

闫艳华. 不同浸种处理对曼陀罗种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(1): 133-138.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.024

不同浸种处理对曼陀罗种子萌发和幼苗生长的影响

闫艳华

(吕梁学院生命科学系, 山西吕梁)

摘要:为确定曼陀罗种子萌发的最适条件,以黄色曼陀罗和野生曼陀罗为试验材料,通过不同浓度赤霉素溶液浸种处理、不同浓度硝酸钾溶液浸种处理、不同 pH 值溶液浸种处理以及不同温度水浴浸种处理,研究分析不同处理对曼陀罗种子萌发指标和幼苗生长指标的影响。结果表明,赤霉素浓度为 250 mg/L、pH 值为 7 等 2 个品种幼苗生长发育状况均较同一处理中其他组更好,且黄色曼陀罗种的长势较野生曼陀罗更好。浓度为 0.6% 的硝酸钾溶液对黄色曼陀罗的种子萌发和幼苗生长发育的促进效果最好;浓度为 1.0% 时,硝酸钾溶液对野生种曼陀罗种子萌发和幼苗生长发育的促进效果最好。当温度在 40 ℃ 以下,2 个品种曼陀罗种子幼苗的生长发育状况大致相同;当温度高于 50 ℃ 时,不同温度水浴对种子萌发和幼苗生长存在抑制作用,且野生种曼陀罗所受到的抑制作用高于黄色种曼陀罗。综合分析结果表明,硝酸钾溶液浸种处理曼陀罗种子萌发和幼苗生长发育的促进效果最好,且不同品种的曼陀罗最适浓度不同。

关键词:曼陀罗;浸种处理;发芽指标;幼苗生长;赤霉素;硝酸钾

中图分类号: S567.21*9.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)01-0133-06

曼陀罗属于茄科曼陀罗属,是野生木质的一年生直立草本植物^[1-2],全株均含有剧毒,其种子中含有一些生物碱是主要活性成分。这些生物碱主要包括莨菪碱、东莨菪碱以及阿托品等,其中前 2 种成分对哮喘、祛风、关节阵痛、肠胃痉挛、跌打肿痛、神经性的偏头痛等一些症状的治愈都具有良好的疗效^[3-5]。曼陀罗的药用价值主要在于其种子、花、叶均可入药,其味辛性温,而且具有一定的解痉止痛、麻醉、止咳平喘的功效^[6-7]。

曼陀罗虽用种子繁殖,但因一些刚采摘的种子还未度过休眠期^[8],种子存在显著的休眠性以及曼陀罗种皮对种子萌发的障碍作用的影响^[9-10],导致曼陀罗种子具有低发芽率、出苗不整齐等一些性状,给其生理生长研究和大面积种植带来了较大的困难。目前对曼陀罗的研究主要集中于曼陀罗所含化学物质及其药用价值方面^[11-13]。本研究用不同的方法处理曼陀罗,研究种子发芽率、发芽势等发芽指标及幼苗生长指标,以期对曼陀罗的物种与种质资源保护和曼陀罗的人工种植奠定一定的科学基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用种子为黄色曼陀罗(以下简称为栽培种)和野生种曼陀罗,其中野生种在果实成熟时于野外采集而得,栽培种购买于帝富园林种业有限公司。

1.2 试验时间与地点

试验时间为 2020 年 3—7 月,地点为山西省吕梁学院。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 试验组用不同 pH 值的酸碱溶液、不同温度的水浴、不同浓度的赤霉素(GA₃)和不同浓度的硝酸钾溶液对 2 种曼陀罗种子进行浸种处理,而对照组用常温蒸馏水浸种处理,浸种时间为 24 h。具体处理设置见表 1。

表 1 不同处理及各处理的水平

水平	pH 值	水浴温度(℃)	GA ₃ 浓度(mg/L)	硝酸钾溶液浓度(%)
1	3	30	50	0.2
2	5	40	100	0.4
3	7	50	150	0.6
4	9	60	200	0.8
5	11	70	250	1.0

