

低温冻害对不同含水量玉米种子生长发育的影响

赵仰徽¹, 郑 琪²

(1. 甘肃省会宁县农业技术推广中心, 甘肃 会宁 730799; 2. 甘肃省平凉市农业科学研究所, 甘肃平凉 744000)

摘要: 以玉米杂交种富农1号、郑单958和辽单565成熟鲜果穗(籽粒含水量分别为150~200 g/kg、200~250 g/kg、250~300 g/kg)为材料, 在0 ℃、-5 ℃、-10 ℃、-15 ℃、-20 ℃、-25 ℃的低温下分别处理8 h, 研究了低温冻害对不同含水量玉米种子生长发育的影响。结果表明, 受低温冻害的玉米种子其根数明显减少, 主根长、株高、地下及地上干物质含量均显著下降。当种子含水量高于200 g/kg, 温度降至0 ℃时就会影响幼苗根数、主根长及株高; 温度降至-5 ℃时幼苗根系生长受抑, 地上部分的干物质含量积累减少, 生长缓慢, 长势弱。种子含水量高于250 g/kg, 温度降至-15 ℃时, 幼苗根系缩短变粗, 出现畸形; 温度降至-25 ℃时玉米种子发芽后出现有芽无根或者有根无芽现象。

关键词: 玉米种子; 低温冻害; 制种; 生长发育; 种子含水量

中图分类号: S513; S426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)09-0016-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2014.09.006

Effect of Freezing Injury on Growth of Corn Seeds Under Different Levels of Moisture Content

ZHAO Yang-hui, ZHENG Qi

(1. Huining Agricultural Technology Extension Center, Huining Gansu 730799, China; 2. Pingliang Institution of Agricultural Sciences, Pingliang Gansu 744000, China)

Abstract: The mature fresh ears (grain moisture 150 ~ 200 g/kg, 200 ~ 250 g/kg, 250 ~ 300 g/kg) of corn (*Zea mays* L.) of Funong 1, Zhengdan 958 and Liaodan 565 were used as experimental material. The growth of seedlings were studied after treating with low temperature of 0 ℃, -5 ℃, -10 ℃, -15 ℃, -20 ℃, -25 ℃ and duration time of 8 Hrs under the given grain moisture. The results shows that the roots number, taproots length, plant height, underground biomass and aboveground biomass of the maize seedlings decreased significantly after treating with different low temperature. When the grain moisture was higher than 200 g/kg and the temperature dropped to 0 ℃, the roots number, taproots length and plant height of the seedlings would be affected harmfully; when the temperature dropped to -5 ℃, growth of the root was bated, the accumulation of aboveground biomass reduced, seedlings grew slowly and weakly. When the grain moisture was higher than 250 g/kg, and the temperature was lower than -15 ℃, the roots of seedlings became shorter, thicker and deformity; when the temperature dropped to -25 ℃, after germination, the seeds would be no roots with bud or no bud with roots.

Key words: Corn seed; Freezing injury; Grain moisture; Seed production; Growth

玉米种子低温冻害经常发生在中、高纬度的北方制种地区, 尤其在东北和西北地区经常发生, 一般每隔 3 ~ 5 a 就有 1 次严重的低温冻害, 如 1954、1957、1969、1972、1975、1976 年等年份, 每年减产 15% 以上, 玉米种子质量也大受影响^[1]。玉米种子受冻害之后, 活力、发芽势、发芽率下降, 播种后出苗缓慢、长势弱、不整齐^[2-5]; 冻害严重的玉米种子在发芽过程中会出现有芽无根或者有根无芽现象, 播种后幼苗不发次生根而死亡^[6-7], 造成缺

