

渗透脱水蓝莓流化床干燥工艺的研究*

董全¹ Michèle Marcotte² 陈宗道¹

1(西南大学食品科学学院,重庆,400716) 2(加拿大食品研究与开发中心,圣一亚森特,加拿大)

摘要 经渗透脱水处理的蓝莓在流化床中用5种不同的干燥温度(50、60、70、80、90℃)进行干燥,结果显示,干燥温度影响物料的水分散失,水分散失率随温度的提高而增加。随着干燥处理的进行,水分含量和水分活度都呈下降趋势,且温度越高,两者下降越多。根据费克第二不稳定扩散法则,计算出不同温度下的有效水分扩散率(D_{eff})分别为 $(0.753\ 2\sim 3.673\ 7)\times 10^{-10}\ \text{m}^2/\text{s}$ 。在干燥脱水处理过程中 D_{eff} 随处理温度升高而增加。

关键词 渗透脱水,蓝莓,有效水分扩散率,流化床,干燥

蓝莓(Blueberry)属越橘科越桔属(*Vaccinium*)灌木,原产北美。北美早期定居者十分珍爱蓝莓,将其作为食物与药品的主要成分。近年来,美国、加拿大、日本和欧洲的很多国家都把蓝莓视为保健与功能食品,倍受人们青睐。中国也有越橘属植物分布,但对其研究很少^[1]。

果蔬干制前渗透脱水(osmotic dehydration)处理已成为降低干燥能耗、缩短干燥时间、提高干制品品质的一个重要手段^[2]。但渗透脱水一般只作为果蔬加工的预处理^[3],用渗透脱水方法使果蔬的失水达50%左右即可。渗透脱水的果蔬还需要进一步的后续加工处理如热风、真空和冷冻干燥。

流化床干燥装置(振动流化床、惰性粒子流化床等)是目前农副产品干制的先进装备,具有结构紧凑、操控性好、对物料的适应性好等一系列优点^[4],流化床干燥一般用于干燥颗粒物料。流化床干燥被认为是最成功的干燥技术之一。本实验的目的是评价蓝莓渗透脱水后用流化床在不同温度干燥下,其水分含量、水分活性和脱水率的变化,计算其有效水分扩散率。

1 材料和方法

1.1 实验材料

未加糖的经单体快速冻结(IQF)的野生蓝莓(*Vaccinium angustifolium*),购至加拿大魁北克省Les Bleuets Mistassini Ltée公司,每箱净重为12.5 kg左右,贮存于-18℃冻库中待用,果实平均直径为10.0 mm,经测定其含水量为87.38%(湿基重)。

第一作者:博士,副教授。

* 国家留学基金委资助(No. 20326082)

收稿日期:2005-10-27,改回日期:2005-02-16

1.2 实验仪器

流化床干燥器:AEROMATIC AG(型号 STREA 1),德国制造;水分活度仪 CX-2: Decagon Device 公司(Pullman, WA, USA)制造;其他均为实验室常用仪器。

1.3 实验设计

经渗透脱水的蓝莓,含水量为49.35%(湿基重),放入流化床干燥。干燥温度设定为50、60、70、80和90℃,物料干燥前,干燥设备先运转30 min使其达到稳定的工作状态。每次干燥时放入100 g物料,以保证干燥期间物料适宜的重量。通过流化床的热空气流速保持在130~140 m³/h。选择130~140 m³/h流速是考虑物料的流体化和设备的风扇的工作能力。每间隔10 min将物料从干燥设备中取出,称重,并取样,放入能密闭的塑料样品瓶中,待分析。流化床干燥脱水试验在相同的条件下重复进行1次,实验结果取2次实验的平均值。

1.3.1 水分含量、水分活度的测定

干燥前后蓝莓水分含量的测定根据AOAC(1995)^[5]的真空干燥方法。水分活度的测定用水分活度测定仪在20℃测定,按照Roa和Tapia de Daza^[6]的方法校准水分活度仪。每个样品测量3次,取平均值。

脱水率(ML)由以下公式计算

$$ML/\% = 100 \times (M_0 x_0 - M_t x_t) / M_0 \quad (1)$$

式中: M_0 、 M_t 分别为初始和干燥 t 时物料质量(kg); x_0 、 x_t 分别为初始和干燥 t 时物料的含水量(kg/kg,湿基重)。

1.3.3 有效水分扩散率计算

蓝莓在流化床的干燥脱水过程有效水分扩散率的计算可以用Crank^[7]的球体公式进行计算(Nsonzi

at al, 1998)^[8]。但在流化床干燥时,只考虑水分转移。

$$MR = (X_t - X_e)/(X_o - X_e)$$
$$= 6/\pi^2 \exp(-D_{eff}\pi^2 t/a^2)$$

(2)

