

## 25 份青稞品种对大麦黄矮病毒的抗性鉴定与评价

周天旺<sup>1,2</sup>, 王春明<sup>1,2</sup>, 李景功<sup>3</sup>, 马建国<sup>3</sup>, 郭成<sup>1,2\*</sup> (1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃兰州 730070; 2. 农业部天水作物有害生物科学观测实验站, 甘肃甘谷 741299; 3. 甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要** [目的]明确不同青稞品种抗大麦黄矮病毒的差异。[方法]于2018年采用田间人工接种法对25份青稞品种进行由大麦黄矮病毒(barley yellow dwarf virus, BYDV)引起的青稞黄矮病的田间抗性鉴定和评价。[结果]在供试25个品种中未监测到免疫(IM)和高抗(HR)材料;仅1份材料康青7号表现抗(R);云枝黑青稞、北青8号、甘青4号、藏青320、昆仑1号、长青裸大麦、黄青2号、藏青148、牡丹青稞、甘青3号、青海黄、北青6号、北青7号、昆仑15号和甘青2号15份材料表现中抗(R);甘青1号、新民元稜、双胚青稞、黄青1号、柴青6号、肚里黄、康青3号和冬青8号8份材料表现感(S);1份品种喜马拉雅6号表现高感(HS),分别占供试材料的4.0%、60.0%、32.0%和4.0%。将25份青稞品种进行聚类分析,结果表明,以最长距离0.65作为最佳分割点,将试验品种分为1个抗病品种、15个中抗品种、8个感病品种和1个高感品种,与抗性类型完全吻合。[结论]获得的这些有效抗病品种,为品种的合理布局及抗病育种提供核心抗源。

**关键词** 青稞;大麦黄矮病毒;抗性;评价

**中图分类号** S432.4<sup>+</sup>1 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)07-0152-02

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.07.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Identification and Evaluation of *Hordeum vulgare* var. *nudum* Resistance to Barley Yellow Dwarf Virus

ZHOU Tian-wang<sup>1,2</sup>, WANG Chun-ming<sup>1,2</sup>, LI Jing-gong<sup>3</sup> et al (1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, Ministry of Agriculture, Gansu, Gansu 741299; 3. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract** [Objective] To confirm the barley yellow dwarf virus-resistance differences among *Hordeum vulgare* var. *nudum* varieties. [Method] Using the artificial inoculation method under field conditions in 2018, 25 copies resistance were screened and evaluated for resistance to BYDV. [Result] There was no immune material and highly resistant material. Only one Kangqing 7 was resistant. 15 materials were moderately resistant, such as Yunlengheiqingke, Beiqing 8, Ganqing 4, Zangqing 320, Kunlun 1, Changqingnuodabai, Huangqing 2, Zangqing 148, Mudanqingke, Ganqing 3, Qinghaihuang, Beiqing 6, Beiqing 7, Kunlun 15 and Ganqing 2. 8 materials were susceptible, including Ganqing 1, Xinyinuanleng, Shuangpeiqingke, Huangqing 1, Chaiqing 6, Dulihuang, Kangqing 3 and Dongqing 8. Ximalaya 6 was highly susceptible. The percentage was 4.0%, 60.0%, 32.0% and 4.0% relative to all tested materials, respectively. The clustering analysis result showed that 25 highland barley varieties were grouped into four groups of 1 resistant, 15 moderately resistant, 8 susceptible and 1 highly susceptible at grouping point 0.65 longest distance for resistance BYDV. The same disease resistance resources were completely consistent with the same types. [Conclusion] The study provides core resource for breeding for disease resistance and varieties of reasonable layout because of obtained these effective resistance varieties.

**Key words** *Hordeum vulgare* var. *nudum*; BYDV; Resistance; Evaluation

青稞(*Hordeum vulgare* var. *nudum* . f.)又称裸大麦,主要种植在我国西藏、青海、四川、甘肃、云南等地,为粮饲兼用型禾本科大麦属作物<sup>[1]</sup>。它是青藏高原海拔4 500 m以上地区唯一能正常成熟的粮食作物,是我国藏族人民口粮和畜牧饲料的主要来源<sup>[2]</sup>。作为青藏高原的第一大作物,其种植面积约2 366.67万hm<sup>2</sup>,产量达100万t,在高原地区的农民增收致富和畜牧业可持续发展中占有重要地位<sup>[3]</sup>。同时,对草地退化治理及生态建设起着极其重要的作用。

