

## 中加两国春小麦品种的比较研究\*

张怀刚

(中国科学院西北高原生物研究所)

O. M. Lukow and E. Czarnecki

(加拿大农业部温尼伯研究所)

### 摘 要

本文将中加两国春小麦的品种特性、籽粒产量、磨粉特性、营养品质、流变学特性及烘烤品质等进行了比较研究, 得出: 中国春小麦在加拿大西部春播能正常生长发育到成熟, 株高、生育期适中, 千粒重高, 容重低, 籽粒产量低, 品种间品质差异大, 有的品种与加拿大西部硬红春麦品质相当, 有的比加拿大草原春麦更差, 但大部分中国品种的品质与加拿大草原春麦相当。面包烘烤品质以加拿大西部硬红春麦最优, 其次为中国硬春麦, 再其次为加拿大草原春麦, 最差者为中国软春麦。研究认为中国春小麦品质改良不仅要提高蛋白质含量, 而且更应集中精力提高其面筋质量。

**关键词:** 春小麦; 籽粒产量; 营养品质; 磨粉品质; 烘烤品质

中国的小麦育种过去主要强调高产、抗病和熟性, 并取得了显著成就。但是, 随着人们生活水平的提高, 对优质面粉的要求日益迫切, 培育高产优质品种势在必行。80 年代以来, 中国小麦遗传育种家一方面向有关方面发出关于加强小麦品质育种的建议 (王健等, 1984), 一方面创造条件逐步开展小麦品质遗传与育种研究 (丁寿康等, 1985; 朱睦元等, 1983, 1984; 李宗智, 1985; 张怀刚等, 1990)。但是, 由于资金、仪器设备不足 (李宗智, 1988), 影响了品质研究的深入开展。因而, 中国有关小麦品质研究多属营养品质范畴, 加工品质的研究尚不多见 (万富世等, 1989; 马长德等, 1987; 李宗智, 1985; 林作楫等, 1989), 对中国小麦与世界优质小麦在同一条件下进行全面系统的比较研究就更少 (Kosmolak 等, 1981)。本研究将中国春小麦与以质优著称的加拿大春小麦在加拿大两省进行试验, 目的在于在相同的自然、栽培管理及品质分析条件下比较两国春小麦在品种特性、籽粒产量、品质等方面的异同, 了解中国春小麦品种的品质现状, 明确改良方向。

\* 该研究在 A.B.Campbell 博士指导下进行, R.M.Depauw 博士帮助在 Swift Current 种植材料, R.Campbell 先生予以技术帮助, 陈集贤研究员修改文稿, 特此致谢。

本文 1990 年 2 月 23 日收到。

# 一、材料与方 法

## (一) 材 料

本研究共选用 14 个春小麦品种, 其中 10 个主要来自中国的西南和西北, 包括过去和现在大面积种植品种及新育成品种: 四川省的绵阳 11 号 (Mian Yang 11)、金沙江 3 号 (Jin Sha Jiang 3)、巴麦 18 号 (Ba Mai 18), 青海省的高原 182 (Plateau 182)、高原 338 (Plateau 338)、高原 506 (Plateau 506)、高原 614 (Plateau 614)、青春 5 号 (Qing Chun 5)、青农 524 (Qing Nong 524), 和福建省的晋 2148 (Jin 2143)。其余 4 个为加拿大西部大面积种植或新育成品种, 其中 2 个为加拿大西部硬红春麦 (面包小麦): Columbus 和 Katepwa, 1937 年这两个品种的播种面积占加拿大草原 3 省小麦的 50.2%; 另外 2 个品种为加拿大草原春麦: HY320 和 Oslo。HY320 是加拿大草原春麦标准品种, Oslo 是 1986 年新育成品种, 1987 年二者播种面积占草原 3 省小麦的 1.7%。

## (二) 方 法

1. 田间试验: 1987 年春将 14 个品种同时种植于加拿大 Manitoba 省 Glenlea 和 Saskatchewan 省 Swift Current 两地, 随机区组设计。在 Glenlea, 2 行区, 行长 6.67 米, 行距 0.23 米, 小区面积 3.07 平方米, 重复 4 次, 每小区播种 650 粒, 小区间种植 2 行冬小麦, 避免因品种间株高差异造成的竞争与倒伏的影响; 在 Swift Current, 4 行区, 行长 3 米, 行距 0.23 米, 小区面积 2.76 平方米, 重复 3 次, 每小区播种 584 粒。

### 2. 测定方法

株高及生育期: 按 Hughes 描述的方法以小区为单位进行观测 (Slinkard 等, 1986)。

籽粒产量: 成熟后分小区收获脱粒计产, 然后将同一试验点各重复的籽粒按品种混装, 供品质分析用。

籽粒颜色: 用 5% 氢氧化钠溶液 (5 克氢氧化钠溶于 100 毫升水中) 在室温 (20°C) 下浸泡籽粒 60 分钟, 将粒色分为红、白两类 (Lamkin 等, 1980)。

容重: 用 0.5 升容重器测定, 以“克/升”表示。

千粒重: 以 20 克样品的籽粒数计算求得。

籽粒硬度: 用粉碎时间 (分) 来度量。粉碎时间越短, 籽粒硬度越大。其粉碎时间用 Brabender SM1 磨按 Kosmolak (1978) 的方法获得。

籽粒及面粉蛋白质含量: 用凯氏定氮法 ( $N \times 5.7$ , 含水量 14% 为基准) 按 AACC 方法 46-12 测定 (American Association of Cereal Chemists, 1986)。

