



几种枸杞干燥方法的综述

胡凤巧

(盐池县农牧科学研究所,宁夏 盐池 751500)

摘要:为提高干燥制品的品质,达到节本增效的目的,介绍了不同干燥方法的工作原理,同时分析了不同干燥方法的优缺点及对枸杞品质的影响。并根据目前枸杞干燥的方法研究现状,对其今后的发展趋势进行了展望,以期对枸杞干燥方法的研究及其在行业中的应用提供理论参考。

关键词:枸杞;干燥方法;研究进展

枸杞又名枸杞子,是一种具有 2 000 多年种植和使用历史的茄目茄科枸杞属植物^[1-2]。因其营养丰富,又具有药食同源的优点,历来是人们认为的养生佳品。为了满足消费者的需求,枸杞被农民当做经济作物种植和出售,带来一定的经济收入^[3],随着经济的发展和人们生活水平的提高,大健康已经是人们普遍认可的生活理念及时尚追求,而枸杞正是顺应大健康理论的滋补品,可见其发展前景广阔^[4]。

虽然枸杞资源遍布世界各地,但唯有中国对枸杞的综合开发最为广泛,而且我国枸杞已成为世界枸杞最主要的消费地,尤其宁夏,被誉为枸杞之乡,枸杞产业是政府扶持的特色地方产业,受到地方政府的高度关注和扶持,具有一定的政策优势。然而,我国枸杞产业却发展缓慢,直到 2008 年才进入快速发展的阶段^[5]。目前市面上由枸杞为原料生产销售的产品种类越来越多,不仅以干果的形式销售,还有枸杞鲜果、酒类、饮料类、休闲食品、枸杞多糖粉、枸杞多糖为功能成分的保健食品等中间产品和最终产品,就目前的发展现状,消费者有很大的需求等待市场满足。随着食品大健康的发展趋势,枸杞产业与我国的政策与时俱进,

不谋而合,有了政策作为强有力的推动力,枸杞产业近几年发展迅速,带动了枸杞果农的经济收入,推动了枸杞产业的发展^[6]。而枸杞鲜果为浆果,水分和糖分含量较高,极易发生霉变^[7]。试验表明,采后的枸杞鲜果在不经任何处理的情况下,第 1 天就会滋生霉菌,第 2 天的霉变率可达 30%~40%,第 3 天的霉变率可高达 50%~80%^[8]。为了减少采后枸杞鲜果由于损失带来巨大的经济流失,人们选择枸杞果实主要以制干消费为主。因此,目前市面上的枸杞产品主要有两种形式,第一种是以枸杞干果为原料的干果产品,第二种是以枸杞干果味原料的枸杞制品或者以枸杞内某种成分作为功能成分开发的保健食品,由于枸杞保鲜问题带来的贮藏、运输及枸杞产品及其制品保质期的问题,使得枸杞的干燥方法研究成为枸杞行业刻不容缓待突破的问题,因此枸杞的干燥技术在今后枸杞产业发展中越来越重要。

研究表明^[9],干燥是通过控制水分从而抑制微生物和劣变反应的食品加工技术,且具有便捷和降低成本等诸多优点。目前,自然晾晒是最简单的干燥方式,一般常见于小型农户。工业中还有热风干燥、真空冷冻干燥等方式。除此之外,随着科学技术向着多技术交叉融合、高新技术的进步,不断涌现出一些新型的干燥技术并得到发展。尤其是不同干燥组合的技术不断逐渐形成并应用于食品工业的干燥中。

收稿日期:2018-03-01

作者简介:胡凤巧(1972-),女,学士,高级林业师,从事农业与林业及中药材技术示范推广工作。E-mail:632397390@qq.com。

Abstract: The *Lysimachia paridiformis* Franch. is the Miao folk conventional medicinal materials for the treatment of rheumatic arthralgia, the curative effect is remarkable and the scholars pay much attention to it. But at present the research and development of the *Lysimachia paridiformis* Franch. is still at the initial stage, less research on the system. By reviewing the literature reports on the parachute in recent years, this paper reviewed the research, chemical composition, pharmacological action and clinical application of the herb, so as to provide a reference for further research and rational exploitation of *Lysimachia paridiformis* Franch. .