大麦黄矮病(barley yellow dwarf virus, BYDV)为引起世界性麦类作物病害之一,是大麦、小麦、青稞、玉米等禾本科作物发生极为普遍和分布较广的病毒性病害之一,作物感染BYDV后,表现出植株矮缩、叶片黄化和有效分蘖减少等症状,从而导致作物减产和饲草品质降低<sup>[4-6]</sup>。种植抗病品种是病害防治的有效手段,减少了化学农药的使用,而鉴定和评价品种的抗病性则是品种合理布局需要解决的关键问题。

国内外有关青稞抗大麦黄矮病毒的鉴定与评价鲜见报道,梅红等<sup>[7]</sup>于2004和20105年对61份青稞品种进行了抗BYDV鉴定与评价,发现17份种质对BYDV表现出不同程度的抗性,44份种质表现易感BYDV。但具备突出抗BYDV特性的品种严重匮乏,需要广泛搜集、挖掘和鉴定。在未来育种中可以利用的大麦黄矮病毒抗源仍是青稞品种鉴定的重要工作之一。为此,笔者于2018年利用人工接种法对25份青稞品种进行了抗BYDV鉴定,旨在掌握品种的抗病能力,以期作为品种的合理布局及该病害的综合防控提供科学依据和技术支撑。

#### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试青稞品种25份,由甘肃省农业科学院植物保护研究所收集并保存。

#### 1.2 试验方法

**1.2.1 鉴定圃设计。**鉴定圃设在甘肃省兰州市榆中县(甘肃省农业科学院榆中园艺试验场),属于温带半干旱气候,年均气温6.7℃,降水量400mm,无霜期120d。于2018年4月28日进行田间春播,株距50cm,行距30cm,单行播种100粒,设3次重复。鉴定圃四周设有保护行。

**1.2.2 接种体制备和保存。**2018年4月上旬采集田间具有

**基金项目** 国家重点研发计划项目(2017YFD0201808);甘肃省科技厅青年科技基金计划项目(18JR3RA258)。

**作者简介** 周天旺(1967—),男,甘肃榆中人,助理研究员,从事作物抗病性鉴定研究。\*通信作者,助理研究员,在读博士,从事作物病害及抗病性鉴定研究。

**收稿日期** 2018-11-16

典型大麦黄矮病毒症状的植株,移栽至种植“燕 2007”的小拱棚内,同时采集田间麦二叉蚜(*Schizaphis graminum*)、禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi*)和麦无网长管蚜(*Metopolophium dirhodum*),分别接种至小拱棚内种植的“燕 2007”上饲养、繁殖和传毒。

**1.2.3 饲毒及接种。**于 2018 年 6 月 15 日在青稞拔节期进行人工接种,将大量扩繁在“燕 2007”上带有大麦黄矮病毒(BYDV)的蚜虫,用毛笔轻轻扫落在被鉴定青稞材料上,每株青稞接种混合蚜虫 5~8 头。

**1.2.4 病害调查及平均严重度计算。**于 2018 年 7 月 25 日在青稞灌浆后期进行调查病害,每份材料逐株调查 25 株,记载每株发病的严重度,并计算群体的平均严重度。严重度分级标准和评价标准参考中华人民共和国农业行业标准 NY/T1443.6—2007·小麦抗黄矮病评价技术规范<sup>[4]</sup>。0 级:所有青稞叶片无黄化;1 级:部分青稞叶片尖端黄化;2 级:旗叶下 1~2 片叶的叶尖黄化;3 级:青稞旗叶黄化面积占旗叶总面积的 1/2 以下,其他叶片黄化面积占总叶面积 1/2 以下;4 级:青稞旗叶黄化面积占旗叶总面积的 1/2 以上,其他叶片黄化面积占总叶面积 1/2 以上;5 级:几乎所有青稞叶片完全黄化,植株矮化显著,穗变小甚至不抽穗。

平均严重度计算公式: $\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n X_i}$ ,式中, $\bar{S}$  为平均严重度; $i$  为病级数(1~n); $X_i$  为病情  $i$  级的单元数; $S_i$  为病情  $i$  级的严重度值。

抗性评价标准是依据青稞成株期鉴定材料的平均严重度分级评价其抗性水平,具体评价标准: $\bar{S} = 0$ ,免疫(IM); $0 < \bar{S} < 1.0$ ,高抗(HR); $1.0 \leq \bar{S} < 2.0$ ,抗(R); $2.0 \leq \bar{S} < 3.0$ ,中抗(MR); $3.0 \leq \bar{S} < 4.0$ ,感(S); $\bar{S} \geq 4.0$ ,高感(HS)。

## 2 结果与分析

**2.1 青稞品种抗大麦黄矮病毒的鉴定结果** 由表 1 可知,在供试 25 个品种中未监测到免疫(IM)和高抗材料(HR);仅 1 份材料康青 7 号表现抗(R),与其他抗性品种间差异显著( $P < 0.05$ );云枝黑青稞、北青 8 号、甘青 4 号、藏青 320、昆仑 1 号、长青裸大麦、黄青 2 号、藏青 148、牡丹青稞、甘青 3 号、青海黄、北青 6 号、北青 7 号、昆仑 15 号和甘青 2 号 15 份材料表现中抗(MR),中抗各品种间差异不显著( $P > 0.05$ );甘青 1 号、新民元稜、双胚青稞、黄青 1 号、柴青 6 号、肚里黄、康青 3 号和冬青 8 号表现感(S),其中新民元稜与感病品种中其他品种抗性差异显著( $P < 0.05$ ),其他感病品种之间抗性差异不显著( $P > 0.05$ );1 份品种喜马拉雅 6 号表现高感(HS),与其他品种间抗性差异显著( $P < 0.05$ ),分别占供试材料的 4.0%、60.0%、32.0%和 4.0%。

**2.2 青稞品种对大麦黄矮病毒的抗性评价** 选取不同品种青稞材料 25 份,根据其对大麦黄矮病的抗性反应表型相似程度的差异,以最长距离法  $\lambda = 0.65$ ,可以将 25 份材料用聚类分析法绘成谱系图(图 1)。其中第 1 类为抗性材料,为康青 7 号,病情指数为 1.65;第 2 类为中抗材料,由昆仑 1 号、甘青 2 号、青海黄、长青裸大麦、云枝黑青稞、牡丹青稞、北青 8 号、藏青 148、藏青 320、甘青 4 号、北青 6 号和黄青 2 号等共

15 份材料组成,病情指数在 2.20~2.93;第 3 类为感病材料,分别为冬青 8 号、康青 3 号、柴青 6 号、肚里黄、黄青 1 号、双胚青稞、甘青 1 号和新民元稜共 8 份材料,病情指数在 3.03~3.58;第 4 类为高感病材料,由喜马拉雅 6 号共 1 份材料组成。

表 1 25 份青稞品种对大麦黄矮病毒的抗性  
Table 1 Resistance of 25 highland barley varieties to BYDV

编号 No.	品种 Varieties	平均 严重度 Mean severity	抗性 Resi- stance	编号 No.	品种 Varieties	平均严 重度 Mean severity	抗性 Resi- stance
1	康青 7 号	1.65 k	R	14	甘青 4 号	2.77 defgh	MR
2	甘青 2 号	2.2 j	MR	15	北青 6 号	2.85 cdefg	MR
3	青海黄	2.23 j	MR	16	黄青 2 号	2.93 cdefg	MR
4	昆仑 1 号	2.25 ij	MR	17	冬青 8 号	3.03 cdef	S
5	长青裸大麦	2.3 hij	MR	18	康青 3 号	3.07 cdef	S
6	云枝黑青稞	2.47 ghij	MR	19	柴青 6 号	3.08 cdef	S
7	牡丹青稞	2.47 ghij	MR	20	肚里黄	3.22 bede	S
8	北青 7 号	2.58 fghij	MR	21	黄青 1 号	3.23 bed	S
9	昆仑 15 号	2.58 fghij	MR	22	双胚青稞	3.25 bed	S
10	甘青 3 号	2.6 fghij	MR	23	甘青 1 号	3.32 bc	S
11	北青 8 号	2.63 fghij	MR	24	新民元稜	3.58 b	S
12	藏青 148	2.65 fghij	MR	25	喜马拉雅 6 号	4.88 a	HS
13	藏青 320	2.73 efghi	MR				

