

## 低温对高纬度半干旱区玉米主栽品种种子萌发特性的影响

徐婷, 樊景胜, 连永利, 曲忠诚, 赵索, 杨慧莹 (黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江齐齐哈尔 161000)

**摘要** 以 19 个高纬度半干旱区玉米主栽品种为试材, 研究低温冷害对各品种玉米种子萌发特性的影响。结果显示, 随着温度的降低, 各品种的发芽率、发芽势、发芽指数均有不同程度的降低。其中依安县吉单 407、保收 606, 肇东市联达 F085、富尔 1 号, 肇州县泽农 9 号、五洲 102 这 6 个品种的发芽率、发芽势、发芽指数均受低温的影响较大。

**关键词** 玉米种子; 低温; 半干旱区

**中图分类号** S513 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)09-0025-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Effects of Low Temperature on Seed Germination Characteristics of Main Maize Varieties in High Latitude Semi-arid Regions

XU Ting, FAN Jing-sheng, LIAN Yong-li et al (Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161000)

**Abstract** Using 19 main corn varieties in high latitude and semi-arid areas as test materials, the effects of low temperature and chilling damage on the germination characteristics of various corn varieties were studied. The results showed that with the decrease of temperature, the germination rate, germination vigor and germination index of each variety decreased to varying degrees. Among them, the germination rate, germination vigor and germination index of the six varieties of Jidan 407 and Baoshou 606 in Yi'an County, Lianda F085 and Fuer No. 1 in Zhaodong City, Zenong No. 9 and Wuzhou 102 in Zhaozhou County were greatly affected by low temperature.

**Key words** Corn seed; Low temperature; Semi-arid area

近年来, 气候变暖引发的极端性气候事件频发, 如低温冷害<sup>[1]</sup>。低温影响玉米种子的萌发、幼苗生长、早期叶片发育和玉米的生长<sup>[2-3]</sup>。黑龙江西部地区为高纬度半干旱区, 玉米种植范围广, 单粒精播面积越来越大。由于种植时间早, 春季气温变化幅度较大, “倒春寒”现象时有发生, 对玉米种子萌发和幼苗生长有较大影响, 部分不耐低温品种则不能拱土发芽, 造成缺苗断垄, 导致严重减产。为此, 笔者对高纬度半干旱区 3 个有代表性区县的 19 个玉米主栽品种进行了低温冷害对玉米种子萌发特性影响的研究, 为耐低温品种选择及农民防寒减灾提供理论支持及技术指导。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 选择市场上有代表性的, 在黑龙江省肇东市、肇州县、依安县推广较好的玉米主栽品种 19 个, 分别为依安县南北 73、齐丰 1 号、中玉 990、保收 606、益农玉 10、吉单 407; 肇东市承单 813、联达 F085、富尔 1 号、京农科 728、嫩单 19、天农九; 肇州县东旭 10、泽农 9 号、五洲 102、中单 322、龙生 668、五洲 678、先玉 335。

**1.2 方法** 在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院实验室进行低温胁迫玉米种子发芽试验, 设定 25、15、8 °C 为胁迫温度, 其中 25 °C 为对照温度, 8 °C 为极限温度。各品种挑选 100 粒饱满的种子, 放入湿润滤纸培养皿内, 在室温避光吸涨 8 h 后, 转入低温培养箱进行避光发芽培养, 培养 7 d, 保持种子湿度。以露白(胚根突破种皮长出 0.5 cm)为标准, 以 25 °C 下发芽种子为对照, 记录发芽种子数, 直到 7 d 后为止。试验重复 3 次, 计算发芽率、发芽势、发芽指数。分别筛选出

依安县、肇州县、肇东市 3 地玉米种子萌发期抗低温性较弱, 对低温较敏感的玉米品种。

## 1.3 数据处理 各指标计算方法如下:

发芽率(%) = (发芽的种子数/供试种子总数) × 100%

发芽势(%) = (规定日期内发芽的种子数/供试种子总数) × 100%

发芽指数(GI) =  $\sum(G_t/D_t)$

式中,  $G_t$  为  $t$  时间内的发芽数,  $D_t$  为相应的发芽天数。

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据分析和处理。

## 2 结果与分析

**2.1 不同温度对玉米种子发芽率的影响** 由表 1 可知, 在 25 °C 条件下, 19 个品种发芽率均达到 95% 以上, 品种间未见明显差异; 15 °C 条件下, 各品种发芽率均有不同程度的降低; 8 °C 低温胁迫下, 各品种发芽率最低; 与 25 °C 相比, 8 °C 时各地区发芽率降幅较大的分别为依安县吉单 407(降低 15.56%)、保收 606(降低 16.58%), 肇东市联达 F085(降低 15.81%)、富尔 1 号(降低 15.76%), 肇州县泽农 9 号(降低 15.48%)、东旭 10(降低 14.13%)。由表中相对值可以看出, 依安县吉单 407、保收 606, 肇东市联达 F085、富尔 1 号, 肇州县东旭 10、泽农 9 号在 8 °C 时发芽率相对值最低, 这 6 个玉米品种发芽率在低温处理下影响较大。

