

## 氯化钾和赤霉素组合处理对辣椒种子萌发及幼苗生理特性的影响

曾绍贵, 邱胤晖\*, 吴立东, 李永清 (三明市农业科学研究院, 福建沙县 365509)

**摘要** [目的]研究打破高辣度辣椒种子休眠的方法。[方法]以辣椒种子为试验材料,研究不同浓度氯化钾(0.1%、0.2%和0.3%)和赤霉素(100、150和200 mg/L)浸种,检测辣椒种子的萌发(发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数)及幼苗生长指标(株高、根长、鲜重和MDA含量)的变化。[结果]0.2% KCl+100 mg/L GA处理能显著提高种子萌发和促进幼苗生长、降低MDA积累。[结论]该研究结果可为“明椒8号”在生产实际中应用提供指导。

**关键词** 辣椒;种子;萌发

中图分类号 S641.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)04-0036-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.04.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Combined Treatment of Potassium Chloride and Gibberellin on Seed Germination and Pysiological Characteristics of Pepper Seedlings

ZENG Shao-gui, QIU Yin-hui, WU Li-dong et al (Sanming Academy of Agricultural Sciences, Shaxian, Fujian 365509)

**Abstract** [Objective] To study the method of breaking the dormancy of pepper seeds with high spicy degree. [Method] Pepper seeds were soaked with different concentrations of potassium chloride (0.1%, 0.2% and 0.3%) and gibberellin (100, 150 and 200 mg/L), the changes of germination (germination potential, germination rate, germination index and vigor index) and seedling growth indexes (plant height, root length, fresh weight and MDA content) were detected. [Result] The results showed that 0.2% KCl + 100 mg/L GA treatment could significantly improve seed germination, promote seedling growth and reduce MDA accumulation. [Conclusion] The results can provide guidance for the production of “Mingjiao 8”.

**Key words** Pepper; Seed; Germination

种子是植物有性繁殖的基础,是植物遗传信息的载体,植物通过种子繁殖,不断产生新的变异从而适应环境<sup>[1]</sup>。种子休眠是植物适应外界环境条件以确保物种生存、繁衍和进化的自我保护方式<sup>[2]</sup>。休眠的种子可以在不适宜幼苗生长的情况下阻止种子萌发,减少子代在恶劣环境萌发的风险,一定程度上保障了种群的延续<sup>[3]</sup>。而破除种子休眠成为关键,可以提高发芽率,提升种子质量<sup>[4]</sup>。

辣椒(*Capsicum* spp.)原产中南美洲,16世纪后期传入我国<sup>[5]</sup>,为一年生草本植物,其果实为浆果,果实味辛辣并奇香,含有丰富的辣椒素、维生素C、胡萝卜素及多种矿物质。“明椒8号”黄椒是福建省三明市主栽品种,三明市黄椒的栽培历史悠久,迄今已有几百年历史,作为三明市特色农产品,黄椒的外观色泽黄亮,辣味爽口刺激,清香浓郁,风味独特。在实际生产中发现“明椒8号”为高辣度辣椒且种子种皮较硬,用常规浸种催芽,其出苗较低,急需一套适用的技术方案提高发芽率。

赤霉素(gibberellin, GAs)是一种植物生长调节剂,能有效促进植物生长<sup>[1]</sup>,能打破种子休眠,促进种子发芽<sup>[6-7]</sup>,不同植物种子对于外源赤霉素的敏感程度也不尽相同<sup>[8]</sup>。钾是植物生长发育必需的重要矿质元素之一,不仅参与植物对水分和养分的吸收,而且作为植物体内各种重要酶的活化剂

促进植物生长<sup>[9]</sup>。赤霉素和氯化钾组合对辣椒种子处理的研究未见报道。岑爱华等<sup>[10]</sup>研究表明,适宜浓度的氯化钾与赤霉素组合处理可增强种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和幼苗株重。刘丽杰等<sup>[11]</sup>通过氯化钾与赤霉素组合处理玉米种子,认为适宜浓度的KCl降低过高浓度GA对玉米种子的毒害作用。张琴等<sup>[12]</sup>研究表明,当氯化钾浓度在0.2%时,对黑麦发芽势及活力指数有促进作用。鉴于此,笔者通过不同浓度的GA+KCl组合处理,研究其对辣椒种子萌发的影响,寻找打破高辣度辣椒种子休眠的最适浸种浓度,以期在辣椒在福建省栽培生产提供理论依据和技术参考。

