

ไม้ใช้เป็นสินค้าได้ของไทยบางชนิดที่มีผลึกซึ่งมีผลทำให้เครื่องมือที่

CRYSTALS IN SOME THAI COMMERCIAL WOOD TO
HAVE A DULLING EFFECT ON TOOLS

SUPICHAYA BHASAPUTRA ^{1/}

สุพิชญ์ ภาสบุตร

ABSTRACT

A collection of some crystal-bearing Thai commercial wood, belonging to 41 genera of 22 families, was made with reference to the distribution and type of crystals in containing cells. The occurrence of crystals is diagnostically important in separating closely related species. When there are crystals abundantly present, they may have a dulling effect on tools. In some genera, there are modifications of the crystals-containing cells which are enough consistent and to form as useful key to families sometimes to genera. These are : (a) presence of crystals in enlarged cells, (b) the presence of a number of crystals of various size and shape in one cell, (c) changes in the cell wall, causes of cells become sclerosed.

The study which was terminated in 1982, aimed to avoid timber which may have abundantly crystals. The results of the 4 years of exhaustive search had been compiled in this terminal report along with available crystals on the Appendix table.

The following types of crystals are found.

1. Rhomboidal crystal, square or diamond-shaped. These are the most common of all crystal types. They may occur singly, two or more per cell. These are commonly deposited either in the rays and for axial parenchyma in species of many families.

^{1/} The author is assistant Professor and graduate staff, respectively, Department of Forest Products, Kasetsart University, Faculty of Forestry, Bangkok.

2. Druses crystals, spherical clusters either attached to the cell wall by a peg or lying in the cells. These are present in Terminalia spp., of the family Combretaceae.
3. Acicular, Needle-shaped crystals which are often small, free in and do not fill the cells. These are deposited in ray cells of many species of the Verbenaceae.

These research is significant in that it raises possibility of protection of a dulling effect on tools before lumbering, a possibility that points to further research which may have new Technology in order to solve this problem.

เรื่องย่อ

จากการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมผลึกในไม้ไทยที่ใช้เป็นสินค้าได้บางชนิดจาก ๔๑ สกุล และ ๒๒ วงศ์ พบว่าผลึกมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ตลอดจนการกระจายอยู่ในแต่ละเซลล์ ตามตำแหน่งของเซลล์ต่างกัน บางชนิดอยู่นอกเซลล์ บางชนิดอยู่ภายในเซลล์ เหตุที่ต้องศึกษา เพราะว่าผลึกแบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในไม้ มีผลทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปไม้ทื่อ และ ไม้แต่ละอย่างมีผลึกรูปร่างและจำนวนมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะใช้ลักษณะและรูปร่างผลึก แยกลักษณะวงศ์ สกุลและอาจถึงชนิดไม้ได้ นอกจากนี้การอยู่ของผลึกโดยเฉพาะในเซลล์ เช่น พารามาตา จะทำให้รูปร่างของเซลล์แตกต่างกันออกไป ผลึกบางชนิดทำให้ผนังเซลล์ที่มีลักษณะ บางอยู่ก่อนแล้วกลายเป็นผนังหนาได้ จากผลการศึกษาลักษณะและรูปร่างของผลึกพบว่า ไม้ ส่วนมากที่นำมาใช้เป็นสินค้าได้หลายชนิดและหลายวงศ์ มีผลึกเป็นรูปสี่เหลี่ยม หรือเหลี่ยมขนมเปียกปูน ส่วนผลึกชนิดอื่น ๆ เช่น รูปกลม หรือค่อนข้างกลมและรูปเข็ม มักพบน้อยมากในบางวงศ์ และบางชนิดเท่านั้น อาทิ ผลึกรูปเหลี่ยมขนมเปียกปูน จะพบมากที่สุดและพบในวงศ์ต่าง ๆ ดัง ปรากฏในตารางรายงาน ๑-๕

ผลการค้นคว้านี้สำคัญ และจำเป็นมากที่ช่วยให้ผู้ใช้เครื่องมือทางไม้ หรือแปรรูปไม้พยายามหาทางป้องกันเครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปไม้ ไม่ให้ทื่อเร็ว และถ้าเป็นไปได้ อาจจะเป็นประโยชน์กับผู้ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าประดิษฐ์เครื่องมือชนิดใหม่และมีประสิทธิภาพสูง ในการแปรรูปไม้ แต่ไม่ทื่อเร็ว โดยอาศัยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนหาวิธีการขจัดสาร ผลึกในไม้ก่อนที่จะนำมาแปรรูป ซึ่งเรื่องนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในอนาคตอย่างยิ่ง