出粉率: 将样品 50 克和 1 000 克 (以含水量 14% 为基准计算) 分别加水使其含水量至 15.5% 和 16.5%, 润麦 12 小时后, 分别用 Brabender Quadramat Junior 磨和 Buhler 抽气实验磨磨粉, 并计算各自出粉率。

和面仪图谱 (Mixograms) 在样品量 10 克 (以含水 14% 为基准计算) 的电动记录和面仪 (Mixo-graph) 上用固定吸水率 60% 进行, 记录面团形成时间 (分) 及图谱高度 (M.U.)。

面粉的麦芽指数即粘焙力仪图谱中最大粘度计值 (B.U.), 按 Marchylo 等 (1979) 的粘焙力快速测定法在布拉本德粘焙力仪 (Brabender Amylograph) 上进行。

灰分、淀粉损伤、降落值、粉质仪图谱及面包烘烤分别按 AACC 08-01, 76-30A, 56-81B, 54-21 和 10-09 方法进行 (American Association of Cereal Chemists, 1986)。

3. 统计方法: 对本试验的 23 个性状进行了方差分析及 Duncan 的新复极差测验 ( $P=0.05$ ), 全部统计运算在 VAX 计算机上采用统计分析系统 (Statistical Analysis System) 进行 (SAS Insti-

## 二、结果与分析

根据籽粒硬度将参试的 14 个品种划分为四类，便于比较分析。

I. 加拿大西部硬红春麦(面包小麦):包括 Columbus 和 Katepwa, 籽粒硬, 粉碎时间短于 0.70 分;

II. 加拿大草原春麦: 包括 HY320 和 Oslo, 籽粒中至硬, 粉碎时间 0.60—0.80 分;

III. 中国硬春麦: 包括金沙江 3 号、高原 182 和高原 506, 籽粒硬, 粉碎时间短于 0.70 分;

IV. 中国软春麦: 包括晋 2148、巴麦 18 号、绵阳 11 号、高原 338、高原 614、青农 524 和青春 5 号, 籽粒软, 粉碎时间长于 0.70 分。

### (一) 品种特性及籽粒产量

全部供试品种的株高都在适宜范围内, 没有发生倒伏和不利于机械收割的现象。从两地株高平均值看, 10 个中国品种株高为 50.9 (巴麦 18)—82.5 厘米 (晋 2148), 4 个加拿大品种为 59.9 (Oslo)—75.9 厘米 (Columbus), 中国巴麦 18 号和青农 524 显著矮于加拿大最矮品种 Oslo, 中国高原 182 和晋 2148 显著高于加拿大最高品种 Columbus (表 1)。中国硬春麦的平均株高同加拿大西部硬红春麦相当, 中国软春麦同加拿大草原春麦相当, 株高在四类品种间的差别不显著 (表 1)。

生育期(播种至成熟)变化于 94.4—102.9 天之间, 相差 8.5 天(表 1)。生育期最长者为青春 5 号, 其次为高原 506、HY320、绵阳 11 号、高原 182 和晋 2148, 生育期最短者为青农 524 和 Katepwa, 其它品种与最短者无显著差别。从四大类型看, 中国硬春麦成熟最晚, 加拿大西部硬红春麦成熟最早, 加拿大草原春麦与中国软春麦均为 97.2 天而居于中间, 生育期在四大类小麦间最多只差 3 天, 无显著差异。可见, 中国春小麦在加拿大春麦区能正常成熟。

原产于低纬度高海拔地区的春小麦在高纬度低海拔地区种植, 生育期明显缩短。如高原 506 在北纬 35°50'、海拔 1870.3 米的中国循化县种植, 从播种至成熟为 145 天(陈集贤等, 1988), 而在北纬 50°左右、海拔 200—300 米的加拿大 Glenlea 和 Swift Current 种植, 从播种至成熟平均为 100.7 天, 缩短 44.3 天; 同样, 高原 338 在北纬 36°40'、海拔 2790.4 米的中国诺木洪种植, 从播种至成熟为 169 天(陈集贤等, 1988), 而在加拿大两地种植, 平均仅 95.5 天(表 1), 缩短 73.5 天。

中国春小麦品种在加拿大春播种植, 籽粒产量较低(表 1)。10 个中国品种中, 只有产量最高者绵阳 11 号在两地都较高产, 但仍低于其最高者。金沙江 3 号在 Glenlea, 高原 338、青春 5 号和青农 524 在 Swift Current 分别高于加拿大品种中产量最低者, 其它中国品种的产量均低于加拿大品种中产量最低者。从四类小麦平均产量看, 中国两类小麦在两地的产量均相近, 在 Swift Current 显著低于加拿大西部硬红春麦, 在 Glenlea 也较低, 但不显著。虽然四类小麦之间的平均产量无显著差异, 但最高的是加

表 1 中加春小麦品种特性及籽粒产量

Table 1 Cultivar properties and grain yields of Chinese and Canadian spring wheats

