

冷冻面团冷冻贮存和解冻的工艺

陆 婕

管筱武

(华中理工大学生命科学与技术学院, 武汉, 430074) (武汉市环境保护局, 武汉, 430071)

梁运祥

(华中农业大学生命科学与技术学院, 武汉, 430070)

摘 要 研究了冷冻面团在冷冻贮存和解冻过程中面团温度的变化, 并选择了冷冻面团面包的最佳冷冻贮存和解冻的工艺条件: 面团 30℃、90%~95% rh 前发酵 20 min, 成型后于 -20℃ 冷冻贮存; 冷冻面团可在打开包装后, 38℃、95% rh 解冻 40 min, 32℃、95% rh 醒发 55 min, 或用微波炉解冻解冻 1 min 再打开包装, 32℃、95% rh 醒发 95 min。

关键词 冷冻面团 冷冻贮存 解冻

冷冻面团法是一种极为方便实用的食品工艺技术, 用冷冻面团制备面包在国外已得到了广泛的应用, 这不仅要有优良的耐低温面包酵母, 还需要采用不同于新鲜面包的制备工艺, 尤其是冷冻面团的冻融工艺条件。近年来, 我国虽在这方面作了大量的研究, 但与实际应用还有很大的距离。本文在优选的一株具有良好的耐低温性能的面包酵母的基础上, 研究了冷冻面团的制备工艺, 包括冷冻面团配方的选择、添加剂的使用和面团冻融工艺条件等的研究, 冷冻贮存和解冻过程中面团温度的变化, 及其冷冻贮存和解冻的条件和工艺。

1 材料与方法

1.1 供试面包酵母菌种

耐低温酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 菌株 40-2, 华中农业大学生命科学技术学院发酵工程室保藏菌种, 用液体糖蜜培养基摇床培养。

1.2 面团制备^[1,2]

将 1g 蔗糖及 0.2g NaCl 溶于 30℃ 温水中并使终体积为 12 mL, 准确称取离心所得的鲜酵母 0.4g, 用上述溶液将鲜酵母悬浮均

匀后全部倾入 20g 面粉中, 用力混合并调制成面团, 揉面时间控制在 5 min, 终温控制在 25~30℃; 将面团迅速用塑料袋包装并封口, 置于 -20℃ 冰箱中冷冻并贮存, 即为冷冻面团。

1.3 面团发酵活力的测定^[1,3,4,5]

面团发酵活力测定方法见文献[1], 发酵活力以 2h 排水量计。冷冻面团从冰箱中取出, 置 30℃ 恒温箱中解冻 0.5h, 中心温度在 0~5℃。打开包装将面团用力揉捏 1.5 min 后迅速测定 2h 排水量, 记为冷冻面团发酵活力, 酵母的耐冻性用冷冻存活率(冷冻面团发酵活力占新鲜面团发酵活力的百分比)表示。

1.4 面团冻结及解冻温度曲线测量

将温度计插入制备好的面团中心, 并迅速用塑料袋包装, 待温度计显示温度恒定后, 记下温度值, 然后将面团置于 -20℃ 冰箱中, 每隔 5 min 观察温度计指示温度值, 记录数据并绘制面团冷冻温度曲线。将面团(带温度计)在 -20℃ 贮存 7d 后, 取出置于 30℃ 恒温箱(或 4℃ 冰箱)中解冻, 每隔 1 min(或 5 min)观察温度计指示值, 记录数据并绘制面团解冻温度曲线。

1.5 冷冻面团面包焙烤^[6,7]

冷冻面团在 38℃ 解冻 40 min, 32℃, 95% rh 醒发 55 min, 于 180~200℃ 焙烤 20 min。

1.6 面包品质评定

(1) 面包体积测定^[8]: 菜籽替代法。

(2) 面包比容测定^[7]: 面包比容 (mL/g) = 面包体积 (mL) / 面包质量 (g)。

(3) 面包形成比测定^[5]: 形成比 = 面包高度 (cm) / 面包底部宽度 (cm)。

(4) 面包焙烤品质评定^[6]。

2 结果

2.1 面团在冷冻和解冻过程中温度的变化

2.1.1 面团的冻结温度曲线

面团在 -20℃ 的条件下的冻结温度曲线 (图 1) 表明, 面团中心温度从 20℃ 降到 -5℃ 的平均冷冻速率为 1.1℃/min, 此冻速较慢, 不会影响解冻面团的发酵, 而面团经过 -1~-5℃ 的最大冰晶形成区所用时间较短 (<30 min), 形成冰晶小^[9], 这有利于酵母存活率的保持。

