

糯性小麦配粉对普通小麦淀粉品质特性和 面条品质的影响

梁荣奇^{1, 3}, 杨凤萍¹, 苏青², 陈绪清¹, 韩立新¹, 张立全¹, 张晓东¹, 刘广田³

(1. 北京市农林科学院北京农业生物技术研究中心, 北京 100097; 2. 北京市农林科学院
北京杂交小麦研究中心, 北京 100097; 3. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094)

摘要:按照一系列梯度比例, 将2种糯性小麦面粉分别添加到7种普通小麦面粉(分强筋组和中筋组)中, 探讨不同配比对普通小麦面粉的淀粉品质特性(直链淀粉含量、膨胀势、RVA粘度曲线参数)和面条品质的影响。结果表明, 配粉能明显降低普通面粉的直链淀粉含量、提高膨胀势, 但由于混合粉中的糯麦面粉和普通面粉分别糊化, 先后形成“糯麦高峰”和“普通小麦高峰”, 混合粉的高峰粘度反而降低。添加糯麦面粉明显降低反弹值、延缓凝沉速度和程度, 也能减小保鲜面条的评分降幅, 从而能明显延长鲜湿面条的货架寿命。所用的糯麦品系属于中筋偏弱类型, 因而可降低强筋组面粉的筋力, 使面条软硬适中; 但使中筋组面条变软、评分降低。因此, 下一步工作需要选育适于面条配粉的中筋或中筋偏强型高白度糯性小麦。

关键词:糯性小麦; 配粉; 淀粉特性; 面条品质

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)03-0016-05

Effects of Waxy Flour Blending on Starch Properties and Noodle Quality of Non-waxy Flour

LIANG Rong-qi^{1, 3}, YANG Feng-ping¹, SU Qing², CHEN Xu-qing¹, HAN Li-xin¹,
ZHANG Li-quan¹, ZHANG Xiao-dong¹, LIU Guang-tian³

(1. Beijing Agro-biotechnology Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100097, China; 2. Beijing Hybrid Wheat Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100097, China; 3. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: In order to explore the effects of waxy flour blending on starch properties (amylose content, swelling power and RVA pasting parameters) and noodle quality, the waxy flours from two lines were added in different proportion into seven non-waxy flours (strong-gluten group and middle-gluten group), respectively. The results showed that the amylose content of non-waxy flour decreased significantly when blending with more than 15 percent waxy flour, while the swelling power and water-holding power of all blends obviously increased correspondingly. There were two viscosity peaks, the waxy-wheat peak and the common-wheat peak, appeared successively in RVA pasting process due to the waxy and common flour pasting respectively. Therefore, the peak viscosities of the blends did not increase as expected. The flour blends showed minor final viscosities and setbacks, slower speed and lower degree of retrogradation than their controls, and the quality scores of boiled noodles (made from common flours or flour blends) decreased evidently after 48 h storage, but the latter had better score, which might suggest that waxy flour could extend the shelf life of Chinese fresh-wet raw noodle. However, the waxy lines were weak middle-gluten with red grain, which not only could reduce the strength of strong-gluten flours and make it suitable for good noodle's hardness, but also soften the noodle made from middle-gluten flours and reduce its quality score. The results suggested that the strong/middle-gluten waxy wheat cultivars with high whiteness would be the breeding target in our future program.

Key words: Waxy wheat; Flour blending; Starch properties; Noodle quality

收稿日期: 2006-10-16

基金项目: 北京市优秀人才培养专项资助(2002); 北京市科技新星计划培养项目(2004-A-17)

作者简介: 梁荣奇(1970-), 男, 山东莒县人, 博士, 副研究员, 主要从事小麦品质遗传改良研究。

淀粉是普通小麦面粉的主要成分, 由直链淀粉和支链淀粉组成, 其中, 前者约占 25% 左右。直链淀粉与支链淀粉的比例会直接影响面粉的淀粉品质, 进而影响面条、馒头等面食品质的食用品质。面条的弹性主要受蛋白含量、面筋强度和面团流变学特性的影响^[1-4], 面条的软度、光滑度、口感等食用品质主要与淀粉或面粉的粘度特性、膨胀势等品质性状高度相关。研究表明, 直链淀粉含量低、膨胀势高、RVA 高峰粘度高的面粉, 具有良好的面条品质^[5-10]。

糯性小麦中的淀粉主要由支链淀粉构成, 直链淀粉含量接近于 0 或很低^[11-13]。糯麦面糊的糊化粘度在 60℃ 以上时迅速上升, 而普通小麦面糊在 60~80℃ 上升缓慢^[11-15], 这是由于直链淀粉含量不同所致, 因为两者的支链淀粉理化特性相同^[11]。梁荣奇等^[15,16]的结果表明: 糯麦株系的直链淀粉含量、RVA 高峰粘度、低谷粘度、最后粘度、反弹值和峰值时间显著低于其半糯性亲本和普通品种; 糯麦淀粉的膨胀能力和吸水力大于其亲本; 糯麦面粉的凝沉阻力较大, 其凝沉速度和程度比较低, 可用于配粉改良面条等食品的货架寿命^[16,17]。Bhattacharya 等^[18]将 10%~40% 的糯性硬粒小麦面粉添加到普通面粉, 结果发现, 20% 的添加比例可在不影响面包品质基础上, 显著延迟面包陈化, 延长货架寿命。

本研究按照添加 0(即对照), 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% 和 40% 的一系列梯度比例, 将 2 种糯麦面粉分别添加到 7 种普通小麦面粉(强筋组和中筋组)中, 研究不同配比对普通小麦面粉的淀粉品质特性(直链淀粉含量、膨胀势、RVA 粘度曲线参数)和面条品质的影响, 从而为糯麦的应用和品种选育提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

糯麦高代品系 nmkj8-1 和 nmij7-1, 分别由组合关东 107/江苏白火麦、IKE/江苏白火麦经系谱选育而来。普通小麦强筋品种有: 藁城 8901、中优 9507 和转基因品系 5-99; 中筋品种有: 京冬 10 号和京 411。标准粉有: 古船牌富强粉(5 kg 装, 强筋型)和标准粉

(5 kg 装, 中筋型)于当年 10 月购于超市。

1.2 试验设计

2002-2004 年秋将上述糯麦品系和普通品种播种于北京市农林科学院院内实验田, 随机区组设计, 3 次重复, 小区 10 行, 行长 3 m, 行距 25 cm。当年夏季 6 月按小区收获种子, 贮存 3 个月后润麦制粉, 具体过程按照姚大年等^[19]方法进行。

配粉试验于当年 10 月进行, 设 8 个处理, 分别添加 0, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% 和 40% 的糯性小麦面粉, 测定其淀粉品质参数和面条品质。鲜湿面条制作后分成 2 份, 或立即煮面或保鲜处理(25℃, 湿度 65%) 48 h 后再煮面进行品质测定。

1.3 测定方法

1.3.1 直链淀粉含量的测定 采用李锐等^[20]的微量样品直链淀粉含量测定方法, 并参照国标《直链淀粉含量测定法》(GB8648-87) 适当改良后进行。

1.3.2 膨胀势的测定 按照 McCormick 等^[21]的方法进行, 取 2 次重复平均值。

1.3.3 RVA 粘度参数的测定 使用澳大利亚 Newport 公司快速粘度仪(Rapid Visco Analyzer, RVA) 测定面粉的糊化温度和各糊化参数, 具体过程及各参数含义参见姚大年等^[19,22]。

1.3.4 面条的制作和评分 按照国家内贸部《面条制作和评分标准》(SB/T 10137-93) 进行, 经机器压片和切条而得到宽 2 mm、厚 1 mm 的中式白面条。评分小组由 5 人组成。

1.4 数据处理

使用 Excel 的数据分析工具进行数据统计和处理。

2 结果与分析

2.1 糯性小麦配粉对淀粉品质的影响

2.1.1 直链淀粉含量的变化 7 种普通小麦面粉的直链淀粉含量在 21.34%~25.48%, 而 2 种糯麦面粉分别为 0.17% 和 0.32%。从表 1 可以看出, 添加糯麦面粉可以明显降低 7 种普通小麦的直链淀粉含量平均值, 15% 添加比例可以使普通小麦面粉的直链淀粉含量显著下降。