1.3.2 种子处理 将籽粒饱满的曼陀罗种子分别用脱脂纱布包好,150 粒/包,将种子包用 0.3% 过氧

收稿日期:2021-05-12

基金项目:山西省高等学校科技创新计划(编号:2020L0692)。

作者简介:闫艳华(1985—),女,山西吕梁人,硕士,讲师,主要从事植物生长与发育研究。E-mail:yanhua19852008@163.com。

化氢溶液消毒 10 min,用蒸馏水冲洗 3~5 遍,再放入不同处理浓度的溶液中浸泡 24 h,对照组放入蒸馏水中浸泡 24 h,最后将种子均匀播种于花盆中,每盆播种 50 粒,每个处理播种 3 盆,置于光照培养箱中培养,温度设为 25 ℃,保持土壤湿润。第 9 天统计发芽势,第 19 天统计发芽率。

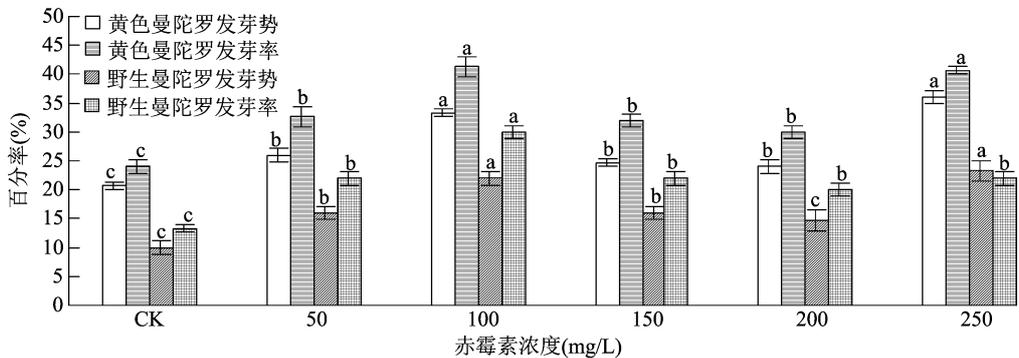
1.3.3 指标测定 发芽指标:发芽势 = 日发芽种子数达到最高峰时发芽的种子数/种子总数 × 100%;发芽率 = 全部的发发芽种子数/种子总数 × 100%。

幼苗形态测定:第 21 天对幼苗根系长度进行测定,称量幼苗鲜质量与干质量,其中干质量用干燥法测定。

根表面积测定:吸取一定量的浓硝酸钙溶液称质量并记录其质量,将风干的根系浸入溶液 10 s 后取出,在溶液上方停留 30 s 使根系表面多余的溶液滴入烧杯,记录硝酸钙溶液的质量,2 次质量差即表示根系表面积的大小。

1.4 数据处理分析

对每个处理下的 3 次重复均进行测定,取 3 次



图中不同小写字母表示不同浓度处理间在 0.05 水平上差异显著,下同

图1 赤霉素溶液浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响

2.1.2 赤霉素溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响 由表 2 可知,对 2 个品种的曼陀罗种子来说,植株鲜质量、植株干质量、根长、根表面积是随着赤霉素浓度的逐渐增大而增大的。赤霉素在植物生长发育中所起的作用具体表现在对植株生长素合成的促进作用以及通过提高种子胚胎中相关酶的活性从而促进种子萌发以及提高种子活力。当赤霉素浓度逐渐增大至 250 mg/L 时,黄色曼陀罗的植株鲜质量由对照组的 0.55 g 增加至 0.75 g,增加了 36.4%;其植株干质量由对照组的 0.025 g 增大为 0.030 g,增加了 20.0%;其根长由对照组的 4.34 cm 增加到 6.10 cm,增加了 40.6%;其根表面积由 0.145 g 增加到 0.175 g,增加了

的平均值为最终结果。用 Excel 2019 对数据进行归纳和整理,用 SPSS 23.0 进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 赤霉素溶液浸种处理对曼陀罗种子萌发的影响

