



不同浓度浸种溶液对马槟榔种子萌发和幼苗生长的影响

赵东兴¹, 李 春¹, 李 芹¹, 赵志昆¹, 黄绍忠², 陈林杨¹, 杨永智¹

(1. 云南省红河热带农业科学研究所, 云南 河口 661399; 2. 云南省河口县农科局, 云南 河口 661399)

摘要:为提高马槟榔种子萌发率,促进幼苗生长,以新鲜采集的马槟榔种子为材料,采用不同浓度的高锰酸钾(KMnO₄)、硝酸钾(KNO₃)和双氧水(H₂O₂)进行浸种处理,研究不同处理对马槟榔种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明:在试验浓度范围内,高浓度的KMnO₄、KNO₃和H₂O₂,显著提高马槟榔种子的发芽势和发芽率,其中20 mg·L⁻¹ KNO₃浸种处理,发芽率为97.34%,发芽势为73.52%;5 mg·L⁻¹ KMnO₄浸种处理发芽率为98.00%,发芽势为73.83%;3 mg·L⁻¹ H₂O₂浸种发芽率为98.67%,芽势为63.43%。其次,不同浸种处理对马槟榔幼苗株高的生长也存在显著影响,以浓度为15 mg·L⁻¹ KNO₃、2 mg·L⁻¹ KMnO₄、1 mg·L⁻¹ H₂O₂效果最好,株高分别达到17.80、14.40、19.20 cm。不同处理对马槟榔幼苗根长的生长也有显著影响,效果最显著的处理浓度为15 mg·L⁻¹ KNO₃、4 mg·L⁻¹ KMnO₄、1 mg·L⁻¹ H₂O₂,根长分别为8.00、8.94、10.90 cm。综上所述,3 mg·L⁻¹ H₂O₂浸种24 h处理是促进马槟榔种子萌发和幼苗生长的最佳条件。

关键词:马槟榔;种子;幼苗;高锰酸钾;硝酸钾;双氧水

马槟榔为(*Capparis masakai*)为山柑科(Capparaceae)山柑属(*Capparis*)植物,是中国特有的含甜蛋白植物,其种子中所含的植物甜蛋白马宾灵Ⅱ(MabinlinⅡ)在同等质量比下,甜度是蔗糖的375倍,具有高甜度、低热量、稳定性好的特点,可被消化降解为人体所需的天然氨基酸,在食品甜味剂领域有着广阔的应用前景^[1]。自然条件下马槟榔可以开花结果,但是其种子的自然繁殖率极低属濒危物种,人工扩大繁殖是增加马槟榔种群数量,保护该物种,开发利用这一珍贵植物资源的基础。不同植物种皮细胞层次和排列、色素种类和量以及不透明物质(角质层、蜡质、胶质、和半纤维层)沉积等不同因而硬实程度不同^[2],硬实性种子的种皮非常坚韧,往往限制水分和气体的交换,阻碍氧气的进入和二氧化碳的排出,从而抑制呼吸,不能保证萌发所需要的能量,从而对胚存在机械束缚作用^[3-4],适当的浸蚀处理

可以破除种皮的束缚促进种子的萌发。研究表明强氧化剂高锰酸钾,具有很强的氧化杀菌、消毒及防腐作用,高锰酸钾溶于水后,可以提高水中的氧气浓度,钾离子可以作为营养元素,锰离子作为微量元素可以活化种子体内的酶系统,促进种子萌发因此被广泛应用于沙棘、君迁子、杂交水稻等作物的催芽处理^[5-8]。张菊平等^[9]的研究认为硝酸钾可以提高曼陀罗、茄子、西瓜、辣椒发芽率促进种子提前萌发,是应用最广泛的一种促进种子萌发的化学物质,并具有打破休眠,提高种子活力的作用。刘叶琼^[10]等人的研究显示在25℃下,双氧水浸种可以显著提高茄子种子的发芽势、发芽率和发芽指数,而且在低浓度处理下效果较好,以0.3%双氧水浸种3 h,可以使发芽势、发芽率和发芽指数达到最高。马槟榔人工繁育研究极少,张超等^[11]研究认为,马槟榔属中度顽拗性种子,最佳的种子播种方法是去除果皮的新鲜种子直接播种。赵东兴等^[12]研究报道了4种植物生长调节剂对马槟榔种子萌发和幼苗生长的影响,认为使用1 000 mg·L⁻¹ GA₃浸种24 h是促进马槟榔种子萌发和幼苗生长的最佳条件;但目前对马槟榔种子繁育研究仍较少,通过适宜浓度的无机盐试剂浸泡、侵蚀马槟榔种壳,达到促进物质交换促使种子萌发和幼苗生长的研究鲜有报道。本研究旨在探讨不同浓度的高锰酸钾、硝酸钾、双氧水浸种

