DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.08.038

不同和面机的和面效果分析

刘长虹[1],杜云豪[1,*],王录通[1],王远辉[1],张煌[2]
(1. 河南工业大学 粮油食品学院 小麦和玉米深加工国家工程实验室, 河南 郑州 450001;
2. 河南牧业经济学院 食品与生物工程学院,河南 郑州 450044)

摘　要: 使用 HM-790 立式单轴调速型、HWH-25 卧式型、SZH-20 双驱双动型、SM-25 双驱双动型 4 种和面机进行试验,测定面团的水分均匀性、面筋指数和湿面筋含量 3 个指标来证明不同和面机的和面效果。结果表明,在一定范围内转速越快,面团水分分布越快均匀,且双驱双动型和面机性能优于其他和面机;转速过高时前期水分分散速度反而较慢,后期分散迅速;总体趋势为和面机搅拌速度越快,面筋含量达到最大值的时间越短,达到最大值后下降的速度越快;可调速搅拌机的试验证明:中速与高速面筋形成的速度基本一样,但中速搅拌的面筋含量下降速率为-0.143,较慢速的-0.252 和快速搅拌的-0.273 要慢得多;面筋指数与面筋含量变化规律大致相同。综合考虑各因素,双驱双动型和面机性能明显优于单轴立式调速型和面机以及卧式和面机,且和面机的中速搅拌对于馒头面团调制最为合适。

关键词:和面机;搅拌;馒头面团;水分均匀性;面筋

Analysis on the Effect of the Dough Mixing of Different Dough Mixers

LIU Chang-hong[1], DU Yun-hao[1,*], WANG Lu-tong[1], WANG Yuan-hui[1], ZHANG Huang[2]
(1. National Engineering Laboratory for Wheat & Corn Further Processing, Grain College, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, Henan, China; 2. Food and Biological College, Henan University of Animal Husbandry and Economy, Zhengzhou 450044, Henan, China)

Abstract: Four types of dough mixer (HM-790 vertical single-axis speed control, HWH-25 Horizontal type, SZH-20 the double-drive and double-acting and SM-25 the double-drive and double-acting) were used to test the moisture uniformity, gluten index and wet gluten content of dough to prove the mixing effect of different dough mixers. The results showed that the faster the rotation speed within a certain range, the faster the water content of the dough was distributed uniformly, and the performance of the double-drive and double-acting dough mixer was better than that of other dough mixer. When the speed was too high, the speed of the water dispersing would be slower at the early stage and quick at the later stage. The general trend was that the faster of the mixing speed of the dough mixer, the shorter the time for the gluten content to reach the maximum value; and the faster the decreasing speed was after reaching the maximum value. The experimental resulted of the adjustable speed mixer showed that the medium speed was basically the same as that of the high speed gluten. However, the rate of gluten content drop of medium-speed agitation was -0.143, which was much slower than the slower -0.252 and the fast-stirring -0.273. The variation rule of gluten index and gluten content was similar. Considering all factors, the performance of the double-drive double-acting type and the dough mixer is obviously better than that of the single-shaft vertical speed-regulating dough mixer and the horizontal dough mixer, and the medium-speed stirring of the dough mixer is most suitable for the dough preparation.

Key words: dough mixer; mixing; steamed-bread dough; water uniformity; gluten

基金项目:国家自然科学基金项目(31701635)
作者简介:刘长虹(1957—),男(汉),教授,硕士,主要从事发酵面食研究。
*通信作者:杜云豪(1995—),男,硕士研究生,从事蒸制面食工艺研究。

引文格式：
刘长虹，杜云豪，王录通，等. 不同和面机的和面效果分析 [J].食品研究与开发，2019，40(8)：220-224
LIU Changhong，DU Yunhao，WANG Lutong，et al. Analysis on the Effect of the Dough Mixing of Different Dough Mixers[J]. Food Research and Development，2019，40(8)：220-224

商品馒头的加工过程中一般使用和面机搅拌调制面团，馒头生产者使用的和面机分为立式和卧式两种类型。立式和面机分为单轴钩状偏心旋转的多功能搅拌机和双驱双动立式和面机等，一般搅拌速度可以在一定范围内调节，但由于处理量偏小，一般应用于小批量的馒头生产或工艺试验上[1]。卧式和面机的处理量大，搅拌效率高，结构相对简单且价格便宜，是规模化生产馒头企业的常见设备[2]。馒头厂的卧式和面机一般为单搅拌轴，搅拌速度为恒定值不能调节，搅拌桨叶分为扇状、直立棒状、直立片状、c 型单杆、O 型单杆、笼状直杆等形状。搅拌轴对面团作用力方式和速度的不同，使得不同和面机产生不同的和面效果。和面机的搅拌速度可分为低速（15 r/min~50 r/min）、中速（60 r/min~80 r/min）、高速（90 r/min~300 r/min）和超高速（1 000 r/min~3 000 r/min）[3]。对于馒头面团调制的工艺参数制定及和面设备的选择来说，和面机形式及搅拌速度所产生的和面效果十分重要。本试验是根据馒头生产的实际需求以及实验室可能条件，采用立式单轴偏心可调速多功能搅拌机、双驱双动和面机及小型卧式和面机调制馒头面团，并且在双驱双动型和面机中挑选出两款不同处理量的和面机，用来探讨不同处理量对于和面效果的影响。对比不同和面机搅拌过程中面团均匀性以及面筋含量和面筋指数的变化，以揭示不同和面设备的搅拌效果，从而为馒头工艺研究和工业化生产提供参考。

1　材料与方法

1.1　原料与试剂

金苑特一粉：河南金苑粮油有限公司；安琪高活性干酵母：安琪酵母股份有限公司；氯化钠、碘化钾、碘（均为分析纯）：天津科密欧化学试剂有限公司。

1.2　仪器与设备

1.2.1　和面机类型及参数

HM-790 型搅拌机（立式单轴偏心旋转可调速多功能搅拌机）：青岛汉尚电器有限公司。钩状搅拌轴，低档主轴转速 50 r/min（钩转速 65 r/min）；1 档主轴转速 70 r/min（钩转速 90 r/min）；2 档主轴转速 90 r/min（钩转速 115 r/min）；最佳处理量：300 g~1 000 g 干面粉。

HWH-25 型卧式和面机：河南省新乡市食品机械有限公司。O 形棒状搅拌桨，搅拌转速 30 r/min，最佳处理量 10 kg~25 kg 干面粉。

SZH-20 型单轴立式双驱双动和面机：广州旭众食品机械有限公司。螺旋状搅拌轴，低档轴转速 120 r/min（缸转速 10 r/min）；高档轴转速 230 r/min（缸转速 18 r/min）；最佳处理量：1 kg~5 kg 干面粉。

SM-25 型单轴立式双驱双动和面机：江苏无锡新麦机械有限公司。螺旋状搅拌轴，低档轴转速 140 r/min（缸转速 12.8 r/min）；高档轴转速 280 r/min（缸转速 25.5 r/min）；最佳处理量：2 kg~15 kg 干面粉。

1.2.2　其他仪器

DT500A 电子天平：中国江苏常熟长青仪器仪表厂；JMCZ 面筋指数测定仪：成都食品医疗仪器设备厂。

1.3　试验方法

1.3.1　面团的制备

根据不同和面机的功率设置加料量，根据面粉的加料量为 100 %，加入 0.8 %的酵母以及 42 %的水，和面 2 min 物料开始混合后，每 2 min 取一次面团作为样品[4]。

HM-790 型和面机：面粉 300 g；HWH-25 型和面机：面粉 10 kg；SZH-20 型和面机：面粉 1 kg；SM-25 型和面机：面粉 2 kg。

1.3.2　水分含量的测定

根据 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》[5]，使用直接干燥法测定水分含量。

1.3.3　水分均匀性的测定

根据挂面生产工艺测定方法[6]，调制一定时间的面团取样，取样点为和面缸的四角和中心共 5 点，并分别测定各点水分含量，计算变异系数。水分均匀性用变异系数“*CV*”表示。

$$CV/\% = \frac{S}{\overline{w}} \times 100$$

式中：*CV* 为变异系数，%；$\overline{w}$为水分平均值；*S* 为标准差。

$\overline{w}$按下式计算：

$$\overline{w} = \frac{W_1 + W_2 + \cdots + W_n}{n}$$

式中：W_1、W_2、…、W_n为各次水分测定值。

S 按下式计算：

$$S=\sqrt{\frac{(W_1-\overline{w})^2+(W_2-\overline{w})^2+\cdots+(W_n-\overline{w})^2}{n-1}}$$

1.3.4 湿面筋含量和面筋指数的测定

依照 GB/T 5506.1–2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第 1 部分：手洗法测定湿面筋》[7]，用手洗法测定湿面筋的含量。

面筋指数：面筋指数参照 LS/T 6102–1995《小麦粉湿面筋质量测定方法–面筋指数法》测定[8]。

2 结果与讨论

2.1 不同和面机搅拌的面团水分均匀性

由于变异系数是由 5 个水分含量值标准差与平均值的比值算得，所以变异系数越小说明水分分散越均匀[9]。图 1 为单轴立式和面机与卧式和面机的水分分散情况对比。HM–790 型立式和面机在不同的转速下，其和面效果有很大区别，在最低档速和面时，前期面粉与水逐渐混匀，在 12 min~14 min 时面团基本混匀成水分均一的面团；一档和面时前 6 min 面团迅速混匀成团，8 min~10 min 时面团水分均一；二档和面时，前期面团吸水较慢，第 6 min 开始形成面团小块，随后面团中水分迅速混匀，在 10 min 时内部水分均一。由同一立式和面机不同转速下的和面效果可以看出，转速与和面效果并非完全正相关，转速过慢，和面前期面粉与水不能快速的形成均匀的面絮，面缸中出现部分高含水量的面团和未能完全吸水的面粉，因此需要更长的搅拌时间才能使得面团均匀；转速过快时，则使得前期面粉与水接触减少，延缓了面粉中蛋白与淀粉的吸水溶胀，而当面缸内形成面团后，高速的和面搅拌又能使其快速的混匀。HWH–25 型卧式和面机由于其较慢的转速，需要 12 min 以上才能形成水分均一的面团。由此水分分散情况可见，和面以立式和面机的中速搅拌效果最好。

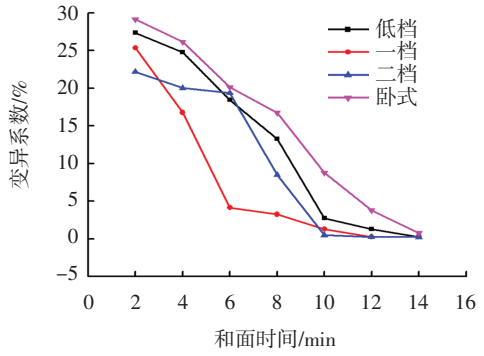
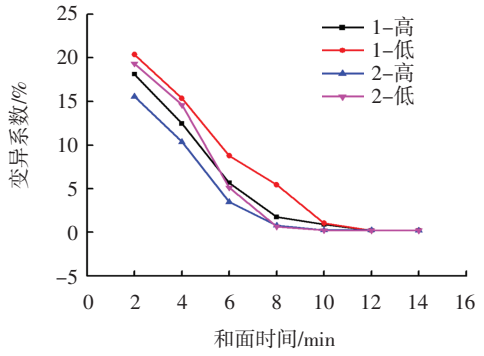