Keywords: Miao medicine; *Lysimachia paridiformis* Franch. ; pharmacological action ; research progress

本文主要针对枸杞干燥方法的研究进展进行综述,旨在提高枸杞干燥的效率,为其在各行业中的应用提供理论基础。

1 枸杞干燥方法的研究

1.1 自然干燥法

自然干燥是很早以前人们为了保藏食品,用于生活中食品干燥方法的方式之一,包括自然晾晒、风干和阴干。然而,自然晾晒干燥周期长、易受污染且受环境因素影响剧烈,有效成分损失较大,干燥品质极不稳定,易出现腐烂、焦黑、褐变和糖分溢出等现象^[10]。余广丽^[11]和金小平等^[12]研究了枸杞自然干燥的具体方法,并对其步骤进行了详细阐述。枸杞干果的损失率随着干燥时间的延长会大幅度增高^[13],且其需要的晾晒场地面积大,室外不可控因素很多,会增加枸杞微生物污染的可能性,不能保证枸杞质量^[14]。

1.2 热风对流干燥法

热风对流干燥是以热空气作为传热传质的介质,通过加热的空气连续流过被干燥物料表面,促使水分由毛细孔隙向外扩散,完成干燥的一种干燥方式。目前我国大部分广泛采用的热风干燥,主要应用于脱水果蔬加工中。热风干燥虽能满足工业化生产需求,但耗时长,营养成分散失多,且能源利用率低、污染环境。有研究表明,热风干燥因其干燥时间长,干燥温度高,对物料的破坏相对较大,不能很好的保留物料中原有的营养成分,从而影响被干燥制品的品质及附加值^[15-17]。根据热源供给的不同,热风对流干燥可分为以下几种:

1.2.1 以电能为加热能源的热风对流干燥法

该方式通常利用电能产热加热空气实现物料干燥。为研究枸杞热风对流干燥过程中的问题,国内外学者展开了大量的研究工作,并取得了很大的成效。紫京富、郑硕、吴中华等^[18-20]分别研究了枸杞的热风干燥动力学、枸杞热风对流干燥特性、变温热风对流干燥的工艺。

1.2.2 以太阳能和其它热源相结合作为热源的热对流干燥法

此方法结合自然特点,白天的热源为太阳能集热转化所得,夜间的热源根据实际情况及经济条件采用其它供热形式,不同热源在白天和黑夜交替,从而实现对干燥物料的连续供热,达到干燥的目的。研究^[21-24]发现,宁夏中宁约90%以上的农户采用节省成本的自然晾晒方式,还有约8%的农户则采用燃煤烘干房进行枸

杞制干,利用其它干燥方式的枸杞较少^[25]。李怀赫等^[26]在2006年研究了“太阳能烘干枸杞的研究初探”,并发表了文章。幕松^[27]、姚思远^[28]分别研制了太阳能蒸汽锅炉组合干燥装置和混联式太阳能烘干设备,相较于自然晾晒的枸杞,获得了较好的干燥效果。基于前期的科研成果,在总结前人经验的基础上,目前已经有学者研制出新型的枸杞干燥装置:太阳能—蒸汽组合干燥系统^[29-30]。

1.2.3 以燃煤、天然气等燃料燃烧形式供热的热风对流干燥法

王海等^[31]以燃煤供热作为供热途径对枸杞进行烘房对流干燥,研究发现该干燥方式下干燥的枸杞多糖含量和甜菜碱含量有较大幅度的损失,出糖率也较高。

1.2.4 以吸收环境热能为热源的热风对流干燥法

热泵干燥就是典型的吸收环境热能为热源的热风对流干燥,利用热泵干燥室干燥的枸杞总胡萝卜素含量高于燃煤供热干燥枸杞,与此同时,热泵干燥的成本也相比燃煤干燥枸杞的成本要低^[32]。热泵干燥枸杞干燥能有效降低成本,实现干燥介质的循环封闭,但干燥仓内的封闭环境及长时间的高温高湿状态,容易诱发微生物安全问题。