收稿日期:2017-10-13

基金项目:农业部南亚热作技术试验与服务支持资助项目(151721301064072712-05);云南省科技厅科技创新平台建设计划资助项目(2016DC047);云南省科技厅青年资助项目(2017FD035);云南省河口县科技局重点科技资助项目([2015]14号)。

第一作者简介:赵东兴(1983-),男,学士,助理研究员,从事热带作物栽培研究。E-mail: 462165383@qq.com。

通讯作者:李芹(1964-),女,硕士,高级农艺师,从事热带作物栽培研究。E-mail: hklq1964@126.com。

24 h,对马槟榔种子萌发和幼苗生长的影响,筛选出适合规模化浸种处理的方法,为马槟榔的人工扩繁提供指导依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 种子 果实去除果皮和果肉取出种子漂洗干净,去除干瘪有虫害的种子,选取成熟饱满大小均匀的种子于通风处吹干外种皮备用。

1.1.2 试剂 高锰酸钾、硝酸钾、双氧水均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 浸种处理 使用 KMnO_4 、 KNO_3 和 H_2O_2 对马槟榔种子进行处理,每种试剂均设置 4 个不同的水平处理,具体浓度设置详见表 1,每个浓度设 3 个重复,每个重复选取 30 粒新鲜的种子,以蒸馏水作为对照,浸种时间为 24 h。

表 1 无机盐及浓度梯度

Table 1 Inorganic salt and concentration gradient

处理 Treatments	浓度/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) Concentration		
	KNO_3	KMnO_4	H_2O_2
CK	0	0	0
T1	5	2	1
T2	10	3	2
T3	15	4	3
T4	20	5	4

1.2.2 测定项目与方法 经浸泡的种子用蒸馏水反复清洗后条播于沙床上,在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 自然光照条件下进行培养。待开始萌芽每隔 24 h 进行 1 次观察,记录种子发芽数。发芽结束后每个处理的幼苗剔除最高和最低的幼苗各 5 株,随机抽取 10 株幼苗,测量其株高、根长并做记录。

1.2.3 数据分析 采用 SPSS 19.0 数据处理软件对数据进行分析,并根据 Duncan 法比较不同浸种处理对各生长指标的影响,用字母标记法进行标记。按照下列公式计算发芽率和发芽势:

发芽率(%) = (种子发芽数/供试种子数) × 100

发芽势(%) = (规定日期内发芽种子数/供试种子数) × 100

2 结果与分析

2.1 不同浸种处理对马槟榔种子发芽势的影响

从表 2 可以看出,不同浓度的 KNO_3 、 KM-

NO_4 、 H_2O_2 浸种处理对马槟榔种子的发芽势有显著的促进作用,同一种试剂在试验浓度范围内,高浓度浸种效果优于低浓度。当 KNO_3 浓度为 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽势最高达到 73.52%,是空白照的 2 倍;当 KMnO_4 浓度为 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时发芽势最高,达到 73.83%,是空白处理的 2 倍; H_2O_2 浸种处理显著提高了马槟榔种子的发芽势,试验中马槟榔种子发芽势随浸种浓度上升呈现增长趋势,当浓度为 $4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,马槟榔种子的发芽势最高,达到 77.00%,是空白处理的 2 倍。

