

西藏小麦品质评价与形成机制分析

范春捆¹, 刘 勇^{2*}

(1. 西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏 拉萨 850032; 2. 河南省滑县王庄镇人民政府, 河南 新乡 456484)

摘 要:以 25 个西藏主栽小麦品种(系)为试验材料, 分析了小麦籽粒蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值等品质指标和拉萨、北京品质差异。结果表明:籽粒硬度 11.11~87.63 HV, 平均值 55.5 HV; 蛋白质含量 7.88%~11.21%, 平均值 9.74%; 湿面筋含量 20.08%~27.27%, 平均值 22.29%; SDS 沉降值 14.5~29.55 mL, 平均值 22.19 mL 形成时间 0.4~9.2 min, 平均值 4.17 min; 稳定时间 1.10~33.40 min, 平均值 9.77 min; 弱化度 2~158.00 FU, 平均值 56.25 FU; 各品质参数变异大小为弱化度>稳定时间>形成时间>面筋含量>沉降值>蛋白质含量; 高分子蛋白谷蛋白亚基有 8 种, 以 6+8、2+12 最多, 占 62.86%, 亚基组合以 6+8、2+12 最多, 占 31.58%。西藏小麦籽粒品质相对较差, 但含有 7OE 亚基的小麦, 品质变化不大。

关键词:西藏小麦; 品质特性; 形成机制分析

中图分类号: S512

文献标识码: A

Analysis of Tibetan Wheat Quality Evaluation and Formation Mechanism

FAN Chun-kun¹, LIU Yong^{2*}

(1. Agricultural Research Institute of the Academy of Agriculture and Animal Husbandry of Tibet Autonomous Region, Tibet Lhasa 850032, China; 2. People's Government of Wangzhuang Town, Huaxian County, Henan Province, Henan Xinxiang 456484, China)

Abstract: Using 25 main wheat varieties (lines) in Tibet as experimental materials, the quality indicators such as protein content, wet gluten content, sedimentation value of wheat grains and their correlation with steamed bread scores were analyzed. The results showed that: kernel hardness 11.11–87.63 HV, average 55.5 HV; protein content 7.88%–11.21%, average 9.74%; wet gluten content 20.08%–27.27%, average 22.29%; SDS sedimentation value 14.5–29.55 mL, average 22.19 mL, formation time 0.4–9.2 min, average 4.17 min; stabilization time 1.10–33.40 min, average 9.77 min; weakening degree 2–158.00 FU, average 56.25 FU; the variation of each quality parameter is Weakening degree > stabilization time > formation time > gluten content > sedimentation value > protein content; there are 8 types of high molecular protein gluten subunits, 6+8 and 2+12 are the most, accounting for 62.86%, and the subunit combination is 6+8, 2+12 is the most, accounting for 31.58%. The grain quality of Tibet wheat is relatively poor, but that has no change in wheat with 7OE subunit.

Key words: Tibetan wheat; Quality characteristics; Formed mechanism analysis

本研究从分析西藏小麦籽粒蛋白质(蛋白质含量和质量-面筋含量和质量、沉降值、流变学特性)淀粉等指标的理化特性, 客观评价影响藏面(白面条和加碱面条)和馒头等食品品质特性, 从而找出品质存在的问题, 并通过分子标记辅助选育进行遗传改良, 为我区加工利用提供理论依据。

收稿日期: 2020-10-12

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察研究植物多样性可持续利用与评估(2019QZKK0502)子课题“传统农业资源调查与评估”

作者简介: 范春捆(1979-), 男, 副研究员, 研究方向为小麦遗传育种, E-mail: fanchunkun@taaas.org; * 为通讯作者: 刘 勇(1981-), 男, 助理农艺师, 研究方向为农业技术推广, E-mail: liuna_118@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为 25 个, 分别为肥麦、藏冬 20 号、藏冬 22 号、藏冬 25 号、山冬 6 号、山东 7 号、piko、lars、藏春 951、日喀则 23 号、山春 1 号、甘春 20 号、品系 26、品系 22455、品系 0631、品系 981024、品系 2016-08-16(9 个)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地设计 试验设在西藏自治区农牧科学院农业研究所 3 号试验地, 每个品种(系)小区面积为 $4.0\text{ m} \times 1.5\text{ m} = 6.0\text{ m}^2$, 随机区组排列, 重