1.2.5 以电磁波辐射加热为热源的热风对流干燥法

该方式下的热风对流干燥以电磁波辐射为热源,实现联合干燥,常见的电磁波辐射形式有微波辐射、红外线辐射等。

微波干燥法:国际电工委员会(IEC)定义,微波是“波长足够长足够短,以致在发射和接受中能实际应用波导和谐振腔技术的电磁波”。微波的频率范围为300 MHz~300 GHz、波长为1 mm~1 m的电磁波^[33]。微波干燥是一项可应用于枸杞子干燥的新型干燥技术,微波辐射到物料表面,微波直接透入果实内部使极性分子旋转和摆动与微波的频率相同,物料内部的温度由于分子的摩擦碰撞而升高达到加热的目的,水分子从物料内部迁移出来,从而完成干燥^[34-37]。国外对于微波干燥的研究与国内相比较早,有国外学者在十几年前就开始研究将微波干燥的方法应用于粮食和果蔬,随着国外微波干燥法的发展,国内也有学者关注并研究了微波干燥技术在粮食种子、果蔬、药材等领域中的应用等研究,目前已经有部分研究成功应用于各行业,并取得显著的经济效益^[38-41]。

红外线干燥法:红外线干燥法是一项在研究

开发中的新型干燥技术,由远远红外线照射果实转变为热能实现加热干燥^[42]。远红外干燥方法不仅设备简单,还有辐射均匀、干燥速度快、生产率高、可连续操作、易实现自动控制、产品质量高等优点,但同时也具有成本高的缺点,这一点严重制约了其在工业中的推广及应用。

1.3 冷冻干燥法

将食品的温度快速降至冰点以下,在高真空的条件下升华除去食品中的水分的干燥方式称为冻干干燥。冻干食品的组织结构保持良好,产品的速溶性和复水性能较好,但其能耗大,成本高,是制约冷冻干燥技术在生产实际中应用与推广的最大阻力。

1.4 真空干燥法及其相关的组合干燥法

真空干燥是在一定真空度下除去物料中水分的干燥技术。真空干燥通过降低被干燥物料的温度和干燥环境中的含氧量,减缓物料干燥过程中营养成分的氧化反应,从而防止物料发生褐变,保留物料营养成分不被损坏而流失。在实际应用中,真空干燥往往与其它干燥方式组合应用效果更佳。

1.4.1 真空冷冻干燥法 真空干燥和冷冻干燥相结合应用于枸杞的干制加工中,真空干燥最大的优点是极大程度的除去了物料干燥环境中的氧含量,避免物料干燥中的氧化反应。而冷冻干燥能保证物料在整个干燥过程都有一个很低的温度环境,避免了物料中因为温度带来对品质有负面影响的反应。两种方法结合,优势互补能最大程度的减少物料在干燥过程中的损坏,有效保持物料本身的营养成分、颜色和形状,从而保证被干燥物的“高颜值”“高品质”。然而工业生产必须考虑成本因素,由于冷冻干燥设备昂贵,难以满足大批量、产业化加工的需要,故应用不是特别多。

1.4.2 真空微波干燥法 将真空、微波传热、机械和控制等多门技术相结合的新型干燥技术^[43]。

微波干燥可保证食物干燥的速度快、效率高,极大地减少食物干燥的时间^[44-45]。而真空环境可降低食物中氧化酶的活性,抑制酶促氧化,减少食品变质。目前已有学者研究了真空微波干燥法在土豆、香蕉、蘑菇、苹果、草莓、辣椒香料等产品中的应用^[46-54]。

1.4.3 真空脉动干燥法 通过调节干燥仓内压力^[55],使物料进行升降压循环,从而达到目标含水率的干燥技术。此方法不仅效率高,而且能更

好的保留物料中的营养成分,具有品质好、复水性好的优点。目前真空脉动干燥技术已被广泛的应用于枸杞、山药、红枣、葡萄^[56]等食品制干试验研究中,取得了很多新的研究成果和优质的生产实效。但真空脉动干燥因其无法满足物料干燥初期水分汽化耗费大量热能的需要,不能满足生产的需求,还有很大的发展空间。

1.5 超声波干燥法

超声波是频率为 $2 \times 10^4 \sim 2 \times 10^9$ Hz 的声波,超声波是依靠其声波传播过程产生的振动产热加热物料,使水分蒸发,物料干燥过程加快^[57]。刘云宏^[58]以犁片为研究对象发现超声干燥会提高物料的干燥速率和有效扩散系数。

