

冷链对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响分析

敬思群¹, 吴飞虎², 万丽怡¹, 廖彩虎¹

(1. 韶关学院英东食品科学与工程学院, 广东韶关 512005;

2. 新疆大学生命科学与技术学院, 新疆乌鲁木齐 830046)

摘要: 研究预冷方式和贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响。分析真空预冷和空气预冷(室温为25℃)处理对塔尔米速冻熟制拉面蒸煮损失、吸水率、微观结构的影响;以蒸煮损失、吸水率、拉伸特性、微观结构为考察指标,速冻拉面分别置于4、-6、-9、-12、-18℃进行贮藏,分析拉面品质变化。结果表明,真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面相较于空气预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面品质保持性好,经亚冻结贮藏(-6、-9、-12℃)或-18℃的冻藏条件能更好保存塔尔米速冻熟制拉面的品质,并且亚冻结贮藏较-18℃冻藏相比,在保证塔尔米速冻熟制拉面贮藏品质的同时又降低了贮藏能耗,避免了“冷冻滥用”现象的发生。

关键词: 塔尔米速冻熟制拉面; 真空预冷; 亚冻结; 品质分析

Analysis of the influence of cold chain on the quality of Ta-er-mi quick-frozen cooked noodles

JING Si-qun¹, WU Fei-hu², WAN Li-yi¹, LIAO Cai-hu¹

(1. College of Food Science and Engineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, Guangdong, China;

2. College of Life Sciences and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, Xinjiang, China)

Abstract: The effects of different pre-cooling methods and different storage temperatures on the quality of Ta-er-mi quick-frozen cooked noodles(TQFCN) were studied. The influence of pre-cooling method (vacuum pre-cooling and air pre-cooling) on the quality of TQFCN in terms of cooking loss, water absorption and microstructure was researched. Furthermore, the TQFCN were respectively preserved at 4, -6, -9, -12℃ and -18℃, and the quality changes of TQFCN during storage were researched with cooking loss, water absorption, tensile properties and microstructure as indexes. Results showed that vacuum pre-cooling was significantly better than air pre-cooling in terms of keeping the storage quality of TQFCN. At meantime, the sub-freezing storage (-6, -9, -12℃) or the -18℃ freezing storage could significantly preserve the quality of TQFCN better than that of 4℃. Sub-freezing storage could not only ensure the storage quality of TQFCN during the storage, but also reduce the storage energy consumption and avoid the phenomenon of "frozen abuse" compared to the -18℃ freezing storage.

Key words: Ta-er-mi quick-frozen cooked noodles(TQFCN); vacuum pre-cooling; sub-freezing; quality analysis

中图分类号: TS213.24

文献标志码: A

文章编号: 1008-9578(2020)07-0026-06

冷链工艺是中央厨房很关键的一个工艺。冷链是指配备专门设施、设备的,能够始终维持产品品质所需低温环境的,由生产、贮藏、运输、销售、配送到消费前各环节组成的低温保障体系。速冻熟制拉面指经面条成型并经过蒸煮后速冻,在-18℃等低于冰点温度下贮藏、运输、销售的面条类食品。冷冻贮藏对速冻熟制拉面的主要作用是把煮熟后的面条快速冷冻,最大限度地保留鲜湿面条的口感和延长熟面的食用品质,确定冷冻食品的最佳冻藏条件已成为研究的焦点。

真空预冷是将样品放在密闭的容器中,迅速抽出空气和水蒸气,随着压力的持续降低,样品会不断地、快速地蒸发水分而冷却。真空预冷作为冷链的第一道工序,是一种先进的冷却技术,具有冷却快、均匀、高效等独特的优势^[1]。但是,国内开展的关于真空预冷的研究较局限,主要针对果蔬类^[2]、肉类^[3]。-18℃冻藏主要用于冻肉贮藏,虽然该温度延长了贮藏时间,但能耗较多的同时也存在“冷冻滥用”的现象。孙圳^[4]研究发现亚冻结贮藏(-6、-9、-12℃)肉样品质显著优于较高温

收稿日期: 2019-10-10

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项项目(2016A01001-3)