苗断垄, 给农业生产带来了较大的损失。按照国家的有关规定, 玉米种子发芽率低于 85% 时就不能作为种子使用^[8]。但是根据相关研究结果显示, 当玉米种子水分在 200 ~ 250 g/kg 时, 受轻微冻害 (0、-5、-10 ℃) 后种子的发芽率仍然高于 85%, 部分中度冻害 (-15、-20 ℃) 种子发芽率也可达到 70% 左右^[9], 这种情况下的种子播种成苗后的生长情况及种用价值相关方面的研究报道很少见。我们重点研究了玉米种子受不同程度冻害之后其幼苗根数、

收稿日期: 2014-07-22

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(1308RJYL069)部分内容

作者简介: 赵仰徽(1982—), 男, 甘肃会宁人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13649303336。

E-mail: 303956916@163.com

通讯作者: 郑琪(1983—), 男, 甘肃镇原人, 农艺师, 主要从事玉米及小麦育种研究工作。联系电话: (0)18293361852。

E-mail: plnkszq@163.com

主根长、株高、地下和地上干物质含量等指标的变化情况,现将试验结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试材料为玉米杂交种富农 1 号、郑单 958 和辽单 565 的成熟新鲜果穗,由甘肃富农高科技种业有限公司提供。

1.2 试验方法

将新鲜玉米果穗置于通风处,每天用电子水分测定仪(LDS-1H型)测定籽粒含水量,籽粒含水量为 250~300 g/kg、200~250 g/kg、150~200 g/kg 时,各取 5 穗用自封袋密封,在 0、-5、-10、-15、-20、-25 ℃ 下处理 8 h,温度用海尔冰箱(BCD-258WBCSTX 型,变温范围 -25~10 ℃)控制,以室温(25 ℃)处理为对照。将低温处理过的玉米籽粒胚向上均匀播种在装有湿消毒砂的培养皿(直径 20 cm)中,用智能人工气候箱(RXZ-280型,280 L)分期分批培育幼苗。3 次重复,每重复播种 100 粒种子。播种前用 75%酒精将种子消毒 60~90 s,人工气候箱参数设置为温度 27 ℃,光照 8 h,黑暗 16 h,在每天 8:00 时、20:00 时各浇水 1 次。发芽第 7 天,各处理取幼苗 10 株统计根数,测量主根长、株高,用电子天平(精度 0.000 1)称量地下部分和地上部分鲜重,之后将整个植株在 105 ℃ 下杀青 10 min,85 ℃ 烘干至恒重后称量干重。

2 结果与分析

2.1 对幼苗根数、主根长和株高的影响

由图 1、2、3(以种子含水量为 200~250 g/kg,低温 -15 ℃ 处理为例,见封二)可以看出,经受低温冻害的玉米种子,播种后整个植株生长缓慢、长

势弱。由表 1 可以看出,种子含水量为 150~200 g/kg 时,在 0 ℃ 条件下,富农 1 号的根数与对照(25 ℃)差异显著,主根长、株高均与对照差异不显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著;辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异显著。在 -5 ℃ 条件下,富农 1 号的根数、株高均与对照差异显著,主根长与对照差异不显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著;辽单 565 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著。在 -10 ℃ 条件下,富农 1 号、郑单 958 和辽单 565 的根数、株高与对照变化不明显,差异不显著,但富农 1 号主根长与对照差异显著,郑单 958 和辽单 565 主根长与对照差异不显著。在 -15 ℃ 条件下,富农 1 号的根数、主根长与对照差异显著,株高与对照差异不显著,郑单 958 和辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异不显著。在 -20 ℃ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的根数、主根长均与对照差异显著,株高与对照差异不显著;辽单 565 的根数与对照差异显著,主根长、株高均与对照差异不显著。在 -25 ℃ 条件下,富农 1 号的根数与对照差异极显著,主根长、株高均与对照差异显著;郑单 958 的根数、主根长、株高均与对照差异显著,辽单 565 的根数与对照差异显著,主根长、株高均与对照差异极显著。

种子含水量为 200~250 g/kg 时,在 0 ℃ 条件下,富农 1 号的根数与对照差异极显著,主根长、株高均与对照差异显著;郑单 958 的根数与对照差异不显著,主根长、株高均与对照差异显著;辽单 565 的根数、主根长均与对照差异显

