

热处理小麦粉在国内食品工业中的应用状况

陈佳佳¹, 顾娟^{1*}, 郇美丽¹, 张瑞雪², 韩艳芳³

¹中粮营养健康研究院有限公司, 营养健康与食品安全北京市重点实验室, 北京

²中粮粮谷控股有限公司, 北京

³中粮利金(天津)粮油股份有限公司, 天津

收稿日期: 2022年7月5日; 录用日期: 2022年8月3日; 发布日期: 2022年8月11日

摘要

热处理小麦粉含有多样的功能特性, 与传统的小麦粉相比, 热处理小麦粉的应用更加广泛。随着人们对热处理小麦粉功能认识的逐步深入, 热处理小麦粉的生产 and 应用引起了越来越多的关注。本文通过对热处理小麦粉的加工工艺和食品工业中应用进行研究和综述, 展望热处理小麦粉的发展前景, 促进产品消费提升, 助力产业发展。

关键词

热处理, 热处理小麦粉, 应用, 加工工艺

Application Status of Heat-Treated Wheat Flour in Food Industry in China

Jiajia Chen¹, Juan Gu^{1*}, Meili Huan¹, Ruixue Zhang², Yanfang Han³

¹Nutrition & Health Research Institute, COFCO Corporation, Beijing Key Laboratory of Nutrition & Health and Food Safety, Beijing

²COFCO Grains Holdings Limited, Beijing

³COFCO Lijin (Tianjin) Grain and Oil Co., Ltd., Tianjing

Received: Jul. 5th, 2022; accepted: Aug. 3rd, 2022; published: Aug. 11th, 2022

Abstract

Heat-treated wheat flour has various functional characteristics, and compare with traditional wheat flour, its application is wide. With people's gradual deepening understanding of heat-treated wheat flour's functional characteristics, the production and application of heat-treated wheat flour

*通讯作者。

have been paid more and more attention. In this paper, the processing technology of heat-treated wheat flour and its application in food industry were studied and summarized, and the development prospect of heat-treated wheat flour was prospected, so as to promote product consumption and promote industrial development.

Keywords

Heat Treated, Heat Treated Wheat Flour, Application, Production Technology

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

小麦是世界上种植最广泛的粮食作物之一，约三分之一的居民以小麦粉作为主要食粮[1]。我国小麦的种植已有几千年的历史，作为中国重要的三大粮食作物之一的小麦[2]，其产量随着栽培技术的进步和品种改良稳步提高，稳居世界第一[3]。在我国，每年有一半以上的小麦会被加工成小麦粉。小麦粉在我国发展的历史悠久，不仅是一种必不可少的食物来源，也作为食品工业的重要加工原料得到广泛的应用，随着人们的生活水平质量在不断提高，各种对食品品质的需求也在不断提高，小麦粉的深加工技术也在随着社会的要求而不断发展。因此，大量不同用途的专用粉的发展促进了小麦粉不同深加工方式的快速发展。小麦粉热处理技术作为一种纯物理改性技术，是近几年欧美等国家开发并广泛应用在小麦粉的后处理工艺上的一项新技术，通过热处理的方法对小麦粉的品质加以改造，可以满足同类食品对小麦粉加工工艺性能的需要，减少了加工助剂和食品添加剂在食品中的应用，避免了由此带来的食品安全问题[4]。从1998年这项技术研制成功后欧美等国家就开始在市场上使用，热处理后小麦粉使用在各类食品中，像面包和食品涂层、汤料、酱汁、薄脆饼和烘焙食品等。国内之前并没有重视和研究这项关于小麦粉热处理的新技术，大多数工厂并没有关于小麦粉后处理的部分，但是近些年国内不少面粉企业已经开始转向和重视小麦粉热处理技术这项新技术，以扩大产品的功能和用途[5]，目前国内已经有部分面粉企业引进这项小麦粉热处理技术。小麦粉热处理技术以其突出的功能特性，成为近年来的研究热点，通过对已有研发成果的梳理分析，将有助于了解小麦粉热处理技术在国内食品工业中的应用状况和前景。

2. 热处理小麦粉加工工艺

小麦粉热处理技术在小麦的后处理应用过程中不断发展，热处理技术通过对小麦粉进行一定范围的热处理能够改变小麦粉的某些基本特性和性质。由于热处理时会显著降低小麦粉的水分含量，因此能够降低微生物的生长几率，同时对小麦粉中淀粉、蛋白质的稳定特性也有一定的影响[5]。在加热处理的作用下，小麦粉其中的蛋白质和淀粉的相互作用会发生变化，微观交联会受到淀粉糊化和蛋白质变性的影响，其中的化学键可能会断裂，同时小麦粉中酶的活性也会降低。小麦面筋的强度也与一定的热处理有关系，在合适的热处理温度和时间内，面筋强度能够增加，而面筋强度也会在比较高的温度、比较长的时间内发生一定的弱化情况[6]。受热后小麦粉的面团特性及食品制作特性也会发生较为显著的改变[7]。小麦粉受热温度较高、时间较长时，获得的面团质构特性较为紧实和黏弹性更好。目前未进行热处理的

小麦粉在生产时主要通过以下两个技术实现：① 通过配麦和对不同来源小麦粉进行搭配改良小麦粉，② 采用添加剂进行的小麦粉添加剂改良。这样处理后的小麦粉某些基本特性和性质可以被改变，更加适用于食品产业。但是配麦和配粉技术以小麦本身筋力比较低为前提，并且会受到原麦价格和成本的影响。采用添加剂改善小麦粉质量有两个局限，一是添加剂使用存在安全用量方面限制；二是添加剂所起的作用非常有限，不能从根本上解决问题。未进行热处理的小麦粉不能提供保水、增稠、耐剪切等性质，不能提供食品生产过程中所需要的特殊性质，虽然有些可以通过添加变性淀粉解决，但是变性淀粉大多是化学生产，使用添加量有限，对食品品质的提升也有限[14]。所以未经热处理的小麦粉虽然也可以使用在食品加工中，但是应用范围不够广泛，并且对食品品质的提升帮助有限。实验证明，相比未经热处理的小麦粉，用热处理工艺处理小麦粉确实改善了其物理和流变学特性，处理后的小麦粉具有保水、增稠、耐剪切等性质，在冷热状态下都具有较好的凝胶性，同时热处理后小麦粉细菌数减少，使小麦粉在食品加工中的功能和用途更加广泛。

小麦粉热处理主要是采用特定的设备通过湿热或干热的方式对面粉进行处理，以达到改性的目的。湿热处理是在较高的水分含量的基础上对面粉或淀粉进行的加热处理；干热处理一般采用热风加热。除此之外还包括其微波加热、红外热处理、过热蒸汽加热、高压反应釜等。李明菲等[8]对比了湿热处理、挤压处理和喷雾干燥的方法对小麦粉的影响，挤压热处理加工工艺也是一种新型的食品热加工工艺，挤压处理经常用在膨化食品的处理中，但对小麦粉的加热过程涉及很多工艺操作。涡轮工艺也是热处理的一种方式，涡轮热处理能够较为严格地控制热处理的时间和温度，小麦粉能够在受热较短的时间内达到最终工艺要求的糊化度或者达到一定的杀菌灭菌，降低微生物存活率的结果，在保存和应用方面能够得到很广泛的利用，同时最终产物的质量和营养损失却很小[9]，同时热处理技术使小麦粉高筋弱化以满足生产需要。目前国际上具有成熟热处理小麦粉工艺的公司主要有美国里奇产品公司、意大利涡轮设备与工艺公司和瑞士布勒设备工程公司。

