

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2023.01.002

# 不同育苗基质及激素处理对华重楼种子出苗的影响研究

王安虎, 杨 坪

(西昌学院攀西特色作物研究与利用四川省重点实验室, 四川 西昌 615013)

**摘要:** 针对重楼育苗常遇到的出苗时间长、出苗率低和种子播种后腐烂严重的问题, 对最佳育苗方式、育苗基质及在较短时间内获得较多的重楼种苗等方面进行研究, 旨在为重楼栽培和育苗方面提供技术参考。研究了不同厚度稻草覆盖、土壤与草炭不同配比、不同浓度  $\text{KNO}_3$  与质量浓度赤霉素 ( $\text{GA}_3$ ) 溶液浸种重楼种子对重楼种子出苗的影响。结果表明: 在重楼种子播种前的土壤表面覆盖厚度为 4 cm 的稻草后播种重楼, 再在重楼种子表面覆盖厚度为 4 cm 的稻草, 重楼种子的出苗率最高, 达 90.8%, 与其他覆盖厚度的差异具有高度统计学意义, 出苗时间为播种后的第 20 月; 土壤与草炭质量比为 1:3 时, 重楼种子的出苗率为 73.0%, 与其他质量比的出苗率的差异具有高度统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 出苗时间为播种后的第 20 月; 用 19 mmol/L  $\text{KNO}_3$ 、600 mg/L  $\text{GA}_3$  溶液浸种重楼种子, 种子胚根长出率最高达 56.67%, 与排第 2 位溶液组合 ( $\text{KNO}_3$  浓度为 16 mmol/L、 $\text{GA}_3$  质量浓度为 600 mg/L) 胚根长出率的差异具有高度统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 出苗时间为浸种处理后的第 8 月。3 种育苗方式比较表明: 稻草覆盖厚度为 4 cm、土壤与草炭质量比为 1:3 的育苗基质利于提高重楼种子的出苗率,  $\text{KNO}_3$  浓度为 19 mmol/L、 $\text{GA}_3$  的质量浓度为 600 mg/L 的溶液浸种重楼种子, 可大大缩短重楼种子的育苗时间, 幼苗获得率约 50%。

**关键词:** 华重楼; 育苗基质; 激素处理; 出苗率

**中图分类号:** S567.23<sup>+9</sup> **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2023)01-0006-05

## Study on the Effect of Different Seedling Substrate and Hormone Treatments on the Seedling Emergence Rate of *Paris polyphylla*

WANG Anhu, YANG Ping

(Panxi Crop Research and Utilization Key Laboratory of Sichuan Province,  
Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China)

**Abstract:** Aiming to solve the problems of long seedling emergence time, low seedling emergence rate and serious decay after seed sowing, this paper studies the best seedling cultivation method, the best seedling substrate and the best way to obtain more *Paris polyphylla* seedlings in a shorter time, in order to provide some technical references for *Paris polyphylla* cultivation and seedling cultivation. The effects of different thickness of straw mulch, different ratio of soil and peat, different concentration of  $\text{KNO}_3$  and gibberellin ( $\text{GA}_3$ ) solution on the emergence of *Paris polyphylla* seeds were studied. The results showed that the germination time was the 20th month after sowing when the mass ratio of soil to peat was 1:3, and the emergence rate of *Paris polyphylla* seeds was 73.0%, which was significantly different from that of other mass ratios; the emergence time was the 20th month after sowing when the seeds of *Paris polyphylla* were soaked in the solution with the amount concentration of  $\text{KNO}_3$  of 19 mmol/L and the mass concentration of  $\text{GA}_3$  of 600 mg/L, and the radicle growth rate was up to 56.67%; there was a very significant difference in the hypocotyl growth rate when combined with the second solution (the amount concentration of  $\text{KNO}_3$  of 16 mmol/L and the mass concentration of  $\text{GA}_3$  of 600 mg/L); and the emergence time was the 8th month after the seed soaking treatment. The comparison of three seedling raising methods shows that the seedling substrate with straw covering thickness of 4 cm and mass ratio of soil to peat of 1:3 is conducive to improve the seedling emergence rate of *Paris polyphylla* seeds; soaking *Paris polyphylla* seeds with  $\text{KNO}_3$  concentration of 19 mmol/L and  $\text{GA}_3$  Concentration of 600 mg/L can greatly shorten the seedling time of *Paris polyphylla* seeds, and the seedling acquisition rate is about 50%.