2.1.1 赤霉素溶液浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响 由图 1 可知,将曼陀罗种子用 50~250 mg/L 赤霉素溶液浸泡处理时,2 个品种种子的发芽势与发芽率较对照组均有提高,且有显著差异。当赤霉素浓度为 100 mg/L 时,黄色曼陀罗与野生种曼陀罗的发芽率均为最高,分别为 41.3%、30.0%。分别较对照组黄色曼陀罗的 24.0% 和野生种的 13.3% 提高了 17.3%、16.7%。当赤霉素浓度为 250 mg/L 时,2 个品种的发芽势均最高,分别为 36.0%、23.3%。分别较对照的 20.7%、10.0% 提高 15.3%、13.3%。因此可知,当用浓度范围为 50~250 mg/L 的赤霉素对曼陀罗种子进行浸种处理时均对曼陀罗种子萌发有促进作用。

20.7%。野生种曼陀罗的植株鲜质量由对照组的 0.53 g 增加到 0.73 g,增加了 37.7%;其植株干质量由对照组的 0.024 g 增加到 0.028 g,增加了 16.7%;其根长由对照组的 4.30 cm 增加到 5.55 cm,增加了 29.1%;其根表面积由对照组的 0.138 g 增加到 0.173 g,增加了 25.4%。由此可知,赤霉素在种子成长为植株阶段则具有促进植株茎伸长的作用。赤霉素溶液不同浓度浸种处理对曼陀罗 2 个品种的幼苗生长均具有促进作用,且随着浓度升高其促进作用更为显著。当赤霉素浓度为 250 mg/L 时,2 个品种幼苗的生长状况均较其他处理更好。其中,黄色曼陀罗的长势较野生曼陀罗更好。

表2 赤霉素溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响

品种	GA ₃ 浓度 (mg/L)	植株鲜质量 (g)	植株干质量 (g)	根长 (cm)	根表面积 (g)
黄色曼陀罗	CK	0.55 ± 0.012e	0.025 ± 0.001c	4.34 ± 0.001f	0.145 ± 0.001f
	50	0.60 ± 0.004d	0.025 ± 0.001c	4.45 ± 0.001e	0.156 ± 0.001e
	100	0.68 ± 0.005c	0.028 ± 0.001ab	4.66 ± 0.001d	0.161 ± 0.001d
	150	0.72 ± 0.011b	0.026 ± 0.001bc	5.12 ± 0.001c	0.167 ± 0.000e
	200	0.74 ± 0.004ab	0.026 ± 0.001b	5.53 ± 0.001b	0.172 ± 0.000b
	250	0.75 ± 0.005a	0.030 ± 0.001a	6.10 ± 0.001a	0.175 ± 0.001a
野生种曼陀罗	CK	0.53 ± 0.016d	0.024 ± 0.005b	4.30 ± 0.026e	0.138 ± 0.001f
	50	0.58 ± 0.005c	0.025 ± 0.003b	4.36 ± 0.208e	0.145 ± 0.002e
	100	0.66 ± 0.006b	0.027 ± 0.007a	4.67 ± 0.024d	0.155 ± 0.002d
	150	0.70 ± 0.005ab	0.027 ± 0.006a	4.89 ± 0.020c	0.162 ± 0.001c
	200	0.70 ± 0.023ab	0.028 ± 0.006a	5.22 ± 0.015b	0.168 ± 0.001b
	250	0.73 ± 0.004a	0.028 ± 0.007a	5.55 ± 0.009a	0.173 ± 0.002a

注:同列数据后不同小写字母表示同一品种不同处理间差异显著($P < 0.05$),下表同。

2.2 硝酸钾溶液浸种处理对曼陀罗种子萌发的影响

2.2.1 硝酸钾溶液浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响

硝酸钾具有促进种子萌发,打破种子休眠,提高种子活力的作用^[14-15],与植株的新陈代谢密切相关。其中,钾离子还可作为植物生理代谢所需酶的活化剂。对一些植物来说,硝酸钾的处理效果会优于其他化学试剂处理^[16]。由图2可知,5个浓度下的硝酸钾溶液浸种处理对2个品种的曼陀罗种子的萌发均有促进作用,其发芽势与发芽率2个指标均较对照组有明显提高,且差异显著。在一定范围内,随着硝酸钾浓度的升高,曼陀罗种子的发芽指标逐渐增大。而当硝酸钾浓度为0.6%时,黄色

