

肉苁蓉保鲜贮藏及加工研究进展

Progress in research on fresh-keeping, storage and processing technology of *Cistanche deserticola*

朱志鹏 白羽嘉

ZHU Zhipeng BAI Yujia

(新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

摘要:肉苁蓉是中国传统的名贵中药材之一,可鲜食,但由于产地区域限制以及新鲜肉苁蓉采收后仍具有非常旺盛的生命活动,其在运输和贮藏过程中极易发生褐变、软化甚至霉变等情况。通过检索查阅相关的文献资料,文章总结了近年来新采收鲜肉苁蓉的保鲜方法及贮藏技术,剖析了不同加工方法的优缺点差异,并对肉苁蓉加工技术的发展方向进行了展望。

关键词:肉苁蓉;保鲜;贮藏;加工

Abstract: *Cistanche deserticola* is one of the precious traditional Chinese medicines that can be eaten fresh. Its highly active life and zoning restrictions cause it to brown, soften, and even mildew when being transported and stored. The processing technology and preservation and storage techniques were analyzed by thoroughly reading literatures in this field. Moreover, the advantages and disadvantages of different processing methods were analyzed, and the development direction of *C. deserticola* processing technology was prospected.

Keywords: *Cistanche deserticola*; fresh-keeping; storage; processing

肉苁蓉主要指列当科植物肉苁蓉 (*Cistanche deserticola* Y.C. Ma) 及管花肉苁蓉 (*Cistanche tubulosa* (Schrenk) Wright) 的干燥且带有鳞叶的肉质茎,也称作大芸、寸芸、苁蓉、查干告亚。肉苁蓉主产于内蒙古、新疆及甘肃等地^[1],属于濒危物种^[2],多寄生于藜科沙生植物梭梭 (*Haloxylon cammodendron* (C. A. Mey.) Bunge) 和白梭梭 (*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. & Buhse) 的根部。性温,味甘,略带咸味,含有多种功能性成分,保健

药用价值极高,因此享有“沙漠人参”之美誉^[3-5]。

鲜肉苁蓉的采收时间一般分为春采和秋采,采收后的鲜肉苁蓉肉质茎表皮及鳞叶呈乳白色,且代谢活动旺盛,极易出现失水、褐变、软化等现象。目前,新鲜肉苁蓉的保鲜贮藏方法有低温保鲜、气调保鲜、微波照射以及涂膜保鲜等,保鲜方式应用单一,对有关肉苁蓉采收后衰老的生物学变化、生理生化代谢机制、影响因素研究较少。

传统采收后的肉苁蓉大部分制成干肉苁蓉和盐苁蓉等,耗时、耗力、价格昂贵,且干制品对肉苁蓉的营养价值、口感都有一定程度的影响。此外,肉苁蓉相关加工产品主要以酒制为主,深加工附属产品研究较少。文章拟对肉苁蓉采收后贮藏保鲜技术、加工工艺以及现状进行系统性的概述和分析,以期为肉苁蓉的高效开发和利用提供依据。

1 肉苁蓉的基本营养成分

肉苁蓉具有丰富的营养成分,其基本含量见表 1^[6]。李予霞等^[7]研究发现,肉苁蓉中蛋白质含量为 16.38%、总氨基酸含量为 7.87%,其中富含有人体必需的氨基酸。而且肉苁蓉中含有较丰富的 Ca、Fe、Cu、Zn 等人体所需的微量元素,对人体正常生命活动的维持具有重要意义。刘晓明等^[8]从肉苁蓉干燥肉质茎中分析鉴定出 12 种苯乙醇苷类化合物;龚立冬等^[9]从肉苁蓉中分析检测到 5 种单糖;王鑫彤等^[10]采用气相色谱法测定出肉苁蓉中含有甘露糖,其中苯乙醇苷类和多糖是肉苁蓉的主要化学成分和活性成分,也是其发挥作用的物质基础;南泽东等^[11]从肉苁蓉提取物中分离检测出 11 种木脂素类化合物;Kobayashi 等^[12]从管花肉苁蓉中分析检测到 5 种环烯醚萜苷类化合物;经现代药理学研究表明,这些成分具有抗氧化^[13]、抗疲劳^[14]、保肝护肝^[15]、抗骨质疏松^[16]、润肠通便^[17]、提高免疫力^[18]等多种功效,具有较高的食疗、保健价值。

基金项目:新疆自治区重点研发专项项目(编号:2022B02047-1)

作者简介:朱志鹏,男,新疆农业大学在读硕士研究生。

通信作者:白羽嘉(1984—),男,新疆农业大学副教授,硕士生导师,博士。E-mail: saintbyj@126.com

收稿日期:2023-03-22 **改回日期:**2023-10-09

表1 肉苁蓉中的基本营养成分及含量^[6]Table 1 The content of basic nutrients in *C. deserticola*

营养成分	单位	含量
灰分	g/100 g	0.24
水分	g/100 g	7.16
膳食纤维	g/100 g	0.19
脂肪	mg/100 g	12
还原糖	mg/100 g	7.34
维生素 A	mg/100 g	2.42
维生素 C	mg/100 g	3.12
Ca	μg/g	3.63×10 ⁴
Fe	μg/g	1.05×10 ⁴
Mg	μg/g	2.02×10 ³
Cu	μg/g	9.42×10 ²
Zn	μg/g	1.07×10 ²

2 肉苁蓉的贮藏保鲜

古代记载肉苁蓉加工贮藏的方式可见于以下古医书:《名医别录》中“五月五日采,阴干”^[19];《本草蒙筌》中“端午采干”^[20];《本草品汇精要》中“三月、五月五日取根,阴干”^[21]。说明肉苁蓉的传统贮藏方法一般是采后直接阴干保存。随着科技的进步,借鉴现代干燥加工技术,肉苁蓉鲜切片可采用微波干燥、冷冻干燥和气体射流冲击干燥等^[22-24]进行干燥,从而达到长期贮藏的目的。但干燥过程中存在干燥损耗,会导致品质不同程度下降,且干燥品不宜直接食用。

2.1 物理保鲜

物理保鲜主要是通过控制采后果蔬贮藏环境的温度、相对湿度和气体比例等因素,降低果蔬呼吸代谢强度,杀灭或抑制微生物生长,以延长贮藏保鲜期^[25]。庞金虎^[26]将采后的鲜肉苁蓉通过沸水浴 5 min 来抑酶,切片入袋抽真空,于 3 ℃ 冰柜冷藏。结果发现贮藏 30 d 内肉苁蓉品质较稳定,超过 60 d 时,有效成分含量下降明显。沸水处理使酶失活,减少酶促褐变,而低温可以抑制微生物的生长繁殖。张红艳^[27]采用 4 ℃ 协同充 N₂ 包装处理鲜肉苁蓉,与室温(25 ℃)相比,4 ℃ 的保鲜效果更优。充 N₂ 包装改变了鲜肉苁蓉贮藏环境中的气体成分,无氧条件不仅影响其呼吸强度,也起到了抑制微生物侵袭繁殖的作用。高枫^[28]先用臭氧对采后的鲜肉苁蓉进行消毒,再装入有惰性气体的包装袋中,于无光、常温环境中用微波照射贮藏,最大限度保持了肉苁蓉原有的风味和营养价值。以上对鲜肉苁蓉保鲜贮藏方法主要是通过低温、充惰性气体结合沸水灭酶、微波照射的方法,抑制酶活性,降低呼吸强度,减少微生物侵染,减缓褐变,从而达到延长保鲜时间的目的。

气调保鲜主要是通过调节、控制采后果蔬贮藏环境

中的气体成分,抑制果蔬的呼吸作用,以达到减少果蔬中营养成分损失和延长货架期的目的^[29]。气调保鲜主要分为自主气调和人工气调,人工气调通常是降低贮藏环境中氧气浓度,提高二氧化碳浓度,从而抑制肉苁蓉呼吸代谢,提高保鲜效果。路帆等^[30-31]于(4.0±0.5) ℃ 条件下,研究气调包装中不同气体成分以及不同透氧量的气调微孔膜对鲜切肉苁蓉贮藏品质的影响,结果表明,以 4% O₂+6% CO₂+90% N₂ 贮藏的效果最佳,且 4% O₂+6% CO₂+90% N₂ 结合 6000 孔微孔膜的保鲜方法能有效延缓鲜切肉苁蓉在贮藏过程中的褐变现象及品质劣变,有效保持了鲜切肉苁蓉的感官品质。人工气调贮藏效果较好,但需要对贮藏环境气体成分进行严格控制,对设备要求较高且成本高昂,较难推广应用。

自主气调是利用果蔬自身呼吸作用来降低包装中氧气浓度,提高二氧化碳浓度,进行抑制果蔬呼吸和微生物生长^[32]。魏杰^[33]研究发现,4 ℃ 冷藏条件下使用不同包装材料,聚乙烯(PE)、聚酰胺/聚乙烯(PA/PE)、聚丙烯/己二酸-对苯二甲酸丁二酯(PP/PBAT)薄膜包装鲜切肉苁蓉,阻隔性适中的 PP/PBAT 材料更适用于鲜切苁蓉保鲜,其保鲜效果优于市售 PE、PA/PE 袋。使用 PP/PBAT 材料保鲜的肉苁蓉松果菊苷和毛蕊花糖苷总含量的保留量较高。自主气调包装具有成本相对较低,简单易行等优点,但包装材料不易降解,容易造成环境污染。