收稿日期: 2022-01-01

基金项目: 西昌学院两高项目(LGLZ201813); 四川省教育厅项目(18CZ0025)。

作者简介: 王安虎(1972—), 男, 四川石棉人, 教授, 学士, 主要研究方向: 作物遗传育种科学。

**Keywords:** *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara; seedling substrate; hormone treatment; emergence rate

## 0 引言

重楼是延龄草科 Trilliaceae 重楼属 *Paris* 植物的统称,是多年生草本植物,其根茎有着悠久的药用历史<sup>[1]</sup>。根据李恒的分类系统,重楼在全世界共有24种<sup>[1]</sup>,分布于欧亚大陆的热带及温带地区,我国种类最多,达19种,南北都有,尤以西南各省区种类和资源最多<sup>[2-6]</sup>。近年来,由于药用加工企业对重楼的需求量增加,野生重楼资源已被采挖殆尽,对重楼的获取已由原来的野生转化为人工栽培,人工栽培重楼已逐渐成为我国部分农民的主要经济收入来源。陈翠等<sup>[7-8]</sup>开展了不同生态点、肥力、栽培密度、遮阳方式和遮阳密度对重楼生长、产量和质量的影响研究;王艳玲等<sup>[9]</sup>开展了重楼显微结构、种子萌发及胚根生长因素的研究;张琳等<sup>[10]</sup>对重楼的育苗技术进行了研究。重楼栽培的一个重要环节是育苗,育苗常常会遇到以下一些问题:(1)重楼种子出苗需要的时间较长,从播种到出苗需19个月以上;(2)出苗率低,一般第一次出苗率只有45%左右;(3)重楼种子播种后腐烂严重,出苗率只有百分之几。针对重楼育苗常遇到的以上问题,拟对最佳育苗方式、育苗基质及在较短时间内获得较多的重楼种苗等方面进行研究,为重楼栽培和育苗方面提供一些技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验重楼种类为华重楼,由石棉县草科藏族乡和平村农户李军提供,本文作者对其观察,并与中国科学院昆明植物所标本室内的重楼标本进行对比,参照李恒编写的《重楼属植物》<sup>[1]</sup>,确定其种类为华重楼(*Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara)。在2018年10月,采集完全成熟的华重楼种子,将重楼种子的红色外种皮轻轻去掉待用,保持适当水分。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验地

试验地点位于凉山州西昌市安宁河流域,海拔1 600 m,年平均气温17.2℃,土壤为红壤,pH值为5.91,速效P的质量分数为96.58 mg/kg,速效K的质量分数为240.17 mg/kg,速效N的质量分数为147.49 mg/kg,全N的质量分数为0.40%,全P的质量

分数为0.14%,全K的质量分数为1.69%,有机质的质量分数为7.08%。

#### 1.2.2 育苗基质配比

2018年9月,在重楼种子还未成熟之前,配制重楼育苗基质。配制育苗基质时,以土壤(干湿均可)和草炭夯实的体积计,其中土壤以自然夯实计,草炭以人工用锄头等工具夯实的体积计,分别配制红壤土:草炭为1:0、1:1、1:2、1:3的育苗基质,4种育苗基质分别记为配比1、配比2、配比3和配比4。