3. 热处理小麦粉在食品中应用

3.1. 热处理小麦粉在裹粉中应用

裹粉是对油炸产品进行预处理的外裹层，使用裹粉将肉类或者蔬菜裹上后油炸，可以赋予食品特殊的风味[10]。目前欧美发达国家及日本等国对裹粉的工艺、技术、控制指标及检测标准方面研究较为深入，在食品的外观、口感及保存上也有较大突破。我国对油炸裹粉的研究起步较晚，严重制约了裹粉市场的拓展。但是近年来随着人们生活水平的提高、饮食的多样化以及消费观念的改变，消费者越来越偏好无添加剂、裹涂均匀、含油量低的裹粉产品[11] [12]。经过热处理的面粉会发生一定的糊化，而这种部分糊化的淀粉用在油炸工艺中十分合适，能够产生使用变性淀粉的口感[13]。该性质使得面粉可以部分或全部替代以往食品工业所使用的淀粉或变性淀粉。基于这种纯物理加工的原材料在健康方面具有良好的口碑，已得到广泛地认可。热处理小麦粉作为裹炸粉的基材，用于炸鸡和炸鱼排，它是调味糊的主要赋形剂，使得加工后的肉食不会与挂糊层间分离，在油炸过程中面糊尽可能均匀覆盖在鸡肉、鱼排上，并且使得面糊挂到鸡肉和鱼排上不会滴下来且在煎炸过程中能够很快黏附，并具有少吸油、炸后酥脆的特点[14]。

以上研究表明热处理小麦粉制得的裹粉具有更好的品质特性，且制得的油炸产品深受消费者喜爱。

3.2. 热处理小麦粉在烘焙中应用

热处理之后的小麦粉在焙烤食品方面的应用极为广泛。目前各个面粉厂均采用添加淀粉及一些减筋类改良剂方法来处理烘焙用的原面粉原料。经过热处理的低筋面粉有很强特性展示，它可以强化面

筋、使成粒状、淀粉变性。同时给面粉厂降低很大的改良成本,最好地满足食品工厂食品安全和生产的需求[15]。经过合适的热处理工艺,能够使小麦蛋白质失活,明显改善低筋小麦品质,使其在焙烤食品中的应用更加广泛,可以用一般的小麦粉生产只有低筋小麦才能生产的合格蛋糕粉、饼干粉等。热处理小麦粉可以生产出较普通粉性质得到明显改善的蛋糕粉(发起高度和免塌陷回缩),用于饼干生产可以获得令人满意的平展性。同时在烘焙产品中,热处理的小麦粉能够代替氯化作用,使制作而成的面包弹性更好。Gelinas [15]对低筋面粉进行热处理发现,在一定的热处理条件下,面团的流变学特性发生变化,延伸性升高,面包的质量变得更好。在面包粉中添加适量热处理小麦粉可使产品保持柔软蓬松,延缓面包的老化。

热处理小麦粉还可以用于生面团专用粉的生产中。目前国内食品公司需求的生面团专用粉基本是自己生产和研发的,面粉行业还没有几家能够生产和研发生面团专用粉。面粉热处理就可以为客户生产出符合食品工业客户需求的生面团产品。热处理小麦粉生产的生面团专用粉的特性如下:非常低的水分、非常低的细菌总数、非常好操作特性[16]。

