

# 冬小麦芒性状与抗寒性关系研究

杨 琥, 贾娜娜, 刘自成 (陇东学院农林科技学院, 甘肃庆阳 745000)

**摘要** [目的] 探明冬小麦芒性状与抗寒性的关系。[方法] 对5种有芒与5种无芒小麦品种幼苗叶片在低温胁迫下其体内可溶性糖、可溶性蛋白质、游离脯氨酸、丙二醛等代谢物质的含量进行测定, 对越冬期和返青期各小麦叶片中代谢物质含量的差异进行比较, 明确冬小麦抗寒性是否与芒性状有关。[结果] 所有小麦品种在越冬期其体内可溶性糖、可溶性蛋白质、游离脯氨酸、丙二醛等代谢物质的含量均高于返青期, 其中有芒品种陇鉴102、西峰27号及无芒品种GB20积累可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸的代谢能力较强, 有芒品种陇育3号及无芒品种中梁30、天00102-2-2-1-1最弱。而有芒小麦和无芒小麦群体间在越冬期其可溶性糖、可溶性蛋白、丙二醛、游离脯氨酸含量差异均不显著。[结论] 冬小麦的芒性状与其抗寒性没有关系, 生产上不能将其作为抗寒品种筛选的依据。

**关键词** 冬小麦; 芒性状; 低温胁迫; 抗寒性

**中图分类号** S501 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)28-0035-04

## Study on the Relationship between Mans Character and Cold Resistance of Winter Wheat

YANG Xiao, JIA Na-na, LIU Zi-cheng (College of Agriculture and Forestry, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000)

**Abstract** [Objective] The aim was to explore the relationship between mans character and cold resistance of winter wheat. [Method] The study determined the content changes of soluble proteins, soluble sugar, free proline and malondialdehyde in five mans wheat and five no mans wheat in a cold coercion. At the same, in this study also compared the contents between the leaves of winter wheat in a cold coercion and in the earlier period of jointing after it return warmly. [Result] The results showed that several kinds of wheat in the winter period the soluble sugar, soluble protein and free proline, malondialdehyde and contents of metabolites were higher than green period, the mans wheat Longjian 102, Xifeng 27 and no mans wheat GB20 had the strongest ability of soluble sugar, soluble protein and free proline, the mans wheat Longyu 3, no mans Zhongliang 30 and Tian 00102-2-2-1-1 had the lowest ability. There were no significant difference in soluble sugar, soluble protein, MDA, proline content in mans wheat and no mans wheat in overwintering period. [Conclusion] Research suggests that if there are mans cannot reflect its cold resistance, and also cannot be used as the basis for cold resistance varieties screening.

**Key words** Winter wheat; Mans character; Low temperature stress; Cold resistance

庆阳市位于甘肃东部, 深居内陆, 海拔885~2 081 m, 属黄土高原残塬沟壑区; 区内大陆性气候明显, 干旱少雨, 光热资源丰富, 昼夜温差大, 年平均气温7~10℃, 年平均降水量410~620 mm, 土层深厚, 适宜种植冬小麦。因此, 冬小麦成为陇东主要粮食作物, 年播种面积30万~35万hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。在生产实践中, 陇东地区主要种植的是有芒品种, 而无芒品种很少种植。芒作为小麦穗器官的组成部分, 具有提高光合面积、光合效率及产量的作用, 因此芒也是一种对产量有直接影响的性状<sup>[2]</sup>。由于陇东地区低温冷(冻)害发生频繁, 严重影响并制约该地区小麦的生长发育及产量的形成。冬小麦低温胁迫后, 植物体通过形态结构、内含物质及光合作用等一系列复杂的生理生化变化来对低温环境进行响应。有研究表明, 植物的抗寒性与细胞膜的流动性、膜脂过氧化程度、抗氧化酶活性及渗透调节物质含量密切相关<sup>[3]</sup>; 崔红<sup>[4]</sup>在冬小麦的抗寒性研究中也指出, 丙二醛(MDA)含量、电导率、脂肪酸等可以作为生物膜透性的鉴定指标; 可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸含量等可作为抗寒渗透调节物鉴定指标; 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性等可作为抗氧化作用指标。丙二醛为细胞膜脂质过氧化的产物, 抗寒性强的植物膜稳定性强, 丙二醛含量低; 可溶性蛋白为植物的渗透调节物质, 可以提高植物的抗寒性<sup>[5]</sup>; 脯氨酸是植物在抗逆过程中产生的无毒且重要的渗透调节