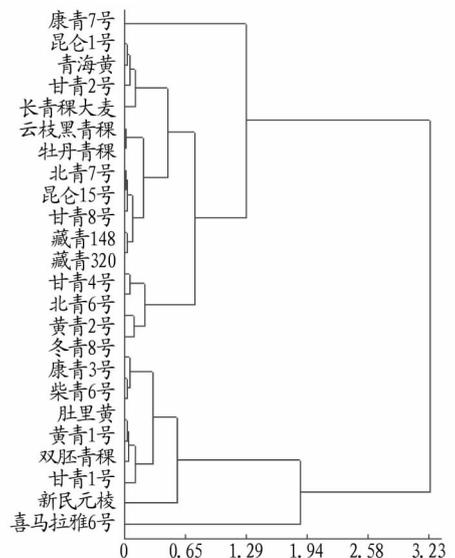


图 1 青稞品种对大麦黄矮病抗性最长距离法聚类分析

Fig. 1 The clustering analysis on the disease resistance of highland barley varieties by Longest Distance Method (LDM)

## 3 结论与讨论

徐云等<sup>[8-9]</sup>通过防治蚜虫以达到防治大麦黄矮病毒病,切断 BYDV 的传播而有效控制青稞黄矮病。研究发现治蚜防病在高海拔地区难以应用,由于气温相对较低而影响防治效果,只能通过加大用量及用药次数,常此以往,不仅会提高蚜虫的抗药性,而且污染环境。因此,抗病品种的推广和使用,不仅减少了化学农药的投入和使用,而且为病害绿色

(下转第 158 页)

著影响。姜姗等<sup>[12]</sup>研究发现,45℃极端高温对西花蓟马亲代、F<sub>1</sub>代、F<sub>2</sub>代的种群参数均有显著影响。这与该研究结果相吻合,长时波动高温处理对害虫的繁殖有显著影响。

经长时波动高温处理后棕榈蓟马后代的种群增长力明显降低,棕榈蓟马后代种群数量显著降低。汪建超等<sup>[20]</sup>研究发现,在孤雌生殖和两性生殖2种生殖方式下43℃高温对西花蓟马后代的雌虫寿命和繁殖力均有很大影响。高温闷棚可有效降低棕榈蓟马后代种群,采用此方法进行防治应有较好效果。但同时应考虑高温处理后存活下来的种群是否会对高温产生更强的适应性或者是耐热性,因此应进一步研究高温处理后棕榈蓟马耐热性的产生及其作用机制,为科学治理棕榈蓟马提供理论依据。

研究表明,波动高温即使不能直接杀死棕榈蓟马,也可对其后代种群生长产生影响。目前在农业生产上也有许多农业技术工作者利用种植休闲时期进行较长时间的高温闷棚来防治棕榈蓟马。虽然高温闷棚是一种绿色经济的防治手段,且成本较低、操作简单,已被广泛应用于防治温室害虫,但在植物生长季节,应考虑棚内植物能够正常生长的温度范围,防止温度过高给植物带来的热损伤,以及害虫耐热性的产生和发展,农业技术工作者在进行高温闷棚时应综合考虑田间情况及预测害虫的发育历期,并科学合理调节棚内温度和闷棚时间,以达到最佳的防治效果。

#### 参考文献

- [1] 王泽华,石宝才,宫亚军,等. 棕榈蓟马的识别与防治[J]. 中国蔬菜, 2013(13): 28-29.
- [2] 赵钢. 蔬菜棕榈蓟马灾变规律及监控技术研究[D]. 扬州:扬州大学, 2003:42-45.
- [3] 何成兴,郭志祥,浦恩堂,等. 蔬菜棕榈蓟马种群动态及其防治技术研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S1): 116-119.