复 3 次,基本苗为 150 株/m²,其余管理措施同一般高产田。成熟后收获籽粒,用品质测定。

1.2.2 小麦品质特性分析 (1)小麦籽粒蛋白质特性分析。蛋白质含量的测定:半微量凯氏定氮法。蛋白组分的测定:称取全麦粉 100 mg 于 2 mL 离心管中,加 1.0 mL A 液,漩涡振荡 2 min,于 20 ℃ 下用 TMC5355 型智能型恒温混合器(德国 Eppendorf 公司)振荡 10 min 后,3506 r/min 离心 15 min,连续提取 2 次,收集上清液并定容至 2 mL(清蛋白+球蛋白)。残余物中加入 0.5 mL B 液,漩涡振荡 2 min,在 20 ℃ 下用 TMC5355 型智能型恒温混合器振荡 10 min 后,3506 r/min 离心 20 min,连续提取 3 次,收集上清液并定容至 1.5 mL(醇溶蛋白)。残余物在氮气条件下加 1.0 mL C 液,漩涡振荡 2 min 后,在 60 ℃ 下用 TMC5355 型智能型恒温混合器振荡 20 min,悬浮液在 20 ℃ 恒温下 3506 r/min 离心 20 min,连续提取 2 次,收集上清液并定容至 2 mL(谷蛋白)。样品测定前过 0.45 μm 滤膜,在进样前后分别注入 0.1 % (V/V)三氟乙酸 500 μL,清蛋白+球蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白进样体积分别为 200、80 和 100 μL。湿面筋含量和质量测定:参照 GB/T 5506 方法。SDS 沉降值测定:称取 6.00 g 全麦粉于 100 mL 量筒内,加入 50 mL 浓度 10 mg/L 的溴酚兰溶液,振荡 5 min 加入 50 mL 乳酸 SDS 工作液,立即振荡 15 min,静止 20 min 读数。乳酸水溶液:乳酸与水的体积比为 1:8,乳酸 SDS 工作液:每 50 mL 2 % 的 SDS 溶液加入 1 mL 乳酸水溶液。

HMW-GS 测定: SDS-PAGE 法。

(2)面团流变学特性测定。淀粉分析:淀粉总含量、淀粉损伤的程度、直链淀粉和支链淀粉含量,研究方法为酶分析法、酸碱水解法;淀粉的膨胀体积,研究方法采用 FSV 测定仪;淀粉糊化粘度特性,研究方法采用 RVA、BA 及差示扫描热量计(DSC)检测;淀粉膨胀势及水溶性、持水性等特性,研究方法采用加热、离心、蒸发、烘干、称重等;淀粉的降解程度,研究方法采用高效液相排阻色谱(HPSEC)。

(3)高分子量谷蛋白亚基表达量的测定。①谷蛋白提取:面粉 30 mg—1 mL 70 % 乙醇涡旋—静置 1 h 弃上清液—1 mL 55 % 异丙醇涡旋—65 ℃ 水浴 1 h—12 000 r/min 离心 5 min 弃上清(重复 1 次)—(步骤 3)0.5 mL 溶液 C(50 mL 异丙醇+20 mL 1M Tris—HCl(pH 6.8)+30 mL 双蒸水)+10 % 二硫苏糖醇 65 ℃ 水浴 1 h(充分振荡)—离心——转上清液至新离心管—(步骤 4)(向上清液加)5 μL 4—乙炔基吡啶 65 ℃ 水浴 30 min—重复步骤 3、4 合并两步液体—0.45 μm PDEF 滤头过滤,离心 5 min。②测定按操作说明。

(4)食品评分。馒头评分:参照 SB/T 10139-1993。馒头评分:参照 SB/T 10137-1993。

2 结果与分析

2.1 西藏小麦品质特性分析

2.1.1 西藏小麦籽粒蛋白品质特性 表 1 显示,西藏小麦籽粒硬度 11.11 ~ 87.63 HV,平均值 55.5HV;