式中: a 每批经渗透脱水后蓝莓果实的平均半径(m); D_{eff} 有效水分扩散率; MR 残存水分率; t 流化床的干燥脱水时间(s); X_o 初始物料的含水量(kg/kg,干基); X_e 流化床干燥的平衡时物料的含水量(kg/kg,干基); X_t 流化床干燥 t 时物料的含水量(kg/kg,干基)。

2 结果和讨论

2.1 水分含量和水分活度的变化

渗透脱水蓝莓在流化床中不同的温度条件下,水分含量和水分活度的变化情况见图 1 和图 2。随着干燥时间的增加,水分含量和水分活度都呈下降趋势,且温度越高,两者下降越多。蓝莓的脱水率与时间和温度的关系见图 3。从实验中,发现渗透脱水蓝莓在流化床脱水干燥时其脱水率随温度升高而增大(见表 1)。

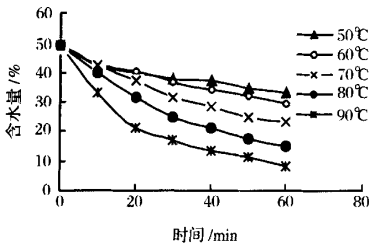


图 1 干燥温度对蓝莓含水量的影响

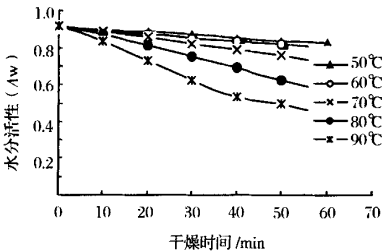


图 2 干燥温度对蓝莓水分活度的影响

2.2 有效水分扩散率的计算

为了计算渗透脱水蓝莓在流化床干燥脱水过程的有效水分扩散率,渗透脱水蓝莓在流化床脱水干燥时残存水分与温度的特性曲线见图 4,用方程 2 可以计算有效水分扩散率。

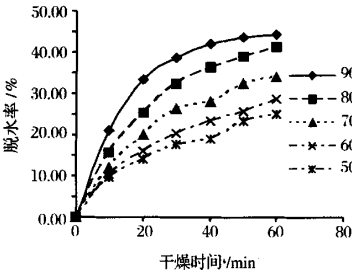


图 3 干燥温度对蓝莓的脱水率影响

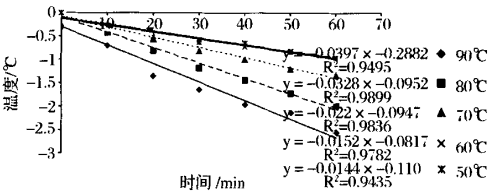


图 4 渗透脱水蓝莓在流化床上脱水干燥时残存水分与温度的关系

用方程 2 计算出有效水分扩散率(见表 1)。从实验中,发现渗透脱水蓝莓在流化床脱水干燥时其有效水分扩散率随温度升高而增大。

表 1 蓝莓在流化床干燥时在不同温度下的有效水分扩散率

温度/℃	有效水分扩散率	
	$D_{eff} \times 10^{-10}/m^2 \cdot s^{-1}$	R^2
50	0.753 2	0.943 5
60	0.834 8	0.978 2
70	1.512 2	0.983 6
80	2.658 9	0.989 9
90	3.673 7	0.949 5

3 结 论

蓝莓在流化床中干燥时,脱水率随干燥温度的提高和干燥时间的延长而增加,而含水量和水分活性随干燥温度的提高和干燥时间的延长而降低。其有效水分扩散率随温度的提高而增加。根据费克第二不稳定扩散法则,计算出不同温度下的有效水分扩散率(D_{eff})分别为 $(0.753\ 2 \sim 3.673\ 7) \times 10^{-10}\ m^2/s$ 。