#### 1 材料与方

**1.1 试验材料** 供试辣椒材料为“明椒8号”,于2020年4月获农业农村部非主要农作物品种登记,由三明市农业科学研究院选育。赤霉素、氯化钾由生工生物工程(上海)股份有限公司购买。

**1.2 试验方法** 挑选饱满健康、大小一致的种子,在药剂处理前用50~55℃的水缓慢倒入盛种子的容器中,并不断搅拌,控制水温保持10 min,然后加水降温至30℃。KCl(A因素)和GA(B因素)各设3个不同浓度,KCl分别为0.1%(A<sub>1</sub>)、0.2%(A<sub>2</sub>)、0.3%(A<sub>3</sub>);GA分别为100 mg/L(B<sub>1</sub>)、150 mg/L(B<sub>2</sub>)、200 mg/L(B<sub>3</sub>),KCl和GA二因子组合(表1),以去离子水为对照(CK),共10个处理,每处理重复3次。将培养皿置于25℃恒温培养箱中进行发芽培育,每天记录观察辣椒种子的发芽情况,并计算发芽势(germination energy, GE)、发芽率(germination rate, GR)、发芽指数(germination index, GI)、活力指数(vital index, VI)等。于处理第20天测定幼苗的株高、根长、鲜重等生长指标及相关生理指标。

**基金项目** 福建省引导性项目“高香型辣椒新品种选育”(2020N0047);福建省蔬菜产业技术体系(闽财教指[2020]74号);福建省科技平台建设项目“茄果类产业技术研究院建设”(2018N2003);福建省星火计划项目“高辣度辣椒新品种“明椒8号”示范与推广”(2019S0011)。

**作者简介** 曾绍贵(1977—),男,福建宁化人,副研究员,硕士,从事蔬菜遗传育种研究。\*通信作者,助理研究员,硕士,从事蔬菜遗传育种研究。

**收稿日期** 2021-07-30

表 1 不同处理的配方

Table 1 Formulations of different treatments

处理 Treatment	配方 Formula	处理 Treatment	配方 Formula
CK	水	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0.2% KCl+150 mg/L GA
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0.1% KCl+100 mg/L GA	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0.2% KCl+200 mg/L GA
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0.1% KCl+150 mg/L GA	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	0.3% KCl+100 mg/L GA
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0.1% KCl+200 mg/L GA	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	0.3% KCl+150 mg/L GA
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0.2% KCl+100 mg/L GA	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	0.3% KCl+200 mg/L GA

发芽势 = (前 5 d 内正常发芽的种子数 / 测定样本总种子数) × 100%

发芽率 = (10 d 发芽种子总数 / 测定样本总种子数) × 100%

表 2 氯化钾和赤霉素组合处理辣椒种子的萌发情况

Table 2 Germination of pepper seeds treated with potassium chloride and gibberellin

处理 Treatment	发芽率 Germination rate // %	发芽势 Germination energy // %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
CK	74.67±2.52 e	35.00±1.00 e	49.73±1.20 e	116.86±0.50 g
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	81.33±1.53 d	41.00±1.00 d	53.45±0.15 d	126.14±0.53 e
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	83.67±0.58 bc	43.00±1.00 cd	55.06±0.22 c	133.80±0.55 b
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	81.67±1.53 cd	43.00±2.65 cd	56.65±0.12 a	133.12±0.57 bc
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	91.00±1.00 a	54.33±2.08 a	61.01±0.98 a	143.99±0.61 a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	85.00±1.00 b	47.67±0.58 b	55.13±0.78 b	128.83±0.84 d
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	82.00±1.73 cd	44.33±0.58 c	54.75±1.32 cd	132.49±0.55 c
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	81.67±0.58 cd	42.67±0.58 cd	53.06±1.31 de	125.04±0.31 f
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	83.67±0.58 bc	43.00±1.00 cd	53.50±1.21 de	125.55±0.31 ef
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	82.67±0.58 cd	41.33±0.58 d	50.26±0.59 e	115.94±0.29 h