作者简介: 敬思群(1966—),女,教授,博士,研究方向为功能食品开发。

度贮藏(4℃,冰温),与-18℃贮藏肉样品品质无显著性差异($P < 0.05$),且延长了新鲜牛肉的贮藏时间,同时指出亚冻结贮藏的温度带是-6~-12℃。有研究认为面条放在-18℃或以下的温度冻藏品质保存较好^[5]。而关于亚冻结贮藏对塔尔米速冻熟制拉面品质影响尚未见报道。

本文通过分析熟化、速冻、冷藏、复热各工序中塔尔米速冻熟制拉面的品质参数,考察各工序对拉面品质的影响,同时以蒸煮损失、吸水率、拉伸特性、微观结构为指标,研究预冷方式和亚冻结贮藏(-6,-9,-12℃)与传统冻藏(-18℃)、冷鲜保藏(4℃)对塔尔米速冻熟制拉面的品质影响,观察亚冻结贮藏对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响,确定速冻熟制拉面的最佳贮藏条件。

1 材料与方法

1.1 材料试剂与设备

1.1.1 材料与试剂

塔尔米、天山小麦粉,市售。高酰基结冷胶、海藻糖(食品级)、菊粉、食用盐、亚麻籽粉,食品级。

1.1.2 仪器与设备

LEO1430VP扫描电镜,德国LEO公司;TMS-Pro质构仪,美国FTC公司;YG(B)008电子单纤维强力机,温州大荣纺织仪器有限公司;DW-86L490J超低温冰箱、BCD-225WDGK冰箱,青岛海尔股份有限公司;FW-100高速万能粉碎机,北京市永光明医疗仪器厂;C21-RC266电磁炉,广东美的生活电器制造有限公司;TM3030台式电子显微镜,日本株式会社日立高新技术;721G型紫外分光光度计,上海精科上分厂;冷冻干燥机,美国SP Scientific公司;KM-50真空预冷机,东莞科美斯制冷设备有限公司;Testo176T4温湿度记录器,德国德图公司。

1.2 试验方法

1.2.1 塔尔米速冻熟制拉面制备工艺流程

天山小麦粉、塔尔米粉、水、海藻糖、亚麻籽粉、食用盐、菊粉、高酰基结冷胶→和面→醒面→二次和面→醒面→放入沸水煮→沥干→预冷→包装→速冻→贮藏

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 原料处理

塔尔米用万能粉碎机磨粉,过粒径250μm筛。

1.2.2.2 和面

将天山小麦粉和各改良剂粉末先混合均匀,将盐先溶于水中再进行和面。速冻熟制拉面改良

剂最优配方:以小麦粉质量计,菊粉0.05%、高酰基结冷胶0.20%、海藻糖3%、亚麻籽粉1%。

1.2.2.3 预冷

空气预冷,将煮好的拉面捞出,过冷水使其加快冷却到室温25℃;真空预冷,将煮好的面条捞出,放入真空预冷机进行真空预冷,真空箱内压强为650 GPa,当拉面中心温度冷却到4℃时停止预冷。

1.2.2.4 速冻、贮藏

预冷后放入超低温冰箱进行速冻,速冻后取出,立即放入实验相应温度的冰箱中进行贮藏。

1.2.2.5 基本工艺参数

醒面30 min、蒸煮3 min、沥干3 min、速冻温度-30℃、速冻时间30 min。

1.2.3 预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面的品质影响

以蒸煮损失、吸水率、微观结构为指标,分析预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响。按照1.2.1所示的工艺流程制成塔尔米速冻熟制拉面后,将面条分成2份分别进行空气预冷和真空预冷,预冷后放入-30℃的温度中速冻,每隔4 h测定拉面的蒸煮损失、吸水率。此外,还分别对真空预冷和空气预冷处理的拉面进行电镜扫描,对比其微观结构。

1.2.4 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面的品质影响

以蒸煮损失、吸水率、微观结构、拉伸特性为指标,分析贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响。速冻后将研究对象置于不同温度条件下贮藏,每隔6 h测定1次。

