งแขนงและจำนวนผลบนกิ่งปลายของต้นตัวอย่างที่ 1

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
1	1-1-1	43.591525	-	22.061816	-	11.222074	21										
2	1-1-2-1-1					3.905703	-	3.801324	-	2.986474	32						
3	1-1-2-1-2									0.430084	4						
4	1-1-2-2							1.697165	21								
5	1-2-1-1-1-1-1			15.205296	-	10.752092	-	5.391283	-	4.154753	-	3.801324	-	2.010618	15		
6	1-2-1-1-1-1-2													1.767144	5		
7	1-2-1-1-1-2											0.865901	6				
8	1-2-1-1-2									0.708821	1						
9	1-2-1-1-3									1.227184	0						
10	1-2-1-2-1							3.463603	-	2.010618	39						
11	1-2-1-2-2									2.544688	9						
12	1-2-2					2.138245	21										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
13	1-2-3					1.697165	27										
14	2-1-1-1-1-1-1	29.416592	-	14.387226	-	10.065969	-	9.348194	-	6.157516	-	4.154753	-	2.835285	26		
15	2-1-1-1-1-1-2													0.384845	1		
16	2-1-1-1-1-1-3													1.539379	2		
17	2-1-1-1-1-2-1													1.539379	14		
18	2-1-1-1-1-2-2													1.227184	13		
19	2-1-1-1-1-2-3													1.130972	11		
20	2-1-1-1-2									1.539379	11						
21	2-1-1-1-3									2.986474	20						
22	2-1-1-1-4									0.384845	2						
23	2-1-1-2							2.269799	22								
24	2-1-2					0.708821	1										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
25	2-2-1-1-1-1-1-1			13.331651	-	7.068577	-	6.157516	-	5.107047	-	5.107047	-	4.154753	-	2.269799	31
26	2-2-1-1-1-1-1-2															1.767144	0
27	2-2-1-1-1-1-2													0.502654	0		
28	2-2-1-1-1-2											0.465662	0				
29	2-2-1-1-2									1.985563	23						
30	2-2-1-2							2.010618	22								
31	2-2-2-1-1					4.908734	-	4.154753	-	2.835285	27						
32	2-2-2-1-2									2.269799	9						
33	2-2-2-2							1.038688	7								
34	3-1-1-1-1-1	31.172427	-	11.945896	-	5.939569	-	4.523890	-	4.154753	-	2.138245	29				
35	3-1-1-1-1-2											2.544688	15				
36	3-1-1-1-2									0.785397	8						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
37	3-1-1-1-3									0.795397	6						
38	3-1-1-2							1.651298	34								
39	3-1-2					1.767144	16										
40	3-2-1-1-1			8.042470	-	5.939569	-	4.714348	-	2.630218	32						
41	3-2-1-1-2-1									3.463603	-	1.038688	5				
42	3-2-1-1-2-2											0.502654	4				
43	3-2-1-1-2-3											1.130972	5				
44	3-2-1-1-3									0.636172	2						
45	3-2-1-2							0.785397	13								
46	3-2-2					2.269799	27										
47	4-1-1-1-1-1-1-1	30.190680	-	13.526508	-	7.068577	-	6.605193	-	5.309287	-	4.154753	-	4.154753	-	3.463603	39
48	4-1-1-1-1-1-1-2															0.282743	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งขั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
49	4-1-1-1-1-1-2													0.785397	5		
50	4-1-1-1-1-1-3													1.227184	13		
51	4-1-1-1-1-2											1.130972	8				
52	4-1-1-1-1-3											0.785397	11				
53	4-1-1-1-2									0.636172	12						
54	4-1-1-2							1.130972	10								
55	4-1-1-3							0.384845	4								
56	4-1-2					1.038688	4										
57	4-1-3					5.939569	12										
58	4-1-4					0.331830	3										
59	4-2-1-1-1-1			18.857394	-	4.908734	-	4.908734	-	4.908734	-	4.523890	15				
60	4-2-1-1-1-2											0.785397	6				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิ่งที่	รหัสประจำกิ่งปลาย	ขั้นตอนการแตกกิ่งชั้นที่															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล	พื้นที่หน้าตัด	จำนวนผล
61	4-2-1-1-1-3											0.636172	3				
62	4-2-1-1-2									0.196349	2						
63	4-2-1-2							0.282743	3								
64	4-2-2					1.767144	34										

หมายเหตุ จำนวนกิ่งปลายทั้งหมด เท่ากับ 64 กิ่ง

จำนวนผลบนกิ่งปลายทั้งหมด เท่ากับ 820 ผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย