

Plaka Şekilli Beyaz Lahana Yapraklarının Kuruma Davranışının Modellenmesi

İnci Çınar ✉, Rozerin Aydın, Rojda Gergin

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş Tarihi (Received): 04.08.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 16.09.2015

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): icinar@ksu.edu.tr (İ. Çınar)

☎ 0 344 219 20 87 📠 0 344 219 15 26

ÖZ

Çalışma farklı kurutma sıcaklığı ve süresinde konvektif kurutulmuş 10x5 cm'lik plaka şekilli lahana yapraklarının kuruma eğrilerinin oluşturulmasını ve kuruma davranışının ampirik modellenmesini amaçlamıştır. Beyaz lahana yapraklarının pratik ve hazırlama kolaylığı sunan plaka şekilli kurutulmuş hale getirilmesi ile ticarileşme potansiyeli olan kurutulmuş ürün eldesi sağlanmıştır. Lahana yaprakları kaynar suda 2 dakika haşlanarak farklı sıcaklıklarda (40, 50, 60 ve 70°C) üç paralel ve üç tekrarlı olarak konveksiyonel kurutulmuştur. 90 dakikalık toplam kurutma süresi boyunca 10 dakikalık periyotlarla lahana yapraklarının ağırlıkları kaydedilmiş, kuruma eğrileri oluşturulmuş ve kuruma davranışları ampirik modellenmiştir. Kurutma sıcaklığı arttıkça ağırlık kaybı artmış, yine aynı kurutma sıcaklığında kurutma süresinin artması ağırlık kayıplarını arttırmıştır. 70-90°C sıcaklık aralığında üstel modelin başarıyla ($R^2>0.95$) kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Beyaz lahana, Konveksiyonel kurutma, Kuruma eğrisi, Model

Drying Behavior Modelling of White Cabbage Slabs

ABSTRACT

Dehydrated cabbage leaf slabs introduce a practical and easy-prepared dried form of foods and have a potential for industrial scale productions. This study aims to provide drying curves of 10x5cm cabbage leaf slabs at different drying temperatures and times and to model drying behavior empirically. Cabbage leaves were blanched in boiling water for 2 min and convectional dried at different temperatures (40, 50, 60 and 70°C). All experiments were triplicated. Cabbage leaf slabs were weighted in 10min intervals during 90min total drying time. Drying curves were produced and modelled empirically. Results indicated that the weight loss increased by increasing drying temperature. Also, increase in drying time resulted in an increase in weight loss at the same drying temperature. Exponential model was satisfactorily applied to drying temperatures in the range of 40-70°C ($R^2>0.95$).

Keywords: White cabbage, Convectional drying, Drying curve, Model

GİRİŞ

Beyaz lahana (*Brassica oleracea L. capitata*) turpgiller familyasından bir kış sebzesi olup geniş, kalın ve çoklu kat yapraklı bir bitkidir. Niğde ili üretimde ilk sırada yer almaktadır [1]. 2011 yılı itibariyle yıllık toplam üretim miktarı 498.073ton'dur ve yıllara göre üretim miktarı

artmaktadır [2]. Beyaz lahana yüksek miktarda C ve K vitamini, pantotenik asit (B_5), pridoksin (B_6), manganez, folat ve antioksidanlardan beta karoten, lutein, zeaksantin, flavonoidlerden kamferol, kuersetin ve apigenin içermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar lahanaca zengin diyetlerin obezite ve kalp hastalığı riskini azalttığını ve sağlığı korumada yardımcı olduğunu

göstermektedir [3]. İçerdiği fitokimyasallar (tiyosianatlar, indol-3-karbinol, lutein) sayesinde meme, kolon ve prostat kanseri üzerine olumlu etki ettiği ve LDL (kötü kolesterol) seviyesini düşürdüğü tespit edilmiştir [4].

Taze beyaz lahanaya yaprakları sıklıkla sıcak yemeklerde, turşu ve salata yapımında, doğranarak kurutulmuş lahanaya yaprakları ise hazır çorba karışımlarında kullanılmaktadır. Ticari olarak plaka şekilli kurutulmuş lahanaya yaprağı üretimine rastlanmamıştır.

Kurutma geleneksel gıda muhafaza yöntemlerinden biri olarak gıda işlemede önemini korumaktadır. Kurutmanın temel hedefi gıdanın su içeriğinin ve su aktivitesinin düşürülerek daha uzun ömürlü, sağlıklı ve standart bir ürün eldesinin sağlanmasıdır. Kurutmada yaygın olarak düşük nem içerikli sıcak hava akımı kullanılmaktadır. Kurutmanın başarısı kurutulmuş gıdanın tazesine en yakın şekilde kurutulmasını sağlayacak koşulların uygulanmasına bağlıdır. Bu açıdan kurutma havasının sıcaklığı, nemi ve hızı ile gıdanın bileşenleri önem taşımaktadır. Kurutma sırası ve sonrasında gıdanın su içeriğinin, su aktivitesinin ve renkte meydana gelen değişimlerin saptanması kurutma koşullarının optimizasyonu açısından önemlidir.

Beyaz lahanaya ile ilgili önceki çalışmalar biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu ve işleme sırasındaki değişimleri [5-8], antioksidan aktivitesi [9-10], peroksidaz aktivitesinin biyokatalizdeki potansiyeli [11], antioksidan diyet lif üretimi [7], antosiyanin kompozisyonu belirlenmesi [12], fermentasyon koşullarının uçucu glukozilona hidrolizine etkisi [13], lahanaya ekstraktının hipoglisemik ve lipolitik aktivitesinin tesbiti [14], farklı yöntemlerle elde edilen beyaz lahanaların biyoaktif bileşenlerinin tanımlanması [15], kurutulmuş mikrodalga destekli ekstrakte edilen lahananın biyoaktif bileşen kompozisyonunun belirlenmesi [6], ekstraksiyon koşullarının lahanaya pektininin biyoaktivitesi üzerine etkisi [16] ve probiyotik beyaz lahanaya suyu üretimi [17] üzerinde yoğunlaşmıştır.

Beyaz lahananın kurutulması ile ilgili çalışmalar ise daha sınırlıdır. Yang ve ark. [18] Çin lahanası tohumlarının kesikli kurutulması üzerinde çalışmışlar ve en iyi kurutmanın sürekli ventilasyonla 40°C'de 400s kurutma ve 800s ara verme sirkülasyonu şeklinde gerçekleştiği ve prosesdeki enerji tasarrufunun %48.1 olduğu belirlemişlerdir. Tanongkankit ve ark. [19] ısıya duyarlı potent antikanserijen olan sülfarofanın lahananın sıcak havayla kurutulması (40-70°C) sırasındaki değişimleri üzerinde çalışmışlardır. Bulgular ışığında sülfarofanın glukozinolatların enzimatik hidrolizi ile oluştuğu ve miktarının 25-53.5°C'lerde yapılan kurutma işleminde daha yüksek olduğu, bu sıcaklıklar üzerinde termal degradasyonun görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Lekcharoenkul ve ark [5] lahananın sülfarofan içeriğinin hibrit kurutma tekniği ile daha iyi korunabileceğini ifade etmiş, 60°C'de 10dak düşük basınçlı süper ısıtılmış buharda kurutmanın veya 45°C'de vakum kurutmanın sülfarofan içeriğini en iyi koruduğunu tespit etmişlerdir. Jaiswal ve Abu-Ghannam [17] York lahanasının mikrodalga ısıtılması sırasındaki renk tekstür ve

antioksidan degradasyonu kinetiklerini çalışmışlar ve degradasyonları birinci dereceden kinetik modelle ifade etmişlerdir. Kurutma sırasındaki yüzey değişimleri kalite ve tüketici beğenisini etkilemesinin yanında yüzeye işleme sırası ve sonrasında mikrobiyel bulaşmalara da yol açtığı için Chiewchan ve ark. [20] sıcak suda haşladıkları ve asetik asit solüsyonunda beklettikleri lahanaları 60°C'de sıcak havayla kurutmuşlar ve yüzeydeki topoğrafik değişiklikleri incelemişler, yüzey imaj analizi tekniğiyle değerlendirilerek yüzey karakteristiklerinin hem önışlemeden hem de kurutmadan etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Sağlığa faydaları bilinen ve besinsel içeriği yüksek beyaz lahanaya her yıl tonlarca üretilmesine rağmen katma değerli ve uzun ömürlü işlenmiş ürünlere dönüştürülmesinde sıkıntılar yaşanan bir üründür. Beyaz lahanaya yapraklarının her mevsimde kolayca tüketilebilen, ambalajlama kolaylığı olan, uzun raf ömürlü, oda sıcaklığında depolanabilen ve çalışanlar için yoğun iş temposundan sonra pratik bir şekilde hazırlama kolaylığı sunan plaka şekilli kurutulmuş hale getirilmesi ticarileşme potansiyeli olan bir kurutulmuş ürünün eldesini sağlamaktadır. Öte yandan beyaz lahananın plaka şekilli konveksiyonel kurutulmasına dair bir çalışmaya yazarların bilgisi dahilinde rastlanmamıştır. Bu açıdan çalışma yeni bir ürün eldesi ile farklı kurutma sıcaklığı ve sürelerinin 10x5cm'lik plaka şekilli lahananın konvektif kuruma davranışının ampirik modellenmesini amaçlamıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan beyaz lahanaya örnekleri Kahramanmaraş ilinde lokal marketten temin edilerek laboratuara alınmış ve kurutma denemelerine kadar buzdolabı sıcaklığında saklanmıştır. Kurutma öncesinde lahanalar yıkanıp pörsümüşt dış yapraklar ayıklanmış ve sağlıklı yapraklar 10x5cm boyutlarında plakalar halinde kesilerek yıkanmış, yıkama suyunun fazlası kağıt havlu ile uzaklaştırılarak denemelere hazır hale getirilmiştir.

Haşlama Ön İşlemi

Plaka şekilli lahanalar dokudaki gazları uzaklaştırmak, doku yumuşamasını sağlamak ve peroksidaz inaktivasyonu için haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Haşlama için 1500mL'lik behere 1000mL saf su konularak tablalı ısıtıcı üzerinde kaynaması sağlanmış ve plaka şekilli lahanaya yaprakları atılarak 2dak süreyle haşlanmış, sonrasında içinde buzlu su olan kaba alınarak soğutulmuştur.

Kurutma Denemeleri

Haşlanmış plaka şekilli lahanaya yaprakları tartıldıktan sonra Medcenter marka Ecocell 55 model doğal konveksiyonlu kurutma fırınında 40, 50, 60 ve 70°C'lerde toplam 90 dakika kurutulmuştur. Kurutma sırasında 10 dakika aralıklarla numuneler fırından alınarak ağırlıkları

kaydedilmiştir. Çalışılan her bir sıcaklıkta bir numune de iki tartım arasındaki fark %5 olana kadar kurutma işlemine devam edilerek numunenin kuru ağırlığı kaydedilmiştir. Kurutma denemeleri üç paralel ve üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiş ve ortalama değerler kaydedilmiştir. Numunelerin kuruma süresi boyunca herhangi bir süredeki (t anı) kuru bazda nem içeriği t anındaki ağırlık ile kuru ağırlık farkının kuru ağırlığa oranından hesaplanmıştır:

$$\text{Kuru bazda nem içeriği(\%db)} = \frac{W_t - W_k}{W_k} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de W_t t anında numune ağırlığı (g), W_k kuru numune ağırlığı (g) olarak ifade edilmektedir.

Kuruma Eğrilerinin Oluşturulması

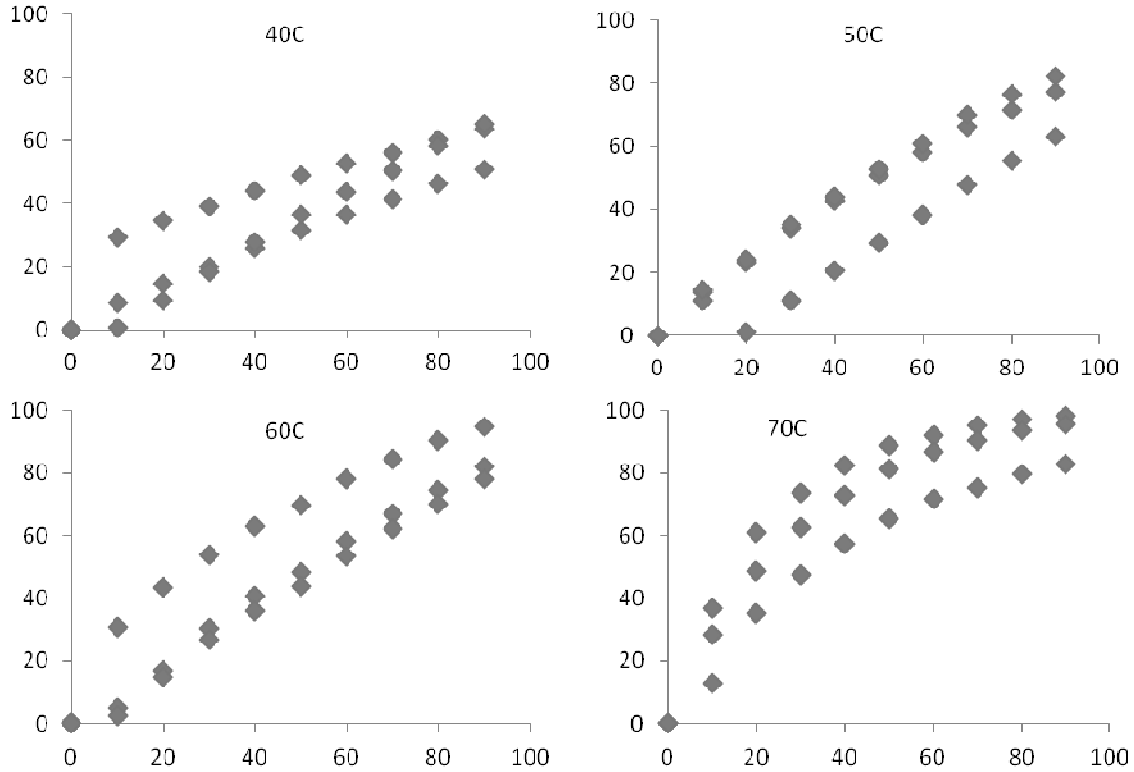
Kuruma eğrilerinin oluşturulması için farklı sıcaklıkta kurutulan plaka şekilli lahanaların nem içerikleri boyutsuz nem oranına çevrilerek kurutma süresine karşı grafiğe aktarılmıştır. Boyutsuz nem oranı:

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad (2)$$

Eşitlik 2 ile ifade edilmiştir. Eşitlikte M_t t anındaki nemi içeriği, M_e denge nem içeriği ve M_0 başlangıç nem içeriğidir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

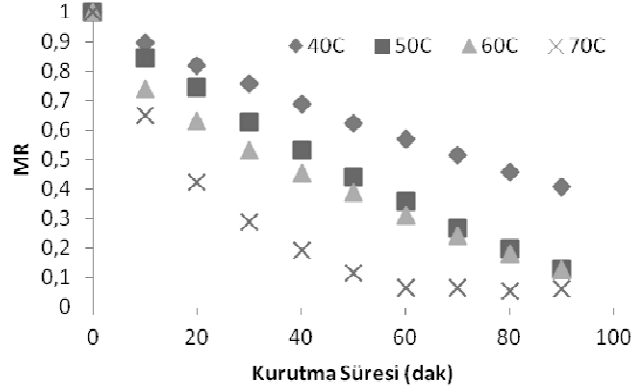
Plaka şekilli kesilmiş beyaz lahanalar örneklerinin farklı sıcaklıklarda konvektif kurutulmasında kurutma süresine bağlı %nem (su) kaybı değerleri üç tekerrürlü olarak Şekil 1'de verilmiştir. Konvektif kurutmada kuruma sıcaklığı arttıkça aynı sürede %nem kaybı artmakta ve aynı kurutma sıcaklığında ise süreye bağlı kayıplar beklendiği üzere artmaktadır. 90dak'lık toplam kurutma süresi sonunda lahanalar örneklerinin %nem kayıpları 40,50, 60 ve 70°C'lerde yapılan kurutma işlemleri için sırasıyla %57, 58, 63 ve 69 olarak belirlenmiştir. Kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma karakteristiğinin üstel ve polinomal fonksiyonlarla daha iyi ifade edilebileceği görülmektedir. 40, 50, 60 ve 70°C'lerdeki kurutmada ortalama % 50 nem kaybı değerlerine sırasıyla 70, 50, 50 ve 40dak'lık kurutma sürelerinde ulaşılmıştır. Konvektif kurutmada kurutma hızı kurutmanın başlangıç safhasında daha yüksektir ve kurutma parametreleri doğru ayarlanırsa kabuk oluşumu gözlenmeden merkezden yüzeye taşınma hızı ile yüzeyden evaporasyon hızları eşittir, kurutma ilerledikçe yüzeye suyun taşınması güçleştiği için kuruma hızı düşer. Araştırma bulguları bu anlamda literatürle uyum içindedir. Tekerrürler kendi içlerinde kıyaslandığında varyasyonlar olmakla beraber tüm veriler uyumludur.



Şekil 1. Plaka şekilli beyaz lahananın farklı sıcaklıklarda konvektif kurutulmasında %nem kaybının kurutma süresine bağlı değişimi

Kurutma eğrilerinin kıyaslanması için lahanaya örneklerinin farklı sıcaklıklarda konvektif kurutulmasında boyutsuz nem içeriğinin kurutma süresine bağlı değişimi tespit edilerek Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre yine kurutma sıcaklığı arttıkça örneklerin nem oranlarındaki azalma belirgin şekilde görülmektedir. Kurutmanın çalışılan tüm sıcaklıklar için azalan kuruma hızı döneminde

gerçekleştiği görülmektedir. 90dak'lık kurutma süresi boyunca en yüksek nem oranı değeri 40°C'de kurutulan örneklerde görülürken bunu birbirine yakın değerlerle 50 ve 60°C'lerde yapılan kurutma takip etmiş ve kuruma oranı 70°C'de yapılan kurutmada tüm kurutma süresi boyunca diğer örneklerden daha düşük olmuştur.



Şekil 2. Plaka şekilli beyaz lahananın farklı sıcaklıklarda konvektif kurutulmasında boyutsuz nem içeriğinin kurutma süresine bağlı değişimi

Literatürde boyutsuz nem oranındaki sürekli düşüş difüzyonun internal kütle transferinde etkili olması ile ifade etmektedir. Bulgular lahanaya kurutmada sıcaklığın önemli bir parametre olduğunu göstermekte ve bu etki daha yüksek kurutma sıcaklıklarında daha belirgin ortaya çıkmaktadır. Bulgular Wankhadea ve ark. [21]

tarafından yürütülen bamya dilimlerinin 40-90°C'de sıcak hava ile kurutulması çalışması ile uyum içindedir.

Plaka şekilli Beyaz lahanaya yapraklarının konvektif kurutulmasında kurutma süresine bağlı nem içeriği değerlerinin ampirik kurutma model eşitlikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Plaka şekilli Beyaz lahanaya yapraklarının konvektif kurutulmasında kurutma süresine bağlı nem içeriği ampirik kurutma model eşitlikleri.

| Model | Konvektif Kurutma Sıcaklığı (t: kurutma süresi, dakika) | | | |
|----------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C |
| Linear | -0.0225t+4.0843 | -0.0367t+4.2312 | -0.0393t+4.3355 | -0.0306t+2.6831 |
| R ² | 0.990 | 0.989 | 0.946 | 0.8328 |
| Üstel | 4.1902e ^{-0.007t} | 4.68e ^{-0.015t} | 4.7584e ^{-0.015t} | 3.0022e ^{-0.024t} |
| R ² | 0.999 | 0.990 | 0.992 | 0.984 |
| Polinomal | 8E-05t ² -0.0299t+4.1821 | 0.0001t ² -0.0499t+4.4074 | 0.0003t ² -0.0673t+4.709 | 0.0005t ² -0.0765t+3.2952 |
| R ² | 0.998 | 0.999 | 0.984 | 0.980 |

Model eşitlikleri tüm çalışma aralığında 70°C'deki lineer model dışında yüksek regresyon katsayısı (R²) değerleri (R²>0.90) vermiştir. Buna göre 40, 60 ve 70°C'lerde yapılan kurutma işlemleri için en yüksek R² değerlerini üstel model verirken 50°C'deki kurutma için polinomal model daha yüksek R² değerini vermiştir. Bununla beraber genel değerlendirmede R²>0.95 için üstel model başarıyla uygulanabilmektedir. Kingsly ve ark. [22] organik domates dilimlerini ince tabaka kurutma modeliyle 50, 60 ve 70°C'lerde konvektif kurutarak kurutmanın en iyi logaritmik modelle ifade edilebildiğini belirtmişlerdir. Yeşil dolma biberlerin 30-70°C'lerde kurutulması ve kimyasal karakterizasyonu çalışmasında ise üstel modellerin çalışılan sıcaklık aralığında en iyi sonucu verdiği belirtilmiştir [23]. Kavak-Akpınar [24] tarafından yapılan çalışmada ise patates, elma ve balkabağı örnekleri ince tabaka modelleri kullanılarak

konvektif kurutulmuş ve tüm örnekler için kurutmanın en iyi bir üstel model olan Midilli ve Küçük modeli ile tanımlanabildiği ifade edilmiştir.

SONUÇ

Çalışma plaka şekilli beyaz lahanaya yapraklarının farklı sıcaklıklarda konvektif kurutulmasında kuruma davranışının üstel modelle başarıyla ampirik olarak modellenebileceğini göstermektedir. Aynı zamanda işlenmiş katma değerli ve raf ömrü uzun bir kurutulmuş ürün eldesi mümkün olmuştur. Kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma süresi kısalmakta ve aynı kurutma sıcaklığında ise kurutma süresi arttıkça nem kaybı artmaktadır. Çalışmada elde edilen plaka şekilli kurutulmuş lahananın endüstriyel ölçekli üretimi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, 2015a. Beyaz Lahana. http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyaz_lahana. Alıntılanma tarihi: 07.05.2015.
- [2] Anonim, 2015b. TUIK Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://gen.tobb.org.tr/ggnot/images/bilgi_notu/304_32_012_KESTAHMN.pdf. Alıntılanma tarihi: 07.05.2015.
- [3] Anonim, 2015c. Health Benefits of Cabbage. <http://www.medicalnewstoday.com/articles/284823.php>. Alıntılanma Tarihi: 08.05.2015.
- [4] Anonim, 2015d. Health Benefits of Cabbage. <http://www.nutrition-and-you.com/cabbage.html>. Alıntılanma Tarihi: 08.05.2015.
- [5] Lekcharoenkul, P., Tanongkankit, Y., Chiewchan, N., Devahastin, S., 2014. Enhancement of sulforaphane content in cabbage outer leaves using hybrid drying techniques and stepwise change of drying temperature. *Journal of Food Engineering* 122: 56-61.
- [6] Chaisamlitpol, S., Hiranvarachat, B., Srichumpoung, J., Devahastin, S., Chiewchan, N., 2014. Bioactive compositions of extracts from cabbage outer leaves as affected by drying pretreatment prior to microwave-assisted extraction. *Separation and Purification Technology* 136(5): 177-183.
- [7] Nilnakara, S., Chiewchan, N., Devahastin, S., 2009. Production of antioxidant dietary fibre powder from cabbage outer leaves. *Food Bioproducts and Processing* 87(4): 301-307.
- [8] Pongmalai, P., Devahastin, S., Chiewchan, N., Soponronnarit, S., 2015. Enhancement of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from cabbage outer leaves via the application of ultrasonic pretreatment. *Separation and Purification Technology* 144(15): 37-45.
- [9] Hounsoume, N., Hounsoume, B., Tomos, D., Edwards-Jone, G., 2009. Changes in antioxidant compounds in white cabbage during winter storage. *Postharvest Biology and Technology* 52(2): 173-179.
- [10] Samec, D., Piljac-Zegarac, J., Bogovic, M., Gruz, J., 2011. Antioxidant potency of white (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) and Chinese (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis*(Lour)) cabbage: The influence of development stage, cultivar choice and seed selection. *Scientia Horticulturae* 128(2): 78-83.
- [11] Belcarz A., Ginalska G., Kowalewska B. and Kulesz P. (2008). Spring cabbage peroxidases-Potential tool in biocatalysis and bioelectrocatalysis. *Phytochemistry* 69(3): 627-636.
- [12] Scalzo, R.L., Genna, A., Branca, F., Chedin, M., Chassaingne, H., 2008. Anthocyanin composition of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) and cabbage (*B. oleracea* L. var. *capitata*) and its stability in relation to thermal treatments. *Food Chemistry* 107(1): 136-144.
- [13] Penas E., Pihlava, J.M., Vidal-Valverde, C., Frias, J., 2012. Influence of fermentation conditions of *Brassica oleracea* L. var. *capitata* on the volatile glucosinolate hydrolysis compounds of saurkrauts. *LWT-Food Science and Technology* 48(1): 16-23.
- [14] Assad, T., Khan, R.A., Feroz, Z., 2014. Evaluation of hypoglycemic and hypolipidemic activity of methanol extract of *Brassica oleracea*. *Chinese Journal of Natural Medicines* 12(9): 648-653.
- [15] Kusznierevics, B., Bartoszek, A., Wolska, L., Drzewiecki, J., Gorinstein, S., Namiesnik, J., 2008. Partial characterisation of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. *LWT-Food Science and Technology* 41(1):1-9.
- [16] Westereng, B., Michaelsen, T.E., Samuelsen, A.B., Knutsen, S.H., 2008. Effects of extraction conditions on the chemical structure and biological activity of white cabbage pectin. *Carbohydrate Polymers* 72(1): 32-42.
- [17] Jaiswal, A.K., Abu-Ghannam, N., 2013. Kinetic studies for preparation of probiotic cabbage juice: Impact on phytochemicals and bioactivity. *Industrial Crops and Products* 50: 212-218.
- [18] Yang, Z., Zhu, E., Zhu, Z., Wang, J., Li, S., 2013. A comparative study on intermittent heat pump drying process of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp.) seeds. *Food and Bioproducts Processing* 91: 381-388.
- [19] Tanongkankit Y., Chiewchan N. and Devahastin S., 2011. Evolution of anticarcinogenic substance in dietary fibre powder from cabbage. *Food Chemistry* 127: 67-73.
- [20] Chiewchan, N., Praphraiphetch, C., Devahastin, S., 2010. Effect of pretreatment on surface topographical features of vegetables during drying. *Journal of Food Engineering* 101: 41-48.
- [21] Wankhadea, P.K., Sapkala, R.S., Sabkalb, V.S., 2013. Drying characteristics of okra slices on drying in hot air dryer. *Procedia Engineering* 51: 71.
- [22] Kingsly, A.R.P., Singh, R., Goyal, R.K., Singh, D.P., 2007. Thin layer drying behaviour of organically produced tomato. *American Journal of Food Technology* 2(2): 71-78.
- [23] Faustino, J.M.F., Baroca, M.J., Guine, R.P.F., 2007. Study of the drying kinetics of green bell pepper and chemical characterization. *Food and Bioproducts Processing* 85(3): 163-170.
- [24] Kavak Akpınar, E., 2006. Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. *Journal of Food Engineering* 73: 75-84.