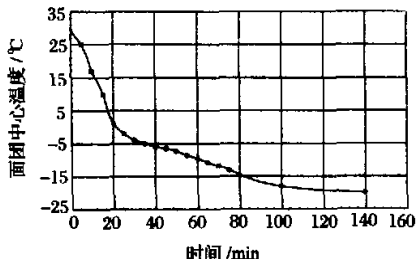


图1 面团在 -20℃ 冻结降温曲线

2.1.2 冷冻面团解冻温度曲线测定

冷冻面团解冻温度曲线 (图 2) 表明, 用 2 种方法解冻面团的升温趋势是一致的, 但在 4℃ 恒温解冻时, 面团中心温度从 -5~-1℃ 需 50 min, 而在 30℃ 解冻时只需 15 min, 为尽快通过 -1~-5℃ 最大冰晶区, 以减少大冰晶对面筋结构及酵母的损伤, 同时也为了节约时间, 实验中选择用 30℃ 恒温解冻冷冻面团。

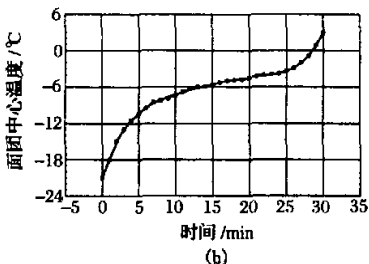
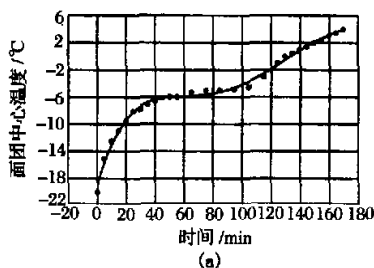


图2 冷冻面团 4℃ (a)/30℃ (b) 解冻升温曲线

2.2 冷冻面团冷冻贮存工艺条件的研究

2.2.1 冷冻贮存温度对冷冻面团发酵活力的影响

将面团分别于 -20℃ 和 -50℃ 冷冻 7 d 和 15 d 后测面团发酵活力 (表 1), 实验表明, -50℃ 冷冻不利于冷冻面团发酵活力的保存, 冷冻面团的贮存温度以 -20℃ 为宜。

表1 不同冷冻贮存温度对面团发酵活力的影响

冷冻贮存温度/℃	新鲜面团发酵活力/mL	冻7d面团发酵活力/mL	冻15d面团发酵活力/mL
-20	125	121	119
-50		71	72

2.2.2 冷冻前静置时间对冷冻面团发酵活力的影响

将面团分别在室温 (25℃)、80% rh 下静置 0、5、10、20、40、60 min 后, 包装, 冷冻 7 d 和 15 d 后, 测面团发酵活力 (图 3)。可见冷冻前静置 20 min 有利于菌株发酵活力及耐冻性的提高。

2.2.3 前发酵时间对冷冻面团面包的影响

面团在 30℃、90%~95% rh 的条件下静置 0、10、20、30、40、50、60 min 后分别包装,

于 -20°C 冷冻贮存 7 d 后取出, 烘烤, 测面包比容(图 4)。前发酵 20 min 的面团面包比容最大, 而且皮色美观, 面包内部质地最好, 疏松柔软, 蜂窝组织均匀。未经前发酵处理的面包皮色较淡, 表面粗糙, 内部质地较差, 口感也不好。前发酵 50 min、60 min 的面包内部结构不够疏松, 故冷冻面团的前发酵时间可采用 20 min。

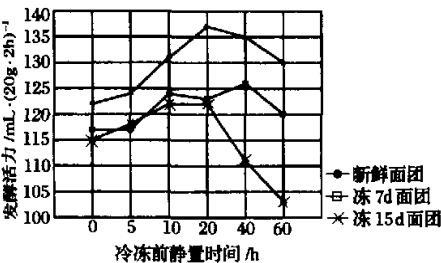


图 3 冷冻前静置时间对冷冻面团发酵活力影响

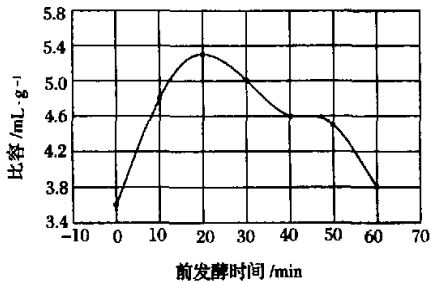


图 4 前发酵时间对冷冻面团烘烤质量的影响

2.2.4 面团不同前处理对冷冻面团烘烤质量的影响

在面团上盖上湿毛巾, 分别作以下前处理: ① 5°C 、放置 30 min; ② 30°C 、放置 20 min; ③ 30°C 、放置 20 min, 再于 5°C 放置 30 min。然后将面团压片、包装, 于 -20°C 冷冻 7 d 后取出解冻、醒发、烘烤, 测面包比容和形成比(表 2)。经前处理方法①处理的面团面包外观发皱, 内质较差。而经②③处理的面团面包内质较好, 结合考虑比容和工作效率的提高, 可采用②处理法, 即面团揉制后, 在 30°C 放置 20 min。