คำนำ

พรรณไม้ตระกูลใบกว้างจัดเป็นไม้ประเภทหนึ่งที่มีชื่อศัพท์ทางวิชาการภาษาอังกฤษว่า Hardwood (ฮาร์ดวูด) ซึ่งมีไม้มากมายและหลายชนิด ในบรรดาไม้เหล่านี้มีไม้เป็นจำนวนมากที่ใช้เป็นสินค้าได้ จัดจำแนกอยู่ในวงศ์ต่าง ๆ มากมาย ภายในเซลล์ของไม้เหล่านี้มีอากาพาราเรงคิม่า เรย์ และอื่น ๆ อาจจะมียาสารผลึก (Crystals) ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์พวกเกลือแคลเซียม หรือพวกเกลือแมกนีเซียมออกซาลาเลท บรรจุอยู่และอาจจะอยู่นอกหรืออาจจะอยู่ระหว่างเซลล์หรือในเซลล์เหล่านี้ก็ได้ ซึ่งผลึกเหล่านี้อาจจะมียามากบ้างน้อยบ้าง มีรูปร่างต่าง ๆ กัน และมีผลทำให้เครื่องมือที่อ้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือทางไม้หรือเครื่องมือแปรรูปไม้ นอกจากนี้ยังทำให้รูปร่างของเซลล์ที่มันบรรจุอยู่มีรูปร่างเปลี่ยนไปและผลึกบางชนิดยังมีประโยชน์ในการจำแนกวงศ์ตลอดจนสกุลไม้ได้อีกด้วย ในกรณีที่มีลักษณะและจำนวนแตกต่างกันด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องศึกษาและตรวจสอบว่าไม้วงศ์ใดมีผลึกรูปแบบใดในบรรดา รูปแบบผลึกต่าง ๆ เช่น อาจจะเป็รูปเหลี่ยม รูปกลม รูปเข็ม ฯลฯ เพื่อจะได้เป็นแนวทางให้ผู้ประดิษฐ์เครื่องมือแปรรูปไม้ได้ประดิษฐ์เครื่องมือที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพในการแปรรูปแต่ไม้ที่อ้อมเร็ว และเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำไม้ที่จะหลีกเลี่ยงการแปรรูปไม้ชนิดนั้น หรือหาวิธีการขจัดผลึกก่อนนำมาแปรรูป ซึ่งเป็นเรื่องต้องวิจัยกันต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

จากแผ่นสไลด์ถาวรของไม้ตัวอย่างแต่ละชนิดของแต่ละวงศ์ สำหรับศึกษา ลักษณะโครงสร้างของไม้อย่างละเอียดที่เตรียมและมีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการเทคนิคทางไม้ของภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากสไลด์เหล่านั้นได้ถูกนำมาศึกษาและตรวจสอบว่าไม้ชนิดใด ของแต่ละวงศ์มีผลึกแบบใด โดยตรวจสอบทางด้านรัศมีและด้านสัมผัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านรัศมีมักจะเห็นลักษณะผลึกชัดเจนกว่า การตรวจสอบจะศึกษาทั้งผลึกที่อยู่ภายในเซลล์และนอกเซลล์ของเซลล์ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นเส้นใย เซลล์เวสเซล เซลล์พาราเรงคิม่า และเซลล์อื่น ๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและสูง ตั้งแต่ ๑๐ เท่าถึง ๑๐๐ เท่าแล้วแต่ความเหมาะสมตามลำดับ