表 1 西藏主要小麦品种品质特性分析

品质参数 Quality parameter	平均值 Mean	变幅 Range	标准差 SD	变异系数 % c. v. %
硬度(HV)	55.55	11.11 ~ 87.63	28.90	52.03
粒重(g)	0.11	0.08 ~ 0.17	0.02	19.62
直径(mm)	34.12	25.11 ~ 50.85	6.69	19.62
蛋白质含量(%)	9.74	7.88 ~ 11.21	0.82	8.48
湿面筋含量(%)	22.29	20.08 ~ 27.27	5.03	22.58
面筋指数(%)	76.16	3.65 ~ 98.39	25.94	34.06
SDS 沉降值(mL)	22.19	14.50 ~ 29.55	4.62	20.83
中线峰值时间(min)	6.06	3.01 ~ 10.72	1.86	30.70
峰右带宽(%)	6.77	2.51 ~ 15.23	2.94	43.44
峰尾宽(%)	4.26	2.32 ~ 6.72	1.02	23.94
8 分钟带宽(%)	8.25	3.45 ~ 16.46	4.01	48.63
稠度(HV)	502.25		16.96	3.37
14 % 吸水率	54.24		6.30	11.76
形成时间(min)	4.17	0.40 ~ 9.20	3.46	82.86
稳定时间(min)	9.77	1.10 ~ 33.40	9.20	94.26
弱化度(FU)	56.25	2 ~ 158.00	53.67	95.41

蛋白质含量 7.88 % ~ 11.21 % ,平均值 9.74 % ;湿面筋含量 20.08 % ~ 27.27 % ,平均值 22.29 % ;面筋指数 3.65 % ~ 98.39 % ,平均值 76.15 % ;SDS 沉降值 14.5 ~ 29.55 mL ,平均值 22.19 mL ;中线峰值时间 3.01 ~ 10.72 min ,平均值 6.06 min ;形成时间 0.4 ~ 9.2 min ,平均值 4.17 min ;稳定时间 1.10 ~ 33.40 min ,平均值 9.77 min ;弱化度 2 ~ 158.00 FU ,平均值 56.25 FU ;各品质参数变异大小为弱化度 > 稳定时间 > 形成时间 > 籽粒硬度 > 面筋指数 > 面筋含量 > 沉降值 > 蛋白质含量。

2.1.2 西藏小麦籽谷蛋白亚基组成 所试品种的高分子蛋白谷蛋白亚基有 8 种,分别为 1、17 + 18、7 + 8、13 + 16、6 + 8、7 + 9、5 + 10、2 + 12,其中以 2 + 12 最多,占 62.86 % ,其次是 6 + 8 亚基,占 42.86 % ,最少的是 13 + 16 亚基,仅占 2.86 % 。亚基组成有 11 种,分别为 1、13 + 16、5 + 10;1、17 + 18、5 + 10;1、7 + 8、2 + 12;1、7 + 8、5 + 10;1、7 + 9、2 + 12;1、7 + 9、5 + 10;7 + 8、2 + 12;6 + 8、2 + 12;6 + 8、5 + 10;7 + 8、2 + 12;7 + 9、5 + 10,以 6 + 8、2 + 12 亚基组合最多,占 31.58 % ,其次是 1、7 + 9、5 + 10 亚基组合,占

表 2 西藏主要小麦品种高分子谷蛋白亚基组成

基因位点	亚基	品种数(个)	频率(%)
Glu-A1	1	11	31.43
	17 + 18	2	5.71
Glu-B1	7 + 8	6	17.14
	13 + 16	1	2.86
	6 + 8	15	42.86
Glu-D1	7 + 9	10	28.57
	5 + 10	12	34.29
	2 + 12	22	62.86

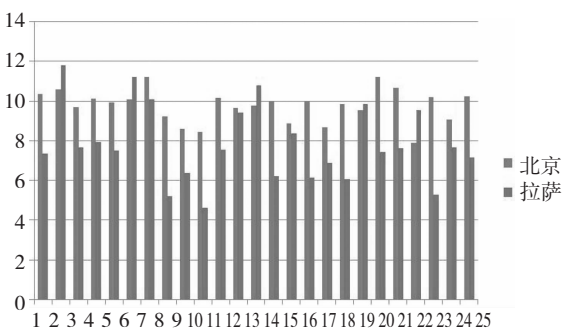


图 3 不同生态区西藏主要小麦品种的蛋白质含量

13.16 % ,最少的是 6 + 8、5 + 10 亚基组合,占 2.63 % 。

2.2 西藏小麦品质形成机制对比分析

2.2.1 蛋白质含量差异分析 图 3 所示,25 个品种在北京种植,蛋白质含量变幅 7.88 % ~ 11.21 % ,平均值为 9.74 % ;在拉萨种植,蛋白质含量变幅 4.59 % ~ 11.76 % ,平均值为 7.81 % 。实验结果表明,西藏小麦自育品种在北京种植后,多数品种的蛋白质含量明显提高,而 91-009(22)与引进品种(系)津强 1 号(2)、陕 225(6)、龙麦 20(13)、04AT4(19)反而降低。