参 考 文 献

1 苑兆和. 世界蓝莓生产历史与发展趋势[J]. 落叶果树, 2003(1):49~52

2 Wahyuningsih T, Kehinde A T, Mohammad N E, et al. Comparison of pretreatment methods on water and solid dif-

- fusion kinetics of osmotically dehydrated mangos[J]. J of Food Engineering, 2002, 53: 133~142
- 3 Rastogi N K, Angersbach A, Knorr D. Synergistic effect of high hydrostatic pressure pretreatment and osmotic stress on mass transfer during osmotic dehydration[J]. J Food Engineering, 2000, 45: 25~31
 - 4 陈东, 谢继红, 赵丽娟, 等. 热泵式流化床干燥装置及其应用优势[J]. 食品与机械, 2003(1): 34~37
 - 5 AOAC. Official Methods of Analysis[M], Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 1995
 - 6 Roa V, Tapia de Daza M S. Evaluations of water activity measurements with a dew point electronic humidity meter[J]. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 1991, 24: 208~213
 - 7 Crank J. The mathematics of diffusion(2 ed.)[M]. England: Oxford University Press, 1975
 - 8 Nsonzi F, Ramaswamy H S. Osmotic dehydration kinetics of blueberries[J]. Drying Tech, 1998, 16(3~5): 725~741

Study of Fluid-bed Drying Kinetics Osmo-dehydrated Blueberries

Dong Quan¹ Michèle Marcotte² Chen Zongdao¹

1 (College of Food Science, South-west University, Chongqing 400716, China)

2 (Food Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Saint Hyacinthe, Quebec, Canada)

ABSTRACT The osmo-dehydrated blueberries' drying processes in a fluid-bed was studied at five different drying temperature of 50, 60, 70, 80 and 90℃. the model based on Fick's law of unsteady state diffusion. The study showed that moisture loss generally increased by the temperature. The moisture content, water activity of blueberries decreased with long drying process using fluid-bed dryer. Based on the diffusion model, the effective moisture diffusivity (D_{eff}) ranged from 0.7532×10^{-10} to $3.6737 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. D_{eff} showed increasing trend with temperature.

Key words osmotic dehydration, blueberry, effective moisture diffusivity, fluidized bed drying

政策法规标准

英国食品标准署制定食品包装新法规

英国食品标准署最近起草了一份法规,以执行欧盟有关塑料和其他与食品接触材料的最新法律。

自2005年12月份生效的欧盟新法律对食品公司可以使用什么样的塑料来包装他们的食品提出了更严厉的要求。这份法律对从塑料中进入食品中的化学品做出了限制,并提出了一份禁止食品公司使用的材料的名单。

食品标准署(Food Standards Agency)在一份对旨在执行欧盟指令的新法律的咨询文件中说它还将把其他3项有关塑料材料的法律和修正案合并为一个单一的新法案。

该机构在这份上周公布的咨询文件中说,这将使食品公司执行规定更加简单,同时公布的还有一份上述法案的草案。

中国-欧盟项目《有机认证与 HACCP 结合的食品工业质量

与安全保障能力建设规划》正式启动

中国绿色食品发展中心、中国农业大学和中绿华夏有机食品认证中心承接的中国-欧盟小项目便捷基金项目:《有机认证与 HACCP 计划结合的食品工业质量与安全保障能力建设规划》已正式启动。项目活动分6个方面:(1)就有机食品加工企业在生产、认证、检查、质量控制和安全保障、市场营销等方面,对整个企业生产、运输、销售全部环节的质量与安全性保障能力进行系统化基线调查;(2)召开中欧有机食品安全保障风险分析与关键点控制培训规划研讨会;(3)建立长期的企业质量控制能力建设职业教育培训规划,包括课程设置、培训进度安排、招生、相关出版物和网页;(4)翻译出版作为培训课程组成部分、并且是有机检查基础的世界主要有机法规;出版培训内容,建立培训课程网页;(5)准备培训课程材料,将有机认证和 HACCP 计划结合为一个整体;(6)实施培训,讲授内容包括保障有机检查的公正性、企业内部质量控制体系以及有机认证与 HACCP 结合方案。

日前,执行项目的技术人员通过引进欧盟关于有机食品风险分析与关键点控制的能力建设的经验,在中国部分有机食品生产企业的安全保障体系进行深入调查的基础上,召开了研讨会。课题组成员与来自欧盟及中国内地的十几位专家在北京共同讨论了基线调查内容,探讨了有机认证和 HACCP 的关系,考察了北京的一家有机加工厂和蔬菜基地。项目总体目标是,建立一项提高有机加工企业食品质量与安全保障能力的培训规划,即通过建立有机认证和 HACCP 计划结合的一系列的培训课程和相关出版物,来提高企业产品的安全性和质量控制能力。