

# 大麦新矮源华矮 11 的耐寒性研究

韩永璞, 雷成军

(天祝藏族自治县农业技术推广中心, 甘肃 天祝 733299)

**摘要:** 以母本华矮 11、父本华大麦 6 号和华矮 11/华大麦 6 号 122 个株系的 DH 群体为研究对象, 通过调查耐寒相关形态指标来选择耐寒性强的大麦株系。结果表明, 大麦苗期幼苗匍匐性越好, 其耐寒性也越强, 更能安全度过低温寒害; 返青期前, SPAD 值与其耐寒程度呈显著正相关; 成熟期空秕率、产量与 SPAD 值相关性不显著, 说明该株系的耐寒性遗传受多种数量基因的影响。

**关键词:** 大麦; 新矮源; 华矮 11; 耐寒性; 匍匐性; SPAD 值

**中图分类号:** S512.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)04-0056-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.04.014](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.04.014)

## Study on Cold Tolerance of Huaai 11 in Barley New Dwarf Germplasm

HAN Yongpu, LEI Chengjun

(Tianzhu Agricultural Technology Extension Center, Tianzhu Gansu 733299, China)

**Abstract:** The DH population of 122 lines of female Huaai 11, male Huadamai 6 and Huaai 11/Huadamai 6 was used as the research objects. The barley lines with strong cold tolerance were selected by investigating the morphological indexes related to cold tolerance. The research indicates that the better the creeping ability of barley seedlings, the stronger the cold tolerance at the seedling stage, and the better the safety to survive the cold injury; SPAD value was positively correlated with cold tolerance degree before the greening stage. There was no significant correlation between empty abortive rate, yield and SPAD value at maturity stage, indicating that the cold tolerance heredity of this strain was affected by a variety of quantitative genes.

**Key words:** Barley; New dwarf germplasm; Huaai 11; Cold tolerance; Creeping; SPAD value

收稿日期: 2021-01-26; 修订日期: 2021-03-10

**作者简介:** 韩永璞(1990—), 男, 甘肃古浪人, 助理农艺师, 主要从事农业技术示范与推广工作。联系电话: (0)13893589381。Email: 615868867@qq.com。

**通信作者:** 雷成军(1985—), 男, 甘肃永登人, 农艺师, 主要从事农业技术示范与推广工作。联系电话: (0)15025952992。Email: lcj985@126.com。

- 产业现状及发展建议[J]. 甘肃农业科技, 2017(1): 65-69.
- [4] 雷 蕾, 李剑萍, 马力文, 等. 宁夏中宁县县枸杞精细化气候区划[J]. 经济林研究, 2020, 38(3): 104-111.
- [5] 中华中医药学会. 道地药材宁夏枸杞: T/CACM1020.6—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- [6] 刘 赛, 雷捷惟, 陈 君, 等. 宁夏回族自治区中宁县县枸杞红瘿蚊生物学特性及发生规律[J]. 植物保护学报, 2020, 47(2): 446-454.
- [7] 包维斌, 白一茹, 杨 帆, 等. 宁夏中宁县枸杞林地粉壤土阳离子交换量空间分布预测方法对比[J]. 生态学杂志, 2020, 39(4): 1377-1386.
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [9] 李香芳, 李栋梁, 段晓凤, 等. 宁夏枸杞生长季气候变化特征及其影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(12): 1789-1798.

(本文责编: 郑立龙)

大麦作为世界上第四大谷类作物,其种质资源丰富,变种类型多样,通常被视为喜冷凉性作物。低温会导致大麦产生多方面的损害,而其中光合作用就是最为显著的一方面。首先低温会直接影响叶绿体内囊体膜结构,进而影响光合电子传递链的完整性,从而使得叶绿素含量合成受阻。叶绿素是植物光合作用中吸收光的主要色素,是植物固定光能过程的第一步,最终导致光系统 I、光系统 II 和光化学反应与暗反应过程中涉及的酶系统产生抑制甚至伤害,为弥补在低温环境下所受的影响,就必须提高光合作用效率。借助高光合作用才能提供大麦用以克服低温环境所需的能量,从而协调平衡代谢源库关系<sup>[1-2]</sup>。研究证明,在植物体内叶绿素含量处于不断合成和分解的动态平衡,如果植物的光合机能被破坏,植物就会萎蔫枯黄甚至死亡<sup>[3]</sup>,因此借助测定叶绿素含量可以间接鉴别出大麦的耐寒性强弱。针对大麦的相关研究主要是对源于青藏高原地区华矮 11 的抗倒伏性、抗病虫草害、丰产因素的分析<sup>[4]</sup>。我们以母本新型矮源华矮 11、父本华大麦 6 号和华矮 11/华大麦 6 号 122 个株系的 DH 群体为对象,研究了低温胁迫下大麦的耐寒性遗传机理,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为母本新型矮源华矮 11、父本华大麦 6 号和华矮 11/华大麦 6 号 122 个株系的 DH 群体,均由华中农业大学麦类作物分子生物技术实验室提供。

### 1.2 试验地点

试验设在华中农业大学麦作试验基地,试验田地势平坦,肥力中等均匀。

### 1.3 试验方法

试验采用完全随机区组设计,3 次重复,各处理均以条播的方式种植 2 行,行长 1.5 m,行距 15 cm。苗期对各重复随机抽样并挂牌,以便对成熟期考种的相关数据与其

他指标做对比分析,样本容量为 6。同时将 122 个株系按编号在室内常温下种植,每个株系种植 6 株,返青期测定叶片 SPAD 值,用以比较低温胁迫下大田植株的 SPAD 变化。

## 1.4 取样与测定

**1.4.1 形态指标** 苗期对幼苗的生长习性(匍匐性)、死株/枯茎率等与耐寒相关的形态指标进行调查<sup>[5-9]</sup>。分匍匐性目测调查和二次计数鉴定死株率[(取样范围内死亡株数/取样范围内总株数)×100%]、枯茎率[(取样范围内死亡茎数/取样范围内总茎数)×100%]。

