

เครื่องขุดหัวมันสำปะหลัง

Cassava Harvesting Machine

สุชัย ศศิวิมลพันธุ์*
Suchai Sasivimolphan

สุรัชย์ บวรเศรษฐนันท์**
Surachai Bavornsethanant

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
กรุงเทพฯ 10140

Department of Mechanical Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi
Bangkok 10140

บทคัดย่อ

การเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังในประเทศไทย ปัจจุบันนี้ยังคงอาศัยแรงงานคนเป็นหลักและมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงขุดหัวมันตรงกับฤดูเก็บเกี่ยวอ้อย จึงได้พัฒนาเครื่องขุดหัวมันสำปะหลังเพื่อนำไปใช้ประกอบกับรถไถเดินตาม และใช้คนดำเนินการเพียง 1 หรือ 2 คนเท่านั้น

เครื่องขุดหัวมันสำปะหลังชนิดนี้ พัฒนามาจากผานไถที่ใช้กับรถไถเดินตามให้ควมขุดดินลงไปได้หัวมันสำปะหลังและทำการพลิกหัวมันขึ้นมา ผลการทดลองเครื่องนี้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 400 บาท/ไร่ และใช้เวลาเพียง 1/3 เท่าของการขุดโดยใช้แรงงานอย่างเดียว ชีคความสามารถของเครื่องขึ้นอยู่กับสภาพดินที่ปลูก, ชนิดพันธุ์ที่ปลูก และประสบการณ์ของผู้ใช้เครื่อง

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์, Assistant Professor

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

** อาจารย์, Lecturer

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Cassava Harvesting Machine

Assistant Prof. Suchai Sasivimolphan

Mr.Surachai Bovornsethanant

Abstract

Presently the harvesting of cassava in Thailand still depends on human labour as the main source of power supply hence risking the shortage of labour supply during the sugar cane harvesting season. In order to avoid this problem a team at KMITT has developed a cassava harvesting machine as part of a tractor. The machine could be operated by only one or two men.

The cassava harvesting machine was developed from the concept of an ordinary ploughing machine towed behind by a tractor. The cutter of the machine spins vertically into the soil and digs up the cassava head from the ground. In actual conditions operating on the field, the cassava machine can reduce the harvesting time to one third of the manual harvesting time, with net saving cost of about 400 baht per rai. However, the machine performance depends mainly on the condition of the soil, the species or type of cassava being planted and the experience of the man who operates the machine.

คำนำ

การเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังในประเทศไทย ปัจจุบันยังใช้แรงงาน เกษตรกรอยู่จึงมีปัญหาการขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะฤดูขุดหัวมันตรงกับฤดูเก็บเกี่ยวอ้อย วิธีการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังปัจจุบันมี 2 วิธีคือ

1. การถอน เกษตรกรนิยมใช้คานงัดซึ่งมีลักษณะเป็นง่ามใช้สอดให้ติดกับลำต้นของมันแล้วทำการดึงขึ้นมา วิธีนี้มีข้อจำกัดคือใช้ได้เฉพาะฤดูฝนหรือสภาพดินที่ชื้นและร่วน ถ้านำไปใช้ในฤดูแล้งซึ่งดินแข็งมากจะทำให้หัวมันขาดคาอยู่ในดิน

2. การขุด วิธีการขุดมันสำปะหลัง จะแบ่งได้ 2 ชนิด

2.1 การขุดโดยใช้คนขุด อุปกรณ์ที่ใช้คือ ใช้จอบขุด มีปัญหาจอบตัดหัวมันขาดและนิยมใช้ในฤดูแล้ง

2.2 การขุดโดยใช้เครื่องจักรกล ซึ่งนิยมใช้มี 2 ลักษณะ

ก. การขุดโดยใช้ไถงาน (รูปที่ 1) ใช้พร้อมกับรถแทรกเตอร์ โดยถอดใบไถงานออกเหลือเพียงใบเคียว ทำการไถไปในแนวยาวตามร่องของหัวมัน

ข. การขุดโดยใช้เครื่องมือจุกลาก (รูปที่ 2) ใช้ติดกับรถแทรกเตอร์ขุดไปตามแนวยาวของร่องมัน

ซึ่งอุปกรณ์ที่กล่าวถึงข้างต้นในข้อ (ข) มีราคาแพงที่ต้นทุนกำลังคือรถแทรกเตอร์ ฉะนั้นจึงเกิดความคิดที่จะพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ต้นทุนกำลังราคาถูกลงมาใช้

เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีรถไถเดินตามใช้อยู่เป็นหลักการผลิต ซึ่งนิยมใช้รถไถเดินตามขนาด 11 แรงม้า จึงคิดพัฒนาเครื่องทุ่นแรงมาใช้กับรถไถเดินตาม

จากการศึกษาคุณลักษณะของผานไถ ซึ่งเห็นว่าผานไถแบบ Lister (รูปที่ 3) น่าจะนำมาพัฒนาได้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องขุดหัวมันสำปะหลัง เพื่อทดแทนแรงงานคนที่ขาดแคลน และให้เหมาะสมกับฐานะของเกษตรกรรายย่อย

2. ขอบเขตของเครื่องขุดหัวมันสำปะหลัง

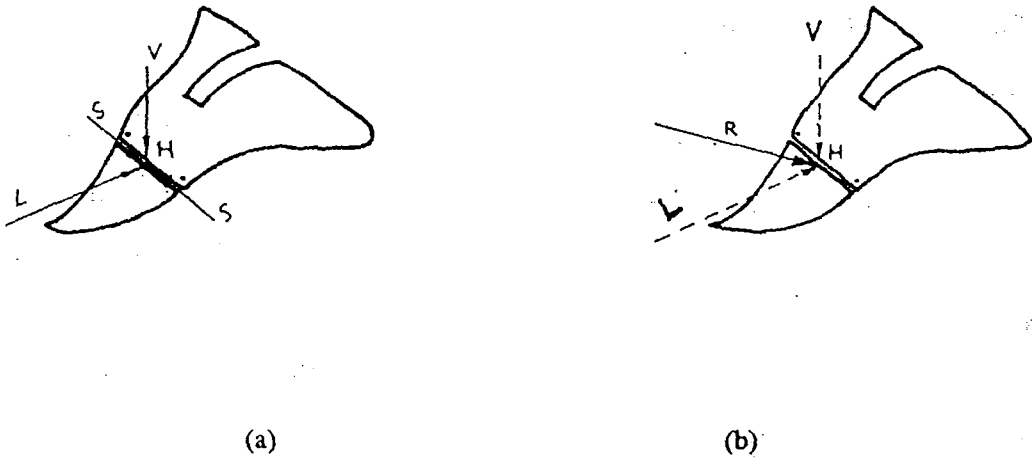
- เครื่องขุดหัวมันสำปะหลังนี้สามารถใช้กับรถไถเดินตาม ที่ใช้กำลังขุดของเครื่องขนาด 11 แรงม้า

- จำนวนหัวมันที่ขุดได้จะต้องมีส่วนที่เสียหายน้อยที่สุด

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นเครื่องจักรที่สามารถใช้คนควบคุมการทำงานเพียงคนเดียวได้

4. การคำนวณหาแรงฉุดลากทั้งหมด



รูปที่ 5 แสดงถึงแรงปฏิกิริยาของดินทั้งหมดที่กระทำต่อไถ

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์แรงกระทำ

R = แรงลัพธ์ของ Useful force และ Parasitic force ที่กระทำต่อไถ

L = แรงแย้อยของ R ตามแนวการเคลื่อนที่

S = แรงแย้อยของ R ตามแนวการเคลื่อนที่

V = แรงแย้อยของ R ตามแนวตั้ง

P = แรงฉุดลากทั้งหมด

T = แรงเสียดทานที่กระทำกับ Landside

W = ความต้านทานจำเพาะของดิน (Specific resistance of soil)

b = ความกว้างในการตัดดิน (Tilling width)

h = ความลึกในการตัดดิน (Tilling depth)

u = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Friction coefficient)

การคำนวณหาแรงจลลากทั้งหมด

$$P = L + T$$

โดยที่

$$L = W \times b \times h$$

$$T = u \times V$$

$$V = 0.45 \times L \quad (\text{สำหรับดินร่วนปนทราย})$$

$$V = 0.6 \times L \quad (\text{สำหรับทราย})$$

ดังนั้นจะได้

$$P = W \times b \times h (1 + 0.45 \times u)$$

$$\text{Power} = P \times \text{ความเร็วของรถลากจูง}$$

แรงจลล P ที่ได้นี้ยังไม่ได้รวมแรงต้าน เนื่องจากสภาพดินที่มีพืชผลทางเกษตร วัชพืช และอื่น ๆ