ผลและวิจารณ์ผล

ผลของการตรวจสอบจากด้านรัศมีและด้านสัมผัสของไม้ตระกูลใบกว้างที่ใช้เป็น
สินค้าได้ในประเทศไทย พบว่าด้านรัศมีจะเห็นผลึกชัดกว่าด้านสัมผัส และผลึกที่พบมีหลายรูป-
แบบแตกต่างกันในไม้ อาทิ รูสี่เหลี่ยมหรือรูปเหลี่ยมขนมเปียกปูน (Rhomboidal) ค่อนข้าง
รูปกลม (Druses) รูปเข็ม (Acicular) แต่ส่วนมากมักจะพบผลึกรูปเหลี่ยมมากที่สุด
รองลงไปรูปค่อนข้างกลม ส่วนรูปเข็มจะพบน้อยที่สุดและมักจะไม่เกิดอยู่ภายในเซลล์ สำหรับ
ผลึกรูปกลมหรือค่อนข้างกลมมักจะพบเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวติดอยู่ภายในเซลล์ หรือตามผนังเซลล์
สำหรับผลึกรูปเหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือรูปเหลี่ยมจะพบมากที่สุดและอาจจะมี ๑ หรือ ๒ ซึ่ง
มากกว่าภายในเซลล์หนึ่ง ๆ เซลล์ที่พบว่ามีผลึกพวกนี้ได้แก่เซลล์รัศมี เซลล์พาเรงคิมาตาม
ยาว และพบว่ามีอยู่ในไม้วงศ์ต่าง ๆ ดังนี้ คือวงศ์ Alangiaceae Burseraceae
Dipterocarpaceae Ebenaceae Euphorbiaceae Flacourtiaceae Leguminosae
Meliaceae Rhizophoraceae Sterculiaceae Tiliaceae Verbenaceae ฯลฯ
นอกจากจะพบอยู่ในเซลล์ดังกล่าวแล้วยังพบว่าส่วนมากจะอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมาแบบตั้ง
(Upright cell) หรือ เซลล์ทรงเหลี่ยมอื่น ๆ มากกว่าในเซลล์พาเรงคิมาแบบนอน (Pro-
cumbent Cell) นอกจากนี้ยังพบในเซลล์พาเรงคิมาแบบแถว (Strand parenchyma)
และพาเรงคิมาที่อยู่ล้อมรอบพอร์อีกด้วย ผลึกพวกนี้จะทำให้ขนาดและรูปของเซลล์เปลี่ยนแปลง
ไปเมื่อเวลามันเพิ่มขนาดขึ้น ซึ่งผลึกเหล่านี้จะเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการแปรรูปไม้ เพราะ
จะทำให้เครื่องมือแปรรูปทื่อเร็วเนื่องจากจำนวนและขนาดที่เพิ่มขึ้นของผลึกแบบนี้ จะมีอยู่
ทั่วไปในเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้ สำหรับผลึกรูปอื่น ๆ มักพบน้อย จากการตรวจสอบพบว่า
ผลึกรูปค่อนข้างกลมมักอยู่เป็นกลุ่มติดอยู่กับผนังเซลล์หรืออยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมาและผลึก
รูปกลมนี้พบในไม้สกุล Terminalia spp ซึ่งอยู่ในวงศ์ Combretaceae เป็นส่วนมาก
และยังพบว่าในวงศ์ Verbenaceae นอกจากจะมีผลึกรูปเหลี่ยมดังกล่าวยังพบว่ามีผลึกรูปเข็ม
ปะปนอยู่เล็กน้อย แต่ไม่ได้อยู่ภายในเซลล์ ส่วนผลึกรูปคล้ายปากกา หรือปริซึมพบน้อย เท่าที่
พบ ๆ ในไม้ ตงหน (Callophyllum pulcherimum วงศ์ Guttiferae และอยู่
ภายในเซลล์พาเรงคิมาตามยาวดังรูปที่ ๕

ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าในบรรดาผลิกรูปแบบต่าง ๆ หลายชนิดนั้น ผลึกที่พบมากที่สุด คือแบบรูปเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและพบในไม้ที่ใช้เป็นสินค้าได้ส่วนมากและยังพบว่าอยู่ในไม้วงศ์ต่าง ๆ มากมาย ฉะนั้นจึงอาจสันนิษฐานหรือสรุปได้ว่าเครื่องมือแปรรูปไม้ ที่ต่อเรืออาจจะเนื่องมาจากผลิกรูปเหลี่ยมนี้เป็นส่วนมากกว่าได้ ซึ่งเรื่องนี้น่าจะเป็นเรื่องที่ควรสนใจอย่างยิ่งสำหรับผู้ผลิตเครื่องมือแปรรูปไม้ จะทำอย่างไรจึงจะผลิตเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงไม่ต่อเรือ สำหรับโรงงานแปรรูปไม้จะทำอย่างไรจึงจะขจัดผลึกเหล่านี้ก่อนที่จะทำการแปรรูป ซึ่งเป็นเรื่องที่นักวิชาการควรหันมาสนใจทำการวิจัยค้นคว้าในอนาคต แต่อย่างไรก็ตาม รูปร่างลักษณะของผลึกบางครั้งก็เป็นประโยชน์ที่จะจำแนกวงศ์และสกุลของไม้ได้เช่นกัน ถึงแม้ว่าไม้อาจจะแยกถึงชนิดไม้สำหรับบางชนิดได้ก็ตาม