表 2 不同前处理对冷冻面团烘烤质量的影响

前处理方式	①	②	③
比容/ $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$	4.2	5.4	5.3
形成比	0.56	0.61	0.70

2.2.5 冷冻贮存时间对冷冻面团质量的影响

将面团分别贮存 1、15、30 d, 解冻醒发后烘烤(表 3)。贮存 15 d 的冷冻面团面包品质良好, 体积下降了 18.6%, 比容下降 21.2%。但贮存 30 d 后, 面包体积下降 58.2%、比容下降 61.0%, 面包品质也较差。冷冻面团贮存期以 15 d 为宜。

表 3 冷冻贮存时间对冷冻面团质量的影响

贮存时间/d	比容/ $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$	形成比	面包品质
1	6.51	0.66	内质疏松, 香味浓郁, 口感很好
15	5.13	0.84	内质疏松, 香味较浓, 口感好
30	2.54	0.88	内质较板结, 香味较淡, 口感一般

2.3 冷冻面团解冻工艺条件的研究

2.3.1 解冻后面团再成型对冷冻面团面包质量的影响

面团在 -20°C 下冷冻 7 d 后取出, 按下 2 种方式分别解冻: ① 30°C 解冻 20 min, 打开包装, 揉压再成型后, 放盘醒发; ② 30°C 解冻 20 min, 打开包装, 直接解冻醒发。醒发条件均为 30°C 、95% rh、95 min, 2 种面团烘烤后的结果见表 4。直接解冻而不作再成型操作的面团比容更大。此外, 解冻面团再成型时极易粘手, 面筋破坏严重, 且费工费时。可见, 面团在冷冻前就需成型, 此后直接解冻醒发即可。

表 4 解冻后面团再成型对冷冻面团面包的影响

解冻方式	比容/ $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$	形成比	面包品质
①	5.8	0.61	面包皮均匀, 且很薄,
②	6.4	0.56	内部较疏松均匀

2.3.2 不同解冻温度对冷冻面团面包质量的影响

用 3 种解冻方式解冻 -20°C 冷冻 7 d 的冷冻面团: ① 38°C 、115 min; ② 38°C 、60 min, 然后 32°C 、55 min; ③ 32°C 、115 min。结果

(表5)表明,38℃解冻醒发的面包比容小,形成比也小,属于发酵过度。从比容的角度考虑,以38℃解冻60 min,再32℃发酵55 min为宜。

表5 不同解冻温度对冷冻面团面包质量的影响

解冻方式	比容 $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$	形成比	面包品质
①	3.9	0.39	面包皮泡多,较干,有碎片,粘盘
②	4.6	0.52	面包皮较干,内质疏松,皮色较好
③	4.0	0.53	面包皮较软,皮色较淡

2.3.3 不同解冻时间对冷冻面团面包质量的影响

冷冻面团分别在38℃解冻60、50、40、30、20、10 min,于32℃、95% rh醒发55 min后焙烤(表6)。解冻40 min的面团面包比容、形成比均较大,外观好,内质疏松多孔;解冻50、60 min的面包次之,解冻30、20、10 min的面包质量更次。可见面团解冻时间在40~50 min(38℃)较好。

表6 不同解冻时间对冷冻面团面包质量的影响

解冻时间/min	比容/ $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$	形成比
60	5.2	0.46
50	5.1	0.51
40	5.2	0.54
30	4.3	0.54
20	4.1	0.31
10	3.4	0.54

2.3.4 解冻方式对冷冻面团发酵活力的影响

-20℃冷冻的面团分别按以下4种方式解冻:①微波炉解冻挡解冻1 min;②30℃、30 min;③38℃、30 min;④4℃、4 h。从面团发酵活力(表7)来看,不同的解冻方式对冷冻面团中酵母的产气力影响并不显著,4℃、4 h的解冻方式最为温和,有利于冷冻面团的均匀解冻,但耗时长,微波炉解冻最快,但有解冻不均匀的情况。在实际生产中,可根据生产情况酌情选择相应的解冻方式。

2.3.5 解冻方式对冷冻面团面包质量的影响

将冷冻面团分别按以下方式进行解冻处

表7 不同解冻方式对冷冻面团发酵活力的影响

解冻方式	新鲜面团发酵 活力/ mL	冻7d面团发酵 活力/ mL	冻15d面团发酵 活力/ mL
①		117	114
②	123	126	124
③		127	107
④		134	119

理:①打开包装,于38℃解冻40 min;②于38℃解冻10 min后,再打开包装解冻30 min;③于38℃解冻20 min后,再打开包装解冻20 min;④于38℃解冻30 min后,再打开包装解冻10 min;⑤于38℃不打开包装解冻40 min。解冻后的面团在32℃、95% rh的条件下醒发55 min,焙烤。结果表明(表8),解冻时的湿度大有利于面包比容的提高,这是因为湿度较高,面包坯表皮不会干裂,有利于面包坯的体积增大。可见冷冻面团以打开包装,直接解冻醒发为宜。

