Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 593-596 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 593-596 (2554)

สมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวพื้นถิ่นไทยที่อบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันร่วมกับไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

Physicochemical properties of Thai native rice dried under fluidization drying technique combined with superheated steam

ปัทมา ร่ำรวยธรรม[1] ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล[1] และ วรภา คงเป็นสุข[1]
Pattama Rumruaytum[1], Chaleeda Borompichaichartkul[1]and Varapha Kongpensook[1]

Abstract

Paddy must be dried after harvesting as soon as possible because high moisture content of paddy will promote mold formation as well as rancidity. This research was aimed to study properties of Thai native rice namely, Sung Yod Phatthalung (SYP) and Nauykaur (NK) after drying by using fluidization drying technique combined with superheated steam (FBSS). The effect of drying time on physicochemical, milling and antiradical properties of rice after drying was carefully studied. The paddy was dried at 170°C with different drying times from 2.5 to 4.0 min. Then the dried paddy was shade dried at ambient condition until the final moisture was 13-14% (w.b.). The sun dried paddy was used as a control sample. The results showed that when drying time was increased, head rice yield of SYP rice was decreased and was less than those of control sample. Moreover, white index of all milled rice was also decreased. The pasting properties such as peak viscosity, breakdown, final viscosity and setback were decreased but pasting temperature was increased as compared with those properties of control sample. The amount of amylose content in SYP rice was less than that of NK at all drying conditions. EC_{50} and total phenolic content of FBSS-SYP were less than those of control sample. Whereas FBSS-NK had EC_{50} and total phenolic content more than control sample, except the FBSS-NK sample that died for 2.5 min.

Keywords: fluidization superheated steam, native rice, Sung Yod Phatthalung, Nauykaur

บทคัดย่อ

ข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวต้องนำมาลดความชื้นโดยเร็ว หากไม่รีบนำมาลดความชื้นจะส่งผลให้เกิดเชื้อราและกลิ่นหืนซึ่งจะทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของระยะเวลาการอบแห้งข้าวเปลือกพื้นถิ่นด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันร่วมกับไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงและหน่วยเขือ โดยอบแห้งข้าวเปลือกทั้งสองสายพันธุ์เป็นเวลา 2.5 3.0 และ 4.0 นาทีที่อุณหภูมิ 170°C จากนั้นนำมาตากในที่ร่มจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายเหลือ 13-14 % (w.b.) ตัวอย่างควบคุมคือข้าวเปลือกที่ตากแดดให้แห้ง จากการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้นเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวสังข์หยดพัทลุงมีค่าลดลงและมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ค่าดัชนีความขาวของข้าวทั้งสองพันธุ์มีค่าลดลง ส่วนสมบัติด้านความหนืดพบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการอบแห้งมีค่า peak viscosity, breakdown, final viscosity และ setback ลดลง แต่ค่า pasting temperature เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสพบว่าข้าวสังข์หยดพัทลุงมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าข้าวหน่วยเขือในทุกภาวะการอบแห้ง สำหรับฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ผ่านการอบแห้งมีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระลดลง แต่ข้าวหน่วยเขือที่ผ่านการอบแห้งมีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ผ่านการอบแห้งพบว่ามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สำหรับข้าวหน่วยเขือที่อบแห้งเป็นเวลา 2.5 นาทีมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม แต่ที่เวลาการอบแห้งอื่นๆ ข้าวหน่วยเขือมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ : ฟลูอิไดเซชัน ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ข้าวพื้นถิ่น ข้าวสังข์หยดพัทลุง ข้าวหน่วยเขือ

[1] สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
[1] Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Patumwan, Bangkok, 10330

