

เครื่องคั่วกาแฟ

วิชัย โอภาณกุล

หากย้อนเวลา.....กลับไปในอดีตเมื่อปี 2535 น้อยคนนักที่จะรู้สึกคุ้นเคยกับคำว่า “กาแฟสด” ซึ่งแตกต่างกันเหลือเกินเมื่อเวลาผ่านไปแค่ 17 ปี เมื่อคิดถึงปัจจุบันในปี 2552 ที่ทุกคนมองเห็นจนซาชินตามตรอกซอกซอยร้านค้าทั้งน้อยใหญ่ โดยเฉพาะที่ขาดไม่ได้คือตามปั้มน้ำมัน ต้องมีร้านกาแฟเพื่อสร้างความสดชื่นให้กับผู้ขับขีวดยาน เพราะสารคาเฟอีนที่มีอยู่ในเมล็ดกาแฟ หากนับจากปี 2535 ที่ผู้เขียนเริ่มทำงานจะมีกาแฟกระป๋องเพียง 2 ยี่ห้อ ให้เลือกซื้อหา และเช่นเดียวกับวิถีชีวิตของเกษตรกรชาวสวนกาแฟ ที่จะต้องวัดดวง.....ว่าราคาของผลผลิตเมล็ดกาแฟดิบหรือสารกาแฟที่ขายได้ในแต่ละปีจะเป็นอย่างไร ถ้าปีใดไม่ดีจะมีการรวมกลุ่มขอให้รัฐบาลช่วยรับซื้อในราคาที่สูงกว่าท้องตลาดเพื่อบรรเทาความเดือดร้อน ซึ่งมีสาเหตุจากผลผลิตส่วนใหญ่ต้องส่งออกต่างประเทศ จึงไม่สามารถกำหนดราคาขายได้ เพราะว่ามีผลิตได้น้อยคิดเป็นร้อยละ 2 ของตลาดโลกเท่านั้นรวมทั้งราคาไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปัจจัยทางการตลาดจากภาวะการณ์ดังกล่าว “กรมวิชาการเกษตร” จึงดำเนินการวิจัยในด้านเทคโนโลยี ต้นพันธุ์ การเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้เกษตรกร “อยู่ดีกินดี” และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ในส่วนของวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวนั้น กองเกษตรวิศวกรรม ปัจจุบันคือสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานภายในกรม จึงเริ่มทำการวิจัยด้านเครื่องจักรกลเพื่อเพิ่มมูลค่าของเมล็ดกาแฟ ก่อนอื่นอยากขออธิบายว่าการปลุกกาแฟ และเก็บเกี่ยวจนนำมาบริโภคได้นั้นต้องทำอะไร ชั้นแรกต้องปลุกกาแฟประมาณ 3 ปี จึงเริ่มให้ผลผลิต เมื่อผลกาแฟสุกอาจเป็นสีแดงหรือสีส้ม กรณีเป็นพันธุ์โรบัสต้าที่ปลูกทางภาคใต้ซึ่งปลูกมากกว่าร้อยละ 90 หลังเก็บจากต้นนำมาตากให้แห้ง แล้วใช้เครื่องสีเพื่อเอาเปลือกออกจะได้สารกาแฟ นำมาคั่วด้วยความร้อนจนได้ที่และนำมาบดเป็นผงแล้วชงกับน้ำร้อน ก็จะได้น้ำกาแฟที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่มรสชาติเข้มข้น ส่วนพันธุ์อาราบิก้าปลูกทางภาคเหนือ เมื่อเก็บจากต้นแล้วนำมาสีเปลือกสดออก และหมักในน้ำเอาเมือกหุ้มเมล็ดออก นำมาตากให้แห้งจะได้กาแฟกะลา แล้วใช้เครื่องสีอีกทีจะได้สารกาแฟ ส่วนขั้นตอนการคั่วคล้ายกับพันธุ์โรบัสต้าแต่เมื่อนำมาชงให้กลิ่นหอมมากกว่า