1.6 膨化干燥法

1.6.1 低温膨化干燥法 目前,由于低温膨化干燥法是一项比较新的技术,故其相关的研究及报道

较少,其在食品行业中的研究应用更是处于边缘状态。低温膨化干燥的原理是将物料中的水分变成蒸汽,利用蒸汽由物料中扩散到环境中使物料内部产生蒸气压的作用,使物料膨化。

同理,枸杞与其它物料一样,通过低温膨化干燥,不仅具有鲜艳的色泽,还可产生酥脆的口感和良好的风味。但同时,低温膨化也有其方法本身存在且难以避免的缺点,在干燥过程中,由于物料膨过程中细胞膨胀容易导致破裂,因而会导致可溶物质的溶出,降低营养价值。

1.6.2 变温膨化干燥法 现将物料加热,再进行瞬间高低压变压,水分迅速产生蒸汽膨胀力,使

内部结构迅速变形,并形成多孔网状结构特征的过程。其产品酥脆可口,特别适用开发携带方便的休闲食品^[59-63]。虽然有很多优点,但因其应用于工业中的设备成本高、加工技术复杂等问题难以推广。

1.7 渗透干燥法

渗透干燥是利用渗透压的原理,将物料放入高渗浓度的糖或者盐溶液中,由于细胞膜具有半透性特点,物料内部的水分会在渗透压作用下转移到溶液中,使物料本身失水而降低水分。此方法最大的优点是营养物质损耗少,能耗低^[64-65],虽简单易行,但由于其只能部分去除水分,故常与其它干燥方法组合应用效果更佳,多用于食品干燥的前处理阶段。

2 展望

近年来,单一的干燥方法已经无法满足产业高效节能的要求,为了能够提高干燥制品品质的同时,还能达到干燥效率高和降低成本的目的,研究多种干燥方式相结合的干燥方式刻不容缓。目前远红外干燥、流化床干燥、热泵干燥、超声波干燥及不同干燥组合的干燥技术逐渐形成并应用于食品工业的干燥中,故研究不同的干燥方法应用于枸杞产业意义重大,前景广阔。

参考文献:

- [1] Cheng J, Zhou Z W, Sheng H P, et al. An evidence-based update on the pharmacological activities and possible molecular targets of *Lycium barbarum* polysaccharides[J]. Drug Design Development & Therapy, 2015, 9: 33-78.
- [2] Kulczyn' Ski B, Gramzamałowska A. Goji berry (*Lycium barbarum*): Composition and health effects-a review. [J]. Polish Journal of Food & Nutrition Sciences, 2016, 66(2): 67-76.
- [3] 袁海静, 安巍, 李立会, 等. 中国枸杞种质资源主要形态学性状调查与聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 627-633.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2010 年版. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [5] 曹林, 张爱玲. 我国枸杞产业发展的现状阶段与趋势分析[J]. 林业资源管理, 2015(2): 4-8.
- [6] 马惠兰, 刘英杰, 孙天罡. 新疆枸杞产业发展现状及其对策建议[J]. 新疆社科论坛, 2012(1): 15-17.
- [7] 刘瑜, 姚思远, 冉国伟, 等. 脱蜡工艺对枸杞热风干燥时间的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(24): 211-215.
- [8] 冉国伟, 张慧媛, 刘瑜, 等. 智能多段式变温变湿太阳能枸杞烘干设备的设计与试验[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(6): 34-38.
- [9] 段月. 真空微波干燥对枸杞干果品质的影响[D]. 宁夏: 宁夏大学, 2017.
- [10] 吴中华, 李文丽, 赵丽娟, 等. 枸杞分段式变温热风干燥特性及干燥品质[J]. 农业工程学报, 2015, 31(11): 287-293.
- [11] 余广丽. 对宁夏固原枸杞产业发展现状的战略思考[J]. 商品与质量, 2011(s4): 37-37.
- [12] 金小平, 贾喜明, 马海福. 固原枸杞产业发展思路与对策建议[J]. 黑龙江农业科学, 2011(3): 112-114.
- [13] 包晓芮. 枸杞热风干燥和真空远红外干燥工艺的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2015.
- [14] Kaliyan N, Morey R V. Factors affecting strength and durability of densified biomass products [J]. Biomass & Bioenergy, 2009, 33(3): 337-359.
- [15] Giri S K, Prasad S. Quality and moisture sorption characteristics of microwave-vacuum, air and freeze-dried button mushroom (*Agaricus bisporus*) [J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2009, 33(S1): 237-251.
- [16] 张建军, 王海霞, 马永昌, 等. 辣椒热风干燥特性的研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 298-301.
- [17] 王敏, 李元瑞. 南瓜丝热风干燥工艺参数的试验研究[J]. 农业工程学报, 1996, 12(4): 199-203.
- [18] 紫京富. 枸杞热风干燥特性及最佳工艺的试验研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2004.
- [19] 郑硕, 李明滨, 慕松. 枸杞热风对流干燥动力学特性的研究与试验[J]. 食品工业, 2012(9): 143-146.
- [20] 吴中华, 李文丽, 赵丽娟, 等. 枸杞分段式变温人逢干燥特性及干燥品质[J]. 农业工程学报, 2015(31): 287-293.
- [21] Chen Z, Kwong H T B, Chan S H. Activation of T lymphocytes by polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum* L [J]. Phytotherapy Research, 2008, 8 (12): 1663-1671.
- [22] Luo Q, Li Z, Yan J, et al. *Lycium barbarum* polysaccharides induce apoptosis in human prostate cancer cells and inhibits prostate cancer growth in a xenograft mouse model of human prostate cancer [J]. Journal of Medicinal Food, 2009, 12(4): 695-703.
- [23] Dong J Z, Lu D Y, Wang Y. Analysis of flavonoids from leaves of cultivated *Lycium barbarum* L [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2009, 64(3): 199-204.
- [24] 杜静. 枸杞表面蜡质及制干技术研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2010.
- [25] 王鹤, 慕松, 吴俊, 等. 基于 Weibull 分布函数的枸杞微波干燥过程模拟及应用[J]. 现代食品科技, 2018(1): 141-147.
- [26] 李怀赫, 李明滨. 太阳能烘干枸杞的研究初探[J]. 干燥技术与设备, 2006(2): 102-103.
- [27] 慕松, 郭学东, 顾正军, 等. 太阳能干燥在枸杞加工中的应用[J]. 农业装备技术, 2008, 34(5): 27-29.
- [28] 姚思远. 混联式太阳能干燥设备优化及枸杞干燥工艺研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2014.
- [29] 张璧光, 谢拥群. 国际干燥技术的最新研究动态与发展趋势[J]. 木材工业, 2008, 22(2): 5-7.
- [30] 曹崇文. 对我国稻谷干燥的认识和设备开发[J]. 中国农机化, 2000(3): 12-14.
- [31] 王海, 高月, 王颀, 等. 适宜干燥方法提高干制枸杞品质[J]. 农业工程学报, 2015, 31(21): 271-276.
- [32] 赵丹丹, 彭郁, 李莱, 等. 枸杞热泵干燥室系统设计与应用[J]. 农业机械学报, 2016, 47(s1): 359-365.
- [33] 朱文学. 食品干燥原理与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [34] 王俊. 热风, 远红外和微波干燥特点的比较[J]. 农牧与食品机械, 1993, 6(6): 17-19.
- [35] Baysal T, Icier F, Ersus S, et al. Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic[J]. European Food Research & Technology, 2003, 218 (1): 68-73.
- [36] Kiranoudis C T, Tsami E, Maroulis Z B. Microwave vacuum drying kinetics some fruits [J]. Drying Technology, 1997, 15(10): 2421-2440.
- [37] Ratanadecho P, Aoki K, Akahori M. Experimental and numerical study of microwave drying in unsaturated porous