和保护性物质。系统了解与植物抗寒性相关的信息不仅可以掌握植物的抗寒性及其对环境的适应情况, 而且可以指导农业生产, 减少寒害造成的损失。基于此, 笔者通过田间试验, 研究不同芒性状小麦品种在越冬期和返青期其叶片中可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸及丙二醛等主要生理指标对低温条件的响应特点, 明确冬小麦芒性状与抗寒性的关系, 以期小麦的引种、育种及其抗寒性的综合评判提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 选用长芒小麦品种、无芒小麦品种各5种为试验材料。其中, 长芒小麦品种分别为陇鉴102、90系选3、0914-3、西峰27号、陇育3号, 无芒小麦品种分别为Cardos、Almus、中梁30、GB20、天00102-2-2-1-1。

**1.1 试验方法** 试验于2015年9月23日在陇东学院农林科技学院试验田进行。随机区组设计, 单粒点播。小区行长4.00 m, 行距0.20 m, 株距0.03 m, 肥水管理与当地大田相同。

## 1.2 测定项目与方法

**1.2.1 可溶性糖含量。**可溶性糖含量采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>测定。取长势良好的小麦叶片鲜样0.2 g置研钵中, 加入4 mL浓度为80%的乙醇研磨成匀浆, 转入至离心管中, 80℃水浴30 min, 期间不断振摇、离心, 收集上清液, 其余残渣加浓度为80%乙醇再提取1次, 合并上清液, 在上清液中加入少许活性炭, 80℃脱色30 min, 用水定容至10 mL, 过滤, 取滤液。取上述滤液1 mL加入5 mL蒽酮试剂混合, 沸水浴10 min, 取出冷却, 于625 nm处进行比色, 测定吸光度值, 由标准曲线

**基金项目** 庆阳市科技支撑项目(KN201318); 甘肃省重点学科《作物遗传育种》。

**作者简介** 杨琥(1969-), 女, 甘肃华池人, 副教授, 硕士, 从事作物遗传育种及推广教学和研究工作。

**收稿日期** 2016-08-11

得出提取液中可溶性糖含量。计算公式:可溶性糖含量(mg/g) =  $C \times V / (W \times 1\ 000)$ 。式中, $C$ 为标准曲线中查得的葡萄糖含量( $\mu\text{g/mL}$ ), $V$ 为样品稀释后的体积(mL), $W$ 为植物组织鲜重(g)。

**1.2.2 可溶性蛋白含量。**可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝G-250染色法<sup>[7]</sup>测定。取长势良好的小麦叶片鲜样0.4 g置研钵中,加入4.0 mL蒸馏水于冰浴中研磨成匀浆,转入离心管中,于室温(20~25℃)下放置20 min以充分提取,然后以4 000 r/min离心10 min,弃去沉淀,上层清液转入10.0 mL容量瓶,并以蒸馏水定容至刻度线。另取10支10.0 mL具塞试管,分别吸取样品蛋白质提取液0.2 mL置具塞刻度试管中,再各加入0.8 mL蒸馏水和5.0 mL的考马斯亮蓝G-250染色液,放置一段时间后于595 nm下进行比色,测定吸光度值,由标准曲线得出提取液中可溶性蛋白含量。计算公式:可溶性蛋白含量(mg/g) =  $C \times VT / (VS \times WF \times 1\ 000)$ 。式中, $C$ 为标准曲线中查得的蛋白含量值( $\mu\text{g/mL}$ ); $VT$ 为提取液总体积(mL); $WF$ 为样品鲜重(g); $VS$ 为测定时的加样量(mL)。