2.2 化学保鲜

化学保鲜是将鲜肉苁蓉通过化学试剂浸泡、喷洒或熏蒸等方式处理,杀死微生物或抑制其活动,延缓鲜肉苁蓉衰老褐变^[34]。张琴玲等^[35]先将鲜切肉苁蓉进行微波照射、蒸汽漂烫的灭酶处理,并置于麦芽糖醇液体中后抽真空保存,解决了一般传统保存法中肉苁蓉品质下降的难题。虽然麦芽糖醇安全无毒性、无过敏性、无刺激性^[36],但在贮藏过程中麦芽糖醇是否会影响到肉苁蓉相关活性物质的变化,以及贮藏后的肉苁蓉中麦芽糖醇的残留量是否会起人肠道耐受性反应,均需进一步研究。

2.3 涂膜保鲜法

涂膜保鲜法是指用涂膜保鲜剂在果蔬表面包裹、涂抹等方式,使其形成一层薄膜,从而达到降低果蔬呼吸强度、减少水分流失、防止外界微生物污染等作用。可食性涂膜(多糖、脂类、蛋白质)取材广泛、使用方便,可有效延长果蔬货架期^[37-39]。

宋玉霞等^[40]研制了一种壳聚糖和单甘酯溶液涂膜保鲜剂,对采后新鲜肉苁蓉进行涂抹,并于湿度为 60%、温度为 1~4 ℃ 的无菌环境中贮藏。结果表明,该方法可以有效延长肉苁蓉的保鲜时间,且肉苁蓉的感官品质和主要活性成分与刚收获时的基本相同。高国强^[41]研究发现,将收获后的鲜肉苁蓉进行杀酶消毒处理后,于 1%~5% 壳聚糖溶液中浸泡 5~10 min,并于 2~5 ℃ 保鲜库中

贮藏,可以使肉苕蓉保鲜期延长至 6 个月。壳聚糖、单甘酯的作用主要是在肉苕蓉表面形成一层膜,降低呼吸强度,减缓水分流失,同时还起到保护肉苕蓉不受外界微生物侵染的目的。目前,有关果蔬涂膜保鲜剂的研究较多且成熟,但是应用于鲜肉苕蓉保鲜贮藏的较少。而且可食性涂膜保鲜剂保鲜方法易操作,对产品无污染,为解决鲜肉苕蓉的贮藏困难提供了新的方向。

综上,保鲜贮藏技术虽不同程度地提升了鲜肉苕蓉的保鲜效益,但是有关鲜肉苕蓉采收后贮藏过程中出现的生理学变化的研究还不够深入,尚未全面研究其品质指标的变化规律和机理。因此,探究新鲜肉苕蓉采收后衰老褐变与开发新的保鲜贮藏技术、提升保鲜效果对于促进肉苕蓉高效开发以及产业的发展具有十分重要的意义。

3 肉苕蓉加工研究现状

中国是世界上最大的果蔬生产、加工国之一,其中果蔬加工制品在农产品贸易中占据非常大的比重^[42]。同时,随着人们对健康生活质量需求的增加,以及对食品的多功能性的重视愈来愈高,功能性食品已成为食品相关研究瞩目的热点。肉苕蓉是具有中国特色的药食同源植物,随着科技的发展,人工种植肉苕蓉技术日渐成熟,肉苕蓉产量逐步提高,而新采收的肉苕蓉不宜长时间贮藏,所以对肉苕蓉的加工处理越来越重要。

3.1 干制

干制是新鲜肉苕蓉采收后最主要的加工方式。肉苕蓉干制品品质与工艺设备密切相关,其基本方法主要有自然晾晒法^[43-45]、烘干法^[26]、热风干燥法^[46-48]、气体射流冲击干燥法^[23]和真空冷冻干燥法^[49]等。

常用的肉苕蓉干燥方法主要有自然干燥、干燥箱烘干和真空冷冻干燥。自然干燥是将肉苕蓉放置于室外,经阳光照射和自然风干的一种方法。因肉苕蓉体积大、含糖较多,且自然干燥法用时较长、环境因素不稳定,可能导致在降雨较多的季节,湿度相对较高的地方发生霉变现象,除此之外新鲜采收的肉苕蓉经自然干燥后,其主要有效成分苯乙醇苷类(松果菊苷和毛蕊花糖苷)的含量相对较低。干燥箱烘干法的优点是设备简单、操作方便,且不受天气等外界不稳定因素影响。若将新鲜采收的肉苕蓉先切片,再结合微波处理、沸水煎煮、水蒸气蒸制等前处理,会缩短干燥时间且干燥效果更佳。然而,肉苕蓉中含有挥发性成分,以及一些生物活性成分具有热敏性,自然干燥和烘箱干燥法会使热敏性物质发生变性或失活和挥发性成分损失,而真空冷冻干燥方法避免了对热敏性及挥发性物质的影响,但其运行成本相对较高。杜友等^[23]建立了肉苕蓉片的气体射流冲击干燥法工艺,经该工艺处理后的肉苕蓉饮片色泽淡黄且含有较多半乳糖醇,但气体射流冲击干燥技术在国内的应用起