5. เครื่องขุดหัวมันสำปะหลังที่ออกแบบไว้มี 2 แบบ ดังรูปข้างล่างนี้คือ

- (ก) ใบพลิกดินลักษณะโค้งค้ำ ดังรูปที่ 6
- (ข) ใบพลิกดินลักษณะโค้งหงาย ดังรูปที่ 7

8. ผลการทดสอบข้อมูลภาคสนาม

6.1 ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ทดสอบ	อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา
ลักษณะดิน	ดินร่วนเหนียวปนทราย แห้ง และแข็งมาก
สภาพไร่	ไม่ทำการยกร่อง ไม่มีหญ้า
พันธุ์มัน	พันธุ์ใบเขียวพื้นเมือง
อายุมัน	8 เดือน
ความโตต้นมัน	2.5-3.5 เซนติเมตร
ความโตหัวมัน	2-13 เซนติเมตร
ความยาวของหัวมัน	15-35 เซนติเมตร
รัศมีความแผ่กระจายของหัวมัน	29.2 เซนติเมตร
ความลึกสูงสุดของหัวมัน	21.37 เซนติเมตร
จำนวนหัวมันต่อต้น	3-10 หัว
ความเร็วในการไถ	1.16 km/hr

6.2 ผลการทดสอบใบพลิกดินแบบ (ก)

ใบพลิกดิน ภายดินดี แต่ดินที่คายออกมานั้นยังเป็นดินก้อนใหญ่อยู่ปริมาณ
ของหัวมันต่อต้นที่สามารรถขุดได้นั้น แสดงไว้ในตารางที่ 6.1

ตาราง 6.1 ผลการทดสอบใบพลิกดินแบบ (ก)

ต้นที่	จำนวนหัวมัน ทั้งหมด	จำนวนหัวมัน ที่ขาดอยู่ในดิน	ต้นที่	จำนวนหัวมัน ทั้งหมด	จำนวนหัวมัน ที่ขาดอยู่ในดิน
1	5	0	21	2	0
2	9	2	22	2	0
3	7	2	23	3	1
4	10	3	24	2	2
5	8	2	25	8	1
6	4	1	26	4	1
7	9	1	27	5	2
8	5	1	28	3	0
9	9	2	29	5	0
10	6	1	30	2	0
11	4	0	31	6	0
12	4	3	32	7	1
13	8	2	33	3	1
14	3	0	34	4	1
15	5	2	35	2	0
16	4	2	36	3	0
17	6	0	37	10	2
18	5	0	38	4	1
19	2	0	39	6	1
20	2	1	40	7	1
รวม	115	24	รวม	88	15

รวม จำนวนหัวมันทั้งหมด 203 หัว ขาดอยู่ในดิน 39 หัว

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์หัวมันที่ขุดขึ้นมาได้} &= \frac{(203-39)}{203} \times 100 \\ &= 80.70 \% \end{aligned}$$

6.3 ผลการทดสอบไบพอลิกันแบบ (ข)

ไบพอลิกันจะคายดินดี และดินที่คายออกมาแตกเป็นก้อนเล็ก ๆ ปริมาณของ
หัวมันต่อต้นที่สามารถขุดได้นั้น แสดงไว้ในตารางที่ 6.2

ตาราง 6.2 ผลการทดสอบไบพอลิกันแบบ (ข)

ต้นที่	จำนวนหัวมัน ทั้งหมด	จำนวนหัวมัน ที่ขาดอยู่ในดิน	ต้นที่	จำนวนหัวมัน ทั้งหมด	จำนวนหัวมัน ที่ขาดอยู่ในดิน
1	6	2	21	3	1
2	10	2	22	8	2
3	5	1	23	9	1
4	9	2	24	2	0
5	3	0	25	8	0
6	7	2	26	2	0
7	4	0	27	5	1
8	5	1	28	7	2
9	4	2	29	2	1
10	7	0	30	6	0
11	3	0	31	4	2
12	6	2	32	7	2
13	3	0	33	3	0
14	4	2	34	4	1
15	7	1	35	2	0
16	3	1	36	3	2
17	7	3	37	4	1
18	5	1	38	7	3
19	6	0	39	4	3
20	6	0	40	7	0
			41	3	0
รวม	110	22	รวม	101	22

รวม จำนวนหัวมันทั้งหมด 211 หัว ขาดอยู่ในดิน 44 หัว

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์หัวมันที่ขุดขึ้นมาได้} &= [(211-44)/211] \times 100 \\ &= 79.15 \% \end{aligned}$$

6.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดลองพบว่าสำหรับดินร่วนเหนียวปนทรายที่มีสภาพดินแห้งและแข็ง ควรจะใช้ไบพริกดินแบบ (ข) เนื่องจากให้เปอร์เซ็นต์หัวมันที่ขุดได้สูงและสามารถทำให้ดินที่พลิกหรือคายออกมามีลักษณะแตกเป็นก้อนเล็ก ๆ ได้ดีกว่าไบพริกดินแบบ (ก) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์หัวมันที่ขุดได้มีค่าใกล้เคียงกันและจากการทดสอบนี้พบว่า สำหรับสภาพดินเช่นนี้ไม่มีปัญหาเรื่องรถไถจนดินเลย

6.5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

ก. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้คนขุดอย่างเดียว (แบบเดิม)

ใช้คนงาน 2 คนขุดมัน 1 ตัน ใช้เวลา 50 วินาที

1 ไร่ ปลุกมันประมาณ 1,400 ตัน

$$1 \text{ ไร่ ใช้เวลาขุด} = \frac{1400 \times 50}{60 \times 60} \text{ ชม.} = 21.39 \text{ ชม.}$$

อัตราค่าแรงคนงาน = 100 บาท/คน/วัน (จำนวน 7 ชม./วัน)

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการขุด} = \frac{100 \times 2 \times 21.39}{7} = 611.14 \text{ บาท/ไร่}$$

ข. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ขุดขุดหัวมันที่สร้างขึ้นร่วมกับรถไถเดินตามและ

ใช้คน 2 คนเท่าเดิม

$$1 \text{ ไร่ ใช้เวลาขุด} = 6.34 \text{ ชม./2 คน}$$

$$\text{ใช้น้ำมันดีเซล} = 2.78 \text{ ลิตร/ไร่}$$

$$\text{ราคาน้ำมันดีเซล} = 8.50 \text{ บาท/ลิตร}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการขุด} = \left(\frac{2 \times 100 \times 6.34}{7} \right) + (2.78 \times 8.50)$$

$$= 181.14 + 23.63$$

$$= 204.77 \text{ บาท/ไร่}$$

$$\text{สามารถประหยัดเวลาได้} = 21.39 - 6.34$$

$$= 15.05 \text{ ชม./ไร่}$$

$$= 70.3 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{สามารถประหยัดค่าแรงได้} &= 611.14 - 204.77 \\
 &= 406.37 \text{ บาท/ไร่} \\
 &= 66.5 \%
 \end{aligned}$$

(ค) การคิดระยะเวลาการคืนทุนเครื่องจักรที่จะต้องซื้อ

1. ค่ารถไถเดินตาม 45,000 บาท
(ชนิด 11 แรงม้า)
2. ค่าบำรุงรักษาเครื่อง 2,000 บาท/ปี
3. ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร 9,000 บาท/ปี

สมมติให้เครื่องจักรนี้ทำงานปีละ 100 ไร่

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายลงทุน}}{\text{ค่าแรงที่ประหยัดได้}}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ปี ประหยัดค่าแรงได้} &= \frac{4,500 + 2,000 + 9,000}{406.37 \times 100} \\
 &= 1.378 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบ สรุปได้ดังนี้

7.1 สำหรับลักษณะดินที่เป็นดินร่วนปนทราย

ควรใช้ผานไถประกอบด้วยใบพลิกดินแบบ (ก) เพราะมีลักษณะการคายดินที่ดี แต่เนื่องจากดินร่วนปนทรายมีความหนาแน่นต่ำ ยิ่งบริเวณที่ดินมีสภาพเป็นทรายจัด จะทำให้ล้อรถไถจมลงไปดินได้ง่าย ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาล้อรถไถให้เหมาะสมกับสภาพดินที่เป็นทรายต่อไป

7.2 สำหรับลักษณะดินที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย

ควรใช้ผานไถประกอบด้วยใบพลิกดินแบบ (ข) เพราะนอกจากจะขุดหัวมันได้แล้วยังช่วยทำลายดิน ทำให้ดินแตกเป็นก้อนเล็ก ๆ มีลักษณะร่วนซุยมากขึ้นเป็นการไถพรวนเตรียมดินไปในตัว

7.3 เครื่องขุดมันสำปะหลังนี้จะต้องมีการทดสอบเก็บข้อมูลเพิ่มเติม โดยเฉพาะพันธุ์ของมันสำปะหลังแต่ละอย่างให้ขนาดหัวไม่เท่ากัน น่าจะพัฒนาพันธุ์หรือเครื่องขุดให้เหมาะสมและสภาพดินที่ปลูกต่อไป

7.4 เมื่อมีปัญหาแรงงาน เครื่องจักรนี้พัฒนาและนำมาใช้แทนแรงงานได้ เพราะมีระยะคืนทุนเร็วประมาณ 1 ปีครึ่ง และสามารถประหยัดเวลาได้ถึง 70.6 %

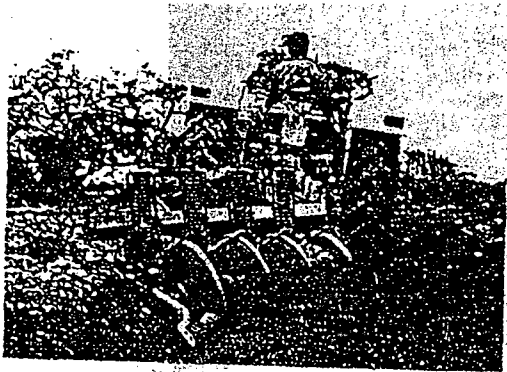
กิติกรรมประกาศ

คณะวิจัยฯ ขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมทำนี้ช่วยให้การสร้างเครื่อง บรรลุตาม เป้าหมายด้วยดีคือ

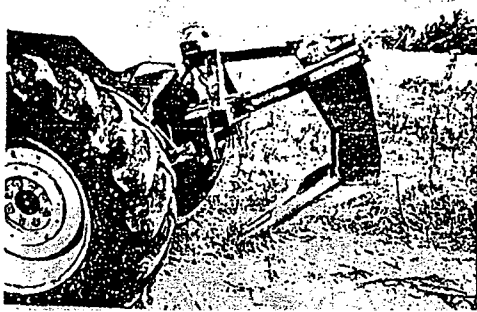
1. สมาคมผู้ค้ามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ให้ทุนอุดหนุนวิจัย
2. ศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดระยอง
3. คุณประพันธ์ เขียนนอก และ คุณครรชิต พันธุ์ศักดิ์ศิริ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการนำเครื่องไป ทดสอบ ณ ไร่ จังหวัดนครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

1. นายบรรยงค์ เขียวพฤษย์ และ นายประนพ สาลีพิมล, 2527, ศึกษาแรงจลลากลในแนวระดับต่อหน่วยพื้นที่ของไถหัวหมู เมื่อความเร็วรถแปรเปลี่ยน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ศศ.มงคล กวางวโรภาส, 2530 เครื่องทุ่นแรงในฟาร์ม, พิมพ์ครั้งที่ 1, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. นายสมชัย เถาสมบัติ, 2531, ทฤษฎีการใช้งานและการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลการเกษตร, พิมพ์ครั้งที่ 1, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. นายประเสริฐ มารยาท และคณะฯ, 2534, วิทยานิพนธ์ เครื่องขุดมันสำปะหลัง, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. นายชัยวัฒน์ แสงสุรศักดิ์ และคณะฯ, 2535, วิทยานิพนธ์ เครื่องขุดมันสำปะหลัง 2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รูปที่ 1 ไตรจาน

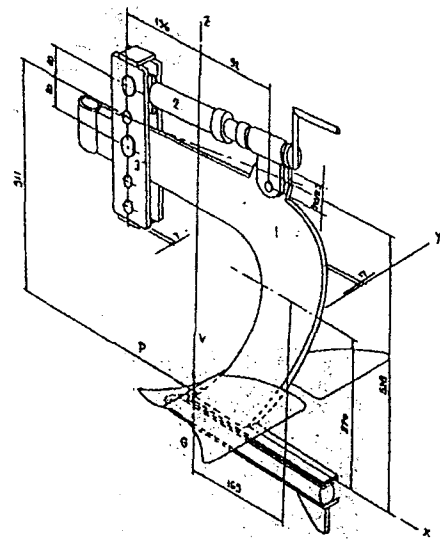


รูปที่ 2 อุปกรณ์การหมุนสำหรับใช้ไถไร่ไถนา



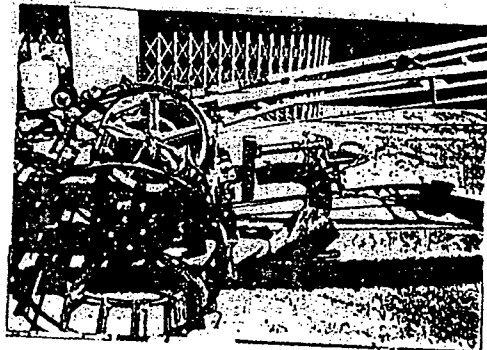
รูปที่ 3 ส่วนไถของรถไถสำหรับใช้ไถไร่ไถนาที่ผลิตโดยบริษัท Lister (แบบ Lister)