**1.2.3 丙二醛含量。**取长势良好的小麦叶片鲜样0.4 g,将其剪碎,加入浓度为10%的三氯乙酸(TCA)4 mL(分2次加)和少量石英砂,研磨后于4 000 r/min下离心10 min,取上层清液2 mL于洁净试管中,对照试管加入2 mL蒸馏水,再加入浓度为0.6%的硫代巴比妥酸(TBA)于100℃沸水中加热10 min后离心,取上层清液分别测定其在450、532和600 nm处的吸光度值。由标准曲线得出提取液中丙二醛含量。计算公式:丙二醛浓度( $\mu\text{mol/mL}$ ) =  $6.45(A_{532} - A_{600}) - 0.56A_{450}$ 。式中, $A_{450}$ 、 $A_{532}$ 、 $A_{600}$ 分别为450、532和600 nm波长下的吸光度值。丙二醛含量( $\mu\text{mol/g}$ ) = (丙二醛浓度 × 提取液总体积) / 植物组织鲜重。

**1.2.4 游离脯氨酸含量。**取长势良好的小麦叶片鲜样0.2 g,加入4 mL浓度为3%的磺基水杨酸研磨,匀浆移至离心管中,在沸水浴中提取10 min,冷却,3 000 r/min下离心10 min,取上清液(可适当稀释)。取2 mL提取液于干净试管中,加入2 mL的冰醋酸和2 mL的酸性茚三酮试剂,于沸水浴加热30 min,冷却后加入4 mL的甲苯摇晃后静置片刻,以萃取红色产物。待完全分层后,吸取上层红色液体,于分光光度计520 nm波长处测定吸光度值,由标准曲线得出提取液中游离脯氨酸含量。计算公式:游离脯氨酸含量( $\mu\text{g/g}$ ) =  $x \times$  提取液总量 / (样重 × 测定时用量)。式中, $x$ 为标准曲线中查得的游离脯氨酸含量( $\mu\text{g/mL}$ )。

**1.3 数据处理** 采用Excel 2003软件对数据进行处理。

## 2 结果与分析

**2.1 不同小麦品种叶片中可溶性糖含量的变化** 方差分析结果表明,越冬期和返青期不同小麦品种间叶片可溶性糖含量达到极显著差异。由表1可知,在越冬期和返青期,不同小麦品种间叶片可溶性糖含量存在显著或极显著差异。在越冬期,无芒品种天00102-2-2-1-1、中梁30与所有有芒品种间叶片可溶性糖含量均存在显著差异,而无芒品种

GB20与有芒品种陇鉴102、西峰27号之间叶片可溶性糖含量均无显著性差异;在返青期,陇鉴102叶片中可溶性糖含量最高,为75.680 mg/g,其与其他无芒品种及有芒品种之间叶片可溶性糖含量均存在极显著差异。天00102-2-2-1-1、中梁30及Cardos叶片中可溶性糖含量均相对较低,与所有的有芒小麦品种间叶片中可溶性糖含量均存在显著差异。低温条件下,小麦叶片中可溶性糖含量明显增多,糖含量的增加可以提高细胞液浓度,降低冰点,有利于其抗寒能力的提高。有研究表明,小麦抗寒性与其体内可溶性糖含量呈正相关关系<sup>[8]</sup>。故可溶性糖含量的高低可以作为衡量不同小麦品种抗寒性的一项标准。由此可知,有芒小麦品种陇鉴102、西峰27号及无芒品种GB20在不同时期叶片中可溶性糖含量均较高,说明其抗寒性较强;无芒小麦品种天00102-2-2-1-1及中梁30在不同时期叶片中可溶性糖含量均较其他品种低,说明其抗寒性差。由表2可知,越冬期有芒小麦品种与无芒品种间叶片可溶性糖含量平均值差异不显著。