#### 1.2.3 稻草选用

选用当年收割水稻后的干稻草,将稻草梳理整齐,以其自然长度为宜。

#### 1.2.4 配制KNO<sub>3</sub>和赤霉素GA<sub>3</sub>溶液

A: KNO<sub>3</sub>溶液,配制的浓度分别为A<sub>1</sub>:0 mmol/L; A<sub>2</sub>:10 mmol/L; A<sub>3</sub>:13 mmol/L; A<sub>4</sub>:16 mmol/L; A<sub>5</sub>:19 mmol/L; A<sub>6</sub>:22 mmol/L。B: GA<sub>3</sub>溶液,质量浓度分别为B<sub>1</sub>:0 mg/L; B<sub>2</sub>:200 mg/L; B<sub>3</sub>:400 mg/L; B<sub>4</sub>:600 mg/L; B<sub>5</sub>:800 mg/L; B<sub>6</sub>:1 000 mg/L。

#### 1.2.5 重楼育苗

1)覆盖不同厚度稻草的育苗。

用旋耕机对试验地松土(深度约25 cm)、耙平、开厢(厢面宽1 m),在试验地周围做好排水沟,确保雨季不积水。稻草的覆盖厚度共设0 cm(处理1)、4 cm(处理2)、6 cm(处理3)和8 cm(处理4)4种,每个稻草覆盖厚度设3次重复,采用随机排列,每个小区面积为1 m<sup>2</sup>,播种重楼种子500粒,2018年10月12日播种。播种时,先在覆盖各厚度稻草的试验小区内均匀平铺等厚度的稻草,稻草厚度分别为0 cm、4 cm、6 cm和8 cm,再在稻草上均匀撒播重楼种子,然后在撒了重楼种子的小区表面分别平铺0、4、6和8 cm的稻草,再在稻草上面盖3~4 cm土壤,并喷洒自来水,将土和稻草浸透即可。后期注意定期喷水,确保土壤表面和稻草湿润,重楼出苗时注意遮阳,并统计出苗情况,统计出苗时间为2020年8月12日,每小区随机抽取10株有代表性的幼苗测相关性状。

2)不同配比基质的育苗。

用旋耕机对试验地松土(深度约25 cm)、耙平、开厢(厢面宽1 m),在试验地周围做好排水沟,确保雨季不积水。试验小区采用随机区组排列,3次重复。基质配比按土壤耕作层总深度20 cm计,每小区内按4种配比配制育苗基质。育苗基质配制好

后,将各小区内育苗基质耙平后将重楼种子均匀撒在育苗基质表面,每小区内播种重楼种子 500 粒,2018 年 10 月 12 日播种。再在重楼种子表面均匀抛撒相对应的配比育苗基质 3~5 cm。后期注意定期喷水,确保土壤表面湿润,重楼出苗时注意遮阳,并统计出苗情况,统计出苗时间为 2020 年 8 月 12 日,每小区随机抽取 10 株有代表性的幼苗测相关性状。

### 3)不同 KNO<sub>3</sub>与 GA<sub>3</sub>配比的溶液浸种育苗。

采用双因素多水平处理重楼种子,共有 36 种组合,设 3 次重复,共有 108 个处理瓶,每个处理瓶内装 100 粒重楼种子。试验时,将预先准备好的重楼种子在室内放置 12 h,再将其转入已配制好的不同 KNO<sub>3</sub>与 GA<sub>3</sub>配比的溶液中浸种 7 d,浸种时每天需摇动瓶 1~2 次。2018 年 10 月 12 日,取出各浸种处理的重楼种子放入含水量 60%~80% 的河沙中,河沙与重楼种子的质量比约为 5:1。再将河沙和重楼种子放入培养箱内,在 19 °C 下沙藏 60 d。注意河沙需要定期喷水保湿,并统计胚根的生长情况(胚根长 2 mm 以上记为长出胚根)。沙藏 60 d 后再将重楼种子从河沙中分离出来,2018 年 12 月 15 日,在土壤和草炭体积比为 1:3 的基质中播种,2019 年 8 月 12 日和 2020 年 8 月 12 日分别统计出苗情况。