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters after data in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

2.2 不同处理对辣椒幼苗生长指标的影响 由表 3 可知, 不同浓度处理 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 和 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 处理显著增加了株高 ( $P < 0.05$ ); A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 和 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 均能显著增加根长 ( $P < 0.05$ ); 除 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> 和 A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 与 CK 无显著差异, 其余处理均能显著增加鲜重 ( $P < 0.05$ )。A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理的株高、根长、鲜重明显高于对照和其他处理, 对辣椒幼苗的生长影响显著, 可见适宜浓度的氯化钾和赤霉素复合处理有利于辣椒幼苗的生长。

表 3 氯化钾和赤霉素组合处理辣椒幼苗的生长情况

Table 3 Growth of pepper seedlings treated with potassium chloride and gibberellin

处理 Treatment	株高 Plant height // cm	根长 Root length // cm	鲜重 Fresh weight // mg
CK	5.60±0.10 e	3.45±0.01 c	4.58±0.08 c
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	6.17±0.06 c	3.56±0.04 bc	4.55±0.03 c
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	6.33±0.06 b	3.59±0.05 bc	4.56±0.04 c
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	6.30±0.10 bc	3.60±0.06 b	4.58±0.07 c
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	6.63±0.06 a	3.83±0.06 a	4.87±0.07 a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	6.53±0.06 a	3.56±0.21 bc	4.63±0.11 b
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	6.37±0.15 b	3.57±0.06 bc	4.64±0.11 b
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	5.87±0.06 d	3.62±0.02 b	4.73±0.09 b
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	5.93±0.15 d	3.59±0.05 bc	4.62±0.02 b
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	5.83±0.06 d	3.58±0.04 bc	4.65±0.13 b

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

2.3 不同处理对辣椒幼苗生化指标的影响 由图 1 可知, 不

发芽指数 =  $\sum G_t / D_t$ , 其中,  $G_t$  为第  $t$  天种子发芽百分数,  $D_t$  为对应的发芽天数,  $5 \leq D_t \leq 10$ 。

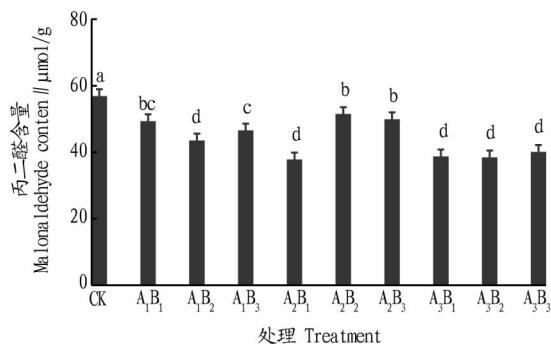
活力指数 = 发芽指数 × 幼苗第 10 天的平均苗重

1.3 数据处理 试验数据采用 Excel 2010 软件进行统计, 采用 SPSS 23.0 软件进行不同处理方差分析 ( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

2.1 不同处理对辣椒种子萌发的影响 不同处理下辣椒种子萌发情况见表 2。由表 2 可知, 与 CK 处理相比, 各个处理的发芽率、发芽势均显著高于 CK ( $P < 0.05$ ); A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 这 3 个处理的发芽指数与 CK 无显著差异, 可能是由于过高浓度的 KCl 引起的。A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数均高于其他处理。

同浓度处理显著降低了辣椒幼苗的 MDA 含量 ( $P < 0.05$ ), 以 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理的 MDA 含量最低。氯化钾和赤霉素浸种后, 辣椒幼苗降低了活性氧水平, 抑制膜质过氧化作用, 减少了 MDA 的累积, 从而减轻了细胞膜损伤程度。



注: 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

图 1 不同处理浸种辣椒幼苗丙二醛含量

Fig. 1 MDA content of pepper seedlings soaked with different treatments

## 3 讨论

辣椒种子萌发是其整个生育期最关键的阶段, 高辣度辣 (下转第 41 页)