2.2.2 面筋含量与面筋指数差异分析 在所试 25 个品种中,北京种植材料的湿面筋含量变幅 20.08 % ~ 27.27 % ,平均值为 22.29 % ,主要集中在 21.00 % ~ 24.00 % ,占 75 % ;拉萨种植材料的湿面筋含量变幅 17.38 % ~ 36.33 % ,平均值为 22.61 % ,各数据之间差距较大。两个生态区相比,拉萨种植的 10 个品种的面筋含量高于在北京种植,这些品种分别为津强 1 号(A2、B2)、陕 225(A6、B6)、日春 2 号(A7、B7)、902144(A12、B12)、龙麦 20(A13、B13)、辽春 9 号(A15、B15)、山冬 7 号(A16、B16)、

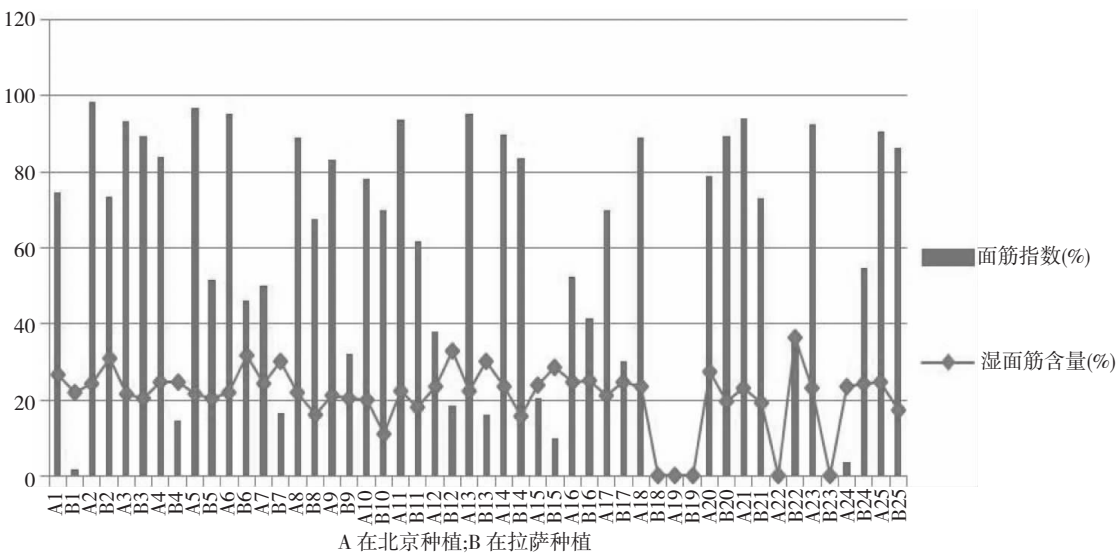


图 4 不同生态区西藏主要小麦品种的湿面筋含量与面筋指数

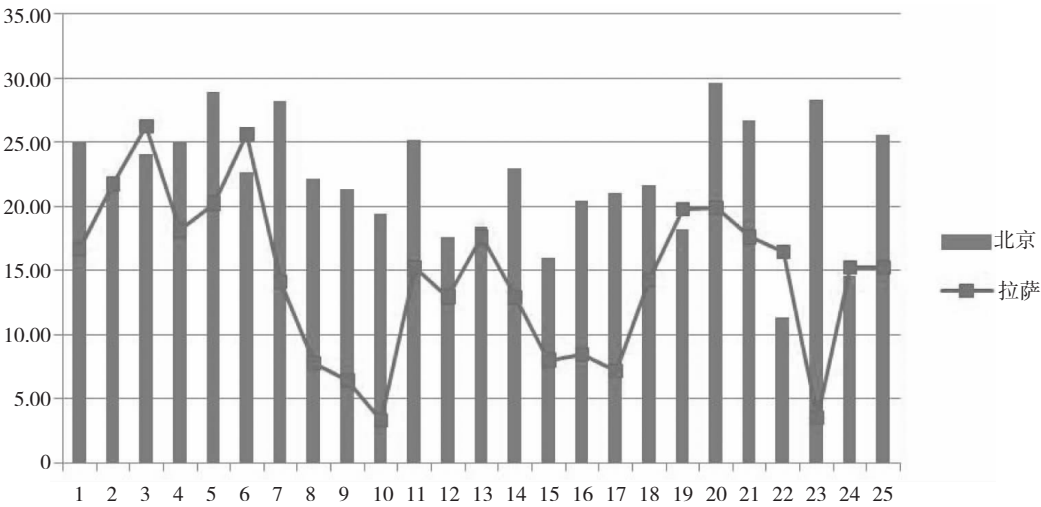


图 5 西藏主要小麦品种不同生态区沉降值变化

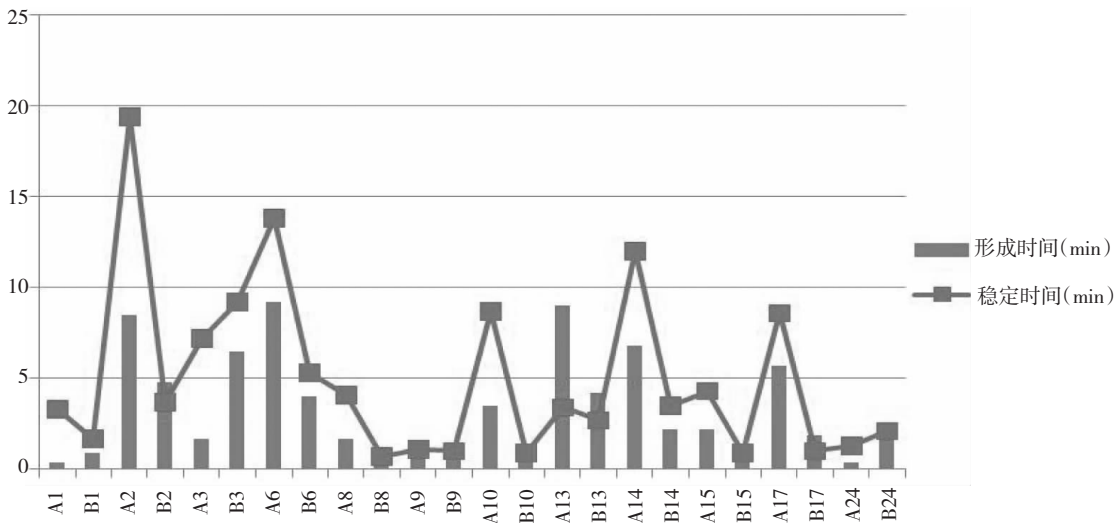


图 6 西藏主要小麦品种不同生态区形成时间与稳定时间变化