表 2 不同处理对马槟榔种子发芽势的影响

Table 2 Effect of different seed soaking treatments on germination vigor of *Capparis masaikai*

处理 Treatments	发芽势/% Germination vigor		
	KNO_3	KMnO_4	H_2O_2
CK	36.67±0.13 d	36.67±0.13 d	36.67±0.13 d
T1	50.50±1.98 c	63.67±1.64 b	40.33±2.21 d
T2	70.53±2.11 a	50.67±2.03 c	54.33±1.17 c
T3	60.43±1.86 b	54.16±1.27 c	63.43±2.01 b
T4	73.52±1.78 a	73.83±1.51 a	77.00±1.92 a

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。
Different lowercase alphabets in the same column represented significant difference($P<0.05$). The same below.

2.2 不同浸种处理对马槟榔种子发芽率的影响

从表 3 可以看出,不同浓度的 KNO_3 、 KMnO_4 、 H_2O_2 浸种处理对马槟榔种子发芽率有显著的促进作用,同一种试剂高浓度浸种效果优于低浓度。其中 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KNO}_3$ 处理马槟榔种子发芽率最高,为 97.34%,对比空白处理发芽率提高 19.75 百分点; $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 浸种处理发芽率最高,为 98.00%,对比空白处理发芽率提高 20.41 百分点,试验浓度范围内,马槟榔种子发芽率随 KMnO_4 处理浓度的升高逐渐升高;在试验中,马槟榔种子发芽率随着 H_2O_2 浸种浓度的升高,呈现先增后降的趋势, $3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理发芽率最高,为 98.67%,发芽率提高 21.08 百分点。

2.3 不同浸种处理对马槟榔幼苗株高的影响

通过表 4 可以看出,不同浸种处理对马槟榔幼苗株高生长都有显著的促进作用,但不同试剂和不同浓度影响存在差异,在参试浓度范围内,使用 KNO_3 浸种处理的马槟榔幼苗株高随着 KNO_3 浓度的升高出现先增加后降低的趋势, $15\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

处理马槟榔幼苗的株高最高,为 17.80 cm,与空白组对比株高增加 7.77 cm;使用 KMnO_4 浸种处理播种可以显著提高马槟榔幼苗的生长高度,在试验浓度范围内 $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理浓度浸种效果最优,株高为 14.40 cm,对比空白处理株高增加 4.10 cm,此后增加 KMnO_4 浓度对马槟榔幼苗株高生长无显著的促进作用。 H_2O_2 浸种结果显示, $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理浓度最好,幼苗株高为 19.20 cm,与空白对照增加 8.90 cm,之后增加 H_2O_2 浓度对马槟榔幼株的株高无显著促进作用,随浓度增加马槟榔幼苗反而出现略微下降的趋势。

表 3 不同处理对马槟榔种子发芽率的影响

Table 3 Effect of different seed soaking treatments on germination rate of <i>Capparis masaiikai</i>			
处理	发芽率/% Germination rate		
Treatments	KNO_3	KMnO_4	H_2O_2
CK	77.59±1.67 c	77.59±1.67 d	77.59±1.67 d
T1	87.00±1.95 b	87.00±1.64 c	93.66±1.64 ab
T2	87.34±2.52 b	93.66±1.63 a	90.33±1.95 b
T3	78.77±3.05 c	96.67±1.92 a	98.67±0.67 a
T4	97.34±1.39 a	98.00±1.15 a	83.66±1.64 c

表 4 不同处理对马槟榔幼苗株高的影响

Table 4 Effect of different seed soaking treatments on plant height of <i>Capparis masaiikai</i>			
处理	株高/cm Plant height		
Treatments	KNO_3	KMnO_4	H_2O_2
CK	10.03±0.84 d	10.30±0.84 c	10.30±0.84 b
T1	13.90±1.14 c	14.40±0.22 a	19.20±4.71 a
T2	16.00±2.18 ab	12.70±0.91 b	16.73±0.83 a
T3	17.80±0.57 a	13.30±1.10 ab	15.20±2.51 a
T4	15.20±1.79 bc	12.80±1.35 b	15.72±3.23 a