1.2.5 分析测定

1.2.5.1 吸水率的测定

吸水率反映了面条蒸煮过程中的膨胀程度^[6]。膨胀程度小即吸水率低,面条结构稳定程度高。

称取10 g速冻熟制拉面,记为 m_1 ;将置于80 mL蒸馏水中煮沸1 min,捞出面条,蒸馏水淋去湿面条外部的水后室温晾干,再放至天平上称重,记为 m_2 。面条吸水率(%)计算公式见下式。

$$\text{吸水率} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

式中: m_2 为水煮沥干后面条质量,g; m_1 为水煮前面条的质量,g。

1.2.5.2 蒸煮损失的测定

蒸煮过程中,直链淀粉和一些水溶性蛋白溶入水中,煮面水变得浑浊和黏稠。因此,蒸煮损失可用煮面水的吸光度来衡量,蒸煮损失是评价面条总体蒸煮品质的关键指标。若煮面水较浑浊,则吸光度高,

蒸煮损失大;反之,则吸光度低,蒸煮损失小^[7]。

参照任欣等^[7]方法。称取 10 g 速冻熟制拉面样品在 80 mL 蒸馏水中煮沸 1 min, 捞出, 取煮沸后的面汤, 在波长 460 nm 处检测其吸光度, 以蒸馏水为参比, 以面汤的吸光度表示该面条的蒸煮损失。面汤的吸光度越大, 表示蒸煮损失越大, 面品质越差。

1.2.5.3 表面微观结构的测定

采用扫描电镜 (SEM) 将速冻熟制拉面样品经过冷冻干燥之后, 取出样品, 小心截取一个横截面, 不让横截面受到压迫而使内部结构遭到破坏, 取截面较为平整的样品放入电镜载物腔, 将样品移动到载物腔中间, 关上载物腔后抽真空, 使用电脑开始扫描, 观察其放大 500 倍的微观结构。

1.2.5.4 拉伸特性的测定

称取 10 g 经解冻后的速冻熟制拉面, 放入 80 mL 煮沸的蒸馏水中, 待水再次煮沸后开始计时 1 min, 捞出面条, 用蒸馏水洗去湿面条外部的水后, 置于室温条件下晾干。然后用 YG (B) 008 电子单纤维强力机, 量程设为 100 cN、测试速度 50 mm/min、测试距离 10 mm, 将一根长 4.0 cm 的复热后的拉面有序的缠绕于探头上的两个平行杆之间, 中间不可拧条、松弛, 上面的杆由仪器带动, 匀速向上拉伸面条, 直至面条恰好断开。在试验期间, 不得触碰样品及上下探测棒, 以防影响试验数据。拉伸特性以断裂强力 (cN) 和断裂伸张 (mm) 表示, 断裂强力越大, 面条韧性越好, 断裂伸张值越大, 拉面延展性越好。

2 结果与分析

2.1 预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面品质的影响

2.1.1 预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面蒸煮损失的影响

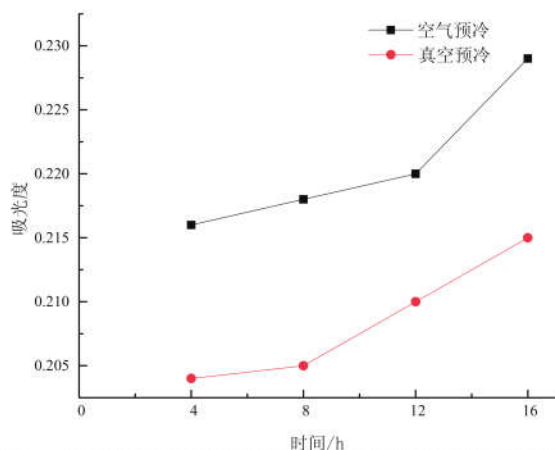


图1 真空预冷和空气预冷对塔尔米速冻熟制拉面蒸煮损失的影响

由图1可知: 在相同的时间内, 真空预冷处理样品的吸光度均比空气预冷处理样品低, 说明存放相同时间的情况下, 真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面品质保存较好。随着时间的延长, 真空预冷和空气预冷处理的样品蒸煮损失皆升高, 可能是煮后的面条含水量较高, 面条中糊化的淀粉发生老化, 形成少量不溶性沉淀。

2.1.2 预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面吸水率的影响

由图2可知: 在相同时间内, 空气预冷处理的样品的吸水率均比真空预冷处理样品的吸水率高, 说明在存放时间相同的情况下, 真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面的内部结构更稳定。