表 1 低温处理的玉米杂交种幼苗根数、主根长及株高^①

| 种子含水量 (g/kg) | 处理温度 (℃) | 富农1号 | | | 郑单958 | | | 辽单565 | | |
|-----------------|-------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|
| | | 根数 (条) | 主根长 (cm) | 株高 (cm) | 根数 (条) | 主根长 (cm) | 株高 (cm) | 根数 (条) | 主根长 (cm) | 株高 (cm) |
| 250~300 | 25(CK) | 4.6 | 23.8 | 15.0 | 4.8 | 22.3 | 16.5 | 5.0 | 21.2 | 18.5 |
| | 0 | 3.8 | 22.4 | 14.2 | 4.2 | 17.1 | 11.3 | 3.8* | 20.4 | 15.2 |
| | -5 | 4.0 | 19.3 | 12.5 | 4.4 | 16.2 | 11.3 | 4.8 | 19.7 | 14.3 |
| | -10 | 3.6* | 20.0 | 11.9* | 3.8* | 16.0 | 10.0* | 3.8* | 17.1 | 13.4* |
| | -15 | 3.6* | 18.2 | 13.1 | 4.0 | 14.9* | 9.9** | 4.7 | 18.0 | 14.6 |
| | -20 | 3.6* | 16.9* | 11.2* | 3.8* | 15.6* | 9.2** | 4.2 | 14.5* | 13.0* |
| 200~250 | 25(CK) | 4.6 | 23.8 | 15.0 | 4.8 | 22.3 | 16.5 | 5.0 | 21.2 | 18.5 |
| | 0 | 3.0** | 16.8* | 11.7* | 4.6 | 12.8* | 10.3* | 3.4* | 13.5* | 12.0** |
| | -5 | 3.5 | 15.9* | 11.8* | 3.6 | 14.4* | 14.4 | 3.6* | 13.8* | 13.9* |
| | -10 | 3.4* | 18.5* | 12.3 | 4.6 | 14.1* | 14.3 | 3.6* | 12.3** | 15.6 |
| | -15 | 3.4* | 6.0** | 13.0 | 3.8 | 13.8* | 14.6 | 3.6* | 16.8 | 14.0* |
| | -20 | 3.4* | 5.8** | 10.3* | 4.4 | 16.5 | 15.2 | 3.7 | 14.9 | 14.3 |
| 150~200 | 25(CK) | 4.6 | 23.8 | 15.0 | 4.8 | 22.3 | 16.5 | 5.0 | 21.2 | 18.5 |
| | 0 | 3.8* | 18.0 | 15.8 | 5.4 | 12.6* | 16.0 | 4.4* | 14.9* | 14.9* |
| | -5 | 4.0* | 18.6 | 13.5* | 5.0 | 15.0* | 16.1 | 4.8 | 15.2* | 17.2 |
| | -10 | 4.4 | 17.8* | 15.5 | 4.6 | 19.1 | 17.3 | 5.2 | 18.3 | 15.7 |
| | -15 | 4.0* | 15.4* | 14.0 | 4.6 | 16.1 | 16.6 | 4.6 | 19.6 | 15.9 |
| | -20 | 4.0* | 17.9* | 15.3 | 3.4* | 15.9* | 17.6 | 4.4* | 16.1 | 16.9 |
| | -25 | 1.8** | 17.5* | 13.4* | 3.2* | 15.2* | 11.8* | 4.1* | 13.2** | 11.4** |

①*表示差异显著($p<0.05$), **表示差异极显著($p<0.01$), 下表同。

著,株高与对照差异极显著。在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数与对照差异不显著,主根长、株高均与对照差异显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著;辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异显著。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、主根长均与对照差异显著,株高与对照差异不显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著;辽单 565 的根数与对照差异显著,主根长与对照差异极显著,株高与对照差异不显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数与对照差异显著,主根长与对照差异极显著,株高与对照差异不显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异不显著,主根长与对照差异显著;辽单 565 的根数、株高与对照差异显著,主根长与对照差异不显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、株高与对照差异显著,主根长与对照差异极显著;郑单 958 和辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异不显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、主根长、株高均与对照差异极显著;郑单 958 的根数、株高均与对照差异显著,主根长与对照差异极显著;辽单 565 的根数、主根长均与对照差异不显著,株高与对照差异显著。