**2.2 不同温度对玉米种子发芽势的影响** 发芽势的大小, 表明发芽速率的快慢, 是衡量种子活力强弱的重要指标<sup>[4]</sup>。由表 2 可知, 不同品种的发芽势, 随着温度的降低而降低。在 25 °C 条件下, 19 个品种发芽势均达到 85% 以上, 各品种间差异不明显; 15 °C 条件下, 各品种发芽势均有不同程度的降低; 8 °C 低温胁迫下, 各品种发芽势最低。由表中相对值可看出, 依安县保收 606、吉单 407, 肇东市联达 F085、富尔 1 号, 肇州县泽农 9 号、五洲 102 在 8 °C 条件下发芽势受低温影响较大。

**基金项目** 国家重点研发计划(2018YFD0300101-1); 齐齐哈尔市科技局创新激励项目(CNYGG-2020032)。

**作者简介** 徐婷(1983—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 助理研究员, 硕士, 从事玉米栽培与育种工作。

**收稿日期** 2020-09-18

表1 不同温度对不同玉米品种发芽率的影响

Table 1 Effects of different temperatures on the germination rate of different corn varieties

地区 Region	品种 Variety	发芽率 Germination rate//%			相对值 Relative value//%	
		25 °C	15 °C	8 °C	15 °C	8 °C
依安县 Yi'an County	南北 73	98.35±1.06	94.87±1.36	84.80±1.45	96.46	86.22
	齐丰 1 号	95.55±0.97	92.20±0.94	84.90±1.50	96.49	88.85
	中玉 990	98.37±1.09	92.17±1.72	87.32±1.18	93.70	88.77
	保收 606	97.14±0.91	90.24±1.21	81.03±1.46	92.90	83.42
	益农玉 10	95.25±1.01	89.25±0.95	81.23±0.86	93.70	85.28
	吉单 407	95.48±1.01	89.34±1.63	80.62±1.23	93.57	84.44
肇东市 Zhaodong City	承单 813	96.86±0.52	93.33±1.09	83.67±0.95	96.36	86.38
	联达 F085	95.86±0.85	89.22±1.67	80.70±1.77	93.07	84.19
	富尔 1 号	96.43±1.07	88.59±1.50	81.23±1.50	91.87	84.24
	京农科 728	97.63±0.47	92.70±1.32	86.45±1.27	94.95	88.55
	嫩单 19	98.48±0.91	91.61±0.68	86.15±1.33	93.02	87.48
	天农九	97.31±1.23	92.69±0.97	85.81±1.57	95.25	88.18
肇州县 Zhaozhou County	东旭 10	98.17±0.85	92.43±1.04	84.30±1.03	94.15	85.87
	泽农 9 号	96.30±0.75	88.68±0.91	81.39±1.16	92.09	84.52
	五洲 102	95.77±1.01	87.40±0.93	82.28±1.46	91.26	85.91
	中单 322	95.97±0.67	89.13±1.86	84.50±0.95	92.87	88.05
	龙生 668	96.33±1.10	90.72±1.72	83.21±0.80	94.18	88.75
	五洲 678	98.23±1.31	92.03±1.34	85.46±1.31	93.69	87.00
	先玉 335	96.85±1.65	91.16±1.48	84.45±1.03	94.12	87.20

注:相对值=低温时的发芽率/25 °C时发芽率

Note:Relative value = germination rate at low temperature/germination rate at 25 °C

表2 不同温度对不同玉米品种发芽势的影响

Table 2 Effects of different temperatures on the germination potential of different corn varieties