คำนำ

ข้าวสังข์หยดพัทลุง เป็นข้าวพื้นถิ่นพบในจังหวัดพัทลุง มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีปริมาณไนอาซินสูงถึง 6.46 mg (ในข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง) ส่วนข้าวหน่วยเขือ เป็นข้าวพื้นถิ่นพบในจังหวัดนครศรีธรรมราช จุดเด่นของข้าวหน่วยเขือคือ มีวิตามินอีสูงซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวพื้นถิ่นไทย ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ในปัจจุบันพบว่าข้าวพื้นถิ่นไทยเริ่มมีการสูญหายไป เนื่องจากมีการปลูกข้าวเชิงเดี่ยวมากขึ้น โดยใช้ข้าวสายพันธุ์หลักๆ เพียงไม่กี่สายพันธุ์ ด้วยเหตุนี้จึงได้นำข้าวพื้นถิ่นไทยทั้งสองพันธุ์มาศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพเพื่อหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากข้าวทั้งสองพันธุ์อย่างคุ้มค่าต่อไป การอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันร่วมกับไอน้ำร้อนยวดยิ่ง เป็นการอบแห้งที่ใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งแทนที่ลมร้อน ซึ่งการอบแห้งด้วยวิธีนี้จะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการ gelatinization หรือหลอมละลายของผลึกเม็ดแป้งระหว่างการอบแห้ง (Rodprapat *et al*., 2005) ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้แป้งข้าวมีลักษณะกึ่ง gelatinized starch เมื่อนำไปแปรรูปเป็นข้าวกึ่งสำเร็จรูปจะช่วยลดขั้นตอนของการหุงสุกได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันร่วมกับไอน้ำร้อนยวดยิ่งในการอบแห้งข้าวเปลือกพื้นถิ่นทั้งสองสายพันธุ์ เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของข้าวในภาวะการอบแห้งที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุง (SYP) จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวพัทลุง และข้าวเปลือกหน่วยเขือ (NK) (ตลาดนัดจตุจักร กรุงเทพมหานคร) นำข้าวเปลือกมาหาความชื้นของข้าวเปลือกเบื้องต้นเพื่อนำมาปรับความชื้นให้ได้ 24-26% (w.b.) เมื่อได้ความชื้นตามต้องการ นำข้าวเปลือกมาอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิไดเซชันร่วมกับไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 170 °C โดยแปรเวลา 2.5, 3.0, 4.0 นาที เมื่ออบแห้งตามเวลาที่กำหนดให้นำข้าวเปลือกมาผึ่งไว้จนความชื้นอยู่ในช่วง 13-14% (w.b.) และให้ข้าวเปลือกที่ตากแดดให้แห้งเป็นตัวอย่างควบคุม จากนั้นนำข้าวเปลือกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกะเทาะเปลือก คัดสีข้าว และคัดขนาดเพื่อวิเคราะห์ ค่าดัชนีความขาวและเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น ส่วนสุดท้ายกะเทาะเปลือก แล้วโม่แห้งให้เป็นแป้งข้าวกล้องเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพดังนี้ สมบัติด้านความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA), ปริมาณอะไมโลสตามวิธีของ Juliano (1985) สำหรับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ต้องนำแป้งข้าวกล้องมาสกัดด้วย 85%methanol โดยแช่เป็นเวลา 30 นาที แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge เป็นเวลา 20 นาที ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องต้มระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 °C เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -18 °C เพื่อรอวิเคราะห์ การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ใช้ Folin-Ciocalteau Reagent ตามวิธีของ Tananuwong and Tewaruth (2010) โดยใช้กรดแกลิกเป็นสารมาตรฐาน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer และการวิเคราะห์ฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (EC_{50}) ดัดแปลงจากวิธีของ Butsat and Siriamornpun (2010) โดยใช้ DPPH วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer

ผลและวิจารณ์ผล

หมายเหตุ ให้ SYP แทนข้าวสังข์หยดพัทลุง SYPcon แทนข้าวสังข์หยดพัทลุงที่นำไปตากแดดจนแห้งเป็นตัวอย่างควบคุม SYP2.5min แทนข้าวสังข์หยดพัทลุงที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 2.5 นาที SYP3min แทนข้าวสังข์หยดพัทลุงที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 3 นาที SYP4min แทนข้าวสังข์หยดพัทลุงที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 4 นาที NK แทนข้าวหน่วยเขือ NKcon แทนข้าวหน่วยเขือที่นำไปตากแดดจนแห้งเป็นตัวอย่างควบคุม NK2.5min แทนข้าวหน่วยเขือที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 2.5 นาที NK3min แทนข้าวหน่วยเขือที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 3 นาที NK4min แทนข้าวหน่วยเขือที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นเวลา 4 นาที เช่นนี้ตลอดผลการทดลอง