**1.4.2 生理性状指标** 返青期前借助光电无损检测法(SPAD-502 Plus 叶绿素测量仪)对植株叶片进行叶绿素含量(SPAD 值)的测定。

**1.4.3 农艺性状指标** 成熟期收获考种测产,并对有效穗、单株实粒数、结实率、单株粒重、千粒重、空秕率等与耐寒相关的农艺性状进行调查。

## 1.5 数据分析

使用 Excel 进行数据整理与统计,采用 SPSS 分析大田各株系性状及产量构成要素与耐寒性之间的差异性和相关性。

## 2 结果与分析

### 2.1 耐寒性相关形态指标

由图 1 可见,华矮 11/华大麦 6 号 122 个株系的 DH 群体 3 次重复间匍匐性状差别不大,DH 群体中的绝大多数株系均表现为

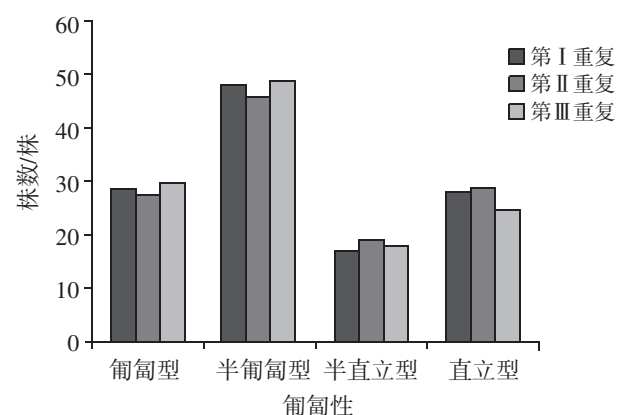


图 1 DH 群体中各个株系匍匐类型次数分布

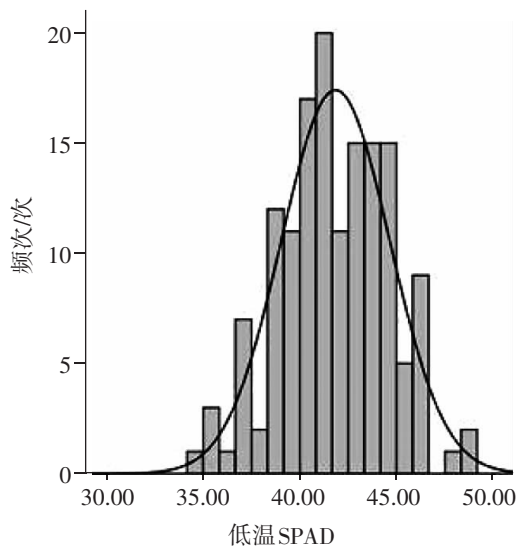
半匍匐型，有近 1/4 的株系表现为匍匐型，性状分离没有明显规律。

调查统计结果表明，华矮 11/ 华大麦 6 号 122 个株系的 DH 群体在返青期前总茎数为 3 396 个，返青期后总茎数为 3 156 个，田间死株率为 1.15%；枯茎率为 7.07%，明显低于目前甘肃广泛推广种植品种甘啤 5 号 (10%左右)，证明这个 DH 群体有着较好的耐寒性。

通过表 1 可以看出，母本(华矮11)的耐寒性较父本(华大麦6号)优良，有着较强的耐寒能力。虽然在 DH 群体中耐寒性状出现分离，但还是有 15 个株系的耐寒性为 0 级，且这些株系耐寒性与母本一样甚至更优。由此可知，华矮 11 是耐寒性较好的大麦品种。

表 1 大麦双亲及 DH 群体各株系的耐寒性

耐寒性	亲 本		DH 群体中的株系 / 个
	华矮 11 / 株	华大麦 6 号 / 株	
0 级	6	0	15
1 级	0	0	32
2 级	0	6	58
3 级	0	0	16
4 级	0	0	1
5 级	0	0	0
平均程度/级	0	2	2.32



## 2.2 耐寒性相关生理指标

分析低温条件下和常温条件下 SPAD 值分布发现，低温下 SPAD 值整体趋于 42 左右，且集中性较好；而常温下 SPAD 值趋于 38 左右，而集中性较为分散(图 2)。

从表 2 可知，在室内外不同温度条件下 DH 群体 SPAD 值差异极显著 ( $F=161.11 > F_{0.01}=6.75$ )。一定条件下，低温会造成大麦植株叶片叶绿素含量的增加，进而提供维持其抵御低温所需的能量。在一定范围内，温度越低叶绿素含量越高，耐寒性状也就越好。

表 2 不同温度条件下 DH 群体叶片 SPAD 值的方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	$F$	$F_{0.01}$
不同温度组间	1	1 942.63	1 942.63	161.11**	6.75
组内误差	242	3 520.86	12.06		
总变异	243	5 463.49			

## 2.3 耐寒性状相关农艺性状

方差分析结果(表 3)表明，空秕率与 SPAD 值差异不显著 ( $F=0.188 < F_{0.05}=0.665$ )，空秕率受多种因素影响，大麦耐寒性是数量性状，株系间存在一定的差异。耐寒性是数量遗传基因或质量基因综合作用和作用累加的结果，SPAD 值可以作为耐寒性的鉴定方

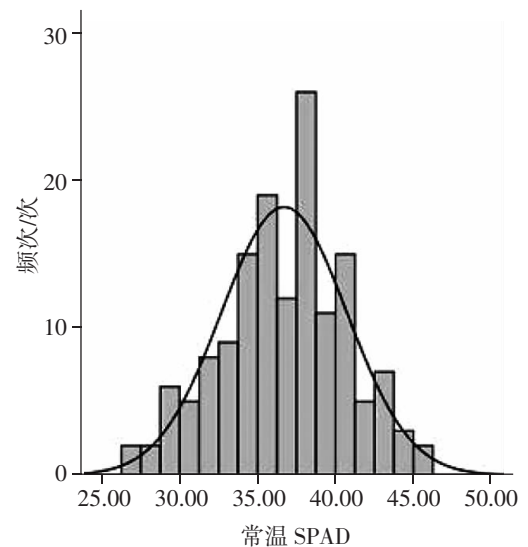


图 2 低温和室温条件下 DH 群体叶片 SPAD 值分布

法,但不能作为反映空秕率的指标。

表 3 空秕率与 SPAD 值方差分析

变异来源	Ⅲ类平方和	自由度	均方	F	F <sub>0.05</sub>
空秕率	1.767	1	1.767	0.188	0.665
误差	1 127.259	120	9.394		
总计	21 509.06	122			
修正后总计	1 129.026	121			

从表 4 可以看出,在不同温度环境下,大麦叶片 SPAD 值差异显著,但其 DH 群体 SPAD 值变异系数小(均小于 0.12),SPAD 可以作为衡量耐寒性的指标。单株产量、空秕率和千粒重变异系数较大,分别为 0.329、0.445、0.340,但直观上很难发现之间的相互联系,需要进一步进行相关性分析。

相关分析(表 5)表明,SPAD 和空秕率之间呈正相关(大于 0),但关系较弱;产量与空秕率、SPAD 值之间呈负相关(小于 0),但

相关性不显著;千粒重和空秕率之间呈负相关,且负相关显著。

从表 6 看出,对比 DH 群体中各耐寒性状的平均值,DH 群体中匍匐性好、SPAD 值高、空秕率低、单株产量高的株系分别是株系 43、株系 54、株系 60、株系 69、株系 119 等 5 个株系,除株系 54 为半匍匐型外,其余均为匍匐型。SPAD 值为 44.09 ~ 46.64,较 DH 群体平均值增加 5.33% ~ 11.42%;空

表 6 DH 群体中耐寒综合性优良的株系

株系	匍匐性	SPAD 值	空秕率 /%	单株产量 /g
43	匍匐型	45.23	12.77	14.27
54	半匍匐型	44.57	10.73	16.88
60	匍匐型	46.64	14.82	13.17
69	匍匐型	45.09	5.37	15.57
119	匍匐型	44.09	21.69	21.52
DH 群体平均值	半匍匐型	41.86	22.58	13.10

表 4 DH 群体抗寒相关性状的表型值

供试材料	低温 SPAD 值	常温 SPAD 值	单株产量 /g	空秕率 /%	千粒重 /g
母本华矮 11	41.190	37.630	17.020	23.000	55.94
父本华大麦 6 号	40.900	34.120	11.860	31.000	31.94
DH 群体最小值	34.680	26.430	4.100	5.000	14.62
DH 群体最大值	48.790	46.180	28.430	63.000	71.75
DH 群体平均值	41.840	36.700	13.150	26.000	35.24
DH 群体标准差	2.807	4.029	4.320	0.120	11.985
DH 群体方差	7.882	16.233	18.662	0.010	143.642
DH 群体偏度	-0.117	-0.142	0.547	0.910	0.745
DH 群体峰度	-0.221	-0.264	0.535	1.270	-0.002
DH 群体变异系数	0.067	0.110	0.329	0.445	0.340

表 5 不同耐寒指标之间的相关系数

指标	低温 SPAD 值	常温 SPAD 值	产量	空秕率	千粒重
低温 SPAD 值	1.000 0				
常温 SPAD 值	0.258 1	1.000 0			
产量	-0.171 0	-0.096 6	1.000 0		
空秕率	0.039 7	-0.086 2	-0.096 4	1.000 0	
千粒重	0.264 3	0.143 6	-0.108 5	-0.311 4	1.000 0

秕率为 5.37% ~ 21.69%，较 DH 群体平均值降低 0.89 ~ 17.21 百分点；单株产量为 13.17 ~ 21.52 g，较 DH 群体平均值增加 0.07 ~ 8.42 g，增幅为 0.53% ~ 64.27%。