品 种 Cultivar	株高 (厘米) Plant height (cm)	生育期 (天) Growth period (day)	籽粒产量 (公斤/亩) Grain yield(kg/mu)		
			Glenlea	Swift Current	平均 Mean
Canada western hard red spring wheat					
加拿大西部硬红春麦					
Columbus	75.9 bc	96.0 c	171.2 bcd	210.0 bc	190.6 a
Katepwa	71.4 de	94.4 e	153.0 cdef	215.1 b	184.1 a
平均 Mean	73.7 A	95.2 A	162.1 B	212.6 A	187.4 A
Canada prairie spring wheat					
加拿大草原春麦					
HY 320	67.6 e	99.8 bc	189.8 ab	233.8 a	211.8 a
Oslo	59.9 fg	94.5 e	206.4 a	186.5 efg	196.5 a
平均 Mean	63.8 A	97.2 A	198.1 A	210.2 A	204.2 A
Chinese hard spring wheat					
中国硬春麦					
金沙江 3 号 Jin Sha Jiang 3	62.8 f	95.7 e	162.7 cde	183.9 fg	173.3 a
高原 182 Plateau 182	82.5 a	98.9 cd	140.1 efg	139.3 h	139.7 a
高原 506 Plateau 506	73.9 cd	100.7 b	139.6 efg	176.6 g	158.1 a
平均 Mean	73.1 A	98.4 A	147.5 B	166.6 B	157.0 A
Chinese soft spring wheat					
中国软春麦					
巴麦 18 号 Ba Mai 18	50.9 i	95.4 e	124.6 g	175.1 g	149.9 a
晋 2148 Jin 2148	82.4 a	97.5 d	152.4 cdef	98.5 i	125.5 a
绵阳 11 号 Mian Yang 11	57.2 gh	99.0 cd	176.1 bc	216.6 b	196.4 a
高原 338 Plateau 338	61.0 fg	95.5 e	148.4 defg	206.1 bcd	177.3 a
高原 614 Plateau 614	68.3 e	95.4 e	135.3 fg	71.0 j	103.2 a
青农 524 Qing Nong 524	53.9 hi	94.4 e	149.4 defg	193.5 def	171.5 a
青春 5 号 Qing Chun 5	79.7 ab	102.9 a	145.5 defg	199.9 cde	172.7 a
平均 Mean	64.8 A	97.2 A	147.4 B	165.8 B	156.6 A

\* 显著水平  $P=0.05$ , 带相同小写字母的品种间差异不显著, 带相同大写字母的类型间差异不显著, 下同。  
Values followed by the same small letter are not significantly different at  $P=0.05$ , Group means followed by the same capital letter are not significantly different at  $P=0.05$ . The same for the following tables.

拿大草原春麦, 其次为加拿大西部硬红春麦, 最差者为中国硬春麦和软春麦。中国品种产量较低, 可能是由于生境变更、生育期明显缩短, 使其高产潜力未能得以发挥。

## (二) 籽粒性状

籽粒性状包括粒色、千粒重、容重、籽粒硬度和籽粒蛋白质含量等 (表 2)。

高原 506、高原 338 和高原 614 为白粒, 其余都为红粒。穗发芽是加拿大小麦生产中的严重问题之一 (Lukow 等, 1984), 据研究, 红粒品种抗穗发芽力强, 即粘焙力仪图谱中最大粘度计值和降落值大,  $\alpha$  淀粉酶活性弱 (表 3), 所以加拿大小麦育种家强调选育红粒品种。然而, 白粒品种中也不乏抗穗发芽品种, 如高原 338; 红粒品种中也有不抗穗发芽的, 如青农 524 和青春 5 号 (表 3)。中国华南 (晋 2148) 和西南育成的品种 (金沙江 3 号、绵阳 11 号和巴麦 18 号) 都为红粒, 原因与加拿大相同。中国西北育成的品种既有红粒也有白粒, 这与西北地区降水少、干旱, 穗发芽不是主要问题, 因而

表 2 中加春小麦籽粒性状  
Table 2 Kernel properties of Chinese and Canadian spring wheats

品 种 Cultivar	粒 色 Kernel colour	千粒重(克) 1000-kernel weight(g)	容重(克/升) Test weight (g/L)	粉碎时间(分) Grinding time(min)	籽粒蛋白质含量 Wheatmeal protein(%)
加拿大西部硬红春麦 Canada western hard red spring wheat					
Columbus	红 red	34.5 de	793 a	0.55 ef	15.8 a
Katepwa	红 red	32.1 e	775 abc	0.56 def	14.9 ab
平均 Mean		33.3 C	784 A	0.56 B	15.4 A
加拿大草原春麦 Canada prairie spring wheat					
HY 320	红 red	37.7 cde	783 ab	0.79 bcde	13.1 def
Oslo	红 red	39.1 bcd	775 abc	0.64 cdef	14.2 bcd
平均 Mean		38.4 B	779 AB	0.72 B	13.7 B
中国硬春麦 Chinese hard spring wheat					
金沙江 3 号 Jin Sha Jiang 3	红 red	52.5 a	750 abcde	0.54 f	15.9 a
高原 182 Plateau 182	红 red	39.3 bcd	728 cdef	0.69 cdef	14.6 bc
高原 506 Plateau 506	白 white	42.2 bc	753 abcde	0.68 cdef	14.4 bc
平均 Mean		44.7 A	744 BC	0.64 B	15.0 A
中国软春麦 Chinese soft spring wheat					
巴麦 18 Ba Mai 18	红 red	38.0 bcde	727 def	0.84 bc	13.7 bcdef
晋 2148 Jin 2148	红 red	41.1 bc	743 bcde	0.79 bcd	13.8 bcde
绵阳 11 Mian Yang 11	红 red	36.9 cde	731 cdef	0.87 bc	14.2 bcd
高原 338 Plateau 338	白 white	44.4 b	706 ef	0.85 bc	12.7 ef
高原 614 Plateau 614	白 white	42.6 bc	743 bcde	0.99 b	12.5 f
青农 524 Qing Nong 524	红 red	41.0 bc	694 f	1.59 a	13.4 cdef
青春 5 号 Qing Chun 5	红 red	39.4 bcd	763 abcd	0.98 b	13.6 cdef
平均 Mean		40.5 AB	730 C	0.99 A	13.4 B

