Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 525-528 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 525-528 (2554)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนภายใต้อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Economic Analysis of Kaffir Lime Leaves Drying by Heat Pump Dryer under ambient Air, Nitrogen and Carbon Dioxide

ณัฐพล ภูมิสะอาด[1] ละมุล วิเศษ[1] และ กลยุทธ ดีจริง[2]
Nattapool Poomsa-ad[1] Lamul Wiset[1], and Konlayut Deejing[1]

Abstract

Economic analysis of kaffir lime leaves drying by heat pump dryer under various environment of drying media: air, nitrogen and carbon dioxide. The optimum operating condition of closed system selected for evaluation were as follows: drying temperature of 50 ºC, air velocity of 0.5 m/s in drying chamber and 80% of evaporator bypass air ratio. The results showed that the total cost of drying varied with the drying medium. The internal rates of return found were 130 134 and 78% and the payback periods, were 0.73 0.71 and 1.8 year for air, nitrogen and carbon dioxide gases, respectively. Drying under nitrogen gas had the fastest payback period and the highest internal rate of return. This was due to better quality of the dried product which received a higher price than those obtained from other drying media.

Keywords: Airless drying, kaffir leaves, payback period

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนภายใต้ตัวกลางที่แตกต่างกัน คือ อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการวิเคราะห์ใช้สภาวะการทำงานที่เหมาะสมคือ การทำงานเป็นระบบปิด อุณหภูมิในการอบแห้ง 50 องศาเซลเซียส ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตร/วินาที อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80% จากผลการศึกษาพบว่า ให้อัตราผลตอบแทนเท่ากับ 130 134 และ 78% และระยะเวลาคืนทุนพบว่า มีค่า 0.73 0.71 และ 1.8 ปี สำหรับอากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ การอบแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจนมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดและอัตราผลตอบแทนสูงที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งมีคุณภาพดีสามารถขายได้ราคาดีกว่าการอบแห้งด้วยอากาศ

คำสำคัญ: การอบแห้งไม่ใช้อากาศ ใบมะกรูด ระยะเวลาคืนทุน

คำนำ

ใบมะกรูดจัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยและมีกลิ่นหอม เป็นที่นิยมนำมาใช้ปรุงแต่งกลิ่นอาหาร และเป็นส่วนประกอบอาหารได้หลายชนิด หรือเป็นส่วนผสมของเครื่องปรุงรส ใบมะกรูดเริ่มเป็นที่ต้องการในตลาดต่างประเทศมากขึ้นตามการขยายตัวของร้านอาหารไทย การบริโภคจะอยู่ในรูปแบบทั้งของสดและแห้ง การส่งออกใบมะกรูดในรูปของผลิตภัณฑ์แห้งจำเป็นต้องรักษาสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีผลกับการยอมรับและไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค กลยุทธ และคณะ (2553) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งใบมะกรูดเครื่องแบบปั๊มความร้อน โดยได้ทดลองเปรียบเทียบใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน ในด้านอัตราการอบแห้งและคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง พบว่าการอบแห้งด้วยตัวกลางที่ไม่ใช้อากาศช่วยรักษาสีและคงความเป็นสีเขียวของใบมะกรูด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ตัวกลางที่ไม่ใช่อากาศทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การตัดสินใจที่ควรนำมาพิจารณาอีกด้านหนึ่งคือการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ (เทวรัตน์ และ สมยศ, 2551; Pendyala *et al*.,1986; Donhowe *et al*., 1990; Hossain *et al*. 2005) โดยส่วนใหญ่พบว่าในการวิเคราะห์จะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุน (Payback period) ซึ่งทำให้ทราบว่าโครงการจะได้รับเงินทุนคืน

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม 44150
[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ต. ตลาด อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000
[2]Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Talad, Muang, Mahasarakham 44000

เร็วหรือช้าและหากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าอายุโครงการก็แสดงว่ามีความเป็นไปได้ในการลงทุน และการวิเคราะห์ค่าอัตราผลตอบแทนในการลงทุน (Internal rate of return)ซึ่งหากมากกว่าดอกเบี้ยเงินกู้โครงการนั้นก็จะมีความคุ้มค่าในการลงทุน

จากความสำคัญในการแปรรูปใบมะกรูดให้ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับและประโยชน์ของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่ใช้ก๊าซเฉื่อยเป็นตัวกลางในการอบแห้ง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์วิเคราะห์เปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนภายใต้ตัวกลางที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากค่าระยะเวลาคืนทุนและค่าอัตราผลตอบแทนในการลงทุน