结合以上研究成果,使用热处理小麦粉能够提升烘焙食品的质量和感官品质,同时能提高烘焙食品的操作特性。

3.3. 热处理小麦粉在方便食品中的应用

经过热处理的小麦粉性质发生改变,热粘度提高很大,蛋白质发生变性,水分降低,降落数值增加,冷粘度有所提高。热处理小麦粉的应用特性如下:使用方便,食用时可省去蒸煮加工;分散性能好,具有增稠和改善口感的作用,可用于速溶食品、调味品、汤料休闲食品、果酱的生产中[4]。已有研究表明,经过热处理的小麦粉在黄豆酱发酵过程中能够对豆酱风味产生影响。传统的传统豆酱采用小麦粉进行制曲、发酵,原料利用率较低。小麦粉经热处理后糊化度大幅度提高,更有利于淀粉类物质的酶解,在豆酱发酵过程中美拉德反应加快,有利于豆酱风味的形成。采用高温蒸汽的方式对小麦粉进行预处理,结果表明:经热处理后的小麦粉制曲发酵所得豆酱的还原糖、氨基酸态氮含量、鲜味及甜味氨基酸含量提高,GC-MS分析表明其挥发性香气化合物的种类及含量均有显著提高,感官风味更加协调[17]。小麦粉热处理对黄豆酱的色泽、香气、滋味、体态及口感协调性等方面均有不同程度的影响,经过热处理后,黄豆酱的色泽、香气及鲜甜、味显著提高,体态略微下降,咸味受影响较小,故而,热处理后小麦粉生产的黄豆酱产品在色泽、酱香、酯香以及口感的鲜、甜味、协调性方面均有较大的优势,感官风味最佳,产品质量有较显著的提升[17]。

对于方便食品,热处理小麦粉能够表现出与未处理小麦粉等原料不同的风味特点,但使用还不够广泛。目前,热处理小麦粉应用于调味品的研究还较少,有待拓展。

3.4. 热处理小麦粉在肉制品中的应用

小麦粉经过热处理后持水性和粘性增强,经常被作为粘合剂、保水剂在肉制品工业中应用[4]。热处理小麦粉可以作为肉馅的保水剂,用于汉堡包的加工,使得汉堡在加工过程中肉馅中的水分不会浸湿面饼,不会影响面饼口感,有助于保持加强汉堡包整体口感。热处理小麦粉还有吸水性强,粘弹性好,黏度较高等特点,比较适合作为肉制品的填充料,可以用于火腿、香肠、鱼糜等产品中,部分替代淀粉作为填充物和保水剂。当热处理小麦粉添加于火腿、香肠、鱼糜系列产品中时可调高产品成形性和弹性,可以让肉产品不易失水,饱满滑嫩,口感更好[18]。

研究表明,热处理小麦粉在肉制品中使用所表现出来的特性远远高于未经热处理的小麦粉,经过热处理的小麦粉保水性、粘弹性增强,应用于肉制品中可以更好的提升肉制品的感官品质。

3.5. 热处理小麦粉在特殊食品中的应用

热处理后的小麦粉中淀粉预糊化淀粉结晶结构被破坏,分子间氢键消失,易溶于水被淀粉酶作用,有利于人体消化吸收,因此具有冷水可溶、持水性强、分散性好及易于消化等特点可广泛地应用于多种食品的生产中。同时热处理技术实现了小麦粉特定的灭菌,可将小麦粉中的菌群数降低至较低水平[14],因而适于生产老人、特殊人群食品及婴幼儿食品、婴幼儿代乳食品。

热处理小麦粉是符合特殊人群食品要求的优质原料,通过热处理技术可以提高小麦粉的质量安全和应用特性,在应用于特殊人群食品的加工中既可以保证食品的感官品质又可以保证食品的安全性,适宜多种特殊人群食用。

3.6. 热处理小麦粉在速冻食品中的应用

热处理后小麦粉冻融稳定性好,应用于速冻食品的生产中,可避免冷冻过程中产品的开裂现象,提高成品率[19]。冷冻熟面是速冻食品的一种,它是将面条熟制后快速冻结。随着我国冷链运输系统的不断提高加强,冷冻熟面也因其方便、健康、营养而越来越受到中国消费者的青睐。然与此同时冷冻熟面也存在一定的问题,即经过冷冻之后,面条的口感普遍下降[20]。通过对不同筋度的熟化小麦粉对冷冻熟面的品质影响进行比较,发现熟化低筋小麦粉制作的冷冻熟面能获得较好的感官评价及质构特性[21]。所以热处理小麦粉不论是从食品安全角度还是食品质量提升角度都适合应用于食品工业色速冻食品的生产中。

以上研究表明热处理小麦粉在冷冻熟面中应用情况为工业化生产的速冻食品提供一定的参考,对促进冷冻食品的发展,推动更多的速冻食品工业化提供一定的理论意义。

3.7. 热处理小麦粉在面粉加工工业中的应用

3.7.1. 面粉干燥

通过小麦粉热处理技术降低面粉的菌群数量,同时热处理还可以调整面粉的水分至标准所允许的水平,提高保质期的同时,又降低成本。另一方面,小麦粉热处理可以降低水分来符合客户对面粉水分的需要(在一些特定产区和季节,特别是某些专用粉(加酵母)的生产中需要将面粉的水分降至7%~8%以下,以有利于产品的保存),同时经过热处理的小麦粉由于热处理的消毒杀菌的作用,因此在储藏方面也存在非常好的性能,可降低面粉的储运成本[22]。

3.7.2. 小麦胚芽粉酶灭活

小麦粉热处理是胚芽粉酶灭活的彻底性及其在常温下保存的时间的关键,也是这种高营养物质实现商品化的关键[23]。胚芽粉酶灭活的热处理方法有干热处理和湿热处理。对胚芽进行高温热干燥,可以去除绝大部分水分(产品水分 < 1.5%),实现不同程度地焙烤,获得香味。该产品大约可获得2~3个月以上的货架期(常温非真空保存)。对胚芽首先进行蒸汽蒸煮灭酶,之后进行热干燥,可以去除大部分水分(产品水分 < 10%),实现不同程度的焙烤以获得香味,由于灭酶彻底,可获得更长的货架期(常温非真空保存)[24]。

3.7.3. 小麦粉中麸皮酶灭活

麦麸处理的关键在于焙烤深度和最终口感。它也有两种不同的热处理模式:干热处理和湿热处理。对麦麸进行高温热干燥的热处理法,去除绝大部分水分(产品水分 < 1.5%),实现不同程度地焙烤,获得香味和脆性口感[25]。对麦麸进行蒸汽蒸煮灭酶热处理法,之后进行热干燥去除绝大部分水分,实现不同程度的焙烤以获得香味和脆性口感,彻底去除原麦麸所具有的、可能令人产生不愉快的腥味和涩感[26]。小麦粉热处理提高了麦麸的保存,使得生产高品质全麦粉、开发功能食品成为可能。

综上所述, 热处理技术在面粉加工工业中不仅可以帮助产业提高小麦粉的保质期, 还可以提高小麦胚芽粉和麸皮粉的保质期, 同时让工厂可以生产高品质的全麦粉和胚芽粉。所以热处理小麦粉在面粉加工产业及食品工业中具有广泛的应用前景。

4. 热处理小麦粉的总结和前景展望

经过热处理的小麦粉基本理化特性以及微观结构组成和面团质构特性都有所变化, 不同加工工艺的热处理技术都可以对小麦粉品质及其最终的不同品类产品产生不同的影响。不同工艺热处理的小麦粉能够达到不同的加工条件, 满足不同的食品加工要求。专用粉的兴起是食品工业化进程逐步深入的体现, 配麦和配粉技术是最基本的手段, 添加剂的使用在不断推广和深入之中。而国外最近几年开发出来的小麦粉热处理技术则是在食品添加剂领域出现的一个崭新的概念, 它在面粉增值利用、降低成本和实现更高利润空间方面, 给我国面粉工业提供了新的机遇。

热处理小麦粉是面粉行业一个新的待开发的一个小领域, 但随着中国食品工业高速发展, 对这一块产品需求越来越大, 加之国家对食品安全越来越严, 一些用常规方法改良面粉的做法已经越来越满足不了客户的需求, 尤其是在面粉微生物, 食用品质方面。小麦粉经过热处理后能够满足客户的品质要求又保证了食品安全, 所以小麦粉热处理的附加值比较高, 建成产值也是非常高。热处理小麦粉在面粉的综合利用、降低成本和实现更高利润空间等方面, 为我国面粉业的发展开拓了巨大的空间。但是由于关于热处理小麦粉的市场推广和宣传力度不够, 造成热处理小麦粉在食品工业中应用不足, 所以现有的热处理小麦粉在广泛应用方面还有待开发。

参考文献

- [1] 朱永义. 谷物加工工艺及设备[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [2] 赵广才, 常旭虹, 王德梅, 等. 中国小麦生产发展潜力研究报告[J]. 作物杂志, 2021(3): 1-5.
- [3] 吴云飞, 段玉仁, 张勇等. 小麦强、弱勢籽粒品质研究进展[J]. 麦类作物学报, 2022, 42(7): 1-5.
- [4] 刘少广, 邹恩坤, 张立军. 预糊化小麦粉的热力学和糊化特性研究[J]. 粮食与食品工业, 2017, 24(6): 73-77.
- [5] 李超彬, 武文斌. 面粉的热处理技术[J]. 粮食科技与经济, 2003(4): 43.
- [6] 刘远晓, 李萌萌, 卞科, 等. 热处理在小麦储藏与加工中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 326-333.
- [7] 黄美琳. 小麦粉在加工过程中受热对其品质的影响及机理研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南工业大学, 2020.
- [8] 李明菲. 不同热处理方式对小麦粉特性影响研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
- [9] 王松叶, 何学功. 应用涡轮工艺进行谷物粉类热处理[J]. 中国食品工业, 2005(1): 49-51.
- [10] Al Tunakar, B., Sahin, S. and Sumnu, G. (2004) Functionality of Batters Containing Different Starch Types for Deep-Fat Frying of Chicken Nuggets. *European Food Research and Technology*, **218**, 318-322. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0854-5>
- [11] 李新华, 董海州. 粮油加工学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002.
- [12] Xue, J. and Ngadi, M. (2006) Rheological Properties of Batter Systems Formulated Using Different Flour Combinations. *Journal of Food Engineering*, **77**, 334-341. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.039>
- [13] 李东森, 胡毓元, 杜衡, 等. 热处理面粉在裹粉中的应用研究[J]. 食品工业, 2016, 37(10): 4-7.
- [14] 李东森, 杨磊, 刘超峰. 面粉热处理工艺的工业化应用介绍[J]. 粮食加工, 2014, 39(3): 5-8.
- [15] Gelinias, P. and Mckinnon, C.M. (2004) Effect of Flour Heating on Dough Rheology. *LWT—Food Science and Technology*, **37**, 129-131. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00117-8](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00117-8)
- [16] 颜志国. 面粉热处理工艺在国内工厂应用探讨[J]. 现代面粉工业, 2017, 31(2): 19-23.
- [17] 彭超, 王亚琦. 热处理小麦粉对豆酱风味的影响研究[J]. 中国调味品, 2019, 44(3): 136-140.
- [18] 刘少广. 预糊化小麦粉的特性及应用研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉工业学院, 2012.

-
- [19] 邵丽芳. 制面工艺对冷冻熟面品质的影响及其机理研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2018.
- [20] 刘倩. 冷冻熟面在冻藏过程中品质变化规律及调控研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2019.
- [21] 杨月月. 不同面筋含量小麦淀粉及蛋白质特性分析[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南工业大学, 2018.
- [22] 林江涛, 黄美琳, 苏东民. 受热对小麦粉品质及其面团特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(6): 54-59.
- [23] 候国泉. 全麦粉制粉工艺介绍[J]. 粮油加工, 2011(17): 24-25.
- [24] 江和源, 吕飞杰, 台建祥. 小麦胚和小麦麸皮成分及其开发利用[J]. 粮食与饲料工业, 1999(10): 1-4.
- [25] 刘宏, 汪丽萍. 稳定化全麦粉的品质评价[J]. 食品与机械, 2012(2): 6-8.
- [26] 汪丽萍, 刘姣, 刘艳香, 等. 加工工艺对麸皮酶处理全麦挂面品质影响的研究[J]. 现粮食加工, 2017(5): 8-13.