2.4 不同浸种处理对马槟榔根长的影响

通过表 5 可以看出,试验浓度范围内 KNO_3 对马槟榔根的生长有一定的促进作用但效果未达到显著。 KMnO_4 浸种结果显示,高浓度的 KMnO_4 对马槟榔根的生长有显著促进作用,其中 $4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理效果最优,根长为 8.94,比照空白增加 2.74 cm。 H_2O_2 浸种试验结果显示 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度浸种处理对根的生长有显著的促作用,达到 10.90 cm,比照空白组增加 4.70 cm,此后增加 H_2O_2 浸种浓度对马槟榔根长的生长无促进作用。

表 5 不同处理对马槟榔根长的影响

Table 5 Effect of different seed soaking treatments on root length of *Capparis masaiikai*

处理	根长/cm Root length		
Treatments	KNO_3	KMnO_4	H_2O_2
CK	6.20±2.16 a	6.20±2.16 b	6.20±2.16 b
T1	6.90±1.14 a	7.56±0.99 ab	10.90±2.70 a
T2	7.90±0.65 a	8.24±2.49 ab	7.60±0.65 b
T3	8.00±1.35 a	8.94±1.13 a	7.46±0.65 b
T4	7.80±1.35 a	9.7±1.35 a	7.70±0.97 b

3 结论与讨论

试验结果显示,马槟榔种子在播种前先进行浸种处理,可以提高种子发芽率,促进幼苗生长,但不同试剂及其不同质量浓度的效果存在差异。 KNO_3 、 KMnO_4 、 H_2O_2 浸种可以显著提高马槟榔种子的发芽势和发芽率。对照空白处理,经过浓度为 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KNO}_3$ 、 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 、 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{O}_2$ 浸种 24 h 的马槟榔种子发芽势提高 2 倍。发芽率分别提高 19.75、20.41、21.08 百分点,效果显著。沈洋等^[13]研究认为 KNO_3 、 KMnO_4 中的 K^+ 作为多种酶(NDA 激酶、ATP 酶等) 的激活剂,可以在一定程度上提高多种酶的活性,使细胞膜得到部分修复,也可以参与诱导植物体内生长促进型激素的生物合成,从而促进种子萌发。 KMnO_4 、 H_2O_2 是强氧化剂,具有杀菌消毒的作用,在种子浸泡过程中能软化种皮,降低种皮的机械强度,改善种皮的通透性,促进水分或其它物质进入种子,从而减轻甚至解除种子的休眠。同时 H_2O_2 能促进氧气的进入和内部有毒物质的降解及排出,利于细胞内部正常的氧化还原反应,促进种子萌发。

低质量浓度的 KNO_3 、 KMnO_4 、 H_2O_2 浸种处理,能显著促进马槟榔幼苗株高的生长,其中以 $15\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KNO}_3$ 、 $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 、 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{O}_2$ 处理效果最好,此后增加试剂浓度,幼苗株高出现下降的趋势。张福平等^[14]的研究认为钾元素本来是植物所需三大营养元素之一,低浓度的钾离子补充了种子所需的营养成分,但是高浓度的钾元素降低了细胞的水势,使种子生理缺水,从而引起离子毒害作用。 H_2O_2 是需氧生物通过许多酶促反应而产生的正常代谢产物,是植物体内一种主要的活性氧,适当浓度的 H_2O_2 处理提

高种子活性,积累过多时可能会对植物体产生毒害作用。

研究结果显示,使用 KNO_3 浸种对马槟榔根的生长没有显著的促进作用。 $4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 对马槟榔的根的生长有显著的促进作用。 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 浸种处理对根的生长有显著的促进作用,此后增加 H_2O_2 浸种浓度对马槟榔根的生长无促进作用。

综合研究结果, $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 浸种 24 h 处理是促进马槟榔种子萌发和幼苗生长的最佳条件。

参考文献:

- [1] 于旭东,张超,顾文亮,等. 马槟榔 DNA 提取及其 RAPD 反应体系的优化[J]. 基因组学与应用生物学,2011,30(1): 117-121.
- [2] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [3] 杨期和,尹小娟,叶万辉. 硬实种子休眠的机制和解除方法[J]. 植物学通报,2006(1):108-118.
- [4] 郝建平,徐笑飞,杨东方,等. 北柴胡快速繁殖及种子萌发条件研究[J]. 中草药,2008(5):752-756.
- [5] 万国伟. 高锰酸钾浸种对杂交水稻种子发芽率、成秧率的影响[J]. 农民致富之友,2011(14):51.

- [6] 郑蔚虹,冷建梅. 青霉素、过氧化氢和高锰酸钾浸种对沙棘种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2003(6):22-23,30.
- [7] 孙鹏,周道顺,梁臣,等. 高锰酸钾及植物激素对君迁子种子萌发的影响[J]. 东北林业大学学报,2014(6):19-23,82.
- [8] 郭群利,胡晋,洪中川. 高锰酸钾浸种对杂交水稻种子发芽率、成秧率的影响[J]. 种子,2007(6):87-88.
- [9] 张菊平,张艳敏,康业斌,等. 硝酸钾处理对不同贮藏年限辣椒种子发芽的影响[J]. 种子,2005(4):28-30.
- [10] 刘叶琼,缪其松. 双氧水对茄子种子萌发的影响[J]. 中国瓜菜,2014(1):36-37,39.
- [11] 张超,于旭东,顾文亮,等. 中国特有产甜蛋白植物马槟榔常规繁育技术研究[J]. 中国农学通报,2011,27(16): 110-115.
- [12] 赵东兴,李春,李涛,李芹,等. 4 种植物生长调节剂对马槟榔种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 南方农业学报,2015(10):1834-1838.
- [13] 沈洋,刘芳,李青丰,等. 4 种禾草种子发芽条件的筛选研究[J]. 草地学报,2012(1):70-75.
- [14] 张福平,曾瑶琴. 植物生长调节剂对韭菜种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 贵州农业科学,2009(11):160-164.

Effects of Different Concentrations of Immersion Solution on Seed Germination and Seedling Growth of *Capparis masaikai*

ZHAO Dong-xing¹, LI Chun¹, LI Qin¹, ZHAO Zhi-kun¹, HUANG Shao-zhong², CHEN Lin-yang¹, YANG Yong-zhi¹

(1. Honghe Institute of Tropical Agricultural Sciences of Yunnan, Hekou 661399, China; 2. Hekou Agricultural Bureau of Yunnan, Hekou 661399, China)

Abstract: In order to research the effect of different seed soaking solution on seed germination and seedling growth of *Capparis masaikai*. Different concentrations of potassium permanganate (KMnO_4), potassium nitrate (KNO_3) and hydrogen peroxide (H_2O_2) was used for seed soaking. The results showed that in the experimental concentration range the higher concentration of potassium permanganate, potassium nitrate and hydrogen peroxide reagent all could significantly improve the horse areca seed germination and germination rate. Under $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KNO_3 soaking treatment, the germination potential and germination rate were 73.52% and 97.34% respectively. The germination vigor and germination rate of $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 soaking were 73.83% and 98.00% respectively, and $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 treatment were 63.43% and 98.67% respectively. In addition, all of potassium permanganate, potassium nitrate and hydrogen peroxide had remarkable effect on the growth of plant height. The concentrations of $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KNO_3 , $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 , and $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 had the best effect, which plant height could reached to 17.80, 14.40 and 19.20 cm, respectively. Three kinds of reagents also had a significant impact on seeding root length, the most significant effect of the concentration were $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KNO_3 , $4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 and $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 which the root length could reach to 8.00, 8.94 and 10.90 cm, respectively. In conclusion, $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 immersion treatment was the best condition for seed germination and seedling growth of *Capparis masaikai*.

Keywords: *Capparis masaikai*; seeds; seeding; KMnO_4 ; KNO_3 ; H_2O_2