表 1 不同比例糯麦配粉对 7 种普通小麦直链淀粉含量平均值的影响

Tab 1 Effect of waxy flour blending on the mean amylose contents of 7 non-waxy flours								
配粉处理 Treats	0	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%
直链淀粉含量/ Amylose content	23.15aA	22.27aA	21.89abAB	20.81bAB	19.58bAB	18.32bB	17.23bcB	15.90cB

注: 不同的小写、大写字母分别表示 5%, 1% 差异显著水平, 下同

Note: Different small letters and capital letters show significant difference at 5% and 1% level, respectively, the same as below

2.1.2 膨胀势的变化 普通小麦面粉吸水受热后膨胀形成糊状体,离心后分成沉淀和上清液 2 层;而糯麦面粉则形成清亮的稀状体,1 700 g 离心后不分层,无法测出膨胀势。这与 Nakamura 等^[23]和梁荣奇^[15, 16]的结果一致。

混合粉吸水受热膨胀形成的糊状体,离心后分成 3 层:沉淀、稀状体和上清液。随着糯麦面粉添加比例的增加,沉淀减少,中间的稀状体会增加。而

且,在倾倒、倒置试管去除上清液时,稀状体会部分流失;在 5% 和 10% 配比时,这种情形并不明显,在超过 15% 配比时,流失严重影响了膨胀势的测定(表 2)。

稀状体的形成说明面粉或淀粉在糊化过程中的膨胀能力和吸水能力比较强^[15, 16]。结合表 2 的数据说明添加糯麦面粉可以增大配粉的膨胀势和吸水力。

表 2 糯麦配粉对 7 种普通小麦面粉膨胀势的影响

Tab 2 Effect of waxy flour blending on the swelling power of 7 non-waxy flours

品种 Cultivars	nnkj8-1				nnij7-1			
	0	5%	10%	15%	0	5%	10%	15%
5- 99	9.21	9.99	11.23	9.81	9.21	9.59	9.96	10.75
中优 9507	9.89	10.28	10.56	10.22	9.89	10.05	10.47	10.18
藁城 8901	9.26	9.58	10.06	9.86	9.26	9.37	9.28	9.02
富强粉	9.73	10.42	10.18	9.79	9.73	10.38	10.08	9.73
京 411	9.92	10.34	10.35	10.21	9.92	10.33	10.37	10.25
京冬 10 号	11.56	11.78	11.65	11.54	11.56	11.74	11.69	11.58
标准粉	10.63	11.33	10.73	10.69	10.63	11.31	10.77	10.68