表1 不同小麦品种叶片中可溶性糖含量

Table 1 Soluble sugar content in leaves of different wheat cultivars

品种 Varieties	芒性状 Mans character	mg/g	
		越冬期 Overwintering period	返青期 Turning green period
陇鉴102 Longjian 102	有芒	131.163 aA	75.680 aA
西峰27号 Xifeng 27	有芒	129.150 aA	34.747 bB
GB20	无芒	126.593 abA	20.377 cCD
90系选3	有芒	116.053 bA	29.460 bBC
0914-3	有芒	93.930 cB	29.050 bBC
Almus	无芒	87.107 cdBC	10.440 dDE
陇育3号 Longyu 3	有芒	83.140 cdeBC	19.087 cCDE
Cardos	无芒	80.900 deBCD	8.783 dDE
中梁30 Zhongliang 30	无芒	74.753 efCD	8.650 dDE
天00102-2-2-1-1	无芒	65.157 fD	7.287 dE

注:同列不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著;不同大写字母表示处理间在0.01水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments; different capital letters stand for significant difference at 0.01 level among treatments.

表2 有芒小麦品种与无芒小麦品种叶片中可溶性糖含量平均值

Table 2 Mean of soluble sugar content in mans and no mans wheat variety leaves

类型 Types	越冬期 Overwintering period	返青期 Turning green period
有芒小麦 Mans wheat	110.687 a	37.605 a
无芒小麦 No mans wheat	86.878 a	11.141 b

注:同列不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments.

**2.2 不同小麦品种叶片中可溶性蛋白含量的变化** 可溶性蛋白含量的增加可以明显增加细胞的持水性,束缚更多的水分,同时还可减少低温条件下植物因原生质结冰而受伤致死的机会<sup>[9]</sup>,从而增加植物的抗寒性。方差分析结果表明,越冬期和返青期不同小麦品种间叶片可溶性蛋白含量达到极显著差异。由表3可知,在越冬期和返青期,不同小麦品

种间叶片可溶性蛋白含量存在显著或极显著差异。在越冬期,无芒品种 GB20 叶片可溶性蛋白含量与有芒品种陇鉴 102、90 系选 3 之间的叶片可溶性蛋白含量均无显著性差异,有芒品种陇育 3 号与无芒品种天 00102-2-2-1-1、Cardos 及中梁 30 之间的叶片可溶性蛋白含量均无显著性差异,而其他有芒品种间叶片可溶性蛋白含量存在显著或极显著差异。返青期天 00102-2-2-1-1 叶片可溶性蛋白含量相对较低,其与所有有芒品种的叶片可溶性蛋白质含量均存在极显著差异。由表 4 可知,越冬期和返青期有芒小麦品种与无芒品种间可溶性蛋白含量平均值差异不显著。

表 3 不同小麦品种叶片中可溶性蛋白含量

品种 Varieties	芒性状 Mans character	越冬期 Overwinter- ering period	返青期 Turning green period
陇鉴 102 Longjian 102	有芒	96.287 aA	29.130 aA
90 系选 3	有芒	96.120 aA	28.670 abAB
GB20	无芒	95.470 aA	28.000 abcAB
西峰 27 号 Xifeng 27	有芒	85.053 bB	26.937 bcAB
0914-3	有芒	81.510 bcBC	26.343 cBC
Almus	无芒	78.560 cdBCD	24.383 dCD
中梁 30 Zhongliang 30	无芒	73.370 deCD	22.920 deDE
陇育 3 号 Longyu 3	有芒	70.707 eFDE	21.790 eE
Cardos	无芒	70.423 eFDE	22.713 deDE
天 00102-2-2-1-1	无芒	64.380 fE	18.477 fF

注: 同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著; 不同大写字母表示处理间在 0.01 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments; different capital letters stand for significant difference at 0.01 level.