步较晚,生产成本相对较高,有待于进一步研究和应用。

3.2 肉苕蓉产品

骆紫燕等^[50]统计分析了国内有关肉苕蓉及其保健食品的相关专利,得出肉苕蓉保健食品保健功能结构分布不均衡,其特点不明显,并且产品品种数量相对较少,还有很大的发展空间。而肉苕蓉作为食品、保健品出现在人们的饮食中,较为常见的有肉苕蓉粥、苕蓉麻子仁膏、肉苕蓉酒等^[51-52]。李伟等^[53]研制了一种黄精肉苕蓉胶囊,其最佳配比为 $m_{\text{硬脂酸镁}} : m_{\text{二氧化硅}} : m_{\text{磷酸钙}} : m_{\text{乳糖}} : m_{\text{马鹿茸粉}} : m_{\text{肉苕蓉}}$ 为 1 : 1 : 12 : 12 : 25 : 69。配方中使用了中药,会产生不适的气味和口感,而胶囊能够将其有效掩盖,从而让服用者更容易接受。该产品的小鼠试验也证明黄精肉苕蓉胶囊具有抗疲劳的作用功效。韩海霞等^[54]研究发现,肉苕蓉浸膏的制备工艺条件为干燥温度 60 °C,提取温度 80 °C,浓缩温度 60 °C,蒸制浸膏温度 85 °C,所得到的肉苕蓉浸膏具有较强的抗氧化活性。孙伯禄等^[55]采用响应面法优化了肉苕蓉红枣复合酸奶的工艺,其最佳添加量为:红枣汁添加量 18%、肉苕蓉汁添加量 8%、蜂蜜添加量 5%,发酵制成的酸奶口感细腻、品质良好、风味更佳,且该工艺制备的酸奶具有一定的抗氧化作用。目前肉苕蓉加工产品相对单一、附加值低,对肉苕蓉产业的发展影响力较小。后续需加强现代科学技术在肉苕蓉加工中的应用研究,开发加工新技术,生产新的肉苕蓉相关产品,丰富肉苕蓉产品结构,延伸其相关产业链,形成多样化的产品,以满足不同的消费人群,扩大市场需求。

4 展望

新鲜肉苕蓉采收后极易发生褐变、软化、霉变等现象,严重影响其价值。而现有物理、化学等保鲜技术相对单一,对肉苕蓉保鲜方式的研究也只是基础性的认识,未深入研究肉苕蓉采收后生理学变化的相关理论。因此开发新型肉苕蓉保鲜技术,尝试多种保鲜技术协同作用,提高保鲜效果以及保鲜贮藏期间肉苕蓉生理生化指标的变化规律的探究均需更进一步深入。

目前肉苕蓉的加工仅是将采收后鲜肉苕蓉切片,经杀酶干燥处理,对各种加工方法对肉苕蓉化学成分和药效影响的研究相对较少,此外,肉苕蓉在保健品、食品和饮品等食品加工领域中的开发、应用研究也比较欠缺。因此,对肉苕蓉进行深加工以及在肉苕蓉保健品、功能性食品等领域需要更进一步研究探索,实现产品的精深加工,丰富产品种类,为肉苕蓉的规模化种植打通产业链。

参考文献

- [1] 侯蕾,王波,厉广辉,等.肉苕蓉研究进展与产业化现状[J].山东农业科学,2020,52(12):133-140.
- HOU L, WANG B, LI G, et al. C. deserticola research progress and

- the present condition of the industrialization of [J]. *Journal of Shandong Agricultural Science*, 2020, 52(12): 133-140.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 2015 版. 北京: 化学出版社, 2015: 90.
National Pharmacopoeia Committee. *Pharmacopoeia of the people's republic of China: Volume 1*[M]. 2015 Edition. Beijing: Chemical Press, 2015: 90.
- [3] 王惠民. 肉苁蓉的本草考证[C]// 肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会. [S.1.]: 中国药学会, 2002: 10-16.
WANG H M. Textual research on herbology of *Cistanche* [C]// Symposium on *Cistanche* and pSA Medicinal Plants. [S.1.]: Chinese Pharmaceutical Society, 2002: 10-16.
- [4] 屠鹏飞, 何燕萍, 楼之岑. 肉苁蓉的本草考证[J]. *中国中药杂志*, 1994, 19(1): 3.
TU P F, HE Y P, LOU Z J. Textual research on herbology of *Cistanche deserticola* [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 1994, 19(1): 3.
- [5] TIAN W, ZHANG X Y, XIE W Y. *Cistanche deserticola* Y. C. Ma, "Desert Ginseng": A review [J]. *American Journal of Chinese Medicine*, 2012, 40(6): 1 123-1 141.
- [6] 艾尼·库尔班, 穆赫塔尔·伊米尔艾山, 库尔班·吾斯曼, 等. 维吾尔传统保健药材肉苁蓉中营养成分、微量元素含量的测定[J]. *食品工业科技*, 2009, 30(9): 289-291.
AINE K, MUKHTAR I A, KURBAN U, et al. Determination of nutrients and trace elements in *Cistanche deserticola* [J]. *Food Industry Science and Technology*, 2009, 30(9): 289-291.
- [7] 李子霞, 茹阳. 肉苁蓉的氨基酸含量测定及营养评价[J]. *安徽农业科学*, 2007(17): 5 054-5 056.
LI Y X, RU Y. Determination of amino acid content and nutritional evaluation of *Cistanche deserticola*[J]. *Anhui Agricultural Sciences*, 2007(17): 5 054-5 056.
- [8] 刘晓明, 姜勇, 孙永强, 等. 肉苁蓉化学成分研究[J]. *中国药学杂志*, 2011, 46(14): 1 053-1 058.
LIU X M, JIANG Y, SUN Y Q, et al. Study on chemical constituents of *Cistanche deserticola* [J]. *Chinese Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2011, 46(14): 1 053-1 058.
- [9] 龚立冬, 曹玉华, 侯建霞, 等. 毛细管电泳电化学检测法研究肉苁蓉多糖的单糖组成[J]. *中国中药杂志*, 2007(19): 2 073-2 075.
GONG L D, CAO Y H, HOU J X, et al. Study on monosaccharide composition of *Cistanche deserticola* polysaccharide by electrochemical detection by capillary electrophoresis [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2007(19): 2 073-2 075.
- [10] 王鑫彤, 王未, 吴慧玉, 等. 肉苁蓉多糖水解产物单糖组分的气相色谱法测定[J]. *江苏大学学报*, 2016, 26(3): 254-257.
WANG X T, WANG W, WU H Y, et al. Determination of monosaccharides in the hydrolyzed products of *Cistanche* polysaccharide by gas chromatography [J]. *Journal of Jiangsu University*, 2016, 26(3): 254-257.
- [11] 南泽东, 赵明波, 姜勇, 等. 塔中栽培荒漠肉苁蓉中的木脂素类成分[J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(3): 463-468.