2.1.3 RVA 糊化参数变化 从图 1 可以明显看出,糯麦株系 nnkj8-1 与普通品种京冬 10 号相比,低谷粘度、最后粘度显著低,粘度很快到达高峰(峰值时

间短),粘度到达低谷后,粘度曲线变化平缓,反弹不大,因而反弹值(最后粘度与低谷粘度之差)小。

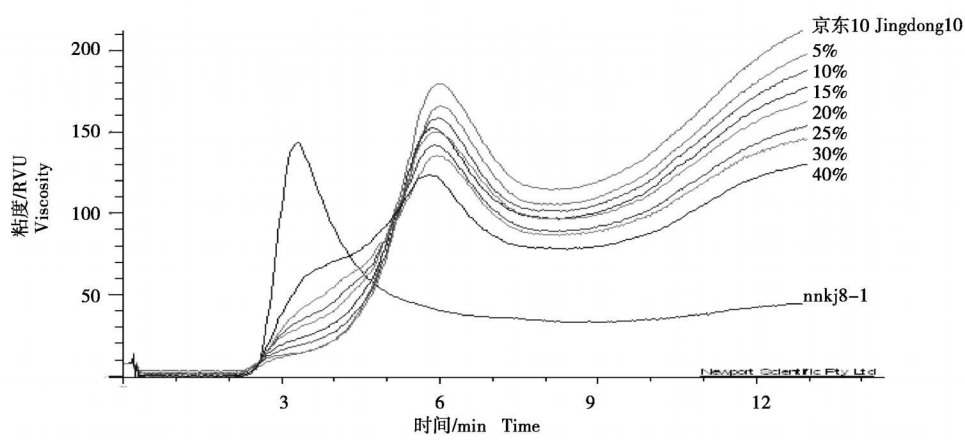


图 1 糯麦 nnkj8-1 配粉对京冬 10 号面粉 RVA 糊化参数的影响

Fig 1 Effect of waxy flour nnkj8-1 blending on flour RVA pasting parameters of Jingdong10 flour

而在混合粉中,糯麦和普通小麦分别糊化,先后形成一个“糯麦高峰”和一个“普通小麦高峰”,说明糯麦和普通小麦的淀粉颗粒在结构、理化特性上存在较大差异,与单个品种中较均一的情况不同。随着糯麦面粉添加比例的增加,“糯麦高峰”的峰值增大,而“普通小麦高峰”的峰值减少。与糯麦、普通小麦的高峰相比,相应的峰值降低,是由于各面粉在面糊中的含量降低所致。混合粉的最后粘度比普通小麦明显降低,从低谷粘度到最后粘度的变化更加平缓(反弹值变小)。说明添加糯麦面粉会使混合粉的凝沉速度和程度减慢。

度外,5% 的添加比例就使得普通小麦面粉的其他 RVA 糊化参数显著改变。从 20% ~ 40% 的 4 种配比,在高峰粘度、低谷粘度、最后粘度和反弹值上,与 15% 配比相比没有显著改变。综合考虑各个糊化参数值变化,15% 的糯麦添加比例是比较理想的配比。

2.2 糯性小麦配粉对面条品质的影响

纯糯麦面粉制作的面条,外观绵软;口感比较光滑、柔软而粘牙,有点像蒸粘糕,适口性差;拉伸后不易回缩,弹性差。此外,由于糯麦籽粒深红色,面条的色泽也受到影响。因此,面条总评分明显低于普通小麦。

本研究发现普通强筋小麦由于面筋强度太强,

从添加比例上看(表 3),除了峰值时间、糊化温

口感较硬, 不易拉伸, 适口性差, 因此, 总评分也较低。但由于本试验所用糯麦为中筋偏弱面粉, 除了改善淀粉品质, 还可降低混合粉的面筋强度。从表

4 中可以发现, 添加糯麦面粉会影响面条的粘度、质地和稳定性。添加 10% ~ 25% 糯麦面粉有利于提高面条的口感光滑度和保鲜度。

表 3 添加 2 种糯麦面粉对 7 种普通小麦面粉 RVA 糊化参数平均值的影响

Tab. 3 Effect of 2 waxy flour blending on the mean RVA pasting parameters of 7 non-waxy flours

处理 Treats	糊化温度/℃ Pasting temp	高峰粘度/RVU Peak visco	低谷粘度/RVU Hold through	最后粘度/RVU Final visco	松懈值/RVU Breakdown	反弹值/RVU Setback	峰值时间/min Peak time
糯麦 Waxy	67. 47	106. 00	18. 22	26. 50	33. 86	8. 28	3. 27
0(CK)	73. 30aA	169. 59aA	87. 20aA	172. 93aA	82. 39aA	85. 73aA	5. 78a
5%	71. 30abAB	136. 49bB	76. 56abAB	141. 88abB	60. 54bB	65. 93bAB	5. 77a
10%	67. 97bB	134. 02bcB	75. 95abAB	137. 01abB	57. 33bB	63. 33bB	5. 74a
15%	67. 79bB	131. 01bcdB	73. 68bAB	137. 90abB	57. 46bB	61. 35bB	5. 72a
20%	67. 50bB	123. 42cdB	71. 55bB	128. 63bB	51. 35bB	57. 33bB	5. 76a
25%	67. 36bB	122. 64cdB	71. 88bB	128. 83bB	51. 87bB	57. 29bB	5. 72a
30%	67. 31bB	121. 23cdB	71. 30bB	126. 99bB	50. 42bB	56. 18bB	5. 75a
40%	67. 19bB	121. 12cdB	70. 81bB	126. 06bB	49. 24bB	54. 18bB	5. 74a