- material[J]. International Communications in Heat & Mass Transfer, 2001, 28(5): 605-616.
- [38] 朱德泉, 王继先, 朱德文. 玉米微波干燥特性及其对品质的影响[J]. 农业机械学报, 2006, 37(2): 72-75.
- [39] 朱德泉, 王继先, 朱德文, 等. 小麦微波干燥特性及其对品质的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4): 182-185.
- [40] 赵超, 陈建, 邱兵. 花椒微波干燥特性试验[J]. 农业机械学报, 2007, 38(3): 99-101.
- [41] Hossain M A, Bala B K. Drying of hot chilli using solar tunnel drier[J]. Solar Energy, 2007, 81(1): 85-92.
- [42] 章中. 枸杞保藏加工技术现状. 中国食物与营养, 2006(5): 31-33.
- [43] 同一野. 普通真空干制设备综述[J]. 干燥技术与设备, 2004, 2(3): 5-9.
- [44] 崔政伟, 许时婴, 孙大文. 微波真空干燥技术的进展[J]. 粮油加工与食品机械, 2002(7): 28-30.
- [45] 曹崇文. 微波真空干燥技术现状[J]. 干燥技术与设备, 2004, 2(3): 5-9.
- [46] Krokida M K, Maroulis Z B. Effect of microwave drying on some quality properties of dehydrated products[J]. Drying Technology, 1999, 17(3): 449-466.
- [47] Krulis M, Kuhnert S, Leiker M, et al. Influence of energy input and initial moisture on physical properties of microwave-vacuum dried strawberries[J]. European Food Research & Technology, 2005, 221(6): 803-808.
- [48] Yousif A N, Scaman C H, Durance T D, et al. Flavor volatiles and physical properties of vacuum-microwave and air-dried sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) [J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 1999, 47(11): 4777-4781.
- [49] Yousif A N, Durance T D, Scaman C H, et al. Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air, and freeze-dried oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(6): 926-930.
- [50] Böhm V, Kühnert S, Rohm H, et al. Improving the nutritional quality of microwave-vacuum dried strawberries: A preliminary study[J]. Food Science and Technology International-New York-, 2006, 12: 67-75.
- [51] Böhm M E, Bade M, Kunz B. Quality stabilisation of fresh herbs using a combined vacuum-microwave drying process[J]. Advances in Food Sciences, 2002.
- [52] Weerachai K, Somchai W. Combined microwave/fluidized bed drying of fresh peppercorns[J]. Drying Technology, 2004, 22(4): 779-794.
- [53] Pranabendu M, Venkatesh M. Optimization of microwave-vacuum drying parameters of Saskatoon berries using response surface methodology[J]. Drying Technology, 2009, 27(10): 1089-1096.
- [54] Durance T D. Improving canned food quality with variable retort temperature processes[J]. Trends in Food Science & Technology, 1997, 8(4): 113-118.
- [55] 谢龙. 枸杞真空脉动干燥特性及干燥品质的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.
- [56] 白峻文, 王吉亮, 肖红伟, 等. 基于 Weibull 分布函数的葡萄干燥过程模拟及应用[J]. 农业工程学报, 2013(29): 278-285.
- [57] Fuente-Blanco S D L, Sarabia R F D, Acosta-Aparicio V M, et al. Food drying process by power ultrasound[J]. Ultrasonics, 2006, 44: e523.
- [58] 刘云宏, 孙悦, 王乐颜, 等. 超声波强化热风干燥梨片的干燥特性[J]. 食品科学, 2015, 36(9): 1-6.
- [59] Sullivan J F, Jr J C C, Konstance R P, et al. Continuous explosion-puffing of apples [J]. Journal of Food Science, 1980, 45(6): 1550-1555.
- [60] Saca S A, Lozano J E. Explosion puffing of bananas[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2010, 27(4): 419-426.
- [61] 马立霞. 苹果片低温高压膨化干燥技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006.
- [62] 吕健, 毕金峰, 卢勇, 等. 响应面法优化桃变温压差膨化干燥工艺. 中国食品学报, 2014, 14(6): 110-120.
- [63] 毕金峰, 魏益民, 王杜, 等. 哈密瓜变温压差膨化干燥工艺优化研究. 农业工程学报, 2008, 24(3): 232-237.
- [64] Maskan M. Microwave/air and microwave finish drying of banana. [J]. Journal of Food Engineering, 2000, 44(2): 71-78.
- [65] 张慙, 徐艳阳, 孙金才. 国内外果蔬联合干燥技术的研究进展[J]. 无锡轻工大学学报: 食品与生物技术, 2003, 22(6): 103-106.

A Summary of Several Methods on Drying *Lycium Barbarum*

HU Feng-qiao

(Yanchi County Institute of agriculture and animal husbandry, Yanchi 751500, China)

Abstract: In order to improve the quality of dry products and achieve the purpose of saving the cost and increasing efficiency, this paper introduced the working principle of different drying methods. At the same time, the advantages and disadvantages of different drying methods and the influence on the quality of wolfberry were analyzed. According to the present research status of *Lycium barbarum* drying method, the future development trend was prospected, it provided theoretical reference for the study of *Lycium barbarum* drying method and its application in the industry.

Keywords: wolfberry; drying methods; research progress