



# ลูกเทนนิส (Tennis Ball)

เรียบเรียงโดย.....เชนรัตน์ ลากพุลชนะอนันต์

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง

## ประวัติ

ในยุคเริ่มแรกของการทำลูกเทนนิส ลูกเทนนิสมักจะทำมาจากหนังสัตว์ที่ภายในยัดไส้ด้วยเส้นผมหรือขนแกะ ลูกเทนนิสในยุคแรกประดิษฐ์ขึ้นจากช่างฝีมือชาวสก็อตที่ทำลูกเทนนิสจากกระเพาะของแกะหรือแพะที่หุ้มด้วยขนแกะและมัดด้วยเชือก โดยมีหลักฐานการค้นพบบนหลังคาของอาคารเวสต์มินสเตอร์ (Westminster Hall) ในพระราชวังเวสต์มินสเตอร์ระหว่างช่วงที่มีการซ่อมแซมในรัชสมัยของ Henry VIII หรือในอีกตำนานหนึ่ง คือ ลูกเทนนิสทำจากมวลตุหหลายชนิด เช่น ขนสัตว์ เชือกที่ทำจากลำไส้และลำคอของสัตว์ และไม้สน ซึ่งถูกพบภายในปราสาทของชาวสก็อตแลนด์ตั้งแต่ศตวรรษที่ 16 ในช่วงศตวรรษที่ 18 ลูกเทนนิสทำจากการนำเส้นด้ายที่ทำจากขนแกะขนาดกว้าง  $\frac{3}{4}$  นิ้วมาพันไขว้ไปมาให้เป็นรอบแกนกลางลูกบอลและนำผ้าสีขาวมาเย็บคลุมรอบลูกบอล ลักษณะของลูกเทนนิสแบบนี้ (แต่ใช้แกนกลางเป็นยาง) ยังคงมีการนำมาใช้ในการแข่งขันดั้งเดิมที่เรียกว่า Real tennis และในช่วงปี 1870-1879 ได้มีการผลิตลูกเทนนิสที่แกนกลางทำจากยางวัลคาไนซ์เป็นครั้งแรก

## ชนิด

ลูกเทนนิสแบ่งตามแกนกลางออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลูกเทนนิสแบบมีความดันภายในหรือลูกเทนนิสแบบมีแรงอัด (Pressurized tennis balls) มีแรงกระดอนอยู่ระหว่าง 48 - 53 นิ้ว ต้องมีแรงอัดภายใน (0.6-1.2 กก./ตร.ซม.) สูงกว่าแรงอัดภายนอก
2. ลูกเทนนิสแบบไม่มีความดันภายในหรือลูกเทนนิสแบบไร้อัด (Non Pressurized or Pressureless tennis balls) มีแรงกระดอนสูงระหว่าง 53 - 58 นิ้ว และมีแรงอัดภายในพอๆ กับแรงอัดภายนอก (0 - 0.4 กก./ตร.ซม.)

## มาตรฐานของลูกเทนนิสตามกติกาเทนนิส (มาตรฐาน International Tennis Federation)

1. ผิวของลูกเทนนิสต้องมีสีขาวหรือสีเหลืองและกลมเรียบเสมอกันทั้งลูก ถ้ามีรอยต่อจะต้องไม่เป็นตะขีบ
2. เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 6.35 - 6.67 เซนติเมตร (2 - 2  $\frac{5}{8}$  นิ้ว)
3. น้ำหนักอยู่ในช่วง 56.7 - 58.5 กรัม (2 - 2  $\frac{1}{16}$  ออนซ์)
4. การกระดอนของลูกเมื่อทิ้งลงจากที่สูง 254 เซนติเมตร (100 นิ้ว) บนพื้นคอนกรีตจะต้องกระดอนอยู่ในช่วง 135 - 147 เซนติเมตร (53 - 58 นิ้ว)
5. เมื่อกดปลายทั้งสองข้างของเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกด้วยกำลัง 8.165 กิโลกรัม (18 ปอนด์) ผิวของลูกเทนนิสจะยุบตัวเข้าไปประมาณ 0.56 - 0.75 เซนติเมตร (0.022 - 0.290 นิ้ว)
6. เมื่อกดให้ยุบตัว 2.54 เซนติเมตร (1 นิ้ว) ปล่อยให้คืนตัว แล้ววัดระยะที่ยุบตัวต้องอยู่ระหว่าง 0.89 - 1.08 เซนติเมตร (0.350 - 0.425 นิ้ว) ตัวเลขเหล่านี้คิดเฉลี่ยจากการกดลูกในแนวแกนทั้งสามของลูก และค่าที่ได้จากการกดในระหว่างแกนที่ต่างกันคู่หนึ่งต้องไม่ต่างกันมากกว่า 0.08 เซนติเมตร (0.030 นิ้ว)

## การผลิตลูกเทนนิส

### 1. วัสดุและสารเคมี

ตัวอย่างวัสดุและสารเคมีที่ใช้แสดงได้ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสูตรยางแกนกลางที่มีความดันภายใน อุณหภูมิวัลคาไนซ์ที่ 150 °C เวลา 2.30 นาที