表 4 有芒小麦品种与无芒小麦品种叶片中可溶性蛋白含量平均值

类型 Types	越冬期 Overwin- tering period	返青期 Turning green period
有芒小麦 Mans wheat	85.935 a	26.574 a
无芒小麦 No mans wheat	76.441 a	23.299 a

注: 同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments.

**2.3 不同小麦品种叶片中丙二醛含量的变化** 方差分析结果表明, 越冬期和返青期小麦品种间叶片丙二醛含量达到显著或极显著差异。由表 5 可知, 越冬期各小麦品种叶片中丙二醛含量均较高, 为 15.603 ~ 27.930  $\mu\text{mol/g}$ , 其中, 天 00102-2-2-1-1 丙二醛含量最高, 为 27.930  $\mu\text{mol/g}$ , 90 系选 3 丙二醛含量最低, 为 15.603  $\mu\text{mol/g}$ ; 返青期各小麦品种叶片中丙二醛含量普遍减少, 为 4.053 ~ 11.837  $\mu\text{mol/g}$ 。在越冬期无芒品种天 00102-2-2-1-1、中梁 30 与所有有芒品种间叶片丙二醛含量均存在极显著差异, 无芒品种 Cardos 与所有有芒品种间叶片丙二醛含量均存在显著差异, 无芒品种 Almus 与有芒品种陇育 3 号及西峰 27 号间叶片丙二醛含量均无显著性差异; 返青期无芒品种天 00102-2-2-1-1、中梁 30 和 Cardos 与所有有芒品种间叶片丙二醛含量均

存在极显著差异, 无芒品种 GB20 与有芒品种陇鉴 102 及 90 系选 3 间叶片丙二醛含量差异不显著。无论是在越冬期还是在返青期, 90 系选 3、陇鉴 102、GB20 和 0914-3 叶片丙二醛含量均低于西峰 27 号等小麦品种。利用小麦叶片丙二醛含量的高低可以较好地评判不同品种抗寒性的强弱, 特别是在越冬期, 叶片丙二醛含量低的小麦品种抗寒性强于叶片丙二醛含量高的小麦品种。由表 6 可知, 越冬期和返青期有芒小麦品种与无芒品种间叶片丙二醛含量平均值差异不显著。

表 5 不同小麦品种叶片中丙二醛含量

Table 5 MDA content in leaves of different wheat varieties

品种 Varieties	芒性状 Mans character	越冬期 Overwinter- ering period	返青期 Turning green period
天 00102-2-2-1-1	无芒	27.930 aA	11.837 aA
中梁 30 Zhongliang 30	无芒	24.213 bB	10.497 bA
Cardos	无芒	22.850 bBC	8.767 cB
陇育 3 号 Longyu 3	有芒	21.220 cCD	6.970 deC
Almus	无芒	20.707 cdCD	7.143 dBC
西峰 27 号 Xifeng 27	有芒	20.237 cdDE	6.457 deCD
0914-3	有芒	19.238 deDEF	5.790 efCDE
GB20	无芒	18.117 eFEF	4.487 fDE
陇鉴 102 Longjian 102	有芒	17.150 fgFG	4.737 fE
90 系选 3	有芒	15.603 gG	4.053 fE

注: 同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著; 不同大写字母表示处理间在 0.01 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments; different capital letters stand for significant difference at 0.01 level.

表 6 有芒小麦品种与无芒小麦品种叶片中丙二醛含量平均值

类型 Types	越冬期 Overwin- tering period	返青期 Turning green period
有芒小麦 Mans wheat	23.299 a	5.62 a
无芒小麦 No mans wheat	26.754 a	8.47 a

注: 同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments.