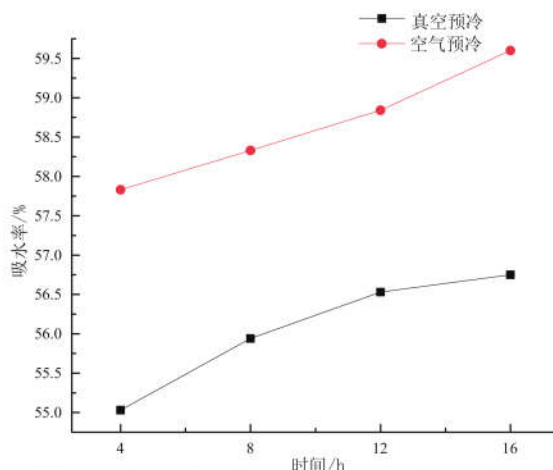
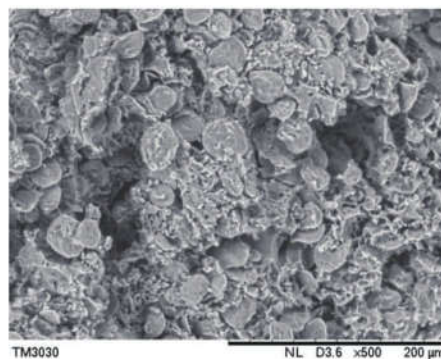


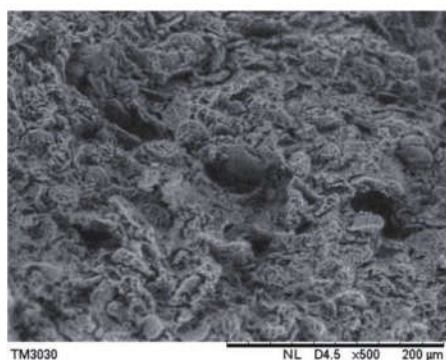
图2 真空预冷和空气预冷对塔尔米速冻熟制拉面吸水率的影响

2.1.3 预冷方式对塔尔米速冻熟制拉面微观结构的影响

由图3可知, 真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面微观结构紧致, 而空气预冷处理的样品微观结构松散, 推测是由于在真空条件下空气的逸出和水分蒸发导致。



(A) 空气预冷



(B) 真空预冷

图3 塔尔米速冻熟制拉面 SEM图(×500倍)

综上,真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面与空气预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面相比,在相同时间内,前者面条的劣变速度比后者缓慢。因此,真空预冷处理塔尔米速冻熟制拉面更有利于面条品质的保持。

2.2 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面的品质影响

2.2.1 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面蒸煮损失的影响

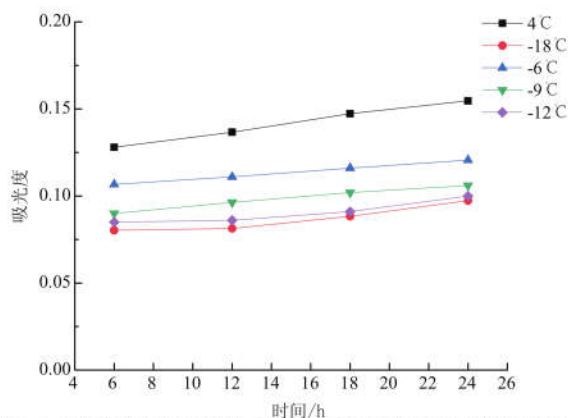


图4 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面蒸煮损失的影响

由图4可知:随着贮藏时间的延长,各贮藏温度下的塔尔米速冻熟制拉面的吸光度都在升高;贮藏时间相同时,与4 °C贮藏条件下的样品相比,亚冻结贮藏条件下(-6、-9、-12 °C)贮藏的样品吸光度更低,即在贮藏过程中亚冻结贮藏条件下保存的样品品质更好。在6 h时,4 °C、亚冻结贮藏(-6、-9、-12 °C)及-18 °C冻藏的吸光度分别为0.128、0.080、0.107、0.090、0.085。4 °C的样品在24 h测量结束期吸光度达到了0.155,高于亚冻结贮藏和-18 °C冻藏的样品的吸光度。说明在相同的贮藏时间内,亚冻结贮藏和-18 °C冻藏的样品蒸煮损失低,蒸煮品质较好。这是由于亚冻结贮藏与-18 °C冻藏的样品中自由水含量更低,表明不