1. ALNACEAE	+	-	+
2. CASUARINACEAE	-	-	+
3. COMBRISTACEAE	+	-	-
4. EUPHORBIACEAE	-	-	+
5. FAGACEAE	-	-	+
6. FLACOURTIACEAE	-	-	+
7. GUTTIFERAE	-	-	+
8. HYPERICACEAE	-	-	+
9. LEGUMINOSAE	-	-	+
10. MIMANTHACEAE	-	-	+
11. MUCONILLACEAE	-	-	+
12. NELLACEAE	-	-	+
13. OLACACEAE	-	-	+
14. RUBROPHORACEAE	-	-	+
15. STERCULIACEAE	-	-	+
16. TILIACEAE	-	-	+
17. VERBENACEAE	+	-	+

Symbol: + = presence

- = absence

Table 1. Some crystal bearing Thai commercial wood families

Families.	Crystals types			Remark
	Rhomboidal	Druses	Acicular	
1. ALANGIACEAE	+	-	-	Abundant
2. ANACARDICEAE	+	-	-	Less
3. BOMBACACEAE	+	-	-	Abundant
4. Burseraceae	+	-	-	Abundant
5. CASUARINACEAE	+	-	-	Less
6. COMBRETACEAE	-	+	-	Abundant
7. DIPTEROCARPACEAE	+	-	-	Abundant
8. EBENACEAE	+	-	-	Abundant
9. EUPHORBIACEAE	+	-	-	Abundant
10. FAGACEAE	+	-	-	Abundant
11. FLACOURTIACEAE	+	-	-	Abundant
12. GUTTIFERAE	+	-	-	Abundant
13. HYPERICACEAE	-	-	-	None
14. LEGUMINOSAE	+	-	-	Abundant
15. LYTHRACEAE	+	-	-	less
16. MAGNOLIACEAE	+	-	-	Less
17. MELIACEAE	+	-	-	Abundant
18. OLECACEAE	-	-	-	None
19. RHIZOPHORACEAE	+	-	-	Abundant
20. STERCULIACEAE	+	-	-	Abundant
21. TILIACEAE	+	-	-	Abundant
22. VERBENACEAE	+	-	+	Abundant (Rhom) Less (Acicu)

Symbol: + = presence
- = absence

Table 2. Some Crystal-bearing Thai commercial wood species

Families	Species	Crystal types			Remark
		Rhomboidal	Druses	Acicular	
1.	ปฐ Alangium salviifolium	+	-	-	Abundant
2.	รัก Melanorrhoea usitata	+	-	-	Less
	มะม่วงป่า Mangifera spp.	+	-	-	Less
3.	ทุเรียนนก Boschia griffithii	+	-	-	Abundant
4.	ตะคร้ำ Garuga spp	+	-	-	Abundant
5.	สนทะเล Casuarina equisetifolia	+	-	-	Less
6.	สมอทิเบต Terminalia belerica	-	+	-	Abundant
	สมอไทย Terminalia chebula	-	+	-	Abundant
7.	ยาง Dipterocarpus spp	+	-	-	Abundant
	ยาง Dipterocarpus grandiflorus	+	-	-	Abundant
	ตะเคียนทอง Hopea odorata	+	-	-	Abundant
	ไข่เต่า Parashorea stellata	+	-	-	Abundant
	รัง Pentacme suavis	+	-	-	Abundant

Table 3. Some Crystal-bearing Thai commercial wood species

Family	Species	Crystal types			Remark
		Rhomboidal	Druses	Acicular	
	พยอม Shorea floribunda	+	-	-	Abundant
	เหียง Shorea obtusa	+	-	-	Abundant
8.	มะเกลือ Diospyros mollis	+	-	-	Abundant
9.	ยางพารา Hevea brasiliensis	+	-	-	Abundant
10.	ก่อ Castanopsis spp	+	-	-	Abundant
	ก่อ Lithocarpus spp	+	-	-	Abundant
	ก่อ Quercus spp	+	-	-	Abundant
11.	กระเบา Hydnocarpus anthelmin- ticus	+	-	-	Abundant
12.	ดงหน Calophyllum pulcherrimum	+	-	-	Abundant
13.	คิ้ว, แต้ Cratoxylon spp	-	-	-	None
14.	สีเสียดแก่น Acacia catechu	+	-	-	Abundant
	มะค่าโมง Afzelia xylocarpa	+	-	-	Abundant