地区 Region	品种 Variety	发芽势 Germination potential//%			相对值 Relative value//%	
		25 °C	15 °C	8 °C	15 °C	8 °C
依安县 Yi'an County	南北 73	92.69±1.24	78.16±1.46	65.59±1.35	84.32	70.76
	齐丰 1 号	90.69±1.15	75.39±1.11	62.29±0.83	83.13	68.68
	中玉 990	91.51±1.27	75.51±1.12	65.40±0.88	82.52	71.47
	保收 606	89.32±1.33	73.75±1.32	60.63±0.75	82.57	67.88
	益农玉 10	88.23±1.12	74.79±0.99	64.38±1.07	84.77	72.97
	吉单 407	88.20±1.11	73.17±1.38	56.53±2.04	82.96	64.09
肇东市 Zhaodong City	承单 813	89.71±0.72	71.76±1.01	61.67±1.76	79.99	68.74
	联达 F085	85.68±1.22	68.44±1.06	51.29±0.75	79.88	59.86
	富尔 1 号	88.96±1.28	66.32±1.25	51.21±0.88	74.55	57.57
	京农科 728	88.71±1.44	72.42±1.19	58.54±1.15	81.64	65.99
	嫩单 19	88.20±0.91	71.64±0.84	57.28±1.08	81.22	64.94
	天农九	85.24±1.18	69.51±1.19	56.46±0.95	81.55	66.24
肇州县 Zhaozhou County	东旭 10	89.47±1.03	72.06±1.05	57.60±1.13	80.54	64.38
	泽农 9 号	87.66±1.08	67.74±1.35	53.79±0.57	77.28	61.36
	五洲 102	85.49±0.78	66.38±1.11	52.39±1.46	77.65	61.28
	中单 322	85.52±0.68	68.51±1.45	59.38±0.95	80.11	69.43
	龙生 668	88.47±0.95	74.20±1.74	57.68±1.02	83.87	65.20
	五洲 678	89.35±0.98	69.64±1.12	58.75±1.30	77.94	65.75
	先玉 335	88.23±1.15	69.78±1.50	57.65±1.35	79.09	65.34

注:相对值=低温时的发芽势/25 °C时发芽势

Note:Relative value = germination potential at low temperature/germination potential at 25 °C

**2.3 不同温度对玉米种子发芽指数的影响** 发芽指数是种子活力的特征,反映种子发芽的速率和整齐程度。由表 3 可知,不同品种的发芽指数,随着温度的降低而显著降低。25 °C 条件下各品种发芽指数为 52.19~77.23;15 °C 条件下各品种发芽指数为 28.04~48.58;8 °C 条件下各品种发芽指数为 12.07~34.76。低温显著影响各品种的萌发速度,抑制生长。由表中相对值可看出,依安县益农玉 10、保收 606、吉

单 407、肇东市联达 F085、富尔 1 号、肇州县泽农 9 号、五洲 102、五洲 678 在 8 °C 条件下发芽指数受低温影响较大。

### 3 讨论与结论

种子萌发期低温冷害是高纬度地区玉米育种和生产面临的重要问题<sup>[5]</sup>。低温影响玉米种子萌发,降低种子发芽率、发芽势,造成玉米萌发出苗缓慢,降低幼苗活力<sup>[6]</sup>。王志等<sup>[7]</sup>研究了不同温度条件下玉米种子发芽的量化模型,认

为低温对种子发芽和萌动有很大影响,不同品种在不同温度条件下的发育情况也有很大差异。郝楠等<sup>[8]</sup>研究发现,在7 d的发芽试验期限内,13 ℃可作为发芽的起点,一般而言,玉米种子萌发所需最低温度为5 ℃。陈民生等<sup>[9]</sup>在进行温度对玉米种子萌发特性的影响试验中发现,温度在27.5~

32.5 ℃时,玉米的发芽指数和活力指数都明显提高;温度高于35 ℃或低于20 ℃时,玉米的发芽指数和活力指数都较低。赵永锋等<sup>[10]</sup>研究表明,随着温度的升高,玉米杂交种和自交系的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数都变大;温度对发芽率、根长和苗高的影响极显著。

表3 不同温度低温胁迫对不同玉米品种发芽指数的影响

Table 3 Effects of different temperatures on the germination index of different corn varieties

地区 Region	品种 Variety	发芽指数 Germination index			相对值 Relative value//%	
		25 ℃	15 ℃	8 ℃	15 ℃	8 ℃
依安县 Yi'an County	南北 73	75.46	48.58	34.76	64.38	46.06
	齐丰 1 号	65.14	42.29	32.48	64.92	49.86
	中玉 990	72.19	44.14	31.34	61.14	43.41
	保收 606	53.68	28.46	12.68	53.02	23.62
	益农玉 10	58.95	34.87	17.69	59.15	30.01
	吉单 407	54.17	28.59	14.83	52.78	27.38
肇东市 Zhaodong City	承单 813	59.21	30.17	19.14	50.95	32.33
	联达 F085	54.07	28.04	13.16	51.86	24.34
	富尔 1 号	52.49	30.18	12.07	57.50	22.99
	京农科 728	76.87	47.61	33.55	61.94	43.65
	嫩单 19	77.23	44.58	32.06	57.72	41.51
	天农 9	71.65	41.49	30.79	57.91	42.97
肇州县 Zhaozhou County	东旭 10	68.18	40.28	28.67	59.08	42.05
	泽农 9 号	54.67	30.17	15.45	55.19	28.26
	五洲 102	52.19	29.54	13.67	56.60	26.19
	中单 322	60.14	35.28	25.63	58.66	42.62
	龙生 668	69.27	43.42	28.49	62.68	41.13
	五洲 678	63.43	36.04	21.67	56.82	34.16
	先玉 335	72.18	44.07	31.24	61.06	43.28