表 3 中加春小麦粒色与抗穗发芽的关系  
Table 3 Relationship between kernel colour and sprouting resistance in Chinese and Canadian wheats

品 种 Cultivar	粒 色 Kernel colour	粘焙力仪峰高 Amylograph peak viscosity(B.U.)	降落值(秒) Falling number (s)
Columbus	红 red	1 190 abc	423 ab
Katepwa	红 red	1 275 ab	459 a
HY 320	红 red	1 400 a	466 a
Oslo	红 red	1 160 bcd	428 ab
金沙江 3 号 Jin Sha Jiang 3	红 red	955 cde	392 abc
高原 182 Plateau 182	红 red	930 def	392 abc
巴麦 18 Ba Mai 18	红 red	805 ef	270 cde
晋 2148 Jin 2148	红 red	1 135 bcd	327 bcde
绵阳 11 Mian Yang 11	红 red	960 cde	297 cde
青农 524 Qing Nong 524	红 red	715 f	217 c
青春 5 号 Qing Chun 5	红 red	780 ef	236 de
高原 506 Plateau 506	白 white	795 ef	343 abcd
高原 338 Plateau 338	白 white	1 210 ab	462 a
高原 614 Plateau 614	白 white	960 cde	358 abcd

对籽粒颜色的选择不严有关。  
中国春小麦品种具有大粒特性。所有参试的 10 个中国品种的千粒重都高于或显著

高于加拿大西部硬红春麦，最高的是金沙江3号，达52.5克，比2个加拿大西部硬红春麦的平均值33.3克高19.2克；除来自中国西南的绵阳11号和巴麦18号的千粒重略低于加拿大草原春麦外，其余8个中国品种的千粒重都高于该类小麦。这是因为在中国，特别是在西北地区的小麦高产育种中，将大粒性作为育种的重要目标之一。在中国西北地区，春小麦生育期长达150天左右，抽穗到成熟期持续50—60天，灌浆期长，日照充足，昼温适中夜温低，利于大粒形成；中国西南（四川）春性冬播小麦生育期长170—190天，抽穗到成熟期40—50天，灌浆期较长，但日照较少，籽粒较西北地区小（南京农学院等，1979）；在加拿大西部，春季气温回升快，灌浆期气温高，春小麦生育期短，不利于选育大粒型品种。

容重是反映小麦品质的一个重要指标。中国10个品种的容重都低于加拿大品种。中国品种中，容重最高的是青春5号（763克/升），最低的是青农524（694克/升）。从四大类型看，容重以加拿大西部硬红春麦最高，其次是加拿大草原春麦，再其次是中国硬春麦，最低者是中国软春麦。中国品种的容重低，除因品种本身的特性外，还由于中国品种籽粒大，在加拿大种植后生育期缩短，灌浆不饱满所致。

籽粒硬度是影响出粉率和流变学特性的重要因素之一。中国以往的小麦育种对籽粒硬度的选择不重视，致使籽粒硬度在品种间表现了很大的变幅，粉碎时间变化在0.54（金沙江3号）—1.59分（青农524）之间，除金沙江3号与加拿大西部硬红春麦的籽粒硬度相当，高原182、高原506和晋2148与加拿大草原春麦的籽粒硬度相当外，其余6个中国品种的籽粒都较加拿大草原春麦软，较加拿大西部硬红春麦更软。

籽粒蛋白质含量是反映小麦营养品质的重要指标之一。青海省规定，东部川水地区和低位山旱地区的育成品种，其籽粒粗蛋白质含量要求在13%以上。10个中国春小麦品种的籽粒蛋白质含量在12.5%（高原614）—15.9%（金沙江3号）之间，4个加拿大品种的籽粒蛋白质含量在13.1（HY320）—15.8%（Columbus）之间。中国硬春麦的平均籽粒蛋白质含量为15.0%，比加拿大西部硬红春麦的平均数低0.4%；中国软春麦平均为13.4%，比加拿大草原春麦平均数低0.3%，说明中国春小麦籽粒蛋白质含量与加拿大春小麦相近。

### （三）磨粉特性

磨粉特性是一个复合性状，与育种目标有关的部分可分解成出粉率、胚乳结构及吸水率等（北京农业大学遗传育种研究室，1988）。胚乳结构与籽粒硬度有关。这里只讨论出粉率、受胚乳结构影响的灰分及淀粉损伤度以及影响吸水率的面粉蛋白质含量（表4）。

高出粉率是获得单位面积上高面粉产量及高面包产量的前提之一。Brabender磨与Buhler磨相比，前者出粉率低于后者，然而出粉率在品种间变化趋势在这两种磨上是相同的。10个中国品种の出粉率都低于2个加拿大西部硬红春麦品种和加拿大草原春麦新品种Oslo，仅有3个中国硬春麦品种及高原338的出粉率高于出粉率最低的加拿大草原春麦品种HY320。出粉率与籽粒硬度在四大类型间变化一致，籽粒硬度大，出粉率高，即加拿大西部硬红春麦>中国硬春麦>加拿大草原春麦>中国软春麦（表2.4）。硬质小麦出粉率比软质小麦高的原因，是磨粉后软质小麦残留在麸皮上的胚乳量多，而