易流动水向自由水转变更少^[4]。

2.2.2 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面吸水率的影响

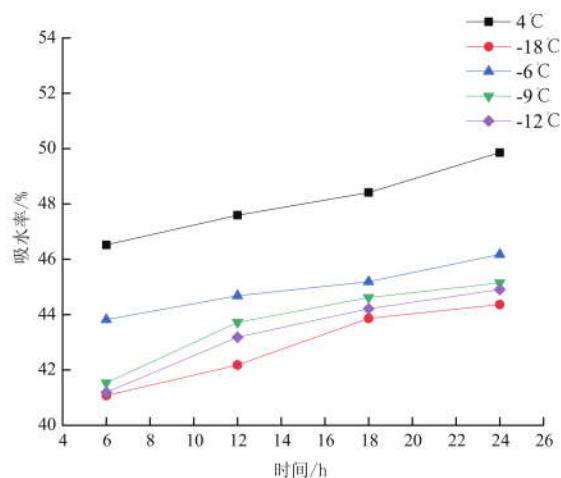


图5 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面吸水率的影响

过高的吸水率一定程度上说明了面条结构不稳定,且会造成面条口感松软、黏性增加。由图5可知:随着贮藏时间的延长,各贮藏温度下的塔尔米速冻熟制拉面的吸水率都在升高。但由于本试验是每隔4 h测定一次数据的,因此上升幅度并不大。在贮藏时间相同时,与4 °C贮藏条件下的样品相比,亚冻结贮藏条件下(-6、-9、-12 °C)贮藏的样品吸水率更低,即在贮藏过程中,亚冻结贮藏条件下样品品质保持性更好。在6 h时,4 °C、亚冻结贮藏(-6、-9、-12 °C)及-18 °C冻藏的吸水率分别为46.52 %、43.82 %、41.53 %、41.19 %、41.08 %。4 °C的样品在24 h测量结束时吸水率达到了49.86 %,高于亚冻结贮藏和-18 °C冻藏的样品的吸水率。说明在相同的贮藏时间内,亚冻结贮藏和-18 °C冻藏的样品面条内部结构更不易被破坏,品质更稳定。这与陆启玉等^[8]的相关研究结果一致。

2.2.3 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面拉伸特性的影响

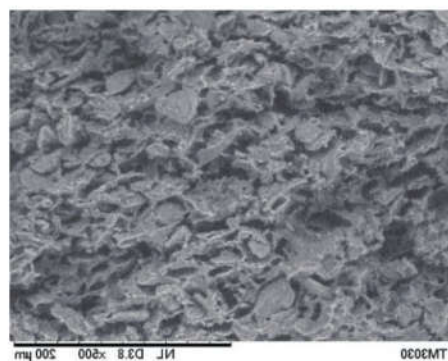
由表1可知:在0 °C以下的温度范围中,随着温度的降低,拉面拉伸力和拉伸距离都呈减小的趋势,但减小的幅度较小。这证明拉面的拉伸特性在不同贮藏温度下变化不大。在4 °C条件下贮藏的面条,无论是断裂强力和断裂伸张值都最低,这可能是由于4 °C是淀粉老化的最适温度,面条中的小麦淀粉持续发生老化,使面条品质下降。

2.2.4 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面微观结构的影响

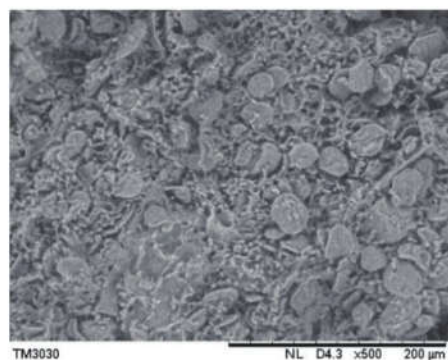
拉面成型依靠的是面筋的网络结构,而这种面

筋网络结构是在和面过程中形成的。这种网络结构的基本组成单位是麦谷蛋白，麦谷蛋白分子间的二硫键使其形成三维立体网状结构，而其他的面筋蛋白也对这一结构进行支撑和促进作用，淀粉颗粒则包裹于面筋蛋白所形成的网络结构中^[9]。