山冬 6 号 (A17、B17)、91-009 (A22、B22)、藏冬 4 号。同时,结合面筋指数评价,津强 1 号的蛋白质含量(31.13 %)和面筋指数(73.63 %)均较高,其它引进品种如陕 225(46.04 %)、龙麦 20(16.13 %)的面筋指数分别较在北京种植的低 49.16 %和 79.14 %。

2.2.3 沉降值变化分析 图 5 显示,西藏自育品种(1、7、8、9、10、12、14、15、16、17、18、22)和部分引进品种(5、11、20、21、23、25)的沉降值在北京种植后明显提高,但引进品种 2(津强 1 号)、3(Aristos-8)、6(陕 225)、13(龙麦 20)和 19(04AT4)及自育品种藏春 4 号两地相近或是略有升高。

2.2.4 形成时间与稳定时间差异分析 根据蛋白质含量、湿面筋、沉降值实验结果,在 25 个品种中选出两地品质指标差异较大的西藏自育品种(1、8、9、10、14、17、24)、内地引进品种(2、6、13、15、)和国外

引进品种(3)做形成时间和稳定时间分析。

实验结果显示,在拉萨种植材料的形成时间高于北京的有 B1(0.9 min)、B3(6.5 min)、B9(1.5 min)、B24(2.3 min);稳定时间在拉萨表现好于北京的材料仅有 B24(2.1 min),其它材料在北京种植的稳定时间较拉萨大幅度提高,即使蛋白质含量、湿面筋、面筋指数、沉降值等指标在两地表现差异不大的材料,如 B2(津强 1 号)、B6(陕 225)、B13(龙麦 20)。