表 4 糯性小麦配粉对普通小麦(强筋组) 面条品质评分的影响

Tab 4 Effect of waxy flour blending on the noodle quality of non-waxy flours (strong-gluten group)

处理 Treats	色泽 Colour	表观状态 Appearance	适口性 Palate	韧性 Elasticity	粘弹性 Stickiness	光滑性 Smoothness	食味 Taste	总分 Total score
鲜面条立即煮面评分 Noodle score evaluated just after making								
糯麦 Waxy flour	6. 45	8. 67	11. 36	13. 17	17. 87	4. 50	4. 37	66. 39
0(CK) Nonwaxy flour	8. 59a	7. 83a	15. 27a	14. 73a	15. 75a	3. 47a	4. 45a	70. 59 a
5% 糯麦粉 5% waxy flour	8. 45ab	7. 88a	16. 35a	16. 12ab	16. 56ab	4. 01ab	4. 43a	72. 80 b
10% 糯麦粉 10% waxy flour	8. 18b	7. 93ab	17. 35a	17. 13ab	17. 34b	4. 24ab	4. 41a	76. 58 c
15% 糯麦粉 15% waxy flour	8. 03b	7. 96ab	18. 32ab	18. 45ab	17. 95b	4. 27ab	4. 36a	79. 34 d
20% 糯麦粉 20% waxy flour	7. 97bc	7. 99ab	19. 67b	19. 37b	18. 62b	4. 50b	4. 40a	82. 52 e
25% 糯麦粉 25% waxy flour	6. 93bc	8. 05ab	18. 51ab	18. 56ab	18. 37b	4. 50b	4. 37a	79. 29 d
30% 糯麦粉 30% waxy flour	6. 87c	8. 12ab	18. 46a	17. 94ab	17. 83b	4. 50b	4. 23a	77. 95 cd
40% 糯麦粉 40% waxy flour	6. 57d	8. 21b	17. 42a	17. 46ab	18. 81a	4. 5b	4. 08a	77. 05 ab
鲜面条保鲜 48 h 后煮面评分 Noodle score evaluated after 48 h storage								
糯性小麦 Waxy flour	5. 87	8. 35	4. 62	3. 46	7. 47	4. 72	3. 84	43. 06
0(CK) Nonwaxy flour	6. 10a	3. 63a	11. 67a	13. 39a	12. 34a	4. 21a	4. 33a	55. 67a
5% 糯麦粉 5% waxy flour	6. 12a	3. 84a	13. 27ab	13. 91a	13. 45ab	4. 30a	4. 25a	59. 14ab
10% 糯麦粉 10% waxy flour	6. 09a	4. 11ab	13. 87ab	14. 38ab	14. 73b	4. 37a	4. 28a	61. 81ab
15% 糯麦粉 15% waxy flour	6. 05a	4. 35ab	14. 42b	15. 85b	15. 28c	4. 47ab	4. 15a	64. 57b
20% 糯麦粉 20% waxy flour	6. 00a	5. 48ab	14. 83b	16. 17bc	15. 62c	4. 52ab	4. 30a	66. 92b
25% 糯麦粉 25% waxy flour	5. 96a	5. 73bc	14. 77b	16. 03bc	15. 34c	4. 60ab	4. 27a	66. 70b
30% 糯麦粉 30% waxy flour	5. 94a	6. 85bc	13. 69ab	15. 32b	14. 97c	4. 63ab	4. 26a	65. 66b
40% 糯麦粉 40% waxy flour	5. 91a	7. 16bc	13. 54ab	14. 58ab	14. 56bc	4. 67b	4. 22a	64. 64b