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์จะวิเคราะห์ที่เงื่อนไขคือ การทำงานเป็นระบบปิด อบแห้งใบมะกรูดที่อุณหภูมิ 50 °C โดยใช้อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตร/วินาที อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80% สำหรับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ จะไม่พิจารณาถึง ภาษีเงินได้ (Income tax) และเงินเฟ้อ (Inflation) โดยกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. เงินลงทุนในการสร้างเครื่องอบแห้ง 60,000 บาท
2. อายุการใช้งานของเครื่อง 5 ปี
3. ค่าบำรุงรักษาเครื่อง 5% ของมูลค่าเครื่องต่อปี
4. มูลค่าซาก 10% ของมูลค่าเครื่อง
5. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 4.75% ต่อปี
6. ค่าแรงงานจังหวัดมหาสารคาม 151 บาท/วัน)
7. ค่าไฟฟ้า 2.97 บาท/kW-h
8. จำนวนวันทำงาน 300 วันต่อปี
9. จำนวนที่อบแห้ง 2 งวดต่อวัน หรือ 600 งวดต่อปี
10. เวลาอบแห้ง 5 ชั่วโมงต่องวด หรือ 3,000 ชั่วโมงต่อปี
11. อัตราการผลิต 5 กิโลกรัมต่องวด หรือ 3,000 กิโลกรัมต่อปี ได้ผลผลิตใบมะกรูดแห้ง 1,140 กิโลกรัมต่อปี
12. ราคาใบมะกรูดสดกิโลกรัมละ 25 บาท
13. ราคาใบมะกรูดแห้งกรณีอบแห้งด้วยอากาศ กิโลกรัมละ 200 บาท ส่วนกรณีก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กิโลกรัมละ 220 บาท เนื่องจากคุณภาพของใบมะกรูดดีขึ้น
14. ราคาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 550 บาทต่อถัง ขนาดบรรจุ 25 กิโลกรัม ปริมาตร 6 m^3 ที่ความดัน 1,200 psi
15. ราคาก๊าซไนโตรเจน 400 บาทต่อถัง ขนาดบรรจุ 7 m^3 ที่ความดัน 2,000 psi

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบเป็นเงินปัจจุบัน ดังสมการ

$$DC = [AI-AC[(1+i)^n-1)/(i(1+i)^n)]]+[DC\ (1/(1+i)^n]$$

เมื่อ DC คือ ค่าใช้จ่ายในการศร้างเครื่องอบแห้ง (bath)
AI คือ รายรับรายปี (bath/year)
AC คือ ค่าใช้จ่ายรายปี (bath/year)
n คือ อายุการใช้งานของเครื่องหรือระยะเวลาคืนทุน (year)
i คืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ หรืออัตราผลตอบแทนในการลงทุน

ดังนั้นเมื่อต้องการหาระยะเวลาคืนทุน จะแทนค่า i ด้วยอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ แล้วหาคำตอบของ n จากสมการดังกล่าว และหากต้องการหาอัตราผลตอบแทนในการลงทุน จะแทนค่า n ด้วยอายุการใช้งานของเครื่อง แล้วหาคำตอบของ i

ผลและวิจารณ์

จาก Figure 1 พบว่า เนื่องจากเครื่องอบแห้งใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเท่ากัน ทำให้มีกำลังการผลิตต่อปีที่เท่ากัน ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าบำรุงรักษา ค่าพลังงานในการอบแห้ง ค่าใช้จ่ายในการซื้อใบมะกรูดสดไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ราคาของก๊าซไนโตรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการอบแห้งในแต่ละปีเพิ่มขึ้น 14.17 และ 35.50% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอากาศ

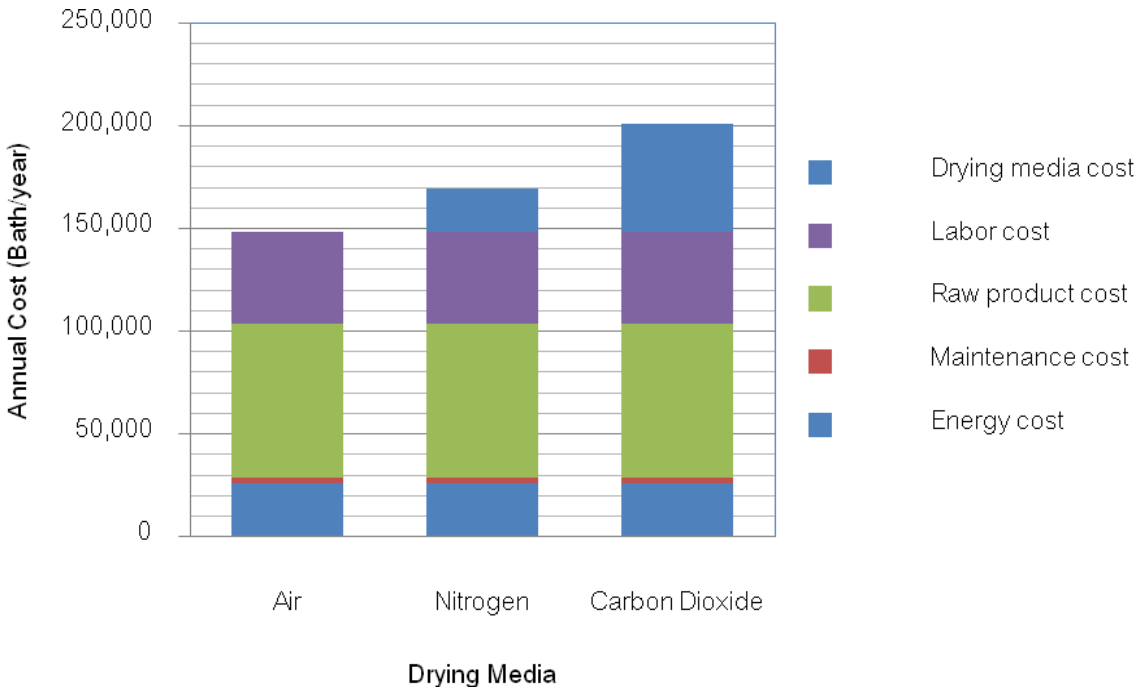

Figure 1 Comparison of annual costs of kaffir lime leaves drying by heat pump dryer under different media

Table 1 Economic analysis of kaffir lime leaves drying by heat pump dryer under different media

Items	Drying Media		
	Ambient Air	Nitrogen	Carbon Dioxide
Fixed Cost (Bath)			
Dryer cost : DC	60,000	60,000	60,000
Annual Costs: AC(Bath/year)	148,701	169,501	201,501
Energy cost	25,401	25,401	25,401
Maintenance cost	3,000	3,000	3,000
Raw product cost	75,000	75,000	75,000
Labor cost	45,300	45,300	45,300
Drying media cost	0	20,800	52,800
Annual Income: AI (Bath/year)	228,000	250,800	250,800
Payback period (year)	0.73	0.71	1.8
Internal Rate of Return (%)	130	134	78

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางอบแห้ง ดังในตารางที่ 1 พบว่าให้อัตราผลตอบแทนเท่ากับ 130 134 และ 78% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่กำหนดไว้ คือ 4.75 % ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนพบว่ามีค่า

0.73 0.71 และ 1.8 ปี ตามลำดับซึ่งน้อยกว่าระยะเวลาดำเนินโครงการซึ่งกำหนดไว้ที่ 5 ปี แสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการในทุกชนิดของตัวกลาง การอบแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจนมีคุ้มค่าในการการลงทุนมากที่สุด แต่อย่างก็ตามหากกำหนดราคาขายของใบมะกรูดแห้งให้ไม่แตกต่างกันจะพบว่าการอบแห้งด้วยอากาศจะให้ความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

สรุป

จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนภายใต้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน พบว่า

- ค่าใช้จ่ายรายปีของการอบแห้งแตกต่างกันเนื่องจากราคาของก๊าซที่ใช้เป็นตัวกลางในการอบแห้ง
- ตัวกลางทุกชนิดมีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่ก๊าซไนโตรเจนมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด
- การอบแห้งด้วยอากาศมีความคุ้มค่ามากที่สุดเมื่อกำหนดราคาขายใบมะกรูดแห้งให้ไม่แตกต่างกัน

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กลยุทธ ดีจริง ณัฐพล ภูมิสะอาด และ ละมุล วิเศษ. 2553. การอบแห้งใบมะกรูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนภายใต้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (1); 520-523.

เทวรัตน์ ทิพยวิมล และ สมยศ เชิญอักษร. 2551. การอบแห้งไพลด้วยเครื่องอบแห้งระบบปั๊มความร้อนร่วมกับไมโครเวฟ: การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3): 164-167.

Donhowe, D. P., C. H. Amundson and C. G. Hill. 1990. Perfirmance of heat recovery system for a spray dryer. Journal of Food Process Engineering 12(1): 13–32.

Hossaina, M. A., J. L. Woods and B. K. Bala. 2005. Optimisation of solar tunnel drier for drying of chilli without color loss. Renewable Energy 30(5): 729-742.

Pendyala,V.R., S. Devotta and V. S. Patwardhan. 1986. The economics of heat pump assisted drying systems. Journal of Heat Recovery Systems 6(6): 433-442.