กองเกษตรวิศวกรรมได้ริเริ่มงานวิจัยเครื่องคั่วกาแฟในปี 2522 โดย จรูญ ค่อมคำพันธ์ ซึ่งเป็นวิศวกรการเกษตร ทำการพัฒนาจากเครื่องคั่วที่ใช้ทดสอบกลิ่นรสกาแฟ **ภาพที่ 1** จนได้ต้นแบบเป็นเครื่องคั่วกาแฟแบบทรงกระบอกรูปกรวยวางในแนวนอน **ภาพที่ 2** เรียกว่าเครื่องคั่วแบบจรวด สามารถคั่วได้ 5 กิโลกรัมต่อครั้ง มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ห้องคั่ว เตาแก๊สให้ความร้อน ที่วัดอุณหภูมิ ระบบส่งกำลังหมุนห้องคั่วด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 250 วัตต์ 220 โวลต์ หลักการทำงานนั้นเริ่มจากผู้คั่วใส่เมล็ดกาแฟดิบลงในห้องคั่ว และให้ความร้อนจนเมล็ดกาแฟมีกลิ่นหอมซึ่งใช้เวลาประมาณ 40-60 นาที จึงเทออกจากห้องคั่วและนำมาเกลี่ยบนภาชนะจนเย็น ก็จะได้เมล็ดกาแฟคั่วพร้อมนำไปบดและชงต่อไป

5

เครื่องคั่วกาแฟ



วิธีคั่วกาแฟผู้คั่วจะดูสีของเมล็ดกาแฟมีเกณฑ์อย่างกว้าง ๆ คือ จะคั่วจนเมล็ดกาแฟเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ และสีน้ำตาลเข้ม โดยสีจะมีความสัมพันธ์กับรสชาติของน้ำกาแฟที่ชงออกมา จึงเรียกระดับการคั่วว่า ระดับอ่อน กลาง และเข้ม ผู้คั่วต้องใช้ความชำนาญในการคั่วเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องควบคุมความร้อนของเปลวไฟที่เตาแก๊สให้คงที่ของการคั่วแต่ละครั้ง และเมื่อคั่วได้ที่แล้วต้องรีบนำเมล็ดกาแฟออกมาทำให้เย็นทันทีเพื่อให้กลิ่นรสน้ำกาแฟมีรสชาติเหมือนเดิม ซึ่งจากสองปัจจัยดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการคั่วคือ ปัจจัยการให้ความร้อนเมล็ดกาแฟและการทำให้เย็นภายหลังคั่วได้ที่แล้วไม่เท่ากันในแต่ละครั้งส่งผลให้ได้รสชาติไม่คงที่รวมทั้งมีเยื่อบาง ๆ ที่หลุดออกจากเมล็ดปะปนขณะคั่ว ทำให้รสชาติกาแฟยังไม่เป็นมาตรฐานสากล จึงเป็นข้อจำกัดของเครื่องคั่วแบบจรวด แต่อย่างไรก็ตามนับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของเครื่องคั่วกาแฟที่ผลิตในประเทศไทย และด้วยเหตุผลด้านราคาที่ดี จึงยังมีการผลิตและใช้งานอยู่ในปัจจุบันในกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดกาแฟคั่วขนาดเล็ก



ภาพที่ 1 เครื่องคั่วทดสอบกลิ่นรสกาแฟ



ภาพที่ 2 เครื่องคั่วแบบจรวด

ต่อมาปี 2536 คณะผู้วิจัยซึ่งประกอบด้วย จารุวัฒน์ มงคลธนาทรยศ สายัณห์ ชาวสะอาด และ วิชัย โอภาณกุล ได้พัฒนาเครื่องคั่วกาแฟขนาด 12 กิโลกรัมต่อครั้ง **ภาพที่ 3** เพื่อให้คุณภาพของเมล็ดกาแฟคั่วที่ได้มีคุณภาพเป็นมาตรฐานสากล ใช้ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ และแก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน มิติของเครื่อง (กว้างxยาวxสูง) 220x190x200 เซนติเมตร มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. ถังบรรจุเมล็ดกาแฟ อยู่ด้านบนสำหรับใส่เมล็ดกาแฟดิบที่จะคั่ว
2. พัดลมดูดฝุ่น ใช้มอเตอร์ขนาด 248 วัตต์ ทำหน้าที่ดูดฝุ่นและเยื่อบาง ๆ ที่หุ้มเมล็ดออกจากเมล็ดขณะคั่ว รวมทั้งดูดควัน ฝุ่น และความชื้นออกจากห้องคั่ว โดยมีไซโคลนติดตั้งอยู่ที่ด้านท้ายเพื่อรวบรวมฝุ่นไม่ให้ฟุ้งกระจาย