糯麦配粉对中筋组的面条品质评分的影响与强筋组有所不同。由于中筋面粉本身比较适于制作面条, 添加糯麦面粉虽能提高即煮鲜面条的光滑度, 但会降低色泽、粘弹性评分, 从而添加比例越高, 总评分越低; 但添加 5% ~ 20% 糯麦面粉能显著改善保鲜 48 h 面条的表观状态、光滑度。

3 讨论

随着近几年对鲜湿面条需求的增加, 相应地要求面条的保鲜期限长, 以延长货架寿命, 因此, 需要优质面条专用小麦品种、经济健康的保鲜方法。

对单一品种来说, 直链淀粉含量低的面粉具有较高的高峰粘度和膨胀势, 面条品质优良。因此, 可以将较低直链淀粉含量作为优质面条专用小麦品种

的选育指标^[15, 17], 如培育缺失 W_x-B1 亚基的小麦品种。虽然普通面粉中添加糯麦面粉能明显降低直链淀粉含量、提高膨胀势, 但由于混合粉中的糯麦面粉和普通面粉分别糊化, 先后形成“糯麦高峰”和“普通小麦高峰”, 混合粉的高峰粘度反而降低, 并没有改善糊化特性。

试验中还发现, 某些含有 3 个 W_x 亚基品种的面粉(如京冬 8、京冬 11)的 RVA 曲线中也出现小的糯麦高峰, 如同添加了 5% 的糯麦面粉; 在面筋强度、高峰粘度等其他条件相仿时, 其面条品质要优于没有糯麦高峰的其他品种(如鲁麦 14、京 411)。

从混合粉的 RVA 曲线看, 添加糯麦面粉明显减小反弹值、延缓其凝沉速度和程度; 再加上糯麦面粉具有较强的持水力, 保鲜 48 h 面条的评分下降幅度

明显小于对照。因而, 添加适量糯麦面粉能明显延长鲜湿面条的货架寿命。

日式面条的评价比较重视外观品质, 要求表面光滑, 质地柔软富有弹性; 而中式(白)面条的评价比较重视内在品质, 要求质地硬、有咬劲、弹性高^[24, 25]。一般认为, 面筋强度中等的面粉适宜制作优质中式白面条^[26, 27]。李硕碧等^[28]的结果表明, 面条感官评分大于 80 分的 12 个优质面条小麦以强筋品种为主, 兼有个别中筋品种。但是, 面筋强度过大, 除了使质地过硬而降低评分外, 还会延长煮面时间, 从而降低面条的光滑度^[29, 30]。本研究所使用的糯麦品系属于中筋偏弱类型, 因而可降低强筋组面粉的筋力, 使面条软硬适中, 评分上升; 但使中筋组面条变软、评分降低。因此, 下一步需要选育适于面条配粉的中筋(或中筋偏强)型高白度糯麦品种。

参考文献:

- [1] Miskelly D M, Moss H J. Flour quality requirements for Chinese noodle manufacture [J]. Journal of Cereal Science, 1985, 3: 379–387.
- [2] Konik C M, Miskelly D M, Gras P W. Starch swelling power, grain hardness and protein relationship to sensory properties of Japanese noodles [J]. Starch/Stärke, 1993, 45(4): 139–144.
- [3] Baik B K, Czuchnawska Z, Pomeranz Y. An SDS-FY test to evaluate quality of wheat for oriental noodles [J]. Journal of Cereal Science, 1994, 19(2): 191–201.
- [4] Yun S H, Quail K. Physicochemical properties of Australian wheat flours for white salted noodles [J]. Journal of Cereal Science, 1996, 23(2): 181–189.
- [5] McCormick K M, Panozzo J F, Hong S H. A swelling power test for selecting potential noodle quality in wheat [J]. Australian J of Agriculture Research, 1991, 42(3): 317–323.
- [6] Crobie G B. The relationship between starch swelling properties paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flours [J]. Journal of Cereal Science, 1991, 13(2): 145–150.
- [7] Konik C M, Miskelly D M, Gras P W. Contribution of starch and non-starch parameters to the eating quality of Japanese white salted noodles [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1992, 58(3): 403–406.
- [8] Miura H, Tanii S. Endosperm starch properties in several wheat varieties preferred for Japanese noodle [J]. Euphytica, 1994, 72(3): 171–175.
- [9] Wang L F, Paula A. Australia salt-noodle flours and their starches compared to U. S. wheat flours and their flours [J]. Cereal chemistry, 1996, 73(2): 167–175.
- [10] Morris C F, Shackley B J, King G E, et al. Genotypic and environmental variation for flour volume in wheat [J]. Cereal Chemistry, 1997, 74(1): 16–21.
- [11] Yasui T, Matsuki J, Sasaki T. Amylose and lipid contents, amylopectin structure, and gelatinization properties of waxy wheat (*Triticum aestivum* L.) starch [J]. Journal of Cereal Science, 1996, 24(2): 131–137.
- [12] Yasui T, Sasaki T, Matsuki J. Waxy endosperm mutants of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and their starch properties [J]. Breeding Science, 1997, 47(2): 161–163.
- [13] Demeke T, Hucl P, Abdel-Aal E-S M, et al. Biochemical characterization of the wheat waxy a protein and its effect on starch properties [J]. Cereal Chemistry, 1999, 76(5): 694–698.
- [14] Yasui T, Sasaki T, Matsuki J. Milling and flour pasting properties of waxy endosperm mutant lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999, 79(5): 687–692.
- [15] 梁荣奇. 综合标记辅助选择体系的建立及其在小麦品质改良中的应用[D]. 北京: 中国农业大学, 2001.
- [16] 梁荣奇, 张义荣, 唐朝晖, 等. 糯性普通小麦的籽粒成分和淀粉品质研究[J]. 中国粮油学报, 2002, 17(4): 12–16.
- [17] 梁荣奇, 张义荣, 姚大年, 等. 小麦淀粉品质改良的综合标记辅助选择体系的建立[J]. 中国农业科学, 2003, 35(3): 245–249.
- [18] Bhattacharya M, Erazo-Castrejon S V, Doehlert D C, et al. Staling of bread as affected by waxy wheat flour blends [J]. Cereal Chemistry, 2002, 79(2): 178–182.
- [19] 姚大年, 刘广田, 朱金宝, 等. 小麦品种面粉粘度性状及其与面条品质的相关性研究[J]. 中国农业大学学报, 1997, 2(3): 52, 68.
- [20] 李锐, 黄超武. 水稻单粒直链淀粉含量的测定方法[J]. 广东农业科学, 1988 (5): 7–9.
- [21] McCormick K M, Panozzo J F, Hong S H. A swelling power test for selecting potential noodle quality in wheat [J]. Australian J of Agri Research, 1991, 42: 317–323.
- [22] 姚大年, 李保云, 梁荣奇, 等. 基因型和环境对小麦品种淀粉性状及面条品质的影响[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1): 63–68.
- [23] Nakamura T, Yamamori M. Production of waxy (amylase-free) wheats [J]. Molecular and General Genetics, 1995, 248(2): 253–259.
- [24] Blumenthal C S, Barlow E W R, Wrigley C W. Growth environment and wheat quality: the effect of heat stress on dough properties and gluten proteins [J]. Journal of Cereal Science, 1993, 18(1): 3–21.
- [25] Martin D J, Azudin M N, Stewart B G. Effect of sheeting on rheological properties of noodle dough [J]. Cereal Foods World, 1994, 39(9): 691–698.
- [26] 林作辑. 食品加工与小麦品质改良[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [27] 刘建军. 小麦品种品质特性与中国干面条品质关系的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2000.
- [28] 李硕碧, 单明珠, 王怡, 等. 鲜湿面条专用小麦品种品质的评价[J]. 作物学报, 2001, 27(3): 334–338.
- [29] Moss R. The influence of ingredients and processing variables on the quality and microstructure of hokien, cantonese and instant noodles [J]. Food Microstructure, 1987, 6: 63–74.
- [30] Oh N H, Seib P A, Deyoe C W, et al. Noodles. II. The surface firmness of cooked noodles from soft and starch damage on the quality characteristics of dry noodles [J]. Cereal Chemistry, 1985, 62(6): 431–436.