表4 中加春小麦磨粉特性

Table 4 Milling properties of Chinese and Canadian spring wheats\*

品种 Cultivar	FLY-BR	FLY-BU	FLP-BR	FLP-BU	FASH	SD
加拿大西部硬红春麦 Canada western hard red spring wheat						
Columbus	61.9 a	73.9 ab	15.5 a	15.0 ab	0.42 e	16.0 a
Katepwa	62.1 a	73.4 ab	14.8 abc	14.3 abc	0.43 de	18.0 a
平均 Mean	62.0 A	73.7 A	15.2 A	14.7 A	0.43 A	17.0 A
加拿大草原春麦 Canada prairie spring wheat						
HY 320	53.0 bcd	69.6 abc	12.5 fgh	12.3 fgh	0.47 cd	8.0 cdef
Oslo	60.9 ab	74.6 a	14.2 bcde	13.9 bcd	0.41 e	10.0 bcde
平均 Mean	57.0 B	72.1 A	13.4 B	13.1 B	0.44 A	9.0 B
中国硬春麦 Chinese hard spring wheat						
金沙江3号 Jin Sha Jiang 3	57.9 ab	72.3 abc	15.8 a	15.4 a	0.49 bc	15.5 ab
高原182 Plateau 182	57.0 abc	72.0 abc	14.6 abcd	14.1 bcd	0.47 cd	14.0 abc
高原506 Plateau 506	58.4 ab	72.9 ab	14.4 bcd	13.7 cde	0.44 de	12.5 abcd
平均 Mean	57.8 AB	72.4 A	14.9 A	14.4 A	0.47 A	14.0 A
中国软春麦 Chinese soft spring wheat						
巴麦18 Ba Mai 18	45.9 de	62.9 ef	13.5 defg	12.6 efgh	0.44 de	5.8 ef
晋2148 Jin 2148	49.4 cde	67.2 cde	13.1 efgh	12.8 efg	0.41 e	6.5 ef
绵阳11 Mian Yang 11	43.5 ef	59.6 f	13.8 cdef	13.1 def	0.44 de	5.0 ef
高原338 Plateau 338	58.8 ab	72.4 abc	12.1 h	11.9 fgh	0.52 b	14.0 abc
高原614 Plateau 614	46.2 de	68.7 bcd	13.0 efgh	12.6 efgh	0.42 de	8.2 cdef
青农524 Qing Nong 524	37.3 f	58.9 f	11.9 h	11.6 h	0.58 a	3.5 f
青春5号 Qing Chun 5	41.4 ef	63.6 def	12.2 gh	11.7 gh	0.41 e	3.0 f
平均 Mean	46.1 C	64.8 B	12.8 B	12.3 B	0.45 A	6.6 B

\* FLY-BR —Brabender 磨出粉率 Brabender mill flour yield(%)  
 FLY-BU —Buhler 磨出粉率 Buhler mill flour yield(%)  
 FLP-BR —Brabender 面粉蛋白质含量 Brabender mill flour protein(%)  
 FLP-BU —Buhler 面粉蛋白质含量 Buhler mill flour protein(%)  
 FASH —面粉灰分 Flour ash(%)  
 SD —淀粉损伤度 Starch damage(%)

硬质小麦却很少(北京农业大学遗传育种研究室, 1988)。其中金沙江3号的籽粒硬度虽与加拿大西部硬红春麦相似, 且籽粒大, 但出粉率却较低, 特别在 Brabender 磨上更低, 可能与该品种籽粒饱满度差和皮厚有关; 高原338虽籽粒较软, 但在两种磨上的出粉率都很高, 与加拿大西部硬红春麦间无显著差异, 这可能是由于高原338的籽粒大而皮薄的原因。

中国品种的面粉蛋白质含量变幅相当大。Brabender 磨的面粉蛋白质含量为11.9(青农524)—15.8%(金沙江3号), Buhler 磨的面粉蛋白质含量为11.6(青农524)—15.4%(金沙江3号)。中国硬春麦两种面粉的蛋白质含量比加拿大西部硬红春麦仅低0.3%, 无显著差异; 中国软春麦两种面粉的蛋白质含量分别比加拿大草原春麦低0.6%和0.8%, 也无显著差异。

灰分含量是面粉受细麸星污染程度的一种度量。优质面粉要求灰分含量低。灰分含量受籽粒硬度及出粉率的影响, 随出粉率提高, 灰分含量增加(北京农业大学遗传育种研究室, 1988)。加拿大品种籽粒中至硬, 出粉率高, 但灰分含量低。中国多数品种的灰分含量与加拿大品种相当, 仅青农524和高原338显著高于加拿大品种。四类小麦间

灰分含量无显著差异。

两类硬春麦的淀粉损伤度显著高于两类软春麦，两类硬春麦间及两类软春麦间均无显著差异，即软质小麦的淀粉损伤少，而硬质小麦的淀粉损伤厉害（北京农业大学遗传育种研究室，1988），说明淀粉损伤度与籽粒硬度密切相关。其中，高原 338 虽为软质小麦，可淀粉损伤度与硬质小麦相当，其原因有待研究。

#### (四) 面团流变学特性

金沙江 3 号在面团流变学特性方面与加拿大西部硬红春麦相近似，蛋白质含量高，面筋质量好；蛋白质含量比 HY320 高的高原 506、高原 182 和绵阳 11 号在流变学特性上与 HY 320 相近或更差，表明这 3 个品种的面筋质量与 HY320 接近或更差；其余 6 个中国品种的面筋质量都较差，表现在面团形成时间短、和面仪图谱峰高低、稳定时间短、公差指数大（表 5）。

表 5 中加春小麦流变学及烘烤特性

Table 5 Rheological and baking properties of Chinese and Canadian spring wheats\*