3. ห้องคั่ว เป็นแบบถังหมุนรูปทรงกระบอกวางในแนวนอน หมุนทำงาน 40 รอบต่อนาที เพื่อให้การคั่วเมล็ดกาแฟเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ
4. ช่องมองเมล็ดกาแฟคั่ว ทำจากกระจกทนความร้อนสำหรับใช้มองเมล็ดกาแฟ เพื่อดูสีขณะคั่วให้ตรงกับความต้องการของผู้คั่ว
5. ท่อสูมเมล็ด สำหรับใช้ชักตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่อยู่ในห้องคั่วออกมาเทียบกับสีของเมล็ดกาแฟตัวอย่าง
6. ถังดูดความร้อน เป็นถังทรงกระบอกวางในแนวตั้ง ทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากเมล็ดกาแฟหลังออกจากห้องคั่วเพื่อให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยใช้พัดลมขนาด 746 วัตต์ และมีใบกวนหมุนด้วยความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที เพื่อให้ให้เมล็ดกาแฟเย็นตัวสม่ำเสมอทั่วกัน
7. หัวเตาแก๊ส อยู่ด้านล่างใต้ห้องคั่ว เป็นหัวแก๊สแบบ 12 หัว ที่ออกแบบให้สามารถกระจายความร้อนแก่ห้องคั่วได้ทั่วถึง ใช้แก๊สปริมาณน้อย ให้อุณหภูมิห้องคั่วได้ถึง 250 องศาเซลเซียส

หลักการทำงาน

หลักการทำงานของเครื่องคั่วกาแฟมี 2 ขั้นตอนคือ (1) การให้ความร้อนแก่เมล็ดกาแฟดิบจนมีอุณหภูมิสะสมภายในเมล็ดอยู่ในช่วง 195-220 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไฟโรไลซิส ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสกาแฟ และ (2) การหยุดปฏิกิริยาไฟโรไลซิสโดยการดูดความร้อนทำให้เมล็ดกาแฟเย็นตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อคงกลิ่นรสกาแฟ ณ ระดับกลิ่นรสที่ต้องการ โดยใช้ความสัมพันธ์ของสีเมล็ดกาแฟกำหนดระดับการคั่ว ซึ่งโดยทั่วไปมี 3 ระดับคือ ระดับคั่วรสอ่อน รสกลาง และรสเข้ม โดยมีลักษณะปรากฏเมื่อมองด้วยสายตามีสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลแก่ และสีน้ำตาลเข้ม ตามลำดับ ส่วนเมล็ดกาแฟที่นำมาคั่วนั้นควรคัดขนาดให้ใกล้เคียงกัน และปราศจากสิ่งเจือปน

การคั่วเริ่มจากใส่เมล็ดกาแฟดิบลงในถังบรรจุเมล็ด โดยให้ตั้งความร้อนที่ห้องคั่วประมาณ 180 องศาเซลเซียส และปล่อยเมล็ดกาแฟเข้าห้องคั่วจนสีเริ่มเปลี่ยนซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที จึงเริ่มตรวจสอบสีเมล็ดกาแฟดิบขณะคั่วผ่านช่องกระจกหน้าห้องคั่ว โดยการสูมตัวอย่างเมล็ดกาแฟในห้องคั่วออกมาเทียบกับสีเมล็ดกาแฟตัวอย่าง หากสียังไม่ตรงกันจะทำการคั่วต่อไป จนสีเมล็ดกาแฟคั่วตรงกับสีเมล็ดกาแฟตัวอย่างจึงเปิดฝาท้องคั่วปล่อยลงถึงดูดความร้อน รอจนกระทั่งเมล็ดกาแฟคั่วเย็น จากนั้นนำเมล็ดกาแฟคั่วที่ได้ใส่ในภาชนะเพื่อนำบรรจุถุง หรือแปรรูปในขั้นตอนอื่นต่อไป โดยทั่วไปใช้เวลาในการคั่วประมาณ 20-30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ขนาดเมล็ด และระดับการคั่ว เมล็ดกาแฟดิบโดยทั่วไปมีความชื้นที่เหมาะสมประมาณ 11-13 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) เมื่อคั่วแล้วน้ำหนักจะลดหายไปประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือ 1 ใน 5 ส่วน แต่มูลค่าของเมล็ดกาแฟจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 3-6 เท่า เครื่องคั่วที่พัฒนาขึ้นมีอุปกรณ์กลไกการทำงานเทียบเท่าเครื่องคั่วจากต่างประเทศ โดยมีราคาต่ำกว่า 3-5 เท่า เมื่อเทียบกับเครื่องในระดับเดียวกัน ทำให้สามารถนำมาคั่วเมล็ดกาแฟที่ปลูกในประเทศไทยได้รสชาติตามมาตรฐานสากล แต่มีต้นทุนการผลิตต่ำ

เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟขนาด 12 กิโลกรัมต่อครั้ง ได้เริ่มเผยแพร่เมื่อปี 2538 โดยเป็นที่ยอมรับจากภาครัฐและภาคเอกชนที่ผลิตกาแฟคั่ว-บด และมีการนำเครื่องไปใช้ในการผลิตแล้ว ได้แก่ โครงการพัฒนา ดอยตุง, สถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวี กรมวิชาการเกษตร, ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิตรมงคลสวัสดิ์, บริษัท เจ.พี.แอนด์ เอฟ แอ็ดริก โปรดักส์ จำกัด, บริษัท ยูโซโก จำกัด, บริษัท แบล็กแคนยอน (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท วี พี พี โปรดักส์ จำกัด, บริษัท เค วี เอ็น อิมพอร์ต เอกซ์พอร์ต จำกัด, บริษัท ตะวัน บอดด์แอนด์แคน จำกัด เป็นต้น



ภาพที่ 3 เครื่องคั่ว 12 กิโลกรัมต่อครั้ง

ต่อมาในปี 2541 ได้พัฒนาเครื่องคั่วขนาด 60 กิโลกรัมต่อครั้ง ภาพที่ 4 สำหรับใช้ระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยพัฒนาในส่วนของระบบส่งเมล็ดกาแฟดิบเข้าถังบรรจุ ถังเก็บเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้วรวมทั้งการควบคุมกลไกการทำงานด้วยระบบนิวแมติกส์ ทำให้ใช้ผู้ควบคุมการทำงานเพียง 1 คนเท่านั้น ต่อมาภาคเอกชนนำไปใช้ในการผลิตกาแฟคั่ว-บด และกาแฟสำเร็จรูป ได้แก่ บริษัท เขาช่อง อุตสาหกรรม จำกัด, บริษัท เค วี เอ็น อิมพอร์ต เอกซ์พอร์ต จำกัด, บริษัท แบล็กแคนยอน (ประเทศไทย) จำกัด, และบริษัท วี พี พี โปรดักส์ จำกัด รวมทั้งมีการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลการใช้เซ็นเซอร์วัดสี ตรวจจับการเปลี่ยนสีของเมล็ดกาแฟสำหรับใช้ควบคุมการคั่วโดยตัดสินระดับการคั่วแทนการมองด้วย

สายตากคน เพื่อให้ได้เมล็ดกาแฟคั่วที่มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเอาระบบแมคคาทรอนิกส์มาใช้กับเครื่องจักรกลเกษตร ภายหลังจากในปี 2547 ได้พัฒนาเครื่องคั่วกาแฟให้มีขนาดเล็กกลึงเป็นเครื่องคั่วขนาด 3 กิโลกรัมต่อครั้ง **ภาพที่ 5** สำหรับผู้ประกอบการรายย่อยนำไปใช้คั่วกาแฟเพื่อนำไปทำ “กาแฟสด” มีส่วนประกอบและกลไกการทำงานคล้ายเครื่องคั่วขนาด 12 กิโลกรัมต่อครั้ง ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ และแก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน มิติของเครื่อง (กว้างxยาวxสูง) 80x160x160 เซนติเมตร และมีภาคเอกชนนำแบบไปผลิตจำหน่ายอย่างกว้างขวางแล้ว

5

เครื่องคั่วกาแฟ



ภาพที่ 4 เครื่องคั่ว 60 กิโลกรัมต่อครั้ง



ภาพที่ 5 เครื่องคั่ว 3 กิโลกรัมต่อครั้ง

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการผลิตและการส่งออกเมล็ดกาแฟของไทยในรอบ 7 ปี จะเห็นว่าจำนวนคร้วเรือนที่ปลูกกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 25,000 คร้วเรือนในปี 2544 เป็น 30,175 คร้วเรือนในปี 2550 หรือเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 2.22 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีผู้ที่สนใจปลูกกาแฟเพิ่มมากขึ้นทุกปี และเมื่อเทียบข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสำรวจของสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กับปริมาณการส่งออกของกรมศุลกากร ถึงแม้ว่าไม่ตรงกัน แต่จะพบว่าข้อมูลการผลิตจากสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรที่ได้ในแต่ละปีค่อนข้างคงที่กว่าข้อมูลการส่งออกซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเมล็ดกาแฟที่ผลิตได้ในประเทศมีการนำมาบริโภคหรือส่งออกเป็นกาแฟสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี เนื่องจากสามารถนำมาแปรรูปโดยใช้เครื่องคั่วกาแฟที่ผลิตภายในประเทศ ส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนกาแฟมีความมั่นคงด้านราคาขายเมล็ดกาแฟดิบ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักของกรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลกาแฟของประเทศไทยในรอบ 7 ปี