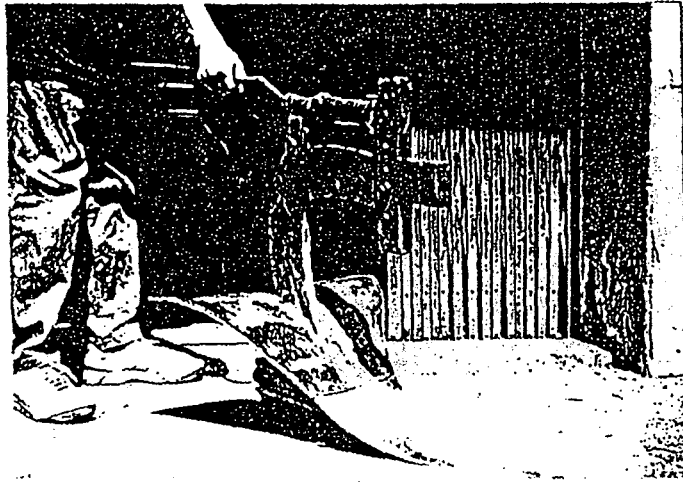
โครงสร้างของพานไถที่ออกแบบ



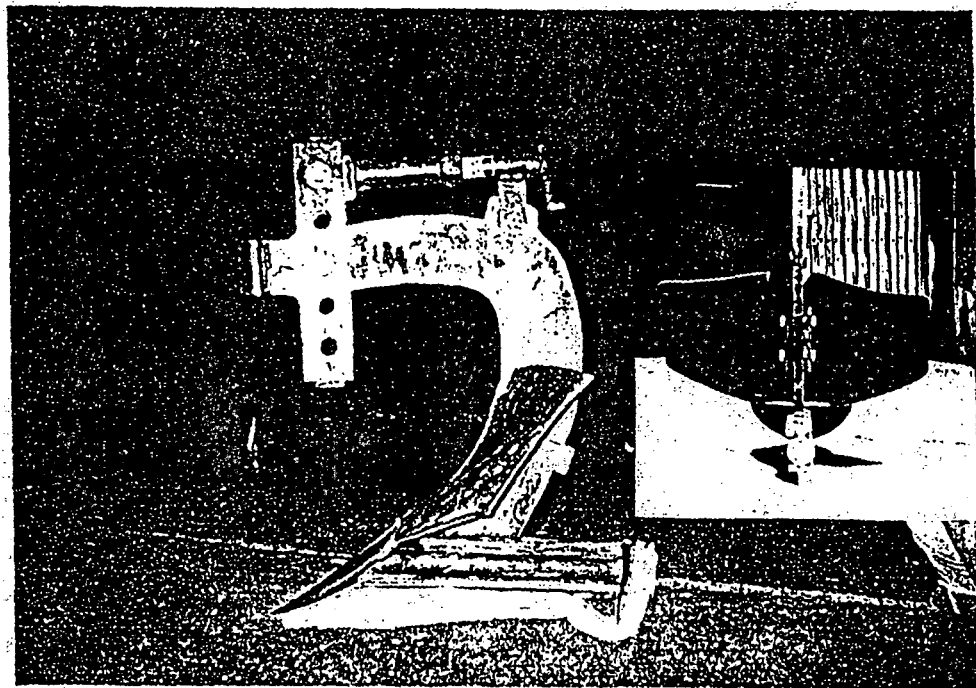
รูปที่ 4 ชุดของรางต่างๆที่กระทำต่อพานไถ

- ไถที่ P - รางด้านของดินที่กระทำต่อพานไถ
- Y - รางที่กระทำต่อพานไถในแนวดิ่ง
- S - รางที่กระทำต่อพานไถทางด้านข้าง
- O - รางเบี่ยงที่อาจเอียงจากหน้าปัดของพานไถ มีค่าประมาณ 0.20 ไร่





รูปที่ 6 ผานไถชุดมันสำปะหลังชุดใหม่ พร้อมใบพลิกคืนแบบ (ก)



รูปที่ 7 ผานไถชุดมันสำปะหลังพร้อมใบพลิกคืนแบบ (ข)