图 1 立式及卧式和面机搅拌过程面团水分均匀性变化

Fig.1 Variation of dough moisture uniformity during vertical and horizontal dough mixer mixing

图 2 为双驱双动和面机进行局部翻动面团的搅拌水分分散效果。SZH–20 型和 SM–25 型双驱双动立式和面机的水分分散效果明显优于立式与卧式和面机；对于双驱双动型和面机，高速和面效果要比低速和面效果好，轴转速与缸转速越高，面粉与水越快达到均一的状态[10]。SZH–20 型和面机低速和面机时，面团中水分含量的变异系数基本匀速减小，在 10 min 左右达到均一；其余的转速情况下基本在 8 min 左右达到水分均匀。双驱双动型和面机与 HM–790 型和面机的主要区别不仅在于功率、和面轴较大，并且是轴与和面缸同时转动，这样有利于面粉与水分的接触，结合与吸收，虽然双驱双动型和面机和面轴只能与局部面团接触，但其较粗的和面轴能使面粉与水充分混匀，且和面缸转动的同时给了面粉吸水溶胀形成面筋的时间[11]，因此，双驱双动型和面机更有利于面粉与水快速混匀。



1：SZH–20 型和面机；2：SM–25 型和面机。

图 2 双驱双动和面机转速对水分均匀性的影响

Fig.2 Influences of speed on moisture uniformity with double drive double motion mixer

2.2 不同和面机对面团湿面筋含量的影响

立式及卧式和面机搅拌过程面团面筋含量变化见图 3。

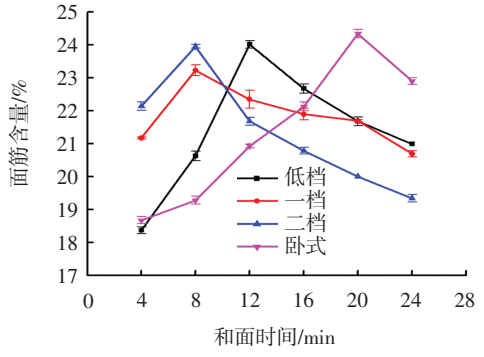


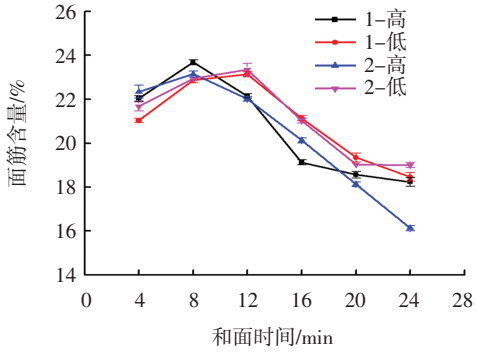
图 3 立式及卧式和面机搅拌过程面团面筋含量变化

Fig.3 Changes of wet gluten content in dough during mixing with different mixers

如图 3 所示，和面机转速对面筋的形成有很大的

影响：低档和面时面筋形成缓慢，12 min 时面筋含量达到最大，随后面筋含量开始降低；而一档、二档和面时，在 8 min 左右形成最多的面筋；卧式和面机要在 20 min 左右才能达到最大面筋含量。由此可知，转速越快，达到最大面筋含量用时最少，但一档和二档的差别不大说明在一定转速内，转速与形成面团面筋的速度是正相关的，转速太快因面团的吸水困难，不能更进一步加快面筋的形成。面筋含量达到最大值后，搅拌轴开始对面筋网络进行破坏，面筋断裂，可洗出湿面筋的含量下降[12]。二档搅拌（速率为−0.273）与慢速搅拌（速率为−0.252）面筋的下降速率相差不大，而一档的下降速率（速率为−0.143）明显要慢得多，说明中速搅拌有利于面筋形成与保持，对于提高面团的延展性有好处；过高的搅拌速度，面筋虽然较快形成，但破坏速度很快，不利于形成延伸性很好的面团，制作出来的馒头质量也不会很好。

