Shelf Life Prediction of a Moisture Sensitive Food Product Using Artificial Neural Network

Ubonrat Siripatrawan and Pantipa Jantawat

ABSTRACT

Actual storage shelf life test by storing a packaged product under typical storage conditions is costly and time consuming. Hence, a rapid and cost effective shelf life prediction models was established for a packaged moisture sensitive food product. Artificial neural network (ANN) algorithm was developed to predict the shelf life of 2 varieties of rice crackers (RS-1 and RS-2) packaged in 4 types of packaging materials (Bag-1, Bag-2, Bag-3 and Bag-4) and stored at 30 ^{o}C and 75% RH, 30 ^{o}C and 85% RH and 45 ^{o}C and 75% RH, comparable to tropical storage conditions. ANN based prediction model was compared to the conventional shelf life simulation model based on Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) equation as well as actual shelf life testing. The performance of ANN and GAB models was measured using regression coefficient, R^2, and root mean square error, RMSE. The GAB model for shelf life prediction of rice crackers was carried out using the relationship between water activity of food product and barrier property of packaging material. Using ANN algorithm, many factors could be incorporated into the model including food characteristics, package properties, and storage environments. On the other hand, complicated theoretical isotherms, such as the GAB equation, does not take into account the different between food compositions. The ANN developed for shelf life prediction of rice crackers is based on back-propagation. The neural network comprised an input layer, one hidden layer and an output. The network was trained using Bayesian regularization. The ANN algorithm gave R^2 of 0.993 and 0.986, and RMSE of 1.3831 and 1.0158, while the GAB model gave R^2 of 0.7953 and 0.6828, and RMSE of 13.9264 and 8.4343 for RS-1 and RS-2, respectively. The result indicated that the ANN could predict shelf life better than the GAB model. Shelf life prediction using the simulation model is possible within a reasonable time and provides a powerful support tool for packaging development. ANN offers several advantages over conventional digital computations, including faster speed of information processing, learning ability, fault tolerance, and multi-output ability.

Keywords : Shelf life prediction, ANN algorithm, GAB equation

การทำนายอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพเนื่องจากความชื้นโดยใช้ Artificial Neural Network

อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และ พันธิพา จันทวัฒน์

บทคัดย่อ

การกำหนดอายุการเก็บของอาหารที่เสื่อมเสียเนื่องจากความชื้นตามวิธีปกติ โดยเก็บรักษาอาหารไว้ที่ภาวะการเก็บรักษาจริงและตรวจสอบเป็นระยะจนกระทั่งอาหารหมดอายุ เป็นวิธีที่ใช้เวลานานและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเนื่องจากอาหารที่มีความชื้นต่ำสามารถเก็บรักษาได้นาน งานวิจัยนี้ศึกษาการทำนายอายุการเก็บของ rice crackers 2 ชนิด (RS-1 และ RS-2) ในบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด (Bag-1, Bag-2, Bag-3 and Bag-4) และเก็บรักษาที่ภาวะต่าง ได้แก่ 30 ^{o}C 75% RH, 30 ^{o}C 85% RH และ 45 ^{o}C 75% RH โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาจาก artificial neural network (ANN) และเปรียบเทียบกับการใช้ Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) model ควบคู่กับการหาอายุการเก็บจริงของอาหาร (actual shelf life testing) การทำนายอายุการเก็บโดยใช้ GAB model ใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่า water activity ของอาหารในบรรจุภัณฑ์ กับค่าการซึมผ่านของบรรจุภัณฑ์ (water vapor permeability) ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของการเก็บรักษา ส่วนการใช้ ANN algorithm ที่พัฒนาขึ้นใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลทั้งจากองค์ประกอบของอาหาร คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ และภาวะในการเก็บรักษา ซึ่ง ANN algorithm ที่พัฒนาขึ้นใช้ในการทำนายอายุการเก็บคือ back propagation multilayer perceptron และใช้ Bayesian regularization ในการฝึกฝนการเรียนรู้ของ ANN algorithm การวัดประสิทธิภาพของ ANN algorithm และ GAB equation ทำโดยวัดค่า regression coefficient (R^2) และ mean square error (MSE) เปรียบเทียบกับอายุการเก็บจริงของผลิตภัณฑ์ พบว่า ANN ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำนายอายุการเก็บของ RS-1 และ RS-2 ในภาวะต่าง ๆ ได้โดยให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.993 และ 0.986 และค่า RMSE เท่ากับ 1.3831 และ 1.0158 ส่วน GAB model ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.7953 และ 0.6828 และค่า RMSE เท่ากับ 13.9264 และ 8.4343 ตามลำดับ ANN ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำนายอายุการเก็บได้ถูกต้องกว่าการใช้ GAB equation การใช้ ANN เพื่อทำนายอายุการเก็บอาหารช่วยให้อุตสาหกรรมอาหารสามารถประเมินอายุการเก็บของอาหารได้รวดเร็ว มีความถูกต้องสูง และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย โดยไม่จำเป็นต้องใช้เวลานานในการทดลองเก็บรักษาอาหารจริง

คำหลัก การทำนายอายุการเก็บอาหาร, ANN, GAB