NAN Z D, ZHAO M B, JIANG Y, et al. Lignans in *Cistanche deserticola* cultivated in desert [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2015, 40(3): 463-468.
- [12] KOBAYASHI H, 杨秀伟. 抗衰老中药肉苁蓉化学成分的研究[J]. *中医药信息*, 1985(2): 31.
KOBAYASHI H, YANG X W. Study on chemical constituents of *Cistanche deserticola*, an anti-aging Chinese medicine [J]. *Information of Chinese Medicine*, 1985(2): 31.
- [13] 何梦梦, 游林, 包晓玮, 等. 肉苁蓉水提物体外抗氧化及对小鼠肠道菌群紊乱的作用[J]. *食品研究与开发*, 2020, 41(23): 44-50.
HE M M, YOU L, BAO X W, et al. Effects of *Cistanche* water extract on exogenous antioxidant and intestinal flora disturbance in mice [J]. *Food Research and Development*, 2020, 41(23): 44-50.
- [14] 闫磊, 胡江平, 孙晓冬, 等. 肉苁蓉多糖对 D-半乳糖致衰老小鼠抗疲劳作用及机制研究[J]. *河北中医*, 2019, 41(1): 96-100.
YAN L, HU J P, SUN X D, et al. Study on anti-fatigue effect and mechanism of *Cistanche* polysaccharide on aging mice induced by D-galactose [J]. *Hebei Traditional Chinese Medicine*, 2019, 41(1): 96-100.
- [15] 马晓婷, 张石蕾, 王志强, 等. 肉苁蓉苯乙醇总苷脂质体对 rrPDGF-BB 诱导的肝星状细胞增殖的影响及作用机制研究[J]. *重庆医学*, 2019, 48(10): 1 630-1 634.
MA X T, ZHANG S L, WANG Z Q, et al. Effect of total *Cistanche* phenylethanol glycoside liposomes on hepatic stellate cell proliferation induced by rrPDGF-BB and its mechanism [J]. *Chongqing Medical Journal*, 2019, 48(10): 1 630-1 634.
- [16] ZHANG B, YANG L L, DING S Q, et al. Anti-osteoporotic activity of an edible traditional Chinese medicine *Cistanche deserticola* on bone metabolism of ovariectomized rats through RANKL/RANK/TRAF6-mediated signaling pathways [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2019, 10: 1 412.
- [17] 刘显红, 郑安敏. 肉苁蓉汤治疗便秘 31 例临床研究[J]. *中国社区医师*, 2020, 36(4): 126-127.
LIU X H, ZHENG A M. Clinical study on 31 cases of constipation treated with *cistanche* soup [J]. *Chinese Community Physician*, 2020, 36(4): 126-127.
- [18] 支雅婧, 甄亚钦, 田伟, 等. 肉苁蓉化学成分和药理作用研究进展及质量标志物(Q-Marker)的预测分析[J]. *中草药*, 2021, 52(9): 2 758-2 767.
ZHI Y J, ZHEN Y Q, TIAN W, et al. Research progress of chemical constituents and pharmacological effects of *Cistanche deserticola* and prediction analysis of quality marker (Q-Marker) [J]. *Chinese Herbal Medicine*, 2021, 52(9): 2 758-2 767.
- [19] 程齐来, 陈君. 肉苁蓉属植物研究概况[J]. *中药材*, 2004, 27(10): 789-791.
CHENG Q L, CHEN J. Research situation of *Cistanche* [J]. *Chinese Materia Medica*, 2004, 27(10): 789-791.
- [20] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 北京: 人民出版社, 1988: 20.
CHEN J M. *Mongolian herbs* [M]. Beijing: People's Publishing