### 4)重楼幼苗子叶面积的计算方法。

重楼幼苗子叶为单子叶,心形。心形面积的计算方法为  $S=3\pi R^2/2$ ,其中, $S$ 为面积, $R$ 为子叶半径。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻草的覆盖厚度对重楼幼苗的影响

从表 1 可看出,在每小区同时播种 500 粒重楼种子时,用不同厚度的稻草覆盖重楼种子,种子的出苗数差异比较大,其中稻草覆盖厚度为 4 cm 的处理 2 的平均出苗数最多,为 454 株,出苗率为 90.8%,分别比处理 3、处理 4 和处理 1 多 7.1%、10.4% 和 29.95 倍,其中处理 3、处理 4 和处理 1 的出苗率分别是 84.8%、82.3% 和 2.9%;处理 2 与处理 3、处理 4 和处理 1 之间的差异具有高度统计学意义( $P<0.01$ ),处理 2 与处理 4、处理 2 与处理 1、处理 4 与处理 1 之间的差异具有高度统计学意义( $P<0.01$ )。各处理重楼种子出苗数据表明,稻草覆盖重楼种子对重楼出苗率的影响特别大,其中 4 cm 厚度的稻草覆盖最有利于重楼种子出苗,6 cm 和 8 cm 稻草覆盖厚度也有利于重楼种子出苗,但出苗率略低于 4 cm 覆盖厚度。不用稻草覆盖的重楼种子出苗率极低,仅为 2.9%。

表 1 稻草的覆盖厚度对重楼幼苗的影响

处理方法	平均出苗数/株	平均叶柄直径/mm	平均子叶面积/cm <sup>2</sup>	平均胚根长/cm
处理 2	454Aa	1.65Aa	1.68Aa	6.23Aa
处理 3	424Bb	1.43Aa	1.47Aa	4.81Aa
处理 4	411Cc	1.32Aa	1.37Aa	3.38Aa
处理 1	15Dd	1.49Aa	1.48Aa	4.36Aa

注:数字后不同小写字母表示同列数据间差异有统计学意义( $P<0.05$ );数字后不同大写字母表示同列数据间差异有高度统计学意义( $P<0.01$ )。

从表 1 可知,用 4 cm 厚度的稻草覆盖重楼种子幼苗叶柄直径、子叶面积和胚根长等性状指标均大于用 0、6、8 cm 厚度的稻草覆盖的处理。其中稻草覆盖厚度为 8 cm 的重楼种子的 3 个性状表现均低于其他 3 种处理。

由表 1 亦知,虽然用稻草覆盖重楼种子有利于重楼种子出苗,但随着稻草厚度增加,重楼的出苗有下降趋势,并且随着稻草覆盖厚度增加,叶柄变细,子叶面积变小,胚根变短。虽然没有稻草覆盖的重楼种子出苗率极低,但其子叶叶柄、子叶面积和胚根长 3 个性状表现与处理 3 相近,优于处理 4。

### 2.2 不同配比基质对重楼幼苗的影响

从表 2 可看出,在每小区同时播种 500 粒重楼种子时,不同配比的育苗基质中,种子的出苗数差异比较大,其中,配比 4 的平均出苗数最多,为 365 株,出苗率为 73.0%,分别比配比 3、配比 2 和配比 1 多 37.7%、65.4% 和 21.9 倍,其中配比 3、配比 2 和配比 1 的出苗率分别是 55.3%、44.0% 和 3.7%。配比 4 与配比 3、配比 2 和配比 1、配比 3 与配比 2、配比 3 与配比 1、配比 2 与配比 1 之间也的差异具有高度统计学意义( $P<0.01$ )。