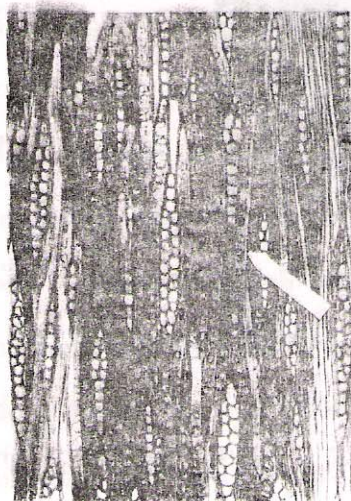
* หมายเหตุ ผลึกรูปปากกา (Styloid) พบในไม้ดงหน แต่พบน้อยมาก

Table 4. Some Crystal-bearing Thai commercial wood species

Families	Species	Crystal types			Remark
		Rhomboidal	Druses	Acicular	
	พญาสัตบรรณ Albizzia lebbek	+	-	-	Less
	คูน Cassia fistula	+	-	-	Abundant
	แสมสาร Cassia garrettiana	+	-	-	Abundant
	พญาสัตบรรณ Dalbergia cochinchinensis	+	-	-	Abundant
	กะพี้เขาควาย Dalbergia cultrata	+	-	-	Abundant
	ชาก Erythrophleum spp	+	-	-	Less
	หลุมพอ Intsia bakeri	+	-	-	Abundant
	ยวน Koompasia excelsa	+	-	-	Abundant
	ทองปึง Koompasia malaccensis	+	-	-	Abundant
	ปิ่น Milletia brandisiana	+	-	-	Abundant
	ประดู่ Pterocarpus macrocarpus	+	-	-	Abundant
15	ตะแบกใหญ่ Lagerstroemia calyculata	+	-	-	Less
	เสลาใบใหญ่ Lagerstroemia loudonii	+	-	-	Less

Table 5. . . . Some Crystal-bearing Thai Commercial wood species

Families	Species	Crystal types			Remark
		Rhomboidal	Druses	Acicular	
16	จำปาป่า Michelia spp	+	-	-	Less
17	ตาเสือ Amoora polystachya	+	-	-	Abundant
	สะเดา Azadirachta indica	+	-	-	Abundant
18	กุหลิม Scorodocarpus borneensis	+	-	-	None
19	โคงทางใบเล็ก Rhizophora candelaria	+	-	-	Abundant
20	ชุมแพรง Tarrietia javanica	+	-	-	Abundant
21	เสียงมัน Burrya ammonilla	+	-	-	Abundant
22	สีเสียดเปลือก Pentace burmanica	+	-	-	Abundant
23	สัก Tectona grandis	+	-	+	Abundant
24	ตีนนก Vitex limonifolia	+	-	-	Less

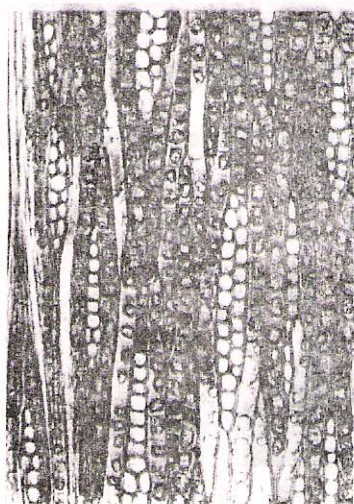


1



2

Figure 1-2. Rhomboidal-shaped crystals type : 1) Tangential section(10x)
2) Radial section (100x). (Rhizophora candelaria).



3



4

Figure 3-4. Druses shaped crystals type: 1) Tangential section(10x).
2) Radial section (10x). (Terminalia chebula).