曼陀罗种子的发芽指标较其他处理更好,即发芽势与发芽率最高,分别为69.3%、78.0%,较对照的20.7%、24.0%有明显提高。而之后,即使硝酸钾的浓度继续增大,种子发芽势与发芽率开始下降,但同比高于对照组的指标。当硝酸钾浓度为1.0%时,野生种曼陀罗种子的发芽指标较其他处理更好,其发芽势与发芽率分别为46.0%、55.3%,较对照组的10.0%、13.3%提高了36.0%、42.0%。因此可知,当硝酸钾溶液的浓度范围在0.6%左右时,对黄色曼陀罗做浸种处理时,对黄色曼陀罗种子萌发的促进效果较好;当使用浓度范围在1.0%的硝酸钾溶液对曼陀罗野生种进行浸种处理时,对其种子萌发的促进效果较好。

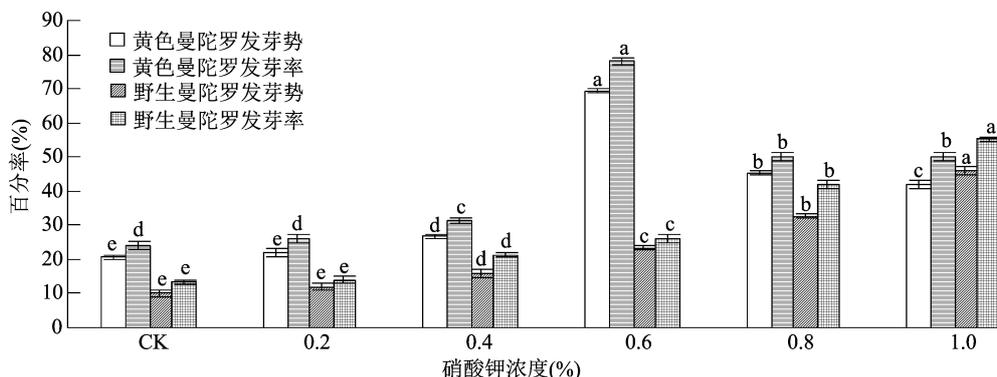


图2 硝酸钾溶液浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响

2.2.2 硝酸钾溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响

由表3可知,对黄色曼陀罗幼苗生长起促进作用的,即植株鲜质量最高的一组是硝酸钾浓度为0.6%时,此时植株干质量、根长及根表面积均为最高。植株鲜质量较对照组的0.548 g增

加到了0.764 g,增加了39.4%。植株干质量由对照组的0.025 g增加为0.030 g,增加了20.0%。根长由对照组的4.34 cm增加到6.80 cm,增加了56.7%。根表面积由对照组的0.145 g增加到0.174 g,增加了20.0%,说明浓度为0.6%的硝酸

钾溶液对黄色曼陀罗植株幼苗生长的促进作用较其他浓度处理的更好。而对于野生曼陀罗而言,随着硝酸钾溶液的浓度逐渐升高,其植株鲜质量、植株干质量、根长、根表面积都随之增大。植株鲜质量由对照组的 0.529 g 增加到 0.737 g,增加了 39.3%。植株干质量由对照组的 0.024 g 增加到 0.028 g,增加了 16.7%。根长由对照组的 4.30 cm

增加到 5.64 cm,增加了 31.2%。根表面积由对照组的 0.138 g 增加到 0.173 g,增加了 25.4%。由此可知,浓度为 1.0% 的硝酸钾对野生种曼陀罗种子幼苗生长的促进效果较其他浓度好,且在硝酸钾溶液浸种处理下,黄色曼陀罗种生长发育状况优于野生种曼陀罗。