ค่าดัชนีความขาว และเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น เป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของข้าวสาร จาก Table1 พบว่าค่าดัชนีความขาวของข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการอบแห้งมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมของข้าวทั้งสองพันธุ์ เนื่องจากปฏิกิริยา Maillard reaction ระหว่างการอบแห้ง (Rodprapat *et al*., 2005) และจาก Table2 พบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของ SYP มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการอบแห้งนานขึ้น โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม อาจเป็นผลมาจากการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว ของข้าวเปลือกหลังการอบแห้ง (ต่ำกว่า 16.67% (w.b.)) ทำให้เกิดความแตกต่างของความชื้นภายในเมล็ด ส่งผลให้เกิดความเค้นของแรงอัดที่ผิวเมล็ดมีมากกว่าความเค้นของแรงดึงที่กลางเมล็ด ดังนั้นเมื่อนำข้าวไปคัดสีจึงเกิดการแตกหักเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจึงลดลง (Poomsa-ad *et al*., 2005) ส่วน NK ไม่สามารถวัดเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นได้เนื่องจากมีลักษณะคล้ายข้าวหัก สมบัติด้านความหนืดของข้าวทั้งสองพันธุ์แสดงดัง Table 3 พบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการอบแห้งมีค่า pasting

temperature เพิ่มขึ้น แต่ค่า peak viscosity, breakdown, final viscosity และ setback ลดลง อาจเป็นผลมาจากการเกิด gelatinization บางส่วนภายในเมล็ดข้าวและการหลอมละลายของผลึกเม็ดแป้ง เมื่อเมล็ดข้าวถูกทิ้งไว้ให้เย็นเกิดการจับตัวของส่วนที่เกิดเจลและละลาย เมื่อนำไปบดเป็นแป้งและวิเคราะห์สมบัติด้านความหนืด ลักษณะที่เกิดขึ้นจึงขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งระหว่างการต้มให้ความร้อน ส่งผลให้ค่าอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดเพิ่มขึ้น และค่าความหนืดสูงสุดลดลง สำหรับ Table4 แสดงปริมาณอะไมโลสของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่า NK มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่า SYP ในทุกภาวะการอบแห้งโดย SYP จัดเป็นข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ และ NK จัดเป็นข้าวที่มีอะไมโลสปานกลาง (Sompong *et al*., 2011) Fig1 และ Fig2 แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) และค่า EC_{50} ตามลำดับ โดยค่า EC_{50} คือความเข้มข้นของสารทดสอบ (สารต้านอนุมูลอิสระ) ที่สามารถลดปริมาณ DPPH เริ่มต้นลงได้ 50% ดังนั้นถ้าค่า EC_{50} ต่ำแสดงว่ามีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระสูง จาก Fig1 และ Fig2 พบว่าในทุกภาวะการอบแห้งของ SYP มีปริมาณ TPC ลดลง และค่า EC_{50}เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการอบแห้งนานขึ้น อาจเป็นผลมาจากในระหว่างการอบแห้ง polyphenol ไปจับกับองค์ประกอบอื่นๆ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของ polyphenol (Miranda *et al*., 2010) ส่วน NK มีปริมาณ TPC เพิ่มขึ้น ในทุกภาวะการอบแห้งยกเว้น NK2.5min ที่มีปริมาณ TPC ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม การเพิ่มขึ้นของปริมาณ TPC อาจเป็นผลเนื่องจากการเกิดขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา non-enzymatic browning reaction ในระหว่างให้ความร้อน ขณะที่การลดลงของปริมาณ TPC ที่ NK2.5min อาจมาจาการสลายตัวโดยความร้อนของ TPC และเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้นค่า EC_{50} ลดลง อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของ free polyphenol (Choi *et al*., 2006 ; Miranda *et al*., 2010) ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณ TPC และค่า EC_{50} ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ขณะทำแห้ง และวิธีการสกัดตัวอย่าง

สรุป

การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและค่าดัชนีความขาวลดลงเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น การอบแห้งด้วยวิธีนี้จะมีผลต่อสมบัติด้านความหนืดโดยค่า pasting temperature มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่า peak viscosity, breakdown, final viscosity และ setback มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สำหรับปริมาณอะไมโลสของ NK มีปริมาณมากกว่า SYP ในทุกภาวะของการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและสายพันธุ์ของข้าวมีผลต่อปริมาณ TPC และค่า EC_{50} โดย NK ที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีแนวโน้มปริมาณ TPC เพิ่มขึ้น และค่า EC_{50} ลดลง แต่ SYP กับมีแนวโน้มปริมาณ TPC ลดลง และค่า EC_{50} เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ มูลนิธิชัยพัฒนาสำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัยและวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Butsat, S. and S. Siriamornpun. 2010. Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. Food Chemistry 119:606-613.

Choi, Y., S.M. Lee, J. Chun, H.B. Lee and J. Lee. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chemistry 99: 381-387.

Juliano, B.O. 1985. Critical and testing for qualities, 441-542 pp. *In*: B.O. Juliano (ed.). Rice : Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemistry. St. Paul, Inc., Minesota.