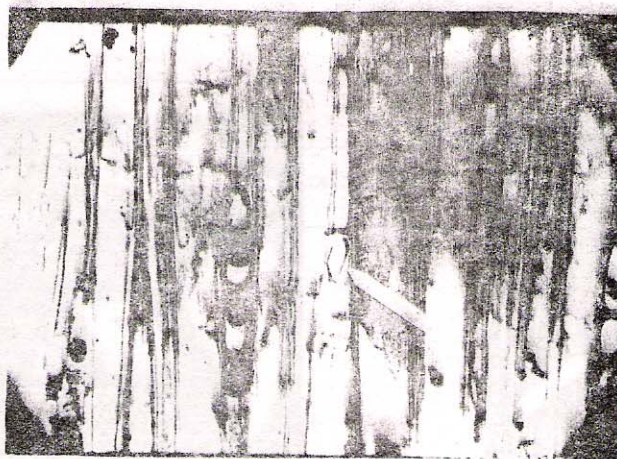


Figure 5. Stylized shaped crystals type : Tangential section (40x).
(Callophyllum pulcherrimum).



Figure 6. Crystals in wood parenchyma strand : Tangential section (40x).
(Hopea odorata).

ผลิตรูปต่าง ๆ ในเซลล์ของพรรณไม้ตระกูลใบกว้างของไทยที่ใช้เป็นสินค้าไทย ๒๐ วงศ์ ๔๑ สกุล ดังปรากฏในตารางที่ ๑ ซึ่งไม่ว่าจะขึ้นในปากหรือปายาเลนจะมีรูป ลักษณะและจำนวนมากน้อยแตกต่างกัน แต่ส่วนมากจะพบผลิตรูปสี่เหลี่ยมหรือเหลี่ยมขนมเปียก-ปูนมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าวงศ์ที่มีไม้มากที่สุดและนำมาใช้เป็นสินค้ามากที่สุดจะมีผลิตรูปเหลี่ยม มาก อาทิ วงศ์ Dipterocarpaceae Leguminosae และ วงศ์ Meliaceae และไม้ทุกชนิด ในวงศ์ต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะมีผลิตรูปเหลี่ยมเป็นส่วนมากและมีจำนวนมากด้วย ส่วนมากไม้ในวงศ์นี้ มักจะนำมาก่อสร้างและทำเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่ และในการแปรรูปไม้เครื่องมือที่ใช้แปรรูป เช่น เลื่อย มักจะทื่อเร็ว ส่วนไม้ที่มีผลิกชนิดนี้น้อย แต่มีผลิกชนิดอื่นเช่น รูปทรงกลม รูปเข็ม อาจจะมากน้อยต่างกัน แต่เครื่องมือที่ใช้อาจจะทื่อช้าหรือเร็วมากหรือน้อยต่างกันสุดแล้วแต่ผู้แปรรูป ควรจะสังเกตจากเครื่องมือที่หลังแปรรูป ฉะนั้นอาจจะสันนิษฐานและสรุปได้ว่าผลิกที่ทำให้เครื่องมือทื่อเร็วอาจจะเป็ผลิตรูปเหลี่ยมนี้เป็นส่วนใหญ่ก็ว่าได้ เพราะผลิกพวกนี้มีกอนโตและมีจำนวน มาก นอกจากนี้ยังพบอยู่ในไม้ที่ใช้เป็นสินค้าได้หลายชนิดอีกด้วย ดังนั้นผู้ประดิษฐ์เครื่องมือแปรรูป ควรจะหาวิธีทำอย่างไรที่จะประดิษฐ์เครื่องมือแปรรูปที่มีประสิทธิภาพสูงในการแปรรูปและทื่อช้า และผู้แปรรูปไม้จะทำอย่างไรจึงจะขัดผลิกก่อนที่จะทำการแปรรูปเพื่อรักษาคุณภาพ เครื่องมือ ให้ใช้งานได้นาน ซึ่งเรื่องนี้คงจะเป็นประโยชน์กับนักวิจัยค้นคว้าต่อไปในอนาคต และเป็นประโยชน์ กับผู้ใช้ไม่ว่าไม้วงศ์ใด ชนิดใดที่มีผลิกในไม้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. ESAU, KATHERINE. 1960. Plant Anatomy. John Willey & Sons. Inc. New York: London
2. KOLLMANN, COTE, JR. 1968. Principles of Wood Science & Technology. Vol.1 Solid Wood Berlin: Springer Verlag
3. METCALF, C & L. CHALK 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol.1 Oxford: Clarendon Press.