

# 耐低温辣椒种质资源的快速筛选

张 茹<sup>1,2</sup>, 王兰兰<sup>1,2</sup>, 陈灵芝<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业园艺作物生物学与种质创制学科群西北地区蔬菜科学观测实验站, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 通过低温胁迫后辣椒的发芽率、发芽势分析供试材料的抗寒性, 利用已构建的抗寒方程筛选耐低温辣椒种质资源, 并以越冬栽培模式下的坐果率来验证。结果表明, 抗寒方程计算结果与坐果率调查结果重合率达 75%; 根据抗寒方程计算,  $Y \geq 80$  时为耐寒材料。该方法可适用于快速、大量的筛选耐低温辣椒种质资源。

**关键词:** 抗寒方程; 辣椒; 耐低温; 有效筛选

**中图分类号:** S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)04-0024-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.04.007

## Rapid Screening of Low Temperature Resistant Pepper Germplasm Resources

ZHANG Ru<sup>1,2</sup>, WANG Lanlan<sup>1,2</sup>, CHEN Lingzhi<sup>1</sup>

(1. Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Northwestern Regional Vegetable Science Observation Experimental Station of Horticultural Crops biology and Germplasm Creation Group of the Ministry of Agriculture, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The germination rate and germination potential of capsicum under low temperature stress were analyzed, and the germplasm resources of capsicum resistant to low temperature were screened by using the established cold resistance equation. The results showed that the coincidence rate between the calculated results of the cold equation and the fruit setting rate is 75%. According to the calculation of the cold-resistance equation, the cold resistant material is when  $Y \geq 80$ . The method can be used to rapidly and extensively screen the germplasm resources of low temperature resistant pepper.

**Key words:** Cold-resistance equation; Pepper; Low temperature resistance; Effective screening

辣椒是一种喜温蔬菜作物<sup>[1-3]</sup>, 最适生长温度 25 ~ 28 °C, 当遇到低温胁迫时会发生生长缓慢、果实膨大缓慢或停止发育、畸形果大量发生、落花落果等现象, 严重影响辣椒产量与品质, 给辣椒产业带来巨大的经济损失。随着全球气候变化, 我国北方地区

频频出现极寒天气, 影响冬季辣椒生产, 极需耐低温品种, 耐寒性成为北方地区辣椒品种的一个重要指标。近年来, 有关研究机构相继开展了辣椒耐寒性研究与耐低温品种选育。甘肃作为我国内陆蔬菜生产大省之一, 全省大力发展设施农业及反季节蔬菜种植,

收稿日期: 2019-10-28

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目(2017YFD0101903); 甘肃省农业科学院院列项目(2016 GAAS28); 甘肃省科技重大专项计划(17ZD2NA015)。

作者简介: 张 茹(1978—), 女, 甘肃兰州人, 副研究员, 主要从事辣椒育种研究工作。Email: zhangru@gsagr.ac.cn。

通信作者: 王兰兰(1962—), 女, 陕西岐山人, 研究员, 主要从事辣椒育种研究工作。联系电话: (0931)7616788。Email: lanlwang@126.com。

蔬菜品种的越冬性能直接影响全省蔬菜生产能力。甘肃位于西北高原内陆,冬季气温低,全省年平均气温 0~14℃,当冬季蔬菜市场需求最大时,正值全年气温最低,每年 12 月和次年 1 月低温持续通常在 20 d 以上,因此选育耐低温辣椒品种是保证冬季辣椒充足供应的根本措施,亦为增加椒农收入、实现乡村振兴强有力的保障之一<sup>[4-5]</sup>。为此,我们将耐寒性作为一个重要性状指标选育耐低温辣椒品种,并开展了辣椒耐寒性系列研究,如低温胁迫下种子发芽率、发芽势与低温胁迫下辣椒苗生理生化变化等,建立了快速筛选耐低温辣椒种质资源的方法<sup>[6]</sup>,利用已建立的筛选方法与越冬季辣椒产量相结合,进行耐低温辣椒品种筛选,以期加速选育耐低温辣椒品种提供支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试 30 份辣椒材料见表 1,均来自甘肃省农业科学院蔬菜研究所辣椒课题组。

表 1 供试辣椒材料

编号	材料名称	类型	编号	材料名称	类型
H1	2019C176	羊角椒	H16	2019C252	羊角椒
H2	2019C190	羊角椒	H17	2019C263	朝天椒
H3	2018A27	羊角椒	H18	2019C245	牛角椒
H4	2019C192	牛角椒	H19	2019C187	羊角椒
H5	2019C177	羊角椒	H20	2018A15	羊角椒
H6	2019C223	樱桃椒	H21	2018A67	羊角椒
H7	2019C225	羊角椒	H22	2019C181	羊角椒
H8	2018A43	羊角椒	H23	2019C194	羊角椒
H9	2019C210	牛角椒	H24	2019C222	羊角椒
H10	2019C178	羊角椒	H25	2018A18	羊角椒
H11	2019C180	羊角椒	H26	2019C246	线椒
H12	2019C183	羊角椒	H27	2018A46	羊角椒
H13	2019C227	线椒	H28	2018A32	羊角椒
H14	2019C224	羊角椒	H29	2018A3	羊角椒
H15	2019C226	羊角椒	H30	2019C179	线椒

### 1.2 试验方法

试验设在甘肃省武威市凉州区西营镇日光温室。于 2018 年 8 月下旬育苗,10 月上旬定植。采用高垄覆膜栽培方式,垄宽 80

cm,沟宽 40 cm,垄上种植 2 行,株距 40 cm。每个供试材料为 1 个处理,3 次重复,小区面积 4.8 m<sup>2</sup>。其他措施同当地日光温室常规。盛果期每个材料随机选取 10 株进行坐果率调查,落花、畸形均属发育不完全。

1.2.1 辣椒发芽期抗寒性研究 对供试辣椒材料进行发芽率及发芽势的测定。每品种挑选完整、饱满的种子 100 粒,分别置于 15、18、21℃ 下进行低温发芽,以 30℃ 下正常发芽为对照。设 3 次重复,计算发芽率、发芽势。

$$\text{发芽势} = N7/N \times 100\%$$

$$\text{发芽率} = N14/N \times 100\%$$

上式中 N7 为放入培养箱处理 7 d 发芽种子数, N14 为放入培养箱处理 14 d 发芽种子数, N 为每个处理的种子总数<sup>[1]</sup>。

1.2.2 抗寒方程的建立 对 15℃ 下的发芽率, 18℃ 下的发芽势, 18℃ 下的发芽率, 21℃ 下的发芽势和抗寒隶属函数均值进行逐步回归分析,建立抗寒方程。

## 2 结果与分析

### 2.1 坐果率

坐果率的大小直接反映辣椒对栽培环境的适应性,亦为反映耐低温性强弱的主要指标之一。受到低温的影响,坐果率会发生变化,落花、果实畸形等降低坐果率,从而影响辣椒产量与质量。通过图 1、表 2 可以看出,在越冬栽培条件下,参试的 30 份辣椒材料坐果率变化不同。其中 H24、H6 坐果率最高,均为 90%; H14、H15、H20、H22 坐果率在 85% 以上; H21、H5、H13、H29、H25、H19、H12、H18 的坐果率在 82% 以上; H7、H17 的坐果率为 80%。方差分析结果表明, H24 和 H6 与 H14、H15、H20、H22、H21、H5、H13、H29、H25、H19、H12、H18 的差异不显著,与 H28、H11、H23、H7、H17 的差异显著,与其余材料的差异均达极显著水平。