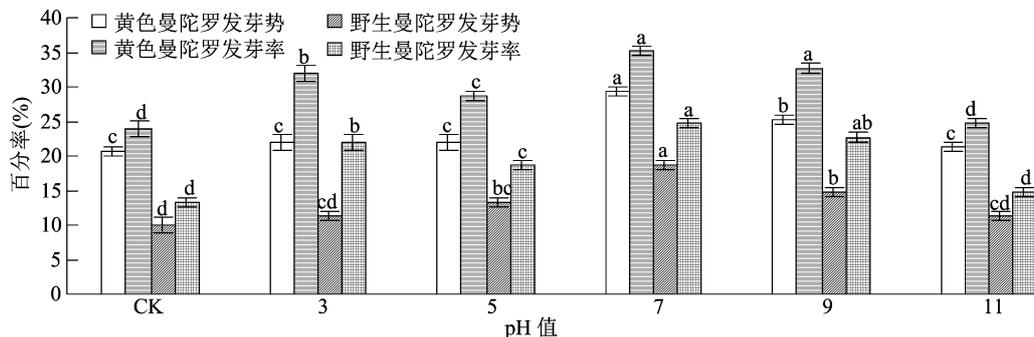
表 3 硝酸钾溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响

品种	硝酸钾浓度 (mg/L)	植株鲜质量 (g)	植株干质量 (g)	根长 (cm)	根表面积 (g)
黄色曼陀罗	CK	0.548 ± 0.012d	0.025 ± 0.001c	4.34 ± 0.006f	0.145 ± 0.001e
	0.2	0.615 ± 0.004c	0.025 ± 0.001c	4.52 ± 0.022e	0.157 ± 0.000d
	0.4	0.634 ± 0.007c	0.028 ± 0.001ab	4.61 ± 0.021d	0.167 ± 0.001bc
	0.6	0.764 ± 0.006a	0.030 ± 0.001a	6.80 ± 0.009c	0.174 ± 0.002a
	0.8	0.667 ± 0.004b	0.026 ± 0.000bc	5.86 ± 0.003a	0.169 ± 0.002c
	1.0	0.688 ± 0.005b	0.027 ± 0.001bc	5.72 ± 0.023b	0.169 ± 0.001b
野生种曼陀罗	CK	0.529 ± 0.016e	0.024 ± 0.001c	4.30 ± 0.026f	0.138 ± 0.001e
	0.2	0.604 ± 0.006d	0.025 ± 0.000bc	4.44 ± 0.042e	0.145 ± 0.003d
	0.4	0.645 ± 0.005c	0.027 ± 0.001ab	4.65 ± 0.038d	0.155 ± 0.002c
	0.6	0.666 ± 0.005bc	0.027 ± 0.000a	4.85 ± 0.041c	0.162 ± 0.002b
	0.8	0.691 ± 0.008b	0.028 ± 0.001a	5.21 ± 0.017b	0.165 ± 0.002ab
	1.0	0.737 ± 0.005a	0.028 ± 0.001a	5.64 ± 0.112a	0.173 ± 0.001a

2.3 不同 pH 值溶液浸种处理对曼陀罗种子萌发的影响

2.3.1 不同 pH 值溶液浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响 由图 3 可知,不同 pH 值溶液对曼陀罗 2 个品种种子的萌发均具有促进作用,且发芽势与发芽率较对照组均有显著差异。当 pH 值为 7 时,黄色曼陀罗的发芽势与发芽率均最高,分别为

29.3%、35.3%,较对照组的 20.7%、24.0% 提高 8.6%、11.3%;同时,野生种的发芽势与发芽率也较其他处理更高,分别为 18.7%、24.7%,较对照组的 10.0%、13.3% 提高 8.7%、11.4%。因此可知,pH 值为 3~11 时,不同 pH 值溶液对曼陀罗进行浸种处理时,均对曼陀罗 2 个品种种子的萌发具有一定的促进作用,且以 pH 值为 7 时,效果最好。



2.3.2 不同 pH 值溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响 由表 4 可知,在用不同 pH 值溶液浸种处理 2 个不同品种的曼陀罗时,2 个品种的生长发育状况在 pH 值为 7 时最好,其植株鲜质量、植株干质量、根长、根表面积均为最高。对于

黄色曼陀罗而言,其植株鲜质量由对照组的 0.548 g 增加到 0.702 g,增加 28.1%;植株干质量由对照组的 0.025 g 增加到 0.028 g,增加 12.0%;根长由 4.34 cm 增加到 6.58 cm,增加 51.6%;根表面积由对照组的 0.145 g 增加到 0.175 g,增加 20.7%。对

于野生种曼陀罗而言,其植株鲜质量由对照组的0.529 g增加到0.593 g,增加12.1%;植株干质量由对照组的0.024 g增加到0.028 g,增加16.7%;根长由对照组的4.30 cm增加到5.34 cm,增加了24.0%;根表面积由对照组的0.138 g增加到0.165 g,

增加20.0%。对比植株鲜质量、根长、根表面积等数据可以得出,在用pH值为7的溶液浸种时,黄色曼陀罗较野生种曼陀罗种子幼苗的生长发育状况更为优良。

表4 不同pH值溶液浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响

品种	pH值	植株鲜质量(g)	植株干质量(g)	根长(cm)	根表面积(g)
黄色曼陀罗	CK	0.548 ± 0.012c	0.025 ± 0.001b	4.34 ± 0.006f	0.145 ± 0.001c
	3	0.566 ± 0.007bc	0.026 ± 0.000ab	4.62 ± 0.029e	0.155 ± 0.006bc
	5	0.598 ± 0.008b	0.026 ± 0.000ab	4.81 ± 0.015d	0.166 ± 0.005ab
	7	0.702 ± 0.013a	0.028 ± 0.000a	6.58 ± 0.050c	0.175 ± 0.004a
	9	0.585 ± 0.008b	0.025 ± 0.001b	5.73 ± 0.062b	0.164 ± 0.004ab
	11	0.575 ± 0.013bc	0.026 ± 0.001b	5.33 ± 0.033a	0.155 ± 0.005bc
野生种曼陀罗	CK	0.529 ± 0.016c	0.024 ± 0.001d	4.30 ± 0.026e	0.138 ± 0.001e
	3	0.556 ± 0.001bc	0.026 ± 0.000bc	4.45 ± 0.026d	0.145 ± 0.001d
	5	0.575 ± 0.002ab	0.028 ± 0.000a	4.64 ± 0.023c	0.155 ± 0.001c
	7	0.593 ± 0.002a	0.028 ± 0.000a	5.34 ± 0.012a	0.165 ± 0.001a
	9	0.579 ± 0.002ab	0.027 ± 0.000ab	4.80 ± 0.009b	0.160 ± 0.002b
	11	0.564 ± 0.002ab	0.026 ± 0.000c	4.35 ± 0.015e	0.159 ± 0.002bc

2.4 水浴浸种处理对曼陀罗种子萌发的影响

2.4.1 水浴浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响 由图4可知,30~40℃的水会促进2个品种曼陀罗种子的萌发。当浸种水浴的温度为40℃时,2个曼陀罗品种的发芽势与发芽率均较对照组增大且有显著差异。当温度为40℃时,黄色曼陀罗的发芽势与发芽率分别为30.0%、43.3%,分别较对照组的20.7%、24.0%提高了10.7%、19.3%;野生种

的发芽势与发芽率分别为18.0%、26.0%,分别较对照组的10.0%、13.3%提高8.0%、13.3%。水浴温度继续增大时,2个品种的发芽势与发芽率逐渐降低。当水浴温度高达50℃以上时,种子萌发状况低于对照组,说明温度的升高可能降低了种子的活性,对种子萌发产生了一定的抑制作用。综上所述可知,当水浴温度为40℃时,对黄色曼陀罗种子萌发的促进效果最好。