**2.4 不同小麦品种叶片中游离脯氨酸含量的变化** 低温胁迫下游离脯氨酸的大量积累对维持植物正常的光合作用、渗透调节, 保护酶类以及阻止蛋白质等物质的降解均会起到重要的作用<sup>[10]</sup>。方差分析结果表明, 越冬期和返青期不同小麦品种间叶片游离脯氨酸含量达到极显著差异。由表 7 可知, 在越冬期和返青期, 不同小麦品种间叶片游离脯氨酸含量存在显著或极显著差异。在越冬期, 无芒品种天 00102-2-2-1-1、中梁 30 及 Cardos 与所有有芒品种间叶片游离脯氨酸含量均存在极显著差异, 无芒品种 GB20 与有芒品种陇鉴 102 及西峰 27 号间叶片游离脯氨酸含量均存在显著差异, 无芒品种 Almus 叶片游离脯氨酸含量与有芒品种陇育 3 号叶片游离脯氨酸含量无显著性差异。返青期, 陇鉴 102 叶片游离脯氨酸含量相对较高, 为 164.623  $\mu\text{g/g}$ , 与其他品种间叶片游离脯氨酸含量均存在显著差异, 天 00102-2-2-1-1 叶片游离脯氨酸含量相对较低, 仅为 68.463  $\mu\text{g/g}$ , 其

与所有有芒品种间叶片游离脯氨酸含量均存在极显著差异。无论是无芒品种还是有芒品种,越冬期各小麦品种叶片游离脯氨酸含量均远远高于返青期叶片游离脯氨酸含量。但有芒品种陇鉴 102、西峰 27 号、90 系选 3 及无芒品种 GB20 叶片中游离脯氨酸含量始终高于其他品种,所以有芒品种陇鉴 102、西峰 27 号、90 系选 3 及无芒品种 GB20 的抗寒性较其他品种强。由表 8 可知,有芒小麦品种与无芒小麦品种间叶片中脯氨酸含量平均值差异不显著。

表 7 不同小麦品种叶片中脯氨酸含量

Table 7 Proline content in leaves of different wheat varieties

品种 Varieties	芒性状 Mans character	μg/g	
		越冬期 Overwint- ering period	返青期 Turning green period
陇鉴 102 Longjian 102	有芒	438.987 aA	164.623 aA
西峰 27 号 Xifeng 27	有芒	422.267 aAB	150.497 bAB
90 系选 3	有芒	401.377 abABC	147.487 bAB
GB20	无芒	358.467 bcBCD	133.080 cBC
0914-3	有芒	344.533 cdCD	121.340 cdCD
Almus	无芒	304.240 dD	118.877 dCD
陇育 3 号 Longyu 3	有芒	302.237 dD	108.153 dDE
Cardos	无芒	238.857 eE	109.543 dDE
中梁 30 Zhongliang 30	无芒	210.073 eE	91.750 eE
天 00102-2-2-1-1	无芒	187.500 fE	68.463 fF

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示处理间在 0.01 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments; different capital letters stand for significant difference at 0.01 level.

表 8 有芒小麦品种与无芒小麦品种叶片中脯氨酸含量平均值

Table 8 Mean of proline content in mans and no mans wheat variety leaves

类型 Types	μg/g	
	越冬期 Overwin- tering period	返青期 Turning green period
有芒小麦 Mans wheat	381.880 a	138.420 a
无芒小麦 No mans wheat	259.827 a	104.343 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level among treatments.

### 3 结论

(1) 无论是在越冬期还是在返青期,有芒小麦品种陇鉴 102、90 系选 3、西峰 27 号及无芒品种 GB20 叶片中的可溶性糖含量始终高于有芒小麦品种陇育 3 号及无芒品种 Cardos、Almus、中梁 30 和天 00102-2-2-1-1,说明前者的抗寒性强于后者。

(2) 在越冬期,无芒小麦品种天 00102-2-2-1-1、Cardos、中梁 30 叶片中丙二醛含量始终高于有芒品种陇鉴 102、90 系选 3、西峰 27 号及无芒品种 GB20,说明越冬期无芒小麦品种天 00102-2-2-1-1、Cardos 及中梁 30 的超氧化物歧化酶活性增加得少,细胞膜的损害严重,因而其冻害程度高,抗寒能力弱。