Miranda, M., A. Vega-Gálvez, J. López, G. Parada, M. Sanders, M. Aranda, E. Uribe and K.D. Scala. 2010. Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd). Industrial Crops and Products 32: 258-263.

Poomsa-ad, N., A. Terdyothin, S. Prachayawarakorn and S. Soponronnarit. 2005. Investigations on head-rice yield and operating time in the fluidised-bed drying process: experiment and simulation. Journal of Stored Products Research 41:387-400.

Rordprapat, W., A. Nathakaranakule, W. Tia and S. Soponronnarit. 2005. Comparative study of fluidized bed paddy drying using hot air and Superheated steam. Journal of Food Engineering 71: 28-36.

Sompong, R., S. Siebenhandl-Ehn, G. Linsberger-Martin and E. Berghofer. 2011. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. Food Chemistry 124: 132-140.

Tananuwong, K. and W. Tewaruth. 2010. Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. LWT-Food Science and Technology 43:476-481.

Table 1 Whiteness of SYP and NK paddy at different drying times

Sample	Whiteness
SYPcon	76.194±0.219
SYP2.5min	60.402±0.715
SYP3min	61.711±0.898
SYP4min	62.091±0.416
NKcon	71.018±0.255
NK2.5min	66.237±1.059
NK3min	65.198±0.884
NK4min	67.058±1.163

Table 2 Head rice yield (%) of SYP and NK paddy at different drying times

Sample	Head rice yield (%)
SYPcon	60.49±0.39
SYP2.5min	48.30±0.27
SYP3min	41.19±0.41
SYP4min	30.13±0.52

Table 3 The pasting properties of brown rice flour of SYP and NK at different drying times

Sample	peak viscosity	pasting temperature	breakdown	final viscosity	setback
SYPcon	844±15.100	83.067±0.465	343.000±10.536	1108±23.388	264±11.533
SYP2.5min	478.333±6.658	88.100±0.436	189.000±3.606	585±6.000	106.667±2.887
SYP3min	338.667±12.014	87.833±1.685	173.667±2.309	364.667±13.868	26±3.000
SYP4min	288±13.229	87.850±0.520	105.000±2.646	403±13.892	115±3.606
NKcon	1641.333±13.204	87.817±0.465	425.667±17.388	3781±15.100	2139.667±24.947
NK2.5min	656.333±18.148	88.400±0.087	186.667±5.508	972.667±16.04	316.333±7.572
NK3min	497±5.568	90.533±0.506	100.667±1.528	793.667±7.767	296.667±3.512
NK4min	464±10.817	90.833±0.076	108.000±3.606	681±6.245	217±9.644

Table 4 Amylose content of brown rice flour of SYP and NK at different drying times

Sample	Amylose content (%)
SYPcon	13.755±0.294
SYP2.5min	12.595±0.182
SYP3min	13.059±0.241
SYP4min	13.550±0.090
NKcon	20.430±0.544
NK2.5min	20.868±0.249
NK3min	20.330±0.187
NK4min	20.803±0.367

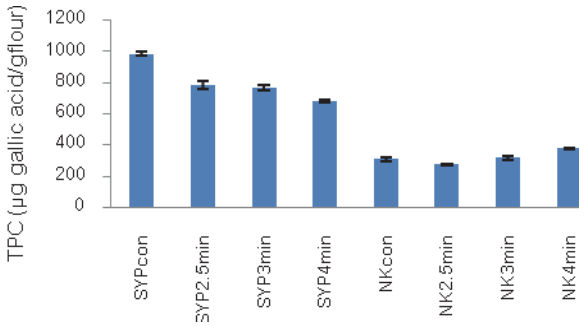

Fig 1 Total phenolic content of brown rice flour of SYP and NK drying at different conditions

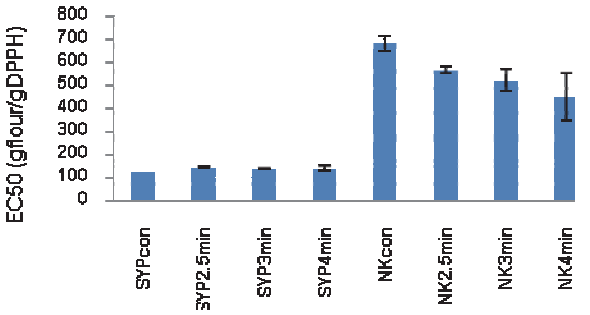

Fig 2 EC_{50} of brown rice flour of SYP and NK drying at different conditions