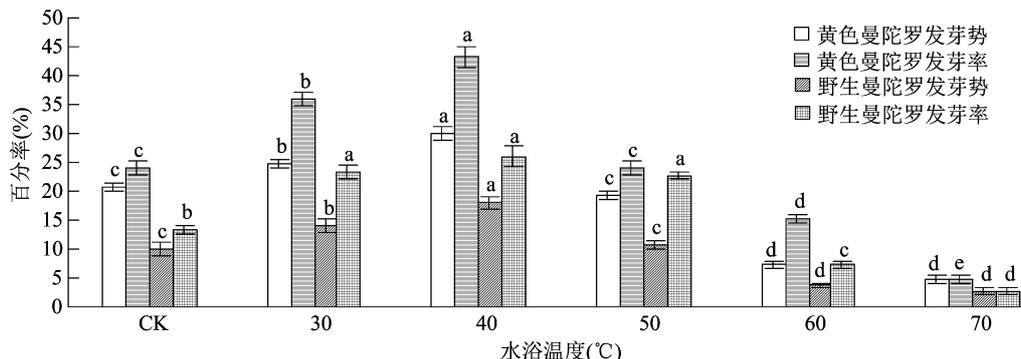


图4 水浴浸种处理对曼陀罗种子发芽指标的影响

2.4.2 水浴浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响 由表5可知,当温度在40℃以下时,随着水浴温度的升高,曼陀罗2个品种的幼苗生长指标均逐渐增大。当温度升高至40℃时,黄色曼陀罗的植株鲜质量由对照组的0.548 g增加到0.723 g,增加34.4%;植株干质量由对照组的0.025 g增加

到0.028 g,增加12%;根长由对照组的4.34 cm增加到6.62 cm,增加52.5%;根表面积由对照组的0.145 g增加到0.166 g,增加14.5%。野生种曼陀罗的植株鲜质量由对照组的0.529 g增加到0.586 g,增加10.8%;植株干质量由对照组的0.024 g增加到0.028 g,增加了16.7%;根长由对照组的4.34 cm

增加至 6.62 cm,增加了 52.5%;根表面积由对照组的 0.138 g 增加到 0.159 g,增加了 15.2%。由植株鲜质量等数据可以得出,温度在 40 ℃ 以下时,2 个品种曼陀罗种子幼苗的生长发育状况大致相同。而随着温度的逐渐升高,较高温度 50~70 ℃ 时的水对 2 个品种的曼陀罗的生长发育均起抑制作用。黄色曼陀罗种的植株鲜质量由对照组的 0.548 g 下降至 0.493 g,下降 11.2%;植株干质量由对照组的 0.025 g 下降至 0.024 g,下降了 4.2%;根长由对照

组的 4.34 cm 下降至 4.08 cm,下降了 6.4%;根表面积由对照组的 0.145 g 下降至 0.137 g,下降了 5.8%。野生种曼陀罗的植株鲜质量由对照组的 0.529 g 下降至 0.476 g,下降了 11.1%;植株干质量与对照组无变化;根长由对照组的 4.30 cm 下降至 3.89 cm,下降了 10.5%;根表面积由对照组的 0.138 g 下降至 0.125 g,下降了 10.4%。由根长、根表面积等数据可得出,当温度升高至 70 ℃ 时,野生种曼陀罗所受到的抑制作用高于黄色曼陀罗。