- House, 1988: 20.
- [21] 刘文泰. 本草汇精要[M]. 上海: 上海科学出版社, 1982: 171.
LIU W T. Essentials of materia medica[M]. Shanghai: Shanghai Science Press, 1982: 171.
- [22] 耿宗成, 马志国. 一种能够提高肉苁蓉饮片品质的生产加工方法: CN104127506B[P]. 2016-05-25.
GENG Z C, MA Z G. A method for Improving the quality of Cistanche slices: CN104127506B[P]. 2016-05-25.
- [23] 杜友, 郭玉海, 崔旭盛, 等. 鲜肉苁蓉气体射流冲击干燥工艺[J]. 农业工程学报, 2010, 26(S1): 334-337.
DU Y, GUO Y H, CUI X S, et al. Gas jet impact drying process of Cistanche in fresh meat[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(S1): 334-337.
- [24] 雷丽, 王新意. 一种提高新鲜中药肉苁蓉中苯乙醇苷类成分含量的加工方法: CN101485731[P]. 2009-07-22.
LEI L, WANG X X. A processing method for increasing the content of phenylethanol glycosides in Cistanche: CN101485731 [P]. 2009-07-22.
- [25] 陈乐, 赵超凡, 刘亚平, 等. 黄花菜贮藏及加工研究进展[J]. 食品与机械, 2022, 38(7): 227-232, 240.
CHEN L, ZHAO C F, LIU Y P, et al. Day lily storage and processing research progress[J]. Food & Machinery, 2022, 38(7): 227-232, 240.
- [26] 庞金虎. 采收处理及提取方法对肉苁蓉主要有效成分的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013: 9-27.
PANG J H. Effects of postharvest treatment and extraction methods on main effective components of Cistanche[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2013: 9-27.
- [27] 张红燕. 包装方式对肉苁蓉品质影响及肉苁蓉种子休眠特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016: 16-25.
ZHANG H Y. Effects of packaging methods on quality of Cistanche deserticola and dormancy characteristics of Cistanche seed[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2016: 16-25.
- [28] 高枫. 一种肉苁蓉活体保鲜的方法: CN105285071A[P]. 2016-02-03.
GAO F. A method for fresh preservation of Cistanche in vivo: CN105285071A[P]. 2016-02-03.
- [29] 王静. 果蔬采收后保鲜包装技术的研究进展[J]. 保鲜与加工, 2022, 22(6): 91-96.
WANG J. Research progress of postharvest fresh packaging technology for fruits and vegetables [J]. Preservation and Processing, 2022, 22(6): 91-96.
- [30] 路帆, 李宏业, 殷贝贝, 等. 气调包装技术在鲜切肉苁蓉保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(6): 170-178.
LU F, LI H Y, YIN B B, et al. Application of air-conditioned packaging technology in fresh-cut Cistanche [J]. Food and Fermentation Industry, 2023, 49(6): 170-178.
- [31] 路帆, 梁佳睿, 殷贝贝, 等. 气调微孔膜包装对鲜切肉苁蓉活性成分及抗氧化性效果的影响[J]. 现代食品科技, 2023, 39(3): 194-201.
LU F, LIANG J R, YIN B B, et al. Effect of air-conditioned microporous membrane packaging on the active ingredients and antioxidant activity of Cistanche fresh cut [J]. Modern Food Technology, 2023, 39(3): 194-201.
- [32] 蒋方国, 胡海洋, 龚晓源, 等. O₂/CO₂主动自发气调对采后松露贮藏品质及微观结构的影响[J]. 食品与机械, 2022, 38(2): 123-129.
JIANG F G, HU H Y, GONG X Y, et al. Effect of O₂/CO₂ active spontaneous gas regulation on storage quality and microstructure of postharvest truffle[J]. Food & Machinery, 2022, 38(2): 123-129.
- [33] 魏杰. 鲜切肉苁蓉被动气调保鲜及其品质变化研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2022: 10-44.
WEI J. Study on passive air conditioning preservation and quality change of fresh cut Cistanche [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2022: 10-44.
- [34] SUN B X, CHEN X, XIN G, et al. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on quality of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) packaged in different packaging materials[J]. Postharvest Biology Technology, 2020, 159: 111023.
- [35] 张琴玲, 李万明, 刘斌基. 一种肉苁蓉保鲜方法: CN102318874B[P]. 2012-12-26.
ZHANG Q L, LI W M, LIU B J. A fresh preservation method for Cistanche: CN102318874B[P]. 2012-12-26.
- [36] 李佳, 赵佳, 邢青斌, 等. 麦芽糖醇在健康人群的胃肠道耐受反应[J]. 中国食物与营养, 2022, 28(8): 49-52.
LI J, ZHAO J, XING Q B, et al. Gastrointestinal tolerance reaction of maltitol in healthy people[J]. China Food and Nutrition, 2022, 28(8): 49-52.
- [37] 齐红蓉, 田建文, 张彦军, 等. 肉桂油复合涂膜对鲜切菠萝蜜果苞贮藏期间品质的影响[J]. 食品与机械, 2020, 36(4): 126-131, 201.
QI H R, TIAN J W, ZHANG Y J, et al. Effect of cinnamon oil composite coating on the quality of freshly cut jackfruit during storage[J]. Food & Machinery, 2019, 36(4): 126-131, 201.
- [38] THAKUR R, PRISTIJONO P, SCARLETT C J, et al. Starch-based films: Major factors affecting their properties [J]. International Journal of Biological Macromolecules: Structure, Function Interactions, 2019, 132(6): 1 079-1 089.
- [39] 罗义灿, 李今朝, 陆覃昱, 等. 复合保鲜剂对沃柑果实贮藏品质的影响[J]. 食品与机械, 2022, 38(10): 146-150, 215.
LUO Y C, LI J Z, LU Q Y, et al. The influence of the compound fresh-keeping agent for citrus fruit storage quality [J]. Food & Machinery, 2022, 38(10): 146-150, 215.
- [40] 宋玉霞, 张丽, 陈学军, 等. 一种肉苁蓉涂膜保鲜剂和肉苁蓉贮藏方法: CN111213809A[P]. 2020-06-02.
SONG Y X, ZHANG L, CHEN X J, et al. A Cistanche coating preservative and storage method: CN111213809A[P]. 2020-06-02.
- [41] 高国强. 一种肉苁蓉保鲜的方法: CN102600246B[P]. 2013-07-31.
GAO G Q. A method for keeping fresh Cistanche: CN102600246B