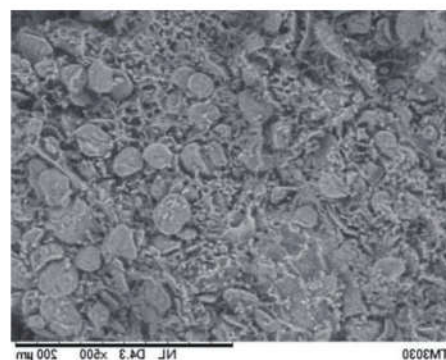
由图 6 可知：贮藏 6 h 后，在不同贮藏温度下贮藏的塔尔米速冻熟制拉面的微观结构有一定的差异。在较高的贮藏温度中，如 4、-6、-9℃中，拉面的面筋结构明显，包裹着淀粉粒，结构致密，孔洞小；而在 -12℃和 -18℃中，面筋结构也较明显，但可明显看出面筋中孔洞直径较大。这可能是由于在较低的贮藏温度使面筋中的冰晶生长速度加快，同时又因重结晶的作用，导致在较低温度中拉面的面筋结构被破坏得较严重。结果说明了贮藏 6 h 后，在较高的贮藏温度中，塔尔米速冻熟制拉面的表观结构较好。但是在不同贮藏温度中贮藏 24 h 后的塔尔米速冻熟制拉面，以 4℃贮藏的样品拉面劣变程度较其他贮藏温度快。



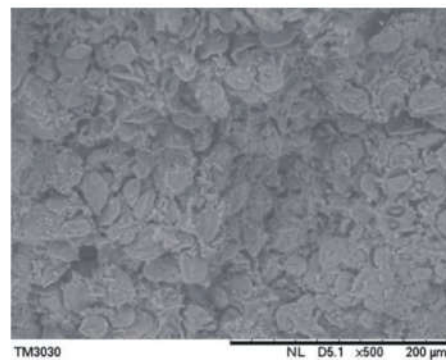
(a) 4℃冷鲜保藏



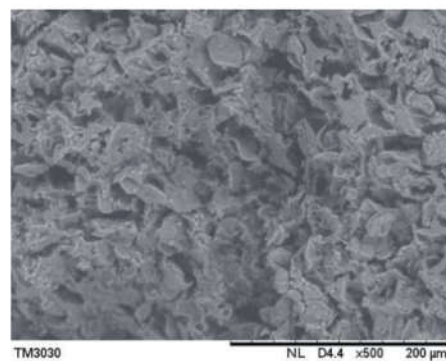
(b) -6℃亚冻结贮藏



(c) -9℃亚冻结贮藏



(d) -12℃亚冻结贮藏



(e) -18℃冻藏

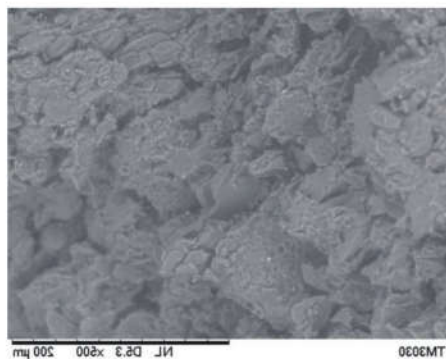
图 6 贮藏 6 h 后塔尔米速冻熟制拉面 SEM 图
(×500 倍)

从图 7 看出：4℃冷鲜保藏温度的样品在 24 h 时面筋结构变化显著，面筋已经开始结成块，面筋孔隙率和孔隙直径都较大，其余贮藏温度面条的面筋结构仍包裹着淀粉粒，面筋结构较好。这可能是由于在 4℃贮藏温度条件下，淀粉中水分子逸出，

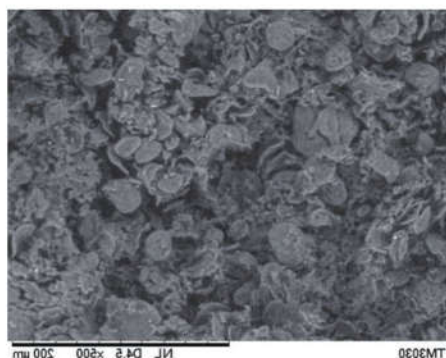
表 1 贮藏温度对塔尔米速冻熟制拉面拉伸特性的影响

项目	4℃	-6℃	-9℃	-12℃	-18℃
断裂强力/cN	38.50±0.2	49.10±0.1	47.30±0.2	44.55±2.0	43.60±0.2
断裂伸张/mm	7.30±0.2	9.30±0.2	9.00±0.1	8.73±0.2	8.65±0.2