注:相对值=低温时的发芽指数/25 ℃时发芽指数

Note:Relative value = germination index at low temperature/germination index at 25 ℃

该试验结果表明,19个玉米品种种子的发芽率、发芽势、发芽指数均随温度的降低而降低。通过对25、15、8 ℃条件下各品种玉米种子萌发的3项指标(发芽率、发芽势、发芽指数)的测定,针对不同生育期玉米品种得出结论为依安县保收606、吉单407、肇东市联达F085、富尔1号、肇州县泽农9号、五洲102这6个玉米品种在种子萌发期抗低温能力较弱,对低温较敏感。

#### 参考文献

- [1] 杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析[J]. 中国农业科学,2010,43(2):329-336.
- [2] 张郑伟. 玉米耐冷性鉴定及调控效应研究[D]. 哈尔滨:黑龙江大学,2016.
- [3] 杨津艳,高山,任志华,等. 温度对黑龙江玉米生长发育的影响[J]. 安

徽农业科学,2011,39(27):16499-16502.

- [4] 马波. 种子含水量对寒地粳稻低温贮藏后发芽特性的影响[J]. 中国种业,2017(4):58-60.
- [5] 褚力嘉,曹士亮,靳羽晗,等. 玉米萌发期耐冷性鉴定研究[J]. 种子,2020,39(1):36-41.
- [6] GUAN Y J, HU J, WANG X J, et al. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress [J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2009, 10(6): 427-433.
- [7] 王立志,王连敏,张国民,等. 不同温度条件下玉米种子发芽的量化模型[J]. 中国农业气象,2000,21(3):36-38.
- [8] 郝楠,王延波,李月明. 温度对玉米种子萌发特性的影响[J]. 玉米科学,2013,21(4):59-63.
- [9] 陈民生,耿忠义,赵京岚. 温度对玉米种子萌发特性的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2007,38(2):196-202.
- [10] 赵永锋,韩静静,贾晓艳,等. 低温胁迫对不同玉米种子萌发的影响[J]. 种子,2019,38(5):86-89.

(上接第10页)

- [63] 中国气象局. 太阳能资源评估方法:QX/T 89—2008[S]. 北京:气象出版社,2008.
- [64] 韩世涛,刘玉兰,刘娟. 宁夏太阳能资源评估分析[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(8):131-135.
- [65] 赵东,祝昌汉,罗勇,等. 三峡库区太阳能资源基本特征及其演变[J]. 自然资源学报,2009,24(11):1984-1993.
- [66] 李立贤. 我国的太阳能资源[J]. 自然资源,1977(1):69-71.
- [67] 王炳忠. 中国太阳能资源利用区划[J]. 太阳能学报,1983,4(3):221-228.
- [68] 颜亮东,周秉荣,李晓东,等. 三江源地区太阳能资源区划及利用潜力研究[J]. 资源科学,2012,34(11):2057-2066.
- [69] 刘可群,陈正洪,夏智宏. 湖北省太阳能资源时空分布特征及区划研究[J]. 华中农业大学学报,2007,26(6):888-893.
- [70] 黄艳,黎敏,严红梅. 浙江省太阳能资源分布特征及其初步区划研究

[J]. 科技通报,2014,30(5):78-85.

- [71] 寿陞扬,王明,陈二永. 我国太阳能资源的生态区域[J]. 生态经济,1992(6):40-44.
- [72] 赵媛,赵慧. 我国太阳能资源及其开发利用[J]. 经济地理,1998,18(1):56-61.
- [73] 戴志松,邓先瑞. 湖北省太阳能资源及其利用区划的探讨[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),1986,20(3):357-367.
- [74] 余优森,邓振镛,林日暖,等. 甘肃省太阳能利用区划[J]. 甘肃气象,1986(3):32-34.
- [75] 龚培兰. 新疆太阳能资源利用区划[J]. 新疆气象,1989(5):34-40.
- [76] 王明,寿陞扬,陈二永. 云南太阳能资源实用区划新探[J]. 云南师范大学学报(自然科学版),1992,12(2):48-56.
- [77] 龚强,于华深,蔺娜,等. 辽宁省风能、太阳能资源时空分布特征及其初步区划[J]. 资源科学,2008,30(5):654-661.
- [78] 冯刚,李卫华,韩宇,等. 新疆太阳能资源及区划[J]. 可再生能源,2010,28(3):133-139.