### 3 结论与讨论

研究表明，大麦苗期幼苗匍匐性与其耐寒害程度呈极显著相关，匍匐性越好，其耐寒性也越强，越能安全地度过低温寒害。SPAD 值与耐寒程度极显著相关。在不同温度条件下，DH 群体的变异系数小(小于 0.15)，并且低温下 SPAD 值比常温下 SPAD 值在群体中差异小，为 34.68 ~ 48.79，2 种性状均表现连续变异，呈现数量性状的特点，符合正态分布。耐寒性与空秕率相关性不大，主要与外界气温变化和其他环境因素相关，冷冻害程度越严重的株系空秕率就越高。花粉的正常发育与否也直接影响结实率，进而导致空壳产生。因此，匍匐性、SPAD 值、空秕率可以作为华矮 11 耐寒性的直观指标。温度变化时，DH 群体产量变异系数大(大于 0.12)，极值为 4.10 ~ 28.43；空秕率的群体变异系数也较大，极值为 0.05 ~ 0.63；千粒重群体变异系数也较大，极值为 14.62 ~ 71.75，分布较广泛，没有固定的模式，得不到准确的与其他性状的关系，有待进一步研究。

作物的耐寒性不但表现在外部形态上，还表现在生理性状和农艺性状上<sup>[10]</sup>。但决定耐寒性状表达的是其相关的基因。SPAD 值可以反映植物叶片中的叶绿素含量，SPAD 值越高，叶绿素含量也就越高，植物越健康，光合作用越强，产生的能量越多，也就对抵御低温耐寒能力越高<sup>[11]</sup>。大麦的耐寒性为多基因控制的数量性状，目前的研究都还局限于某一个或几个方面的机理<sup>[12]</sup>，在现实环境下并不能有效地将其运用于大田育种。突破这个瓶颈的关键在于结合 DH 群体相关耐寒性状，通过现代分子生物技术，探明耐寒性相关的数量基因的分子基础，从

而进行 QTL 精细定位。

### 参考文献：

- [1] 裴宝弟, 张雯, 史瑞雪. 冬小麦寒害和抗寒性生化机理研究[J]. 山西农业大学学报, 2000(3): 288-290.
- [2] 巨伟, 杨彩凤, 赵勇, 等. 低温胁迫下冬小麦叶片细胞膜透性与抗寒性的相关研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(19): 11416-11417.
- [3] 戴飞. 大麦耐低温种质资源筛选和耐性机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [4] 任喜峰. 大麦新矮源“华矮 11”主要性状的遗传分析和大麦抽穗期性状的 QTL 定位[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [5] 蒋志春, 辛艳, 吕志梅, 等. 冬小麦抗寒性级别划分与鉴定试验[J]. 天津农林科技, 2005(1): 7-8.
- [6] А П СТАУЕВКО, 李森, 李强. 改进冬小麦的抗寒性鉴定方法[J]. 麦类作物学报, 1993(4): 15-16.
- [7] 李卓夫, 付连双, 王晓楠, 等. 高寒地区冬小麦抗寒育种研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(8): 141-147.
- [8] 任永波, 段拥军. 作物抗寒性鉴定指标的分类及应用[J]. 西昌农业高等专科学校学报, 2002(2): 43-46.
- [9] 严俊, 胡明亮, 张玲玲. 不同生态条件下大麦品种的适应性研究[J]. 大麦与谷类科学, 2011(1): 13-15.
- [10] 徐银萍, 潘永东, 任诚, 等. 干旱胁迫和复水对啤酒大麦产量品质及叶绿素含量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2019(6): 19-24.
- [11] 张丽华, 梁双波, 崔永增, 等. 黄淮海南部小麦抗寒性比较及指标筛选[J]. 中国农学通报, 2014, 30(12): 77-81.
- [12] 倪胜利, 张国宏, 李兴茂. 小麦抗寒性研究概述[J]. 甘肃农业科技, 2008(8): 23-26.

(本文责编: 郑立龙)