表8 解冻方式对冷冻面团面包质量的影响

解冻方式	比容/ $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$	形成比
①	4.04	0.55
②	3.81	0.62
③	3.78	0.73
④	3.77	0.70
⑤	3.41	0.78

2.3.6 微波炉解冻后醒发时间对冷冻面团面包质量的影响

微波炉解冻冷冻面团(1 min)有节省时间、方便、卫生的特点,微波解冻后的面团在32℃、95% rh的条件下分别醒发55、75、95、115、135 min后焙烤的结果(表9)表明,随着醒发时间的增加,面包体积、比容增大,重量

表9 微波解冻后醒发时间对冷冻面团面包的影响

醒发时间/min	比容 $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$	形成比	面包品质
55	3.53	0.88	未发起,皮色淡
75	4.19	0.93	外表光滑,外形最好
95	4.45	0.94	外观较好
115	5.02	0.90	表面微有皱纹,内质最好
135	5.18	0.91	表面皱纹多,有气泡出现

略有减小。醒发 115~135 min 的面包虽然体积、比容均较大,但表面发皱,醒发过度,醒发时间以 95 min 左右为宜。

3 讨 论

通过对冷冻面团冻融工艺条件的研究表明,面团冷冻前在室温下静置或前发酵 20 min 有利于冷冻面团比容的提高,面团冷冻温度以 -20°C 为宜。解冻工艺可采用:①打开面团包装,直接于 38°C 、95% rh 解冻 40 min,然后在 32°C 、95% rh 醒发 55 min;②面团用微波解冻 1 min 后打开包装,于 32°C 、95% rh 醒发 95 min。醒发好的面坯在 $180\sim 200^{\circ}\text{C}$ 焙烤 20 min,即能得到品质良好的冷冻面团面包。

为了将冷冻面团技术应用于生产实践,还需研究工业化生产条件下冷冻面团的冻融工艺条件。在工业生产中,不可能采用实验条件下的非气流冷冻方法。为了提高冷冻效率,保证冷冻面团质量,应采用气流冷冻技术(两段式冷冻技术):第一阶段对面团进行急速冷冻,第二阶段对面团进行缓慢冷冻,这还有待于进一步的研究。

冷冻面团用微波解冻是个卫生、方便、快捷的方式,但醒发时间有所延长(95 min)且存在解冻不太均匀的问题,尤其要防止解冻过度造成面团温度过高($>4^{\circ}\text{C}$)从而导致面团醒发体积减小的问题,对于大批量冷冻面团解冻而言,建议采用直接放盘于 38°C 解冻,再 32°C 醒发。这样解冻更均匀,总操作时间也与微波解冻法一样。

参 考 文 献

- 1 徐洪顺编著. 酿酒(酿酒微生物增刊). 黑龙江发酵工业科技情报站. 1986
- 2 奚文棣,汤洪. 粮食与油脂,1997,1:2~5
- 3 Holems J T, Hoseney R C. Cereal Chem., 1987, 64(4):348~351
- 4 Hsu K H, Hoseney R C, Seib P A. Cereal Chem., 1979, 56(5):424~426
- 5 Pierre Gelina, G. Fiset, Appl. Environ. Microbiol., 1989, 55(10):2453~2459
- 6 林作楮主编. 食品加工与小麦品质改良. 北京:中国农业出版社,1994
- 7 沈益民. 粮食与油脂,1991,4:56~57
- 8 Hsu K H, Hoseney R C, Seib P A. Cereal Chem., 1979, 56(5):419~424
- 9 沈月新等编著. 冰箱食品的贮藏与制作. 上海:上海科学技术出版社,1987

Technology of Freezing-storing and Thawing for Frozen Doughs

Lu Jie

(School of Life Science and Technology, Huazhong University of Sci. & Tech., Wuhan, 430074)

Guan Xiaowu

(Wuhan Environmental Protect Bureau, Wuhan, 430071)

Liang Yunxiang

(College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070)

ABSTRACT Conditions of freezing and thawing play an important role in preparations technology of frozen doughs. In this paper, the changes of frozen doughs' temperature during freezing-storing and thawing were studied, and the better technology condition of freezing-storing and thawing were selected. Doughs should preferment 20min at 30°C and 90%~95% rh, freeze and store at -20°C after shaping. Frozen doughs should thaw 40min at 38°C and 95% rh after opening the wrapping, and proof 55min at 32°C and 95% rh, or thaw 1 min in the microwave oven, then open the wrapping and proof 95min at 32°C and 95% rh.

Key words frozen dough, freezing-storing, thawing