“粉蓝”,可以在黔东南产区引种推广,“科威尔”排名较低,不建议在黔东南产区大面积推广。

表 4 不同蓝莓品种的主成分值与综合评价指数

Table 4 Principal component values and comprehensive evaluation indexes of different blueberry varieties

序号 No.	品种 Variety	主成分 Principal component				综合评价指数 Y Comprehensive evaluation index	排序 Ranking
		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$		
1	科威尔	0.332	-0.196	-0.018	0.020	0.028	7
2	园蓝	-0.364	-0.295	-0.009	0.334	-0.283	10
3	粉蓝	0.193	-0.170	0.057	0.063	0.044	6
4	明星	0.371	-0.173	-0.004	0.015	0.123	4
5	绿宝石	0.363	0.094	-0.020	0.039	0.239	1
6	芭尔德温	-0.244	0.274	-0.013	0.017	-0.026	8
7	莱格西	0.163	0.233	-0.008	0.036	0.186	2
8	珠宝	0.265	-0.137	0.030	-0.055	0.071	5
9	灿烂	0.229	0.197	-0.017	-0.005	0.127	3
10	杰兔	-0.364	0.023	0.016	0.047	-0.175	9

郭家刚等<sup>[24]</sup>基于主成分与聚类分析对 8 个蓝莓品种综合评价,得出“园蓝”和“粉蓝”2 个蓝莓品种综合品质高于“绿宝石”和“灿烂”,这与该研究结果不一致,这可能一方面是由于品质评价的指标存在差异导致分析结果不同,另一方面也是由于不同品种在不同地区种植其适应性存在差异,因此,大规模引种种植之前的引种试验及品种的综合分析评价必不可少。该研究可为黔东南产区的蓝莓引种提供参考。

#### 参考文献

- [1] 李伟,王攀,其其格,等.蓝莓种质资源表型多样性研究[J].北京林业大学学报,2020,42(2):124-134.
- [2] 陈强,刘徽,徐小兵,等.4 个蓝莓品种果实发育期叶片矿质营养动态及其相关性[J].经济林研究,2020,38(1):184-189.
- [3] 刘庆忠,朱东姿,王甲威,等.世界蓝莓产业发展现状——北美篇[J].落叶果树,2019,51(2):4-7.
- [4] 李亚东,裴嘉博,孙海悦.全球蓝莓产业发展现状及展望[J].吉林农业大学学报,2018,40(4):421-432.
- [5] 李亚东,孙海悦,陈丽.我国蓝莓产业发展报告[J].中国果树,2016(5):1-10.
- [6] 李顺琴,聂飞,廖优江.贵州引种美国兔眼蓝莓浆果的初步试验[J].亚热带植物科学,2004,33(2):36-38,43.
- [7] 杨岑,王兴艳,李性苑,等.“蒂茨蓝”等 4 个兔眼蓝莓品种物候期与枝芽特性研究[J].中国南方果树,2015,44(5):98-100,105.
- [8] 文光琴,聂飞,方品武.兔眼蓝莓在贵州的表现性状及应用评价[J].北方园艺,2012(13):27-30.
- [9] 杨玲,聂飞,周洪英,等.兔眼蓝莓在贵州的引种栽培试验及应用评价[J].贵州农业科学,2007,35(5):48-52.