品 种 Cultivar	和面仪 Mixograph		粉质仪 Farinograph				
	MDT	PH	ABS	DT	STAB	MTI	LV
Canada western hard rcd spring wheat							
Columbus	2.8 ab	65 a	63.0 a	8.0 a	19.8 a	10 f	815 ab
Katepwa	2.6 abc	56 b	60.8 ab	6.0 abc	19.6 a	25 ef	825 ab
平均 Mean	2.7 A	61 A	61.9 A	7.0 A	19.7 A	18 C	820 A
Canada prairie spring wheat							
HY 320	2.7 abc	53 bcde	56.1 cde	5.3 bcd	9.8 b	35 def	688 cde
Oslo M	3.3 a	56 b	58.5 bcde	7.3 ab	12.3 ab	30 ef	785 ab
平均 Mean	3.0 A	55 B	57.3 B	6.3 AB	11.1 B	33 BC	737 B
Chinese hard spring wheat							
金沙江 3 号 Jin Sha Jiang 3	2.5 abcd	60 ab	63.0 a	7.0 ab	11.5 ab	20 ef	870 a
高原 182 Plateau 182	1.6 efg	54 bcd	59.4 abc	4.6 cde	6.5 b	40 def	820 ab
高原 506 Plateau 506	1.1 g	53 bcde	59.7 abc	3.8 def	3.3 b	75 bc	760 bcd
平均 Mean	1.7 B	56 AB	60.7 A	5.1 B	7.1 BC	45 B	817 A
Chinese soft spring wheat							
巴麦 18 Ba Mai 18	1.0 g	55 bc	58.5 bcde	2.5 ef	2.0 b	105 ab	513 f
晋 2148 Jin 2148	1.7 defg	53 bcde	57.4 bcde	2.6 ef	4.4 b	80 abc	595 ef
绵阳 11 Mian Yang 11	2.4 bcde	53 bcde	58.6 bcde	4.3 cdef	7.8 b	35 def	640 e
高原 338 Plateau 338	1.5 fg	45 ef	59.0 bcd	2.9 ef	4.3 b	50 cde	775 abc
高原 614 Plateau 614	1.8 cdefg	47 cdef	56.8 bcde	2.8 ef	5.1 b	65 cd	670 de
青农 524 Qing Nong 524	2.2 bcdef	43 f	55.3 de	2.9 ef	4.4 b	75 bc	660 e
青春 5 号 Qing Chun 5	1.5 efg	46 def	54.8 e	2.1 f	3.3 b	110 a	593 ef
平均 Mean	1.7 B	49 C	57.2 B	2.9 C	4.5 C	74 A	635 C

\* MDT——和面仪面团形成时间(分) Mixograph development time (min.)

PH——和面仪图谱峰高 Mixograph peak height (M.U.)

ABS——粉质仪吸水率 Farinograph absorption(%)

DT——粉质仪面团形成时间(分) Farinograph development time (min.)

STAB——稳定时间(分) Farinograph stability (min.)

MTI——公差指数 Farinograph mixing tolerance index (B.U.)

LV——AACC 面包体积(立方厘米) AACC straight dough loaf volume (cm<sup>3</sup>)



吸水率是反映面团烘烤潜力的重要指标之一，面粉吸水率高的品种能产生较重或较大的面包。吸水率受蛋白质含量、面筋质量及淀粉损伤度等的影响（北京农业大学遗传育种研究室，1988；Waterer 等，1985）。加拿大西部硬红春麦和中国硬春麦的吸水率高，这归因于高的蛋白质含量、高的淀粉损伤度和较好的面筋质量；高原 338 的吸水率较高的原因，是由于它有较高的淀粉损伤度；其余 6 个中国软春麦品种吸水率与加拿大草原春麦间无显著差别，最低的是青春 5 号，其吸水率仅为 54.8%，归因于这些品种的蛋白质含量低、面筋质量差、淀粉损伤度小（表 5）。

### （五）烘烤品质

烘烤品质最准确的测定是直接进行烘烤试验（表 5）。加拿大西部硬红春麦为专用面包小麦，也称面包小麦，其面包体积大；加拿大草原春麦主要用于糕点等食品，不适合烘烤面包，其面包体积较小，但其中新育成品种 Oslo 的蛋白质含量、面筋强度及吸水率都高于该类的标准品种 HY 320，因而它的面包体积也大于 HY 320。

中国品种的烘烤品质差异很大，面包体积变动于 513（巴麦 18 号）—870 立方厘米（金沙江 3 号）之间。有的品种面包体积与加拿大硬红春麦相当，甚至更大，有的较加拿大草原春麦更差，但大部分中国品种的面包体积与加拿大草原春麦相当。金沙江 3 号的蛋白质含量、流变学特性及吸水率等与加拿大西部硬红春麦相似，故其面包体积大，为参试品种中面包体积最大者；高原 182 的面包体积较大，与它有较高的蛋白质含量和吸水率以及接近 5.0—6.5 分钟理想面团形成时间（Waterer 等，1985）有关；高原 506 的蛋白质含量和吸水率均较高，只因其面筋质量较差，面团形成时间和稳定时间短，公差指数大，其面包体积较高原 182 小。而高原 338 的蛋白质含量较低，流变学特性较差，面筋质量较差，但面包体积却较大，这与它有较高的吸水率有关；其余 6 个中国品种因受蛋白质含量、面筋质量、吸水率等单独或综合的不利影响，面包体积小。

中国硬春麦与加拿大西部硬红春麦的烘烤品质相似，面包体积相当，显著优于加拿大草原春麦，而加拿大草原春麦的烘烤品质则显著优于中国软春麦。中国软春麦与加拿大草原春麦相比，中国软春麦蛋白质含量低 0.3—0.8%，吸水率低 0.1%，面包体积小为 102 立方厘米，其主要原因是流变学特性差，面筋质量差（表 2.4.5）。