种子含水量为 $250\sim 300\text{ g/kg}$ 时,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号和郑单 958 的根数、主根长、株高均与对照差异不显著;辽单 565 的根数与对照差异显著,主根长、株高与对照差异不显著。在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 和辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异不显著。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、株高均与对照差异显著,主根长与对照差异不显著;郑单 958 和辽单 565 的根数、株高均与对照差异显著,主根长与对照差异不显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数与对照差异显著,主根长、株高与对照差异不显著;郑单 958 的根数与对照差异不显著,主根长与对照差异显著,株高与对照差异极显著;辽单 565 的根数、主根长、株高均与对照差异不显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、主根长、株高均与对照差异显著;郑单 958 的根数、主根长均与对照差异显著,株高与对照差异极显著;辽单 565 的根数与对照差异不显著,主根长、株高均与对照差异显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的根数、株高均与对照差异极显著,主根长与对照差异显著;郑单 958 的根数、主根长、株高均与对照差异极显著;辽单 565 的根数、主根长均与对照差异显著,株高与对照差异极显著。

综合以上结果表明,当种子含水量高于 200 g/kg 时,轻微冻害 ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 下,富农 1

号、郑单 958 和辽单 565 的幼苗根数、主根长和株高均随着温度的降低而下降,种子含水量越高,温度越低,下降趋势越明显。

2.2 对幼苗地下部分鲜重和干重的影响

从图 4、5、6 (以种子含水量为 $200\sim 250\text{ g/kg}$,低温 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理为例,见封二) 可以直观地看出,种子经低温冻害明显抑制了辽单 565 幼苗根系的生长,总根数减少,根长变短,冻害严重时幼苗出现畸形根系或者有芽无根。

由表 2 可以看出,种子含水量为 $150\sim 200\text{ g/kg}$ 时,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照 ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) 差异不显著,干重与对照差异显著;郑单 958、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异极显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重

表 2 低温处理的玉米杂交种幼苗地下部分鲜重和干重

| 种子含水量 (g/kg) | 处理温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 富农1号 | | 郑单958 | | 辽单565 | |
|-----------------|--------------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|
| | | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 |
| 250~300 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 321.90* | 29.00** | 355.60* | 32.70* | 805.00 | 40.80 |
| | -5 | 346.10 | 39.40 | 398.70* | 37.50 | 790.10 | 46.10 |
| | -10 | 346.80 | 29.20** | 395.00* | 37.00 | 737.90 | 41.40 |
| | -15 | 288.70** | 31.30* | 453.80* | 43.10 | 715.50* | 54.20 |
| | -20 | 295.40** | 32.50* | 354.90* | 38.90 | 647.50** | 46.40 |
| -25 | 293.00** | 34.90 | 0** | 0** | 623.00** | 38.40* | |
| 200~250 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 333.60 | 36.37 | 283.66* | 30.95* | 696.88 | 33.13* |
| | -5 | 311.06 | 29.07* | 307.72* | 37.07 | 669.65 | 32.52* |
| | -10 | 345.56 | 35.68 | 493.70 | 42.67 | 583.58 | 41.76 |
| | -15 | 317.99 | 34.41 | 280.30* | 34.88 | 642.39 | 42.15 |
| | -20 | 213.62* | 38.14 | 471.14 | 44.85 | 517.01* | 43.77 |
| -25 | 169.00** | 34.71 | 91.39** | 11.04** | 423.04** | 33.25* | |
| 150~200 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 429.00 | 32.02* | 460.00 | 52.58 | 717.00 | 44.19 |
| | -5 | 461.94 | 42.60 | 398.84 | 55.77 | 698.25 | 40.92 |
| | -10 | 426.08 | 44.14 | 346.70* | 52.30 | 692.18 | 33.13* |
| | -15 | 376.00* | 10.69** | 425.53 | 42.59* | 674.71 | 44.82 |
| | -20 | 451.91 | 37.26 | 439.19 | 46.14 | 544.23* | 38.40 |
| -25 | 240.10** | 6.33** | 110.34** | 11.29** | 534.60** | 43.05 | |