双驱双动和面机转速对面团面筋含量的影响见图 4。



1：SZH−20 型和面机；2：SM−25 型和面机。

图 4　双驱双动和面机转速对面团面筋含量的影响

Fig.4　Influences of speed on wet gluten content with double drive double motion mixer

如图 4 所示，SZH−20 型和 SM−25 型双驱双动立式和面机低速和面时，在 8 min~12 min 左右达到最大面筋含量，高速和面时在 8 min 左右达到最大湿面筋含量；与立式单轴可调速和面机一样，在达到最大面筋含量后可洗出湿面筋含量开始下降。

2.3　不同和面机对面团面筋指数的影响

立式及卧式和面机搅拌过程面团面筋指数变化见图 5。如图 5 所示，和面机不同转速下，面团面筋指数的变化与面筋含量的变化基本保持一致，低档时 12 min 左右面筋指数最大，一档、二档时 8 min 左右面筋指数最大，卧式和面机在 20 min 才能达到最大的面筋指数强度，这些都与面筋含量最大值的时间基本相吻合。图中可以看出，一档和二档的面筋指数下降速率很接近，与面筋含量变化有差异。这些说明不同转速对面筋的形成及面筋指数的增强有相同的作用，且过度搅拌的时候面筋被破坏，既降低了可洗出面筋的含量又减弱了面筋强度。

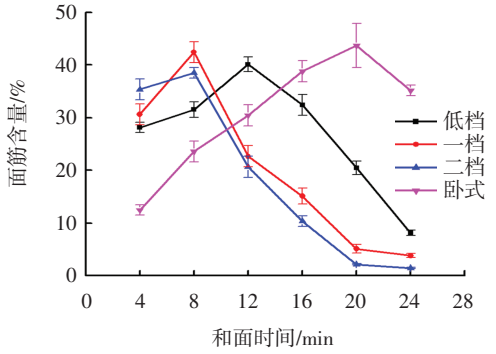
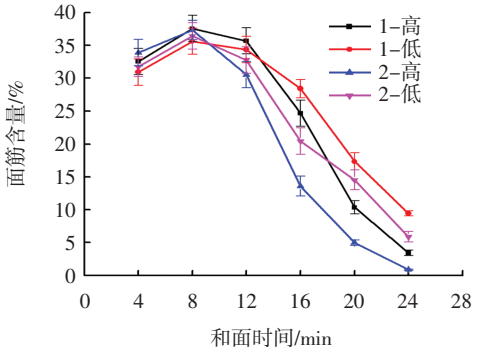


图 5　立式及卧式和面机搅拌过程面团面筋指数变化

Fig.5　Changes of gluten index during mixing with different mixers

双驱双动和面机转速对面团面筋指数的影响见图 6。



1：SZH−20 型和面机；2：SM−25 型和面机。

图 6　双驱双动和面机转速对面团面筋指数的影响

Fig.6　Influences of speed on gluten index with double drive double motion mixer

如图 6 所示，双驱双动型和面机均在和面 8 min 左右时面筋强度达到最大，随后面筋强度开始下降，并且转速越快，搅拌强度越大，面筋指数下降也有所加快。

由不同和面机对面团水分均匀性、面筋含量、面筋指数等和面效果可以看出，在使面团均匀和面筋形成方面双驱双动型和面机的效果优于立式单轴可调速和面机和卧式和面机。

双驱双动型和面机由于其轴与面缸都转动的搅拌模式，且搅拌轴与和面缸间较小的缝隙，使其能充分接触到和面缸每个位置，快速使面粉与水达到均一的状态；由面与水混合物→棉絮→小块面团→整块面团的和面过程缩短，快速使水分均匀的同时，更有利于面