## 三、小结与讨论

（1）中国西南与西北的春小麦在加拿大西部春播能正常生长发育到成熟，株高、生育期适中，千粒重高，但容重低，籽粒产量水平低。这是品种特性、地理位置及生态因子等综合作用的结果。

（2）中国品种的生物化学、流变学特性及烘烤品质变幅极大。品质好的品种与加拿大西部硬红春麦相当，品质差的比加拿大草原春麦更差，大部分中国品种的品质与加拿大草原春麦相当。10 个中国品种中，金沙江 3 号品质最优。金沙江 3 号系“叶考拉/澳引 1085/阿富汗”后代，保持了硬粒小麦（阿富汗）籽粒大而硬的特点，并有墨西哥优质小麦（叶考拉）血缘，故其籽粒硬度、蛋白质含量、流变学特性、吸水率及面包烘烤品质与加拿大西部硬红春麦相当，且为参试品种中面包体积最大者；其余中国品种因

蛋白质含量和面筋质量单独或综合的不利影响，其流变学特性、烘烤品质等都较金沙江3号差。

四类春小麦以面包烘烤品质为标准，从好至差的顺序为：加拿大西部硬红春麦、中国硬春麦、加拿大草原春麦和中国软春麦。

加拿大西部硬红春麦千粒重低，容重高，籽粒及面粉蛋白质含量高，籽粒硬，灰分低，淀粉损伤度大，出粉率高，流变学特性好，面筋质量好，面包体积大。降落值及粘焙力仪图谱中最大粘度计值大， $\alpha$ 淀粉酶活性弱，抗穗发芽。

加拿大草原春麦千粒重显著高于加拿大西部硬红春麦，籽粒及面粉蛋白质含量显著低于加拿大西部硬红春麦，籽粒硬度中等，出粉率高，流变学特性较好，面筋质量较好，烘烤品质显著差于加拿大西部硬红春麦。

中国硬春麦品质特性介于加拿大的两类春麦之间。中国硬春麦籽粒及面粉蛋白质含量、籽粒硬度、出粉率、灰分、淀粉损伤度、降落值、和面仪图谱峰高、吸水率和面包体积等与加拿大西部硬红春麦间无显著差异；容重、籽粒硬度、出粉率、灰分、和面仪图谱峰高、粉质仪上面团形成时间、稳定时间及公差指数等与加拿大草原春麦间无显著差异；和面仪上面团形成时间显著短于加拿大西部硬红春麦及加拿大草原春麦，而千粒重则显著高于加拿大的两类春小麦。

中国软春麦的品质特性与加拿大草原春麦相似。千粒重、籽粒及面粉蛋白质含量、灰分、淀粉损伤度、吸水率等二者间无显著差异，但是，中国软春麦的籽粒更软，出粉率显著更低，而且流变学特性显著差，面筋质量更差，面包体积显著小于加拿大草原春麦。

(3) 关于中国春小麦品质改良目标及主攻方向问题。在中国人的膳食中，小麦面粉主要用于制作面条和馒头，近几年来面包需求量逐步增加，为此不仅要培育供制作面条及馒头的小麦，而且要培育供制作面包的小麦。面包小麦要求蛋白质含量高，面筋质量好，流变学特性优，面包体积大；制作面条及馒头的小麦要求蛋白质含量较高，面筋质量较好，加工品质好。以往中国没有根据品质特性及其用途将小麦品种分类，本研究根据籽粒硬度将中国的10个春小麦品种分为硬质和软质两类。中国硬春麦同加拿大西部硬红春麦相似，较适宜制作面包；中国软春麦同加拿大草原春麦相似，因其蛋白质含量低、面筋质量较差，不适制作面包，较适制作面条及馒头等。在加拿大的低产栽培条件下，中国的两类春小麦分别与加拿大的两类春小麦比较，中国的两类春小麦的蛋白质含量略低，面筋质量显著差。当在中国的高产栽培条件下，中国的两类春小麦的蛋白质含量会相应地有所降低，流变学特性及加工品质会随之变差。所以，无论用于制作面包或制作面条及馒头的中国春小麦，其品质育种目标都应：①提高蛋白质含量；②改善面筋质量，改良流变学特性及加工品质。然而，过去一谈小麦品质改良，立即想到的就是提高蛋白质含量，忽视面筋质量的改良，造成蛋白质含量相同，甚至蛋白质含量更高的品种，其流变学特性及加工品质差，面包体积小。例如，巴麦18号和晋2148的蛋白质含量高于加拿大品种HY320，但其流变学特性、加工品质比HY320差，面包体积小（表2，4，5）；中国硬春麦的蛋白质含量、吸水率等与加拿大西部硬红春麦相近，但反映面筋质量的流变学特性，如面团形成时间、稳定时间，公差指数等则明显地较差（表2，4，5）；同样，中国软春麦的蛋白质含量、吸水率等与加拿大草原春麦无明显差别，可面团

形成时间、稳定时间、公差指数等指标则显著较差(表2, 4, 5)。可见, 中国的两类春小麦分别与加拿大的两类春小麦比较, 其主要差异在于中国春小麦的面筋质量较差。这与林作楫等(1989)比较中美两国冬小麦所得结果一致。所以, 中国春小麦的品质改良不仅要提高蛋白质含量, 而且更应集中精力提高面筋质量, 改善流变学特性及加工品质。