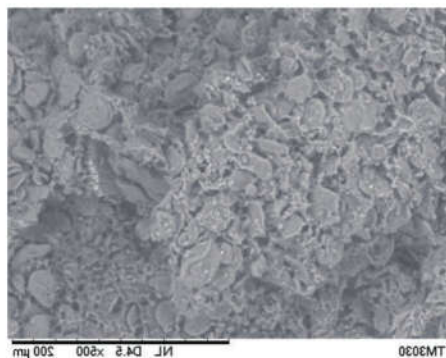
形成了更多面筋^[10]；其次可能由于面筋中小麦淀粉在4℃的温度条件下发生老化，直链淀粉线性分子重新排列，面条开始变硬、结块。因此，亚冻结贮藏更好地保持了塔尔米速冻熟制拉面的品质。



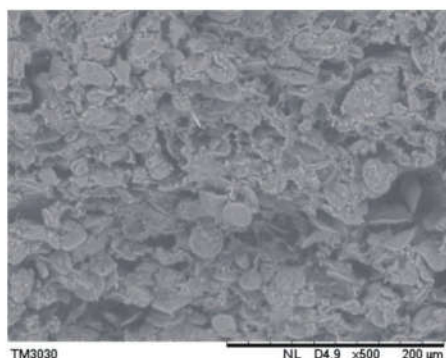
(a)4℃冷鲜保藏



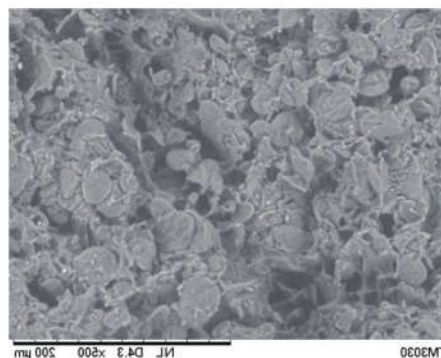
(b)-6℃亚冻结贮藏



(c)-9℃亚冻结贮藏



(d)-12℃亚冻结贮藏



(e)-18℃冻藏

图7 贮藏24h后塔尔米速冻熟制拉面 SEM图
(×500倍)

3 结论

真空预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面与空气预冷处理的塔尔米速冻熟制拉面相比，前者在相同时间内面条的劣变速度比后者缓慢。因此，真空预冷处理塔尔米速冻熟制拉面更有利于面条品质的保持；亚冻结贮藏的温度或-18℃冻藏条件能更好保存塔尔米速冻熟制拉面的品质。但亚冻结贮藏较-18℃冻藏相比，亚冻结贮藏保证了塔尔米速冻熟制拉面贮藏品质的同时，降低了贮藏能耗，避免了“冷冻滥用”的现象。

〔参考文献〕

- [1] MCDONALD K, SUN D W. Vacuum cooling technology for the food processing industry: A review[J]. Journal of Food Engineering, 2000, 45(2): 55-65.
- [2] LI J, MA G W, MA L, et al. Multivariate analysis of fruit antioxidant activities of blackberry treated with 1-methylcyclopropene or vacuum precooling[J]. International Journal of Analytical Chemistry, 2018(2018): 1-5.
- [3] MCDONALD K, SUN D W. Effect of evacuation rate on the vacuum cooling process of a cooked beef product[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 48(3): 195-202.
- [4] 孙圳. 牛肉亚冻结保藏品质变化与水分迁移机制[D]. 北京: 中国农业科学院, 2017.
- [5] 焦婷婷, 章绍兵. 冷冻熟面的制备及保藏工艺研究进展[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(2): 4-6.
- [6] 李园园. 冷冻熟制烩面的制备研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
- [7] 任欣, 李小婷, 沈群. 冷冻贮藏环境对速冻水饺皮品质特性的影响[J]. 农业工程学报, 2014, 30(6): 263-271.
- [8] 陆启玉, 雷万学. 烩面的速冻和冷藏条件的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2002, 23(2): 14-18.
- [9] 李中哲. 手工拉面在速冻冷藏过程中品质变化研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2015.
- [10] 郑子懿. 冷冻面条在储藏期间的品质变化研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2013.