(3) 在越冬期,不同品种小麦叶片中游离脯氨酸含量远高于返青期,并且各品种间的差异也很明显。但是,无论是

在越冬期还是在返青期,有芒小麦品种陇鉴 102、90 系选 3、西峰 27 号及无芒小麦品种 GB20 叶片中游离脯氨酸的积累量均高于无芒小麦品种中梁 30、Cardos、天 00102-2-2-1-1 及有芒品种陇育 3 号,说明有芒小麦品种陇鉴 102、90 系选 3、西峰 27 号及无芒小麦品种 GB20 的抗寒性要强于中梁 30、Cardos、天 00102-2-2-1-1 及有芒品种陇育 3 号。

(4) 越冬期,有芒小麦与无芒小麦群体间的叶片中可溶性糖、可溶性蛋白、丙二醛、游离脯氨酸含量均差异不显著,所以均可安全越冬,说明冬小麦品种抗寒性的强弱与有芒性状没有直接相关性,这也与长期以来的实践结果相符。在某些地区大面积种植无芒品种或在有些地区多种植有芒品种,这种选择的差异可能是由于人们的喜好不同或者其他原因造成的。

### 4 讨论

低温胁迫下植株体内可溶性糖、可溶性蛋白和游离脯氨酸等渗透调节物质的含量会发生变化,植物可通过调节渗透浓度来启动脱落酸的合成,诱发蛋白质的合成,从而增加抗寒性<sup>[11]</sup>。该试验表明,各小麦品种可溶性蛋白含量的变化与游离脯氨酸含量变化基本一致。

通过比较有芒小麦与无芒小麦在越冬期和返青期叶片中可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、游离脯氨酸含量及丙二醛含量可知,在越冬期,无论是无芒小麦还是有芒小麦,其叶片中可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸及丙二醛的含量均较返青期有所增加。就其抗寒性而言,有芒小麦品种陇鉴 102、90 系选 3、西峰 27 号及无芒小麦品种 GB20 强于无芒小麦品种中梁 30、Cardos、天 00102-2-2-1-1 及有芒品种陇育 3 号,说明小麦芒的有无并不能代表其抗寒性的强弱,对有芒品种和无芒品种间各指标平均值的差异性进行方差分析也得出相同结论。因此,在生产实践中,不能将小麦的芒性作为其抗寒性的鉴定指标,而是应根据其他抗寒性鉴定指标进行综合分析,有目的地选择,以减少损失。

### 参考文献

- [1] 刘自成,杨斌,孟建军,等. 陇东冬小麦良种产业化扩繁供应体系建设的途径[J]. 陇东学院学报, 2015, 26(1): 1-3.
- [2] 黄瑾,骆惠生,张勃,等. 普通小麦芒的遗传分析[J]. 甘肃农业科技, 2011(2): 11-12.
- [3] 李春燕,陈思思,徐雯,等. 苗期低温胁迫对扬麦 16 叶片抗氧化酶和渗透调节物的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(12): 2293-2298.
- [4] 崔红. 小麦抗寒性研究进展[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(2): 16-19.
- [5] 朱政,蒋家月,江昌俊,等. 低温胁迫对茶树叶片 SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(1): 24-26.
- [6] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2006.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2007.
- [8] 薛香,吴玉娥,郝庆炉. 不同类型小麦品种的主要抗寒性生理指标[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(7): 68-70.
- [9] 江福英,李延,翁伯琦. 植物低温胁迫及其抗性生理[J]. 福建农业学报, 2002, 17(3): 190-195.
- [10] 张明生,彭忠华,谢波,等. 甘薯离体叶片失水速率及渗透调节物质与品种抗旱的关系[J]. 中国农业科学, 2004, 37(1): 152-156.
- [11] 姜丽娜,张戴静,宋飞,等. 不同品种小麦叶片对拔节期低温的生理响应及抗寒性评价[J]. 生态学报, 2014, 34(15): 4251-4261.