与对照差异极显著,干重与对照差异不显著。

种子含水量为 200~250 g/kg 时,在 0℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 -5℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 -10℃条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 -15℃条件下,富农 1 号、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 -20℃条件下,富农 1 号、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重均与对照差异显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 -25℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著。

种子含水量为 250~300 g/kg 时,在 0℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异极显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 -5℃条件下,富农 1 号、辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 -10℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异极显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 -15℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重均与对照差异极显著,干重均与对照差异不显著。在 -20℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重均与对照差异极显著,干重均与对照差异不显著。在 -25℃条件下,富农 1 号的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地下部分鲜重和干重均与对照差异极显

著;辽单 565 的幼苗地下部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著。

分析以上结果可以得出,当种子含水量为 150~200 g/kg、温度高于 -20℃时,不同程度的低温冻害对幼苗地下干物质含量的影响不是很明显;当种子含水量为 200~250 g/kg、温度为 -15℃时,幼苗地下部分的鲜重下降比较明显;当种子含水量为 250~300 g/kg、温度低于 -10℃时,地下部分的干物质含量就开始明显下降;而当温度为 -25℃时,郑单 958 未发芽,地下干物质含量为零,富农 1 号和辽单 565 地下干物质含量下降至最低。即当种子含水量为 250~300 g/kg 时, -10℃的低温冻害对幼苗地下部分干物质含量的积累有较明显的负面影响,根系的生长受抑。

2.3 对幼苗地上部分鲜重和干重的影响

从图 1、2、3 (以种子含水量为 200~250 g/kg,低温 -15℃处理为例,见封二)可以明显地看出,低温冻害抑制了幼苗地上部分的生长。由表 3 分析可知,玉米种子冻害处理显著影响其幼苗地上部分干物质含量的积累。当种子含水量为 150~200 g/kg 时,在 0℃条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 -5℃条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著。在 -10℃条件下,富农 1 号、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均

表 3 低温处理的玉米杂交种幼苗地上部分鲜重和干重

| 种子含水量 (g/kg) | 处理温度 (℃) | 富农 1 号 | | 郑单 958 | | 辽单 565 | |
|-----------------|-------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 |
| 250~300 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 661.82 | 57.18 | 610.44 | 77.53 | 692.18 | 68.38 |
| | -5 | 416.03* | 45.63 | 460.32* | 62.92 | 698.25 | 52.16* |
| | -10 | 409.06** | 42.73 | 315.67* | 38.32** | 674.71 | 50.44* |
| | -15 | 331.26** | 27.57* | 291.70** | 38.31** | 544.23* | 60.01 |
| | -20 | 166.74** | 21.56* | 294.54* | 34.30** | 534.60* | 59.56 |
| | -25 | 86.90** | 9.83** | 147.00** | 25.72** | 309.49** | 36.18** |
| 200~250 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 517.91 | 46.58 | 840.36 | 72.73 | 669.65 | 65.01 |
| | -5 | 432.82* | 40.88* | 468.43* | 53.76* | 696.88 | 61.86 |
| | -10 | 443.88 | 44.46 | 725.27 | 73.70 | 517.01* | 50.85* |
| | -15 | 454.37 | 47.62 | 472.10* | 52.01* | 642.39 | 49.77* |
| | -20 | 353.70* | 40.32* | 348.86** | 36.17** | 583.58* | 55.88 |
| | -25 | 171.00** | 16.25** | 249.00** | 15.77** | 423.04** | 48.15* |
| 150~200 | 25(CK) | 653.40 | 54.50 | 798.70 | 77.20 | 743.10 | 71.60 |
| | 0 | 421.70** | 53.80 | 658.70* | 77.78 | 700.30 | 70.20 |
| | -5 | 473.00* | 46.40 | 687.20 | 70.20 | 647.50* | 64.50* |
| | -10 | 552.60 | 53.00 | 760.70 | 63.70* | 650.00 | 66.80 |
| | -15 | 500.50* | 46.50 | 647.50* | 68.10 | 620.00* | 68.40 |
| | -20 | 633.80 | 52.20 | 737.10 | 61.70* | 655.00 | 64.90* |
| | -25 | 588.60 | 40.40* | 0** | 0** | 633.00* | 63.10* |