- [4] 房巨才. 山东单县发生棕榈蓟马[J]. 植保技术与推广, 1997(3): 42-43.
- [5] 秦玉洁,梁广文,吴伟坚. 节瓜蓟马的发生危害和防治策略[J]. 植物保护, 2002, 28(4): 21-22.
- [6] 张乃芹,于凌春,王明友. 十字花科蔬菜棕榈蓟马发生动态及综合防治[J]. 北方园艺, 2013(1): 144-146.
- [7] 陈丽芳,邵东华,段景攀,等. 温度对昆虫的影响[J]. 内蒙古林业科技, 2015, 41(2): 57-61.
- [8] 史彩华,胡静荣,张友军. 高温对昆虫生殖生理的影响及其在农业害虫防治中的展望[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(3): 24-32.
- [9] ROGERS D J, RANDOLPH S E. The global spread of malaria in a future, warmer world[J]. Science, 2000, 289(5485): 1763-1766.
- [10] FLEURAT-LESSARD F, LE TORC' H J M. Control of insects in post-harvest: High temperature and inert atmospheres [M]//VINCENT C, PANNETON B, FLEURAT-LESSARD. Physical control methods in plant protection. Heidelberg, Allemagne: Springer-Verlag, 2001.
- [11] FLEURAT-LESSARD F, DUPUIS S A. Comparative analysis of upper thermal tolerance and CO<sub>2</sub> production rate during heat shock in two different European strains of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. Journal of stored products research, 2010, 46(1): 20-27.
- [12] 姜姗,李帅,张彬,等. 极端高温对西花蓟马存活、繁殖特性及体内海藻糖、山梨醇含量的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(12): 2310-2321.
- [13] 张彬,陈露,万方浩,等. 高温处理西花蓟马若虫对其雌成虫寿命、繁殖力及后代发育的影响[J]. 植物保护, 2016, 42(1): 87-92.
- [14] CHI H, LIU H. Two new methods for the study of insect population ecology [J]. Bulletin of insect zoology, academia sinica, 1985, 24(2): 225-240.
- [15] CHI H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals [J]. Environmental entomology, 1988, 17(1): 26-34.
- [16] 杨丽红,黄海,王进军. 高温胁迫对柑橘全爪螨存活及生殖的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(4): 693-701.
- [17] 朱绍光,李照会,万方浩. 短时高温暴露对Q型烟粉虱存活和生殖适应性的影响[J]. 昆虫知识, 2010, 47(6): 1141-1144.
- [18] 马亚斌,孙丽娟,李洪刚,等. 高温对西花蓟马卵巢发育及卵黄蛋白含量的影响[J]. 昆虫学报, 2016, 59(2): 127-137.
- [19] 李定旭,雷喜红,徐艳彩,等. 短时高温对桃小食心虫生长发育与繁殖的影响[J]. 昆虫学报, 2014, 57(2): 218-225.
- [20] 汪建超,郑长英. 43℃高温对不同生殖方式下西花蓟马繁殖力的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2014, 31(3): 191-195.

(上接第153页)

防控和生态环境保护提供了技术支撑。该研究结果显示,在25份青稞品种中,无免疫和高抗品种,表明高抗BYDV病毒的青稞品种极度匮乏,需要进一步搜集国内外青稞品种进行抗性鉴定,从而挖掘高抗BYDV病毒的品种,为种质创新和抗性基因挖掘提供基础材料。

聚类分析的功能是建立一种分类方法,它将一批样品或变量按照它们在性质上亲疏程度进行分类<sup>[10]</sup>。该研究采用聚类分析方法对青稞品种的抗性进行了研究,在对25个材料进行抗大麦黄矮病的系统分析中,用最长距离法进行了聚类分析(利用DPS软件)。结果表明,25份材料可划分为4类。通过比较它们的谱系图和农业部颁布的小麦抗黄矮病评价技术规范划分的抗病类型,发现两者之间完全吻合,在谱系图上,抗性相同的品种全部划分在同一个类中,这为以平均病情级别为划分单元的品种抗性评价提供新的方法。

#### 参考文献

- [1] 刘梅金. 甘南州青稞生产与发展思路[J]. 西藏农业科技, 2011, 33(1): 16-19.
- [2] 刘新春,赖运平,余毅,等. 青稞籽粒饲草性状遗传特征[J]. 草业科学, 2018, 35(6): 1425-1434.
- [3] 王保爱. 青稞茎秆力学特性及收获割台设计研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2018:1.
- [4] OVESNÁ J, VACKE J, KUCERA L, et al. Genetic analysis of resistance in barley to barley yellow dwarf virus[J]. Plant breeding, 2000, 119(6): 481-486.
- [5] SIP V, SIRLOVA L, CHRPOVA J. Screening for barley yellow dwarf virus-resistant barley genotypes by assessment of virus content in inoculated seedlings[J]. Journal of phytopathology, 2006, 154(6): 336-342.
- [6] 田士林,李莉. 关中地区小麦黄矮病的发生与防治[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9302, 9304.
- [7] 梅红,木德伟,李学毅,等. 云南青稞种质抗大麦黄矮病抗性鉴定研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S1): 25-30.
- [8] 徐云,木德伟,梅红,等. 青稞蚜虫及黄矮病发生规律及防治技术研究[J]. 西南农业学报, 2004, 17(1): 41-44.
- [9] 徐云,木德伟,梅红,等. 迪庆青稞黄矮病和介体蚜虫发生规律及防治技术[J]. 植物保护学报, 2003, 30(2): 219-220.
- [10] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京:科学出版社, 2002: 332-356.