本研究及前人(林作楫等, 1989)发现, 中国不乏蛋白质含量较高的小麦品种。因此, 中国春小麦品质育种可以用国外优质品种与国内高产、蛋白质含量较高的品种杂交, 特别注重面筋质量的筛选, 筛选出蛋白质含量较高、面筋质量好兼丰产的新品种。

## 参 考 文 献

- 丁寿康、钱曼懋、孙开定、金天秀、宋春华, 1985, 我国小麦品种的蛋白质与赖氨酸含量的遗传与育种问题的探讨, 中国农业科学, 18(3): 34—39。
- 万富世、王光瑞、李宗智, 1989, 我国小麦品质现状及其改良目标初探, 中国农业科学, 22(3): 14—21。
- 马长德、Liu, G.T. and Rubenthaler, G.L., 1987, 中国北部冬麦区与美国太平洋西北部冬麦区小麦品种加工品质的分析比较, 作物学报, 13(2): 129—134。
- 王健、卢少源、李宗智, 1984, 关于加强粮食作物品质育种的建议, 种子世界, 7: 4—6。
- 北京农业大学遗传育种研究室译(F.G.H. Lupton著), 1988, 小麦育种的理论基础, 495—525, 北京农业大学出版社。
- 朱睦元、徐阿炳、裴洪平、愈志隆, 1983, 小麦籽粒蛋白质含量及其品质的遗传分析, 遗传学报, 10(5): 352—361。
- 朱睦元、徐阿炳、裴洪平、愈志隆, 1984, 小麦品种间籽粒蛋白质、赖氨酸和色氨酸含量的杂种优势及配合力分析, 作物学报, 10(4): 237—244。
- 李宗智, 1985, 小麦品种品质性状与农艺性状的配合力分析, 作物学报, 11(2): 121—130。
- 李宗智, 1988, 小麦品质改良进展, 农牧情报研究, 7: 17—21。
- 陈集贤、程大志主编, 1988, 青海灌区春小麦丰产栽培模式, 青海人民出版社, 69—89。
- 林作楫、周希丹、揭声翥、胡学义、丁霄霖、金茂国, 1989, 冬小麦烘烤品质与其它一些品质性状及产量性状间的相互关系, 作物学报, 15(2): 151—159。
- 张怀刚、江德亨、纪兰菊, 1990, 春小麦籽粒蛋白质和氨基酸含量的研究, 高原生物学集刊, (9): 183—193。
- 南京农学院、江苏农学院主编, 1979, 作物栽培学(上册), 上海科学技术出版社, 176—180。
- American Association of Cereal Chemists, 1986, Approved Methods of the AACCC, 03-01, 10-09, 46-12, 54-21, 56-81B, 76-30A, The Association, St. Paul, MN.
- Kosmolak, F.G., 1978, Grinding time—a screening test for kernel hardness in wheat, Canadian Journal of Plant Science, 58: 415—420。
- Kosmolak, F.G. and Dyck, P.L., 1981, Milling and baking qualities of ten spring wheat cultivars from the People's Republic of China, Cereal Chemistry, 58(3): 246—247。
- Lamkin, W.M., and Miller, B.S., 1980, Note on the use of sodium Hydroxide to distinguish red wheats from white common, club, and durum cultivars, Cereal Chemistry, 57(4): 293—294。
- Lukow, O.M. and Bushuk, W., 1984, Influence of germination on wheat quality I. Functional (bread-making) and biochemical properties, Cereal Chemistry, 61(4): 336—339。
- Marchylo, B.A. and Kosmolak, F.G., 1979, An evaluation of the rapid amylograph method, Cereal Chemistry, 56(4): 361—364。
- Slinkard, A.E. and Fowler, D.B., 1986, Wheat Production in Canada—A Review, 490—499, Division of Extension and Community Relations, University of Saskatchewan
- Waterer, J.G. and Evans, L.E., 1985, Comparison of Canadian and American hard red spring wheat cultivars, Canadian Journal of Plant Science, 65: 831—840。

## COMPARISON OF CHINESE AND CANADIAN SPRING WHEAT CULTIVARS

Zhang Huaigang

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining)

O.M. Lukow and E. Czarnecki

(Agriculture Canada, Research Station, 195 Dafoe Road, Winnipeg, Manitoba, Canada, R3T 2M9)

Ten spring wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) from China and four spring wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) from Western Canada were used in the comparative study including 23 characteristics on cultivar properties, grain yield, milling, rheological, baked bread properties etc. In the spring of 1987, the cultivars were grown at Glenlea, Manitoba and Swift Current, Saskatchewan of Canada. Their quality data were collected at the Winnipeg Research Station of Agriculture Canada.

1. The Chinese cultivars could grow and develop appropriately and were fully ripen. They had larger kernel, and proper plant height and growth period, but produced lower test weight and grain yield compared with the two classes of Canadian spring wheat cultivars.

2. The Chinese cultivars exhibited a wide range in quality. The best one of the Chinese cultivars in quality was Jin Sha Jiang 3, which was rated fully equal to Canada Western Hard Red Spring Wheats, Columbus and Katepwa, in baked bread. Assessed by North American standards, the four wheat classes would rank from best to poorest breadmaking quality as follows: Canada Western Hard Red Spring, Chinese Hard Spring, Canada Prairie Spring, and Chinese Soft Spring.

3. Preliminary evidence suggested that for Chinese spring wheat breeding in quality, we should put efforts not only on increasing protein content, but also on improving gluten quality.

**Key words:** Spring wheat; Grain yield; Nutritive quality; Milling quality; Baking quality