- [P]. 2013-07-31.
- [42] 王志伟. 果蔬加工技术现状与发展探讨[J]. 现代农业研究, 2021, 27(6): 135-136.
WANG Z W. Current status and development of fruit and vegetable processing technology[J]. Modern Agricultural Research, 2021, 27(6): 135-136.
- [43] 姜勇, 屠鹏飞, 邹萍萍, 等. 一种肉苁蓉药材的加工方法: CN104138420A[P]. 2014-11-12.
JIANG Y, TU P F, ZOU P P, et al. A method for processing Cistanche: CN104138420A[P]. 2014-11-12.
- [44] 常建国, 徐燕. 一种肉苁蓉晾晒装置: CN208688148U[P]. 2019-04-02.
CHANG J G, XU Y. A Cistanche drying device: CN208688148U [P]. 2019-04-02.
- [45] 李建国, 冯起, 马骏, 等. 一种晾晒肉苁蓉的装置: CN203336912U[P]. 2013-12-11.
LI J G, FENG Q, MA J, et al. A device for drying Cistanche: CN203336912U[P]. 2013-12-11.
- [46] 李彪. 肉苁蓉有效成分含量的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012: 15-29.
LI B. Study on the content of effective components of Cistanche deserticola [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2012: 15-29.
- [47] 王丽楠, 陈君, 杨美华, 等. 肉苁蓉中苯乙醇苷的含量测定[J]. 西北药学杂志, 2008(2): 67-69.
WANG L N, CHEN J, YANG M H, et al. Determination of phenylethanol sides in Cistanche [J]. Northwest Pharmaceutical Journal, 2008(2): 67-69.
- [48] 杨建华, 胡君萍, 热娜·卡斯木, 等. 不同加工方法对肉苁蓉饮片苯乙醇苷类成分的影响[J]. 中药材, 2010, 33(5): 691-693.
YANG J H, HU J P, JEENA K, et al. Effects of different processing methods on phenylethanol glycosides in Cistanche slices [J]. Chinese Materia Medica, 2010, 33(5): 691-693.
- [49] 李想, 柴娟, 崔永成. 肉苁蓉冷冻干燥保鲜加工方法: CN106668181A[P]. 2017-05-17.
LI X, CHAI J, CUI Y C. Processing method for freeze-drying of Cistanche deserticola: CN106668181A[P]. 2017-05-17.
- [50] 骆紫燕, 卿德刚, 孙宇, 等. 肉苁蓉保健食品的开发及相关专利分析[J]. 西北药学杂志, 2020, 35(6): 940-944.
LUO Z Y, QING D G, SUN Y, et al. Development of Cistanche health food and related patent analysis[J]. Northwest Journal of Pharmacy, 2020, 35(6): 940-944.
- [51] 郭安民, 李宇辉, 王俊钢, 等. 新鲜肉苁蓉发酵酒工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(20): 59-64.
GUO A M, LI Y H, WANG J G, et al. Study on fermentation technology of fresh Cistanche[J]. Food Research and Development, 2019, 40(20): 59-64.
- [52] 刘洋. 桑葚—肉苁蓉酒的酿造工艺研究[D]. 烟台: 烟台大学, 2021: 11-73.
LIU Y. Study on brewing technology of Cistanche wine from mulberries[D]. Yantai: Yantai University, 2021: 11-73.
- [53] 李伟, 张雪元, 杨波, 等. 黄精肉苁蓉胶囊制备及抗疲劳作用研究[J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(5): 72-76.
LI W, ZHANG X Y, YANG B, et al. Study on preparation and antifatigue effect of Cistanche jugense capsule [J]. Food and Fermentation Science and Technology, 2022, 58(5): 72-76.
- [54] 韩海霞, 游林, 钟志明, 等. 肉苁蓉浸膏制备中温度对苯乙醇苷类成分的影响及其抗氧化活性分析[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(8): 1 975-1 983.
HAN H X, YOU L, ZHONG Z M, et al. Effect of temperature on phenylethanol glycosides and its antioxidant activity in preparation of Cistanche extract[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2022, 59(8): 1 975-1 983.
- [55] 孙伯禄, 杨艳梅, 杨林, 等. 肉苁蓉红枣复合酸奶制备工艺的响应面优化及其抗氧化活性的生物传感器评价[J]. 食品工业科技, 2022, 43(24): 225-234.
SUN B L, YANG Y M, YANG L, et al. Optimization of response surface for preparation of Cistanche jujube complex yogurt and evaluation of its antioxidant activity by biosensor [J]. Food Industry Science and Technology, 2022, 43(24): 225-234.
-
- (上接第 207 页)
- [59] 牛潇潇, 梁亮, 王宁, 等. 超微粉碎及不同粒度对马铃薯渣功能特性的影响[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(1): 37-45.
NIU X X, LIANG L, WANG N, et al. Effects of superfine grinding and different particle sizes on functional characteristics of potato residues[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2022, 37(1): 37-45.
- [60] 王秋. 谷物杂粮超微混合粉营养、功能特性及其应用的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2015: 52-55.
WANG Q. Study on the nutrition, features and application of multigrain superfine power [D]. Harbin: Harbin University of Commerce, 2015: 52-55.
- [61] 任顺成, 王玮. 超微粉碎对小麦麸皮功能特性的影响研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(12): 36-41.
REN S C, WANG W. Effect of superfine grinding on functional properties of wheat bran[J]. Cereals & Oils, 2016, 29(12): 36-41.
- [62] 张媛, 宋倩, 梁叶星, 等. 超微粉碎对脱脂糯米米糠的抗氧化性和肠道益生性的影响[J]. 中国食品学报, 2016, 16(9): 53-59.
ZHANG Y, SONG Q, LIANG Y X, et al. Effect of ultrafine comminution on anti-oxidation property and prebiotic function of defatted millet bran [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2016, 16(9): 53-59.
- [63] 王博, 姚轶俊, 李枝芳, 等. 超微粉碎对 4 种杂粮粉理化性质及功能特性的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(19): 111-117.
WANG B, YAO Y J, LI Z F, et al. Effect of superfine grinding on physicochemical properties and functional properties of four kinds of coarse cereals[J]. Food Science, 2020, 41(19): 111-117.