筋蛋白与水的结合,形成均匀稳定的面筋网络结构[13]。

立式单轴可调速和面机属于整体翻动面团和面形式。低档慢速搅拌,水分分散均匀性较差、面筋形成速度都较慢,但面筋破坏速率并不低;中速(一档)搅拌水分分散速度和面筋形成速度都最快,而且面筋破坏速率较慢速和快速搅拌的都小;高速(二档)搅拌,水分分散前期较慢,面筋形成速度较快但破坏迅速,不利于面团的延伸性改善。因此,整体翻动类型的和面机以中速搅拌为好。

卧式和面机也属于整体翻动面团搅拌类型,由于转速仅为 30 r/min 的慢速搅拌,而且 O 形单杆搅拌桨(单轴),搅动能力比较弱,需要较长的时间才能使水分混匀,且易形成面筋网络结构[14]。由于试验条件限制,无法使用大处理量且不同转速的卧式和面机反复试验,是否可以用立式搅拌机的结果推断卧式和面机中速搅拌效果更好,还有待于进一步证明。从耗能角度考虑[15],馒头厂一般选用低速和面机,但如果从效率上考虑,馒头生产应该选用中速和面机。

3 结论

由不同和面机不同转速下的和面效果分析可知,在中等转速范围内转速越快,面团水分越快均匀分布,且双驱双动型和面机性能优于单轴整体翻动和面机,但转速过高时前期水分分散速度反而较慢,后期分散迅速;对于各种和面机,面筋形成的速度,面筋含量达到最大值的时间,达到最大值后下降的速度与搅拌轴的速度有一定关系;中速和高速搅拌面筋含量达到最大值最快,中速下降速率最小。面筋指数与面筋含量变化规律比较类似。综上所述,双驱双动型和面机性能优于立式单轴可调速型和面机以及卧式和面机,而中速的和面机要优于快速与慢速。

参考文献:

[1] 刘长虹. 馒头生产技术(第二版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015: 55–59
[2] 刘长虹. 蒸制面食生产技术(第三版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2017: 87–89
[3] 王凯, 虞军. 搅拌设备[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 32–32
[4] 艾宇薇. 和面工艺对面团品质影响的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2013: 6–7
[5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 5009.3–2010 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 3–4
[6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. SB/T 10071–92 挂面生产工艺测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992: 1–2
[7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5506.1–2008 小麦和小麦粉 面筋含量 第 1 部分: 手洗法测定湿面筋[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1–2
[8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会 LS/T 6102–1995 小麦粉湿面筋质量测定方法–面筋指数法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995: 1–2
[9] 刘锐. 和面方式对面团理化结构和面条质量的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2015: 33–33
[10] 刘锐, 卢洋洋, 邢亚楠, 等. 高速连续和面机的和面效果及其对面条质量的影响[J]. 中国食品学报, 2015, 15(11): 52–52
[11] 绳以健, 刘玉德, 张有忱. 和面机中和面过程的运动搅拌器结构设计与受力分析[J]. 农业机械, 2011(2): 100–103
[12] Jazaeri S, Bock J E, Bagagli M P, et al. Structural modifications of gluten proteins in strong and weak wheat dough during mixing[J]. Cereal Chemistry, 2015, 92(1): 105–113
[13] 陆启玉, 杨宏黎, 韩旭. 面筋含量与面筋指数在面团熟化过程中的变化[J]. 粮油食品科技, 2008, 16(3): 13–14
[14] Silvas–García M I, Ramírez–Wong B, Torres–Chávez P I, et al. Effect of Freezing Rate and Storage Time on Gluten Protein Solubility, and Dough and Bread Properties [J]. Journal of Food Process Engineering, 2014, 37(3): 237–247
[15] 杨纬金, 张印, 吴凤凤, 等. 和面机扭矩与面团和制效果关系的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2015, 12(10): 35–38

收稿日期:2018–08–21

高举中国特色社会主义伟大旗帜,

为决胜全面小康社会实现中国梦而奋斗。