与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重均与对照差异显著,干重均与对照差异不显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著。

种子含水量为 $200\sim 250\text{ g/kg}$ 时,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著。

种子含水量为 $250\sim 300\text{ g/kg}$ 时,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异不显著。在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异不显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异不显著,干重与对照差异显著。在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分

鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号的幼苗地上部分鲜重与对照差异极显著,干重与对照差异显著;郑单 958 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异极显著;辽单 565 的幼苗地上部分鲜重与对照差异显著,干重与对照差异不显著。在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,富农 1 号、郑单 958、辽单 565 的幼苗地上部分鲜重和干重均与对照差异极显著。

由此可以看出,当种子含水量低于 200 g/kg 时,高于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温处理对幼苗地上部分的生长影响不明显,与对照相比,地上部分鲜重和干重差异不显著。当种子含水量高于 200 g/kg 、温度低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,幼苗地上部分鲜重和干重明显下降,与对照相比差异显著;当种子含水量高于 250 g/kg 、温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,幼苗地上部分鲜重和干重与对照相比差异达到极显著水平。当种子含水量为 $250\sim 300\text{ g/kg}$,在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温时,富农 1 号、郑单 958 和辽单 565 幼苗地上部分鲜重与对照相比分别降低了 86.70% 、 81.60% 和 58.35% ,干重与对照相比分别降低了 82.02% 、 66.71% 和 49.44% 。即当种子含水量高于 200 g/kg ,处理温度低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,各杂交种幼苗地上部分干物质含量积累明显减少,种子含水量越高,温度越低,种子受冻害程度越严重,生长越缓慢,长势越弱。

3 结论

经不同低温处理的玉米种子发芽后,幼苗的根数明显减少,主根长、株高、地下及地上干物质含量均显著下降。当种子含水量高于 200 g/kg ,温度降至 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时就会影响幼苗根数、主根长及株高;温度降至 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时幼苗地下部分根系生长受抑,地上部分的干物质含量积累减少,生长缓慢,长势弱,不整齐。种子含水量高于 250 g/kg ,温度低于 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,幼苗根系缩短变粗,出现畸形;温度低于 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时玉米种子播种后出现有芽无根或者有根无芽现象^[6-7]。受冻害玉米种子发芽率虽然较高,但播种后幼苗生长都会受到不同程度的影响,不宜在生产中使用。

参考文献:

- [1] 马树庆, 袁祝香, 王 琪. 中国东北地区玉米低温冷害风险评估研究[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 137-141.
- [2] 谢 皓. 温度对玉米种子萌动和发芽的影响[J]. 北京农业科学, 1998, 116(12): 5-8.
- [3] 李素玲, 吴国定, 刘海潮, 等. 低温胁迫对玉米种子发芽率的影响[J]. 山西农业科学, 2000, 28(2): 3-6.
- [4] 冯健英. 冻害对不同含水量玉米种子发芽率的影响[J]. 河北农业科学, 2000, 4(3): 62-63.
- [5] 高素华, 郭建平, 王连敏, 等. 低温对玉米种子发芽的影响[J]. 气象, 1997, 24(5): 52-55.