ปี	กรมศุลกากร ปริมาณการส่งออก (ตัน)	สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร	
		จำนวนคร้วเรือนที่ปลูก	ผลผลิต (ตัน)
2544	65,634.38	25,000	58,406
2545	7,094.34	25,000	59,537
2546	7,405.70	30,040	53,907
2547	22,906.99	30,123	61,765
2548	16,042.21	31,674	59,644
2549	25,611.20	30,541	46,873
2550	11,137.91	30,175	55,660

สรุป

การพัฒนาเครื่องคั่วกาแฟในปี 2522-2535 นับเป็นช่วงเริ่มต้นการใช้งานที่เหมาะสมกับเกษตรกรระดับหมู่บ้านสำหรับคั่วจำหน่ายในท้องถิ่นเพื่อเป็นการยกระดับรายได้ของเกษตรกรเอง ถัดมาในปี 2536-2544 เป็นการขยายผลการพัฒนาเครื่องคั่วให้สามารถคั่วกาแฟได้มาตรฐานสากล และเริ่มเผยแพร่จากหน่วยงานภาครัฐเข้าสู่ระดับอุตสาหกรรมกาแฟสด และกาแฟสำเร็จรูป เมื่อพิจารณาจากข้อมูลกาแฟของไทยในรอบ 7 ปี จะเห็นว่ามีส่วนการผลิตค่อนข้างคงที่ แต่การส่งออกมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากนำมาบริโภคภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น ในรูปของ “กาแฟสด” โดยมีเครื่องมือแปรรูปในขั้นตอนที่สำคัญคือ “เครื่องคั่วกาแฟ” ซึ่งเป็นผลงานจากการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องของ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ทำให้สามารถคั่วกาแฟได้มาตรฐานสากล แต่ราคาต่ำกว่าของต่างประเทศ 3-5 เท่า จึงมีต้นทุนการผลิตต่ำสร้างผลกำไรสูงจนสามารถขับเคลื่อนวงจรการแปรรูปกาแฟในประเทศได้ เมื่อนับจากการเริ่มต้นในปี 2522 จนถึง ปี 2538 ต้องใช้เวลาถึง 16 ปี ในการพัฒนาเครื่องคั่วกาแฟจนเป็นที่ยอมรับของสังคมไทย และนำมาใช้แก้ปัญหาเรื่องผลผลิตของชาวสวนกาแฟได้อย่างเป็นรูปธรรมถึงทุกวันนี้ ส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนกาแฟมีความมั่นคงด้านราคาดีกว่าการส่งออก และคาดว่าจะมีการผลิตและใช้งานเครื่องคั่วกาแฟตามแบบของ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ทั่วประเทศมากกว่าร้อยละ 95

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2544. กาแฟ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2544 เล่มที่ 1. ณ โรงแรมมิราเคิล คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ. หน้า 143-157. กองเกษตรวิศวกรรม. 2523. เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ และสายัณห์ ขาวสะอาด. 2541. เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ. หน้า 3-5. ในข่าวสาร กองเกษตรวิศวกรรม พย.- ธค. 2541. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศและสายัณห์ ขาวสะอาด. 2544. เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ. หน้า 72-74. ในเครื่องจักรกลเกษตร 2544. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. 2549. อดีต ปัจจุบัน อนาคต เครื่องจักรกลการเกษตรไทย. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 40
- วิชัย โอภาณุกุล. 2546. การควบคุมการคั่วกาแฟด้วยเซ็นเซอร์วัดสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 140 หน้า
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2540. การปลูกกาแฟ. โรงพิมพ์มิตรสยาม. กรุงเทพฯ. 71 หน้า. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ข้อมูลการผลิตและการตลาด ยางพารา กาแฟ 2550. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุเชน นิมานนิตย์ และคณะ. 2543. การเปรียบเทียบคุณภาพของสารกาแฟและการยอมรับกาแฟที่เตรียมโดยวิธีเปียก. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 52 หน้า.
- Cliford, M.N., and Wilson, K.C. 1985. Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 564 pp.
- Kenneth, D. 2001. Coffee: A Guide to Buying, Brewing and Enjoying. 5th ed. St. Martin's Griffin Press, New York. 279 pp.

5

เครื่องคั่วกาแฟ