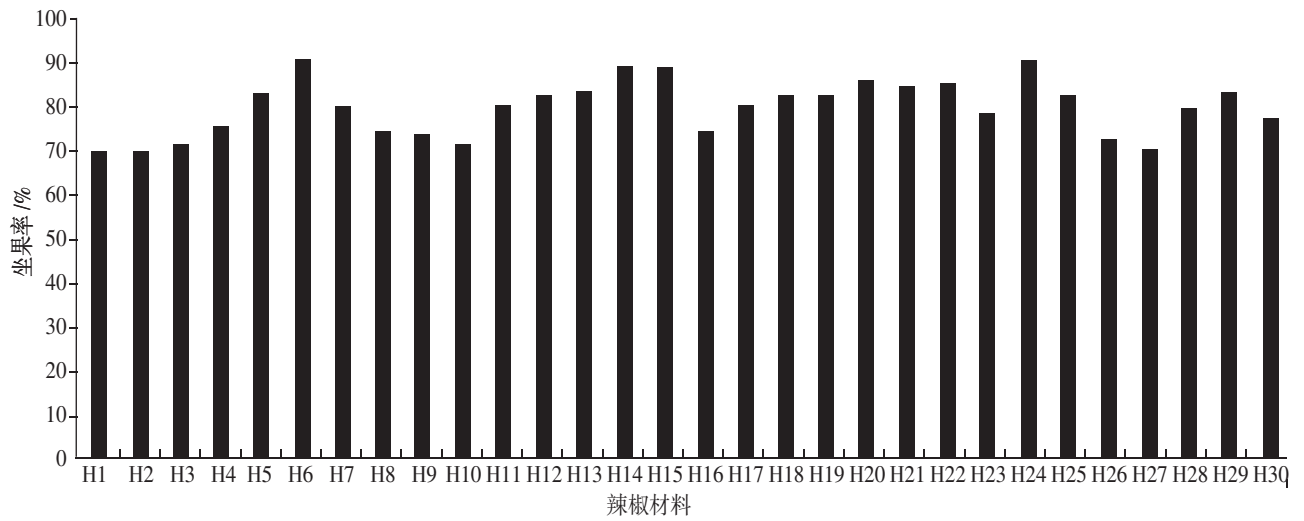


图 1 不同辣椒材料的坐果率

表 2 不同辣椒材料坐果率方差分析

编号	坐果率/%	5%显著水平	1%极显著水平	位次	编号	坐果率/%	5%显著水平	1%极显著水平	位次
H1	69	h	G	30	H16	73	fgh	CDEFG	23
H2	70	h	EFG	29	H17	80	bcdefg	ABCDEFGF	16
H3	71	gh	DEFG	27	H18	82	abcdef	ABCDEF	14
H4	75	defgh	CDEFG	21	H19	82	abcdef	ABCDEF	12
H5	83	abcde	ABCDE	8	H20	85	abc	ABC	5
H6	90	a	A	2	H21	84	abcd	ABCD	7
H7	80	bcdefg	ABCDEFGF	15	H22	85	abc	ABC	6
H8	74	efgh	CDEFG	22	H23	78	cdefgh	ABCDEFGF	19
H9	73	fgh	CDEFG	24	H24	90	a	A	1
H10	71	gh	DEFG	26	H25	82	abcdef	ABCDEF	11
H11	79	bcdefg	ABCDEFGF	17	H26	72	gh	CDEFG	25
H12	82	abcdef	ABCDEF	13	H27	70	h	EFG	28
H13	83	abcde	ABCDE	9	H28	79	bcdefg	ABCDEFGF	18
H14	89	ab	AB	3	H29	83	abcde	ABCDE	10
H15	88	ab	AB	4	H30	77	cdefgh	BCDEFG	20

2.2 简易抗寒方程建立

对 15℃下的发芽率，18℃下的发芽势及 18℃下的发芽率，21℃下的发芽势和抗寒隶属函数均值进行逐步回归分析，得到抗寒性与抗寒指标间的关系，其抗寒方程为： $Y = -55.30364 + 0.33359X_1 + 0.24961X_2 + 0.58922X_3 + 0.38981X_4$ 。其中  $X_1$  为 15℃下的发芽率， $X_2$  为 18℃下的发芽势， $X_3$  为 18℃下的发芽率， $X_4$  为 21℃下的发芽势。

为达到快速鉴定抗寒性，测定 18℃下的发芽参数，通过抗寒方程间接反映辣椒品种间抗寒隶属函数均值，可鉴定材料抗寒性强弱。简化方程为  $Y = -47.88 + 0.5134X_2 +$

$0.9722X_3$ 。

2.3 简易抗寒方程筛选结果

对供试材料 18℃下的发芽率、发芽势进行测定，代入简易方程计算抗寒力大小，计算 Y 值。从分析结果(表 3)可以看出，在 30 份辣椒材料中， $Y \geq 80$  的共有 15 份，根据 Y 值大小依次为 H24、H6、H29、H20、H25、H21、H30、H14、H15、H13、H26、H17、H23、H18 和 H7。

抗寒方程计算结果与坐果率调查结果重合率达 75%，意味着利用抗寒方程筛选耐低温辣椒材料筛选率达 75%。重合的辣椒材料为 H24、H6、H29、H20、H25、H21、H14、