2.2.5 HMW-GS 组成及积累量的差异分析 为明确北京和拉萨同一品种高分子量谷蛋白亚基(HMW-GS)组成及积累量的差异,选择品质较差的日春 18 号(A1-B1)、山春 1 号(A8-B8)、肥麦(A9-B9)和品质指标相对较好的津强 1 号(A2-B2),应用反相高效液相色谱(RP-HPLC)进行准确鉴定。

鉴定结果表明(图 7a~d),日春 18 号与山春 1

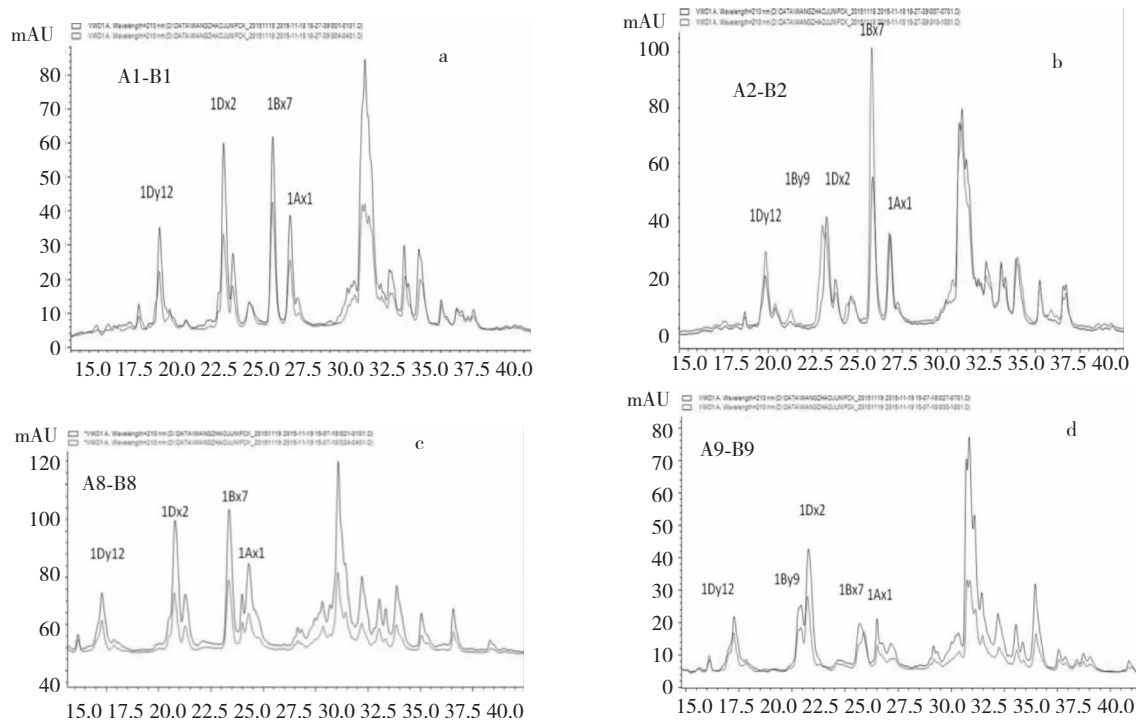


图 7 HMW-GS 组成及积累量反向高效液相色谱 (RP-HPLC) 鉴定 (a ~ d)

号高分子量谷蛋白亚基组成相同,为 1、2 + 12、7,且各个亚基的表达量在拉萨种植的均低于北京;津强 1 号与肥麦的高分子量谷蛋白亚基组成相同,为 1、2 + 12、7 + 9,但前者 7OE 在拉萨的表达量为 103.21 mAU,在北京的表达量为 57.23 mAU,两者之间相差 80.34 %,这可能是决定两个品种品质差异的一个重要原因。

3 结 论

通过对西藏小麦育成品种、地方品种和引进品

种计 25 个品种 100 份材料的籽粒品质分析,结果表明引进优质麦的品质参数表现较好,而西藏育成品种和地方品种相对较差,这可能主要是以肥麦和地方品种为遗传背景进行品种选育的结果。西藏小麦籽粒的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值、高分子量谷蛋白亚基等指标多数较北京低,这可能主要由于拉萨小麦灌浆期气温低,灌浆速度慢,造成醇溶蛋白偏高、谷蛋白较低。但含有 7OE 亚基的小麦,品质变化不大,甚至在拉萨略有提高。