- [10] 施丹丹,梁海波,蒋孟云,等.3 个南高丛蓝莓品种果实品质及光合特性分析[J].中国南方果树,2020,49(2):127-130.
- [11] 严红光,阳志锐,林莉,等.蓝莓果实多酚和抗氧化研究[J].食品科技,2020,45(2):272-277.
- [12] 谢国芳,韦开红,王瑞,等.贵州引种早熟蓝莓品种品质特性评价[J].食品与发酵工业,2016,42(7):230-235.
- [13] 高勇,岳清华,廖甜甜,等.蓝莓不同物候期病虫害发生与防治[J].安徽农业科学,2016,44(21):115-118.
- [14] 马凯,谭红,杨海波,等.贵州麻江引种蓝莓品质比较研究[J].湖北农业科学,2012,51(14):3009-3011.
- [15] 谢国芳,刘潇,田永林,等.贵州主栽蓝莓果实大小品质特性分析[J].食品与发酵工业,2018,44(3):165-169.
- [16] 吴欣,徐俐,李莉莉,等.贵州 8 个引种蓝莓果实贮藏性比较[J].食品科学,2013,34(10):308-312.
- [17] 谢国芳,谭彦,王瑞,等.贵州主栽蓝莓晚熟品种及产地加工特性评价[J].食品与发酵工业,2016,42(1):128-133.
- [18] 杨岑,陈佳丽,罗娅,等.花粉直感效应对“杰兔”兔眼蓝莓关键品质形成的影响[J].中国南方果树,2020,49(4):103-106.
- [19] 杨岑,张建立,张婷,等.不同授粉品种对“灿烂”兔眼蓝莓着果率与果实性状的影响[J].中国南方果树,2017,46(6):93-95,99.
- [20] 刘丙花,王开芳,王小芳,等.基于主成分分析的蓝莓果实品质评价[J].核农学报,2019,33(5):927-935.
- [21] 公丽艳,孟宪军,刘乃侨,等.基于主成分与聚类分析的苹果加工品质评价[J].农业工程学报,2014,30(13):276-285.
- [22] 张腊腊,韩明虎,胡浩斌,等.基于主成分分析的苹果品质综合评价[J].江苏农业科学,2020,48(3):209-213.
- [23] 高云,郁志芳.基于主成分分析的芹菜品质评价[J].食品工业科技,2020,41(3):308-314,320.
- [24] 郭家刚,杨松,伍玉茵,等.基于主成分与聚类分析的蓝莓品质综合评价研究[J].食品研究与开发,2020,41(12):53-60.

(上接第 37 页)

椒比其他种辣椒种子发芽率更低。辣椒种子萌发的关键在于打破种子休眠。该研究表明,在 0.2% KCl+100 mg/L GA 浓度下,辣椒种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数最高,达显著差异水平。此外赤霉素和氯化钾复合浸种提高萌发生长指标的结果显著高于对照,与前人研究结果一致。

#### 参考文献

- [1] 黄宁,刘革宁,杨继生,等.赤霉素浓度和浸种时间对枫香种子萌发的影响[J].种子,2021,40(3):97-101.
- [2] 邹文雄,吴伟,关亚静,等.水稻种子休眠调控技术研究进展[J].浙江农业学报,2021,33(2):369-379.
- [3] 陈红刚,赵文龙,晋玲,等.红花绿绒蒿种子休眠及破除方法研究[J].草地学报,2021,29(2):402-406.
- [4] 孟淑春,余振雷,宋顺华,等.H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 GA<sub>3</sub> 联合处理打破茄子种子休眠的效果[J].贵州农业科学,2016,44(1):24-26.

- [5] 王立浩,张宝玺,张正海,等.辣椒选种研究进展[J].园艺学报,2020,47(9):1727-1740.
- [6] 赵通,程丽,张德,等.施硼和赤霉素对“李广杏”坐果率及果实品质的影响[J].西北植物学报,2020,40(2):319-327.
- [7] 王有菊,刘刚,刘玉波,等.玉玲花种子形态特征与休眠特性解除技术研究[J].安徽农业科学,2019,47(24):133-135.
- [8] 杜晨曦,王金丽,周华坤,等.赤霉素对植物种子萌发及幼苗生长影响的研究进展[J].湖北农业科学,2019,58(22):9-14.
- [9] 曹毅,许竞生,左欠欠,等.不同钾盐浸种与环境条件组合处理对秋茄种子萌发的影响[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2020,38(3):1-5.
- [10] 岑爱华,陈小桦,岑利华.赤霉素+钾组合处理对茄子种子萌发的影响[J].种子,2015,34(5):98-100.
- [11] 刘丽杰,张东向,金忠民,等.氯化钾与赤霉素组合处理对玉米种子萌发的影响[J].种子,2014,33(10):85-88.
- [12] 张琴,周萍萍,朱松,等.KCl 胁迫对黑麦种子萌发特性的影响[J].种子,2012,31(8):89-92.