表 5 水浴浸种处理对曼陀罗种子幼苗及根系指标的影响

品种	水浴温度(℃)	植株鲜质量(g)	植株干质量(g)	根长(cm)	根表面积(g)
黄色曼陀罗	CK	0.548 ± 0.012c	0.025 ± 0.001b	4.34 ± 0.005c	0.145 ± 0.001bc
	30	0.669 ± 0.007b	0.027 ± 0.001ab	5.48 ± 0.064b	0.156 ± 0.005abc
	40	0.723 ± 0.010a	0.028 ± 0.001a	6.62 ± 0.057a	0.166 ± 0.006a
	50	0.558 ± 0.006c	0.027 ± 0.001a	5.55 ± 0.054b	0.163 ± 0.006ab
	60	0.535 ± 0.006c	0.025 ± 0.001b	4.21 ± 0.081cd	0.146 ± 0.005bc
	70	0.493 ± 0.013d	0.024 ± 0.001b	4.08 ± 0.075d	0.137 ± 0.006c
野生种曼陀罗	CK	0.529 ± 0.016c	0.024 ± 0.001d	4.30 ± 0.026d	0.138 ± 0.001b
	30	0.564 ± 0.007ab	0.027 ± 0.001ab	4.77 ± 0.066b	0.144 ± 0.002b
	40	0.586 ± 0.006a	0.028 ± 0.001a	5.25 ± 0.067a	0.159 ± 0.006a
	50	0.544 ± 0.006bc	0.026 ± 0.000bc	4.55 ± 0.071c	0.147 ± 0.002b
	60	0.527 ± 0.008c	0.025 ± 0.000cd	4.17 ± 0.069d	0.136 ± 0.004bc
	70	0.476 ± 0.006d	0.024 ± 0.000a	3.89 ± 0.040e	0.125 ± 0.002c

3 结论

本研究通过物理、化学 2 类处理方法对曼陀罗 2 个品种采用了不同浓度赤霉素浸种处理、不同浓度硝酸钾浸种处理、不同 pH 值溶液浸种处理、不同温度水浴等 4 种不同的处理方法进行处理,在适宜的试验条件下分别得出 2 个品种曼陀罗种子的最适萌发条件。结果表明,浓度为 0.6% 的硝酸钾溶液对黄色曼陀罗的种子萌发和幼苗生长发育的促进效果最好;浓度在 1.0% 时,硝酸钾溶液对野生种曼陀罗种子萌发和幼苗生长发育的促进效果最好。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第 7 卷[M]. 北京:科学出版社,1978.
 [2] 王金淑. 环境因素对曼陀罗种子萌发特性的影响[J]. 北方园艺,2012(4):72-74.
 [3] 白鹏莉,阮成江,黄明月,等. 能源植物曼陀罗耐盐性的初步研究[J]. 西北农业学报,2011,20(7):187-191.
 [4] 郭江燕,胡晓华,王亚琴,等. 曼陀罗种子形态及营养成分[J]. 河北科技师范学院学报,2010,24(3):66-69.

[5] 张宏利,扬学军,刘文国,等. 曼陀罗化学成分与生物活性研究现状及展望[J]. 西北林学院学报,2004,19(2):98-102.
 [6] 张显强,张 鸿,石晓玲. 黔产曼陀罗中东莨菪碱和莨菪碱的分布规律[J]. 中药材,2015,38(1):49-52.
 [7] 邓朝晖,罗 充,刘 彬,等. 曼陀罗药用价值的开发和利用[J]. 现代生物医学进展,2011,11(7):1394-1398.
 [8] 李 蓉,叶 勇. 种子休眠与破眠机理研究进展[J]. 西北植物学报,2005,25(11):212-217.
 [9] 佐 月,许永华. 种子萌发过程中 GA 与 ABA 的作用机制研究进展[J]. 分子植物育种,2021,19(18):6221-6226.
 [10] 邓朝晖,卢林创,罗 充. 不同处理方法对白花曼陀罗种子萌发的影响[J]. 种子,2012,31(7):95-98.
 [11] 赵青青. 曼陀罗不同居群形态多样性及生物碱含量比较研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
 [12] 李建文,林彬彬,王国凯,等. 曼陀罗种子化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(3):319-322.
 [13] 李 慧,王晓旭,夏鸿飞,等. 曼陀罗愈伤组织培养及药用成分莨菪碱的分析[J]. 辽宁大学学报(自然科学版),2012,39(2):118-122.
 [14] 武占会,高志奎,魏新燕,等. 硝酸钾浸调对茄子种子发芽特性影响[J]. 北方园艺,2001(6):9-10.
 [15] 刘艳梅,陈 凯,张同林. 不同处理方式对桔梗种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(20):141-145.
 [16] 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,2005,24(4):28-30.