表 3 不同辣椒材料发芽特性及抗寒性

编号	$X_2$	$X_3$	Y 值	位次	编号	$X_2$	$X_3$	Y 值	位次
H1	16 gH	58 gF	16.72	29	H16	1 iH	99 abAB	48.88	23
H2	12 hG	82 fE	38.00	28	H17	89 cBC	97 cdBC	92.12	12
H3	27 eD	96 dC	59.31	21	H18	82 eD	100 aA	91.44	14
H4	26 eD	85 eD	48.11	24	H19	67 cF	96 dC	79.85	16
H5	23 fE	100 aA	61.15	19	H20	89 cBC	100 aA	95.03	4
H6	100 aA	100 aA	100.68	1	H21	91 bB	98 abAB	94.12	6
H7	80 eDE	95 deC	85.55	15	H22	36 eB	98 bcABC	65.88	18
H8	1 iH	97 cdBC	46.94	25	H23	86 deC	98 bcABC	91.55	13
H9	6 iFG	56 gEF	9.64	30	H24	100 aA	100 aA	100.68	1
H10	25 eDF	78 fEF	40.79	27	H25	96 abAB	96 dC	94.74	5
H11	1 iH	97 cdBC	46.94	25	H26	84 eD	100 aA	92.47	11
H12	74 eDEF	86 deC	73.72	17	H27	24 fEF	89 cBC	50.97	22
H13	88 cdC	98 bcABC	92.57	10	H28	23 iH	100 aA	61.15	19
H14	87 dC	99 abAB	93.03	8	H29	92 bcB	99 abAB	95.60	3
H15	85 eCD	100 aA	92.98	9	H30	90 bcB	98 bcABC	93.60	7

H15、H13、H17、H18、H7。根据抗寒方程计算， $Y \geq 80$  时，为耐寒材料。

### 3 小结与讨论

通过低温胁迫后测定辣椒发芽率、发芽势，分析供试材料的抗寒性，通过越冬栽培调查辣椒的坐果率，分析其耐低温能力。结果显示，坐果率在 90% 以上辣椒材料有 16 份，在整个越冬过程中表现正常，属耐低温强的辣椒。其中 2019C222、2019C223 坐果率均为 90%，2019C224、2019C226、2018A15、2019C181 坐果率均在 85% 以上，2018A67、2019C177、2019C227、2018A3、2018A18、2019C187、2019C183、2019C245 的坐果率均在 82% 以上，2019C263、2019C225 坐果率均为 80%。根据抗寒方程计算，Y 值在 80 以上的材料有 15 份，分别为 2019C222、2019C223、2018A3、2018A15、2018A18、2018A67、2019C179、2019C224、2019C226、2019C227、2019C246、2019C263、2019C194、2019C245、2019C225。抗寒方程计算结果与坐果率调查结果重合的材料有 2019C222、2019C223、2018A3、2018A15、2018A18、2018A67、2019C224、2019C226、2019C227、2019C263、2019C245、2019C225。根据抗寒方程计算， $Y \geq 80$  时，为耐寒材料。

由于辣椒本身是一种喜温的蔬菜作物，进行耐低温相关研究本身存在一定的局限性。在生产上，耐低温直观表现为果实产量及商品性，越冬季栽培模式下产量高、商品性好，表明该品种的耐低温性好。对于种质资源筛选来说，进行全生育期栽培测定费时费力。本研究将低温胁迫下种质发芽特性为指标测定耐低温性，筛选率达 75%，表明该方法适用于快速、大量筛选耐低温辣椒种质资源。

### 参考文献：

- [1] 邹学校. 辣椒育种学[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [2] 刘克禄, 陈卫国, 田斌, 等. 氮磷钾配施对制种辣椒种子产量和质量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2015(10): 10-12.
- [3] 刘克禄, 陈卫国, 田斌, 等. 种植密度对甘科 5 号辣椒杂交制种产量和质量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2016(8): 20-22.
- [4] 王立浩, 马艳青, 张宝玺. 我国辣椒品种市场需求与育种趋势[J]. 中国蔬菜, 2019(8): 1-4.
- [5] 王立浩, 刘伟, 张宝玺. 我国辣椒种业科技发展现状、挑战及其思考[J]. 辣椒杂志, 2016(3): 1-6.
- [6] 张茹, 魏兵强, 陈灵芝, 等. 低温胁迫对辣椒种子发芽及苗期 6 个生理指标的影响[J]. 甘肃农业科技, 2017(12): 26-31.

(本文责编: 陈伟)