สูตรยาง	ปริมาณที่ใช้ (phr)
Natural rubber	100
GPF black	30
Clay	32
Zinc oxide	9.0
Sulfur	3.5
Diphenylguanidine (DPG)	2
Cyclohexyl benthiazyl sulphenamide (HBS)	1

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสูตรยางแกนกลางที่ไม่มีความดันภายใน อุณหภูมิวัลคาไนซ์ที่ 150°C เวลา 4 นาที

สูตรยาง	phr
Natural rubber	100
High styrene resin	30
Kaolin	20
Stearic acid	2
Sulfur	2.5
Accelerator	1

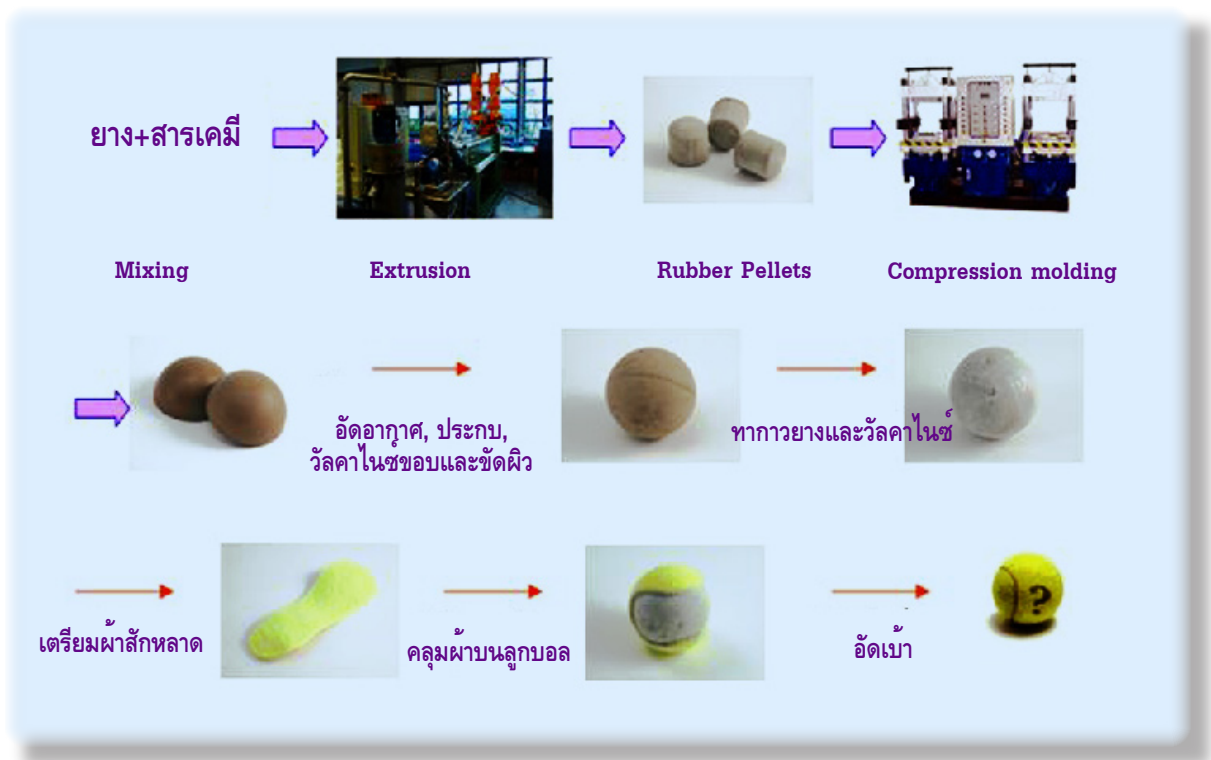
### 2. อุปกรณ์

1. เครื่องผสม (Mixer)
2. เครื่องอัดรีด (Extruder)
3. เครื่องอัดแม่ (Compression Molding)