磷肥与有机肥配施对冬小麦产量的影响

郭岷江¹, 俄胜哲², 罗照霞¹, 杨志奇¹

(1. 甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000; 2. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 采用裂区试验设计, 在大田露地条播条件下, 研究了磷肥不同用量与有机肥配施对冬小麦产量的影响。结果表明, 在施 N 150 kg/hm² 的基础上, 施 P₂O₅ 150 kg/hm²、配施精鸡粪 7 500 kg/hm²(干重)处理的冬小麦产量最高, 折合产量为 5 589.29 kg/hm², 较不施磷肥和精鸡粪的处理增产 38.86%。

关键词: 磷肥; 有机肥; 施用量; 配施; 冬小麦; 产量

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)09-0021-02

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2014.09.007

Effect of Combined Applying Phosphorus and Manure on Yield of Winter Wheat

GUO Min-jiang¹, E Sheng-zhe², LUO Zhao-xia¹, YANG Zhi-qi¹

(1. Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui Gansu 734000, China; 2. Institute of Soil and Fertilizer and Water-save Agricultural, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In a split-plot design, through field experiment to investigate the influence of mixed applying phosphorus and manure on winter wheat yield. The results shows that under the basis of applying nitrogen 150 kg/hm², simultaneous applying phosphorus 150 kg/hm² and purity chicken manure 7 500 kg/hm² the winter wheat yield was the highest among all treatments and reached by 5 589.29 kg/hm², compared to without phosphorus and purity chicken manure treatment increased by 38.86%.

Key words: Phosphorus fertilizer; Manure; Application rate; Combine application; Winter wheat; Yield

磷是作物生长发育所必需的营养元素, 同时也是影响作物产量的重要因素之一, 土壤缺磷是世界范围内普遍存在的问题, 也是小麦生产的重要限制因素之一。尤其旱地条件下磷素的有效性低, 施磷对小麦的产量具有显著影响^[1]。磷肥施用得当可增加农作物产量、提高土壤肥力, 用量不当则可能减产、减收, 并给环境带来潜在威胁^[2]。磷肥与有机肥混合施用, 不仅可以减少磷肥与土壤的接触面, 且有机肥中的酸性物质有助于提高磷肥的肥效。我们针对天水地区磷肥与有机肥施

用情况, 研究了磷肥不同施用量与有机肥配施对冬小麦生长状况及产量的效应。

1 材料与方法

1.1 试验材料

指示冬小麦品种为中梁新品系 05267。供试有机肥为精鸡粪, 购买于当地养鸡场; 氮肥为尿素(含 N 46.4%), 中国石油兰州石化公司生产; 磷肥为普通磷酸钙(含 P₂O₅ 12%), 云南安宁万合磷肥厂生产。

1.2 试验方法

试验设在天水市农业科学研究所中梁试验站,

收稿日期: 2014-05-29

基金项目: 十二五国家科技支撑计划“中低产田障碍因子消减与地力提升共性关键技术”(2012BAD05B06); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项“创新基地土壤肥料长期定位试验科研协作网建设”(2013GAAS12)

作者简介: 郭岷江 (1972—), 女, 甘肃天水人, 助理农艺师, 主要从事油菜育种与栽培研究工作。联系电话: (0)13919669125。E-mail: youlz2006@163.com

通讯作者: 俄胜哲 (1978—), 男, 甘肃庆阳人, 博士, 助理研究员, 主要从事植物营养与农业生态方面的研究工作。E-mail: eshengzhe@163.com

[6] 王静玉. 玉米种子冻害的识别[J]. 植物保护, 2008, 10: 28.

[7] 郑琪, 王威, 任根深, 等. 低温冻害对玉米种子果皮及其超微结构的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012 (9): 6-8.

[8] 颜启传. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001:

78; 94-96.

[9] 郑琪, 王威, 王汉宁, 等. 低温冻害对玉米种子发芽特性的影响[J]. 玉米科学, 2011, 19(6): 58-61; 69.

(本文责编: 郑立龙)