### 3. ขั้นตอนการผลิต

1. การอัดเข้าครึ่งซีก (Half shell molding) นำยางที่มีน้ำหนักแน่นอนหลังจากผ่านเครื่องอัดรีดมาอัดเข้ารูปครึ่งวงกลม ในขั้นตอนนี้ยังไม่ต้องวัลคาไนซ์ให้สมบูรณ์ เนื่องจากต้องวัลคาไนซ์ในขั้นตอนการประกอบอีกครึ่งหนึ่ง หลังออกจากแม่และขัดขอบให้เรียบ
2. การประกอบลูกบอลยาง (Core assembly)
  - 2.1 ลูกเทนนิสแบบมีความดันภายใน สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การใช้สารเคมีให้เกิดปฏิกิริยาปลดปล่อยก๊าซออกมาและการอัดอากาศเข้าไป ความดันที่ใช้ประมาณ 12 – 15 psi
    - 2.1.1 การอัดเข้าด้วยสารเคมี ทำโดยนำลูกบอลครึ่งซีกที่ทำการทึบขอบมาวางในแม่ทั้งบนและล่าง (เพื่อประกอบเป็นทรงกลม) จากนั้นใส่สารโซเดียมไนไตรท์ (sodium nitrite) และ แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) ในครึ่งซีกล่างปิดแม่ให้ ความร้อน
    - 2.1.2 การอัดเข้าด้วยอากาศ เป็นการนำลูกบอลยางวางลงในแม่ทั้งบนและล่าง ปิดแม่ให้ขึ้นบนและล่างเกือบติดกัน โดยให้ช่องกับ ซิลยางรอบๆ ด้านของแม่อัด ซึ่งซิลยางนี้จะกั้นระหว่างพื้นที่ส่วนในของแม่กับบรรยากาศข้างนอกแม่ จากนั้นอากาศ อัดจะถูกส่งเข้าแม่ตามความดันที่ต้องการ แล้วจึงปิดแม่ให้สนิทและวัลคาไนซ์ทั้งกาวยางและลูกบอลยาง เมื่อวัลคาไนซ์ได้ ตามเวลาที่ต้องการแล้ว ทำให้เข้าย่นตัวลงด้วยการหล่นน้ำเย็นก่อนเปิดแม่เพื่อป้องกันการฉีกขาดของลูกบอลยางแล้ว นำลูกบอลออก
  - 2.2 ลูกเทนนิสแบบไม่มีความดันภายใน ลูกบอลชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้มีแกนกลางที่มีพองหนากว่าปกติ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีการ อัดก๊าซ ทำให้ยางมีความกระด้างตัวสูง โมดูลัสสูง ความหนาแน่นต่ำ สูตรยางที่ใช้มักจะประกอบด้วย high styrene resin, cellulosic filler, copolymer ของ olefin และ unsaturated mono-carboxylic copolymer เป็นต้น ลูกบอลยางที่ถูกนำออก จากแม่แล้วจะถูกนำมาเตรียมผิวลูกยางด้วยการขัดผิวให้เรียบและขัดเอาเศษยางส่วนเกินออก จากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายกาว ยางและทำให้แห้ง เพื่อตรวจสอบขนาดและน้ำหนักให้ได้ตามมาตรฐาน
3. การเตรียมฟลักซ์ (Melton preparation) นำฟลักซ์เหลวมาตัดเป็นรูปเลข 8 โดยที่เส้นโยจะทำมุม 45° กับแกนที่ตัด เพื่อให้ฟลักซ์สามารถยึด ได้เมื่อนำมาปะติดกับลูกบอล จากนั้นทำการวัลคาไนซ์ที่ขอบของชิ้นฟลักซ์ที่ตัด
4. การคลุมลูกบอลยาง (Core covering) นำฟลักซ์เหลวที่ตัดแล้ว 2 ชิ้น ติดบนลูกบอลยางแกนกลางที่ขัดผิวเรียบและทำการยางเรียบร้อยแล้ว
5. การอัดเข้าลูกบอลยางที่คลุมฟลักซ์ (Covered ball molding) นำลูกเทนนิสที่หุ้มฟลักซ์เหลวเรียบร้อยแล้วมาใส่ในแม่อัดเพื่อให้กาวเกิดการ วัลคาไนซ์ ยึดฟลักซ์ 2 ชิ้นและลูกบอลยางเข้าด้วยกัน อุณหภูมิที่ใช้ในการอัดเข้าต้องไม่สูงมากจนทำลายสีฟลักซ์ จากนั้นจึงทำให้เข้าย่นและแกะลูกเทนนิส ออกจากแม่
6. การทดสอบและการบ่มตรา (Testing and marking) เมื่อผ่านการอัดเข้าหุ้มฟลักซ์แล้ว ที่รอยต่อจะเกิดรอยต่อที่ยับย่นได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดย พ่นลูกเทนนิสนี้เข้าไปในถังอบไอน้ำ ตั้งทิ้งไว้ให้อยู่ตัวแล้วจึงนำไปทดสอบการกด การกระด้างตัว และบ่มตรา



รูปที่ 1 แผนผังการผลิตลูกเทนนิส

## สิทธิบัตร

ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับลูกเทนนิสมีดังต่อไปนี้

1. EP19910108770 : Pressureless tennis ball
2. US6030304 : Pressureless tennis ball
3. US4306719 : Cores for tennis balls
4. US4222806 : Method of covering tennis balls
5. US4151029 : Method of making tennis balls

## เอกสารอ้างอิง

1. เบลดา เลวิส, (2542), “ลูกเทนนิส”, วารสารยางและพอลิเมอร์ 3 (1), 14 – 18
2. Blow, C.M. and Hepburn, C. Rubber Technology and Manufacture Second Edition, London, p 478-480, 1982
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Tennis\\_ball](http://en.wikipedia.org/wiki/Tennis_ball)
4. <http://www.educatepark.com/story/tennis.php>
5. <http://www.iffennis.com/technical/equipment/balls/manufacture/index.asp>
6. <http://www.freepatentsonline.com/EPO459436.html>