从表 2 可知,配比 2 重楼幼苗叶柄直径、子叶面积和胚根长等性状指标均优于配比 3、配比 4 和配比 1 的表现,配比 4 重楼幼苗的 3 个性状表现均低

表2 不同基质对比对重楼幼苗的影响

基质配比	平均出苗数/株	平均叶柄粗/mm	平均子叶面积/cm <sup>2</sup>	平均胚根长/cm
配比4	365Aa	1.90Aa	1.40Aa	4.90Aa
配比3	265Bb	2.12Aa	1.55Aa	5.08Aa
配比2	220Cc	2.37Aa	1.72Aa	5.47Aa
配比1	17Dd	1.00Aa	1.56Aa	4.34Aa

注: 数字后不同小写字母表示同列数据间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 数字后不同大写字母表示同列数据间差异有高度统计学意义 ( $P < 0.01$ )。

于配比3。

表2表明, 虽然草炭配入土壤中有利于提高重楼种子的出苗率, 但随着草炭加入量增加, 有叶柄变细、子叶面积变小和胚根变短的趋势。

### 2.3 不同浓度 KNO<sub>3</sub> 与质量浓度 GA<sub>3</sub> 溶液浸种育苗

由表3可知, KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种对重楼种子胚根长出率的影响比较大, 其中 A<sub>6</sub>B<sub>5</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>4</sub> 和 A<sub>3</sub>B<sub>4</sub> 溶液浸种重楼种子胚根长出均较高, 为 50.67%~55.67%; A<sub>5</sub>B<sub>4</sub> 溶液浸种重楼种子胚根长出率最高, 但与排第2的 A<sub>4</sub>B<sub>4</sub> 之间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 只与排第3的 A<sub>6</sub>B<sub>5</sub> 的差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

从表3还可看出: 当重楼种子仅仅经过 KNO<sub>3</sub> 溶液浸种, 未经 GA<sub>3</sub> 浸种时, 种子胚根长出率极低, 重楼种子的胚根长出率仅为 1.0%~7.33%, 平均长出率只有 3.89%; 而 A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>5</sub>B<sub>2</sub> 和 A<sub>6</sub>B<sub>2</sub> 浸种的重楼种子胚根长出率分别为 7.67%、20.33%、35.67%、35.33%、40.33% 和 27.00%, 平均长出率为 27.72%, 表明 200 mg/L 的 GA<sub>3</sub> 溶液浸种对重楼种子胚根长出率有较大影响; A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>5</sub>B<sub>3</sub> 和 A<sub>6</sub>B<sub>3</sub> 浸种的重楼种子胚根长出率分别为 28.33%、36.33%、42.33%、47.33%、26.33% 和 46.33%, 胚根平均长出率为 37.83%, 表明在相同 KNO<sub>3</sub> 溶液浸种重楼种子条件下, 提高 GA<sub>3</sub> 的质量浓度, 会提高重楼种子胚根长出率。同样在 A<sub>1-6</sub> 的 KNO<sub>3</sub> 溶液处理中, GA<sub>3</sub> 质量浓度分别为 600、800 和 1 000 mg/L 时, 浸种重楼种子, 重楼种子的胚根平均长出率分别为 44.50%、38.06% 和 32.17%。以上数据表明: 0、10、13、16、19、22 mmol/L 的 KNO<sub>3</sub> 溶液, GA<sub>3</sub> 质量浓度分别 0、200、400、600、800 和 1 000 mg/L 浸种重楼种子, 重楼种子胚根平均长出率呈现低—高一低的变化规律, 其中 GA<sub>3</sub> 溶液质量浓

度为 600 mg/L 时, 重楼种子胚根平均出苗率最大, 达 44.5%。

从表3可知, 当重楼种子未经 KNO<sub>3</sub> 溶液浸种, 仅通过 GA<sub>3</sub> 溶液浸种时, 即 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>4</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>5</sub> 和 A<sub>1</sub>B<sub>6</sub> 浸种的重楼种子, 其胚根长出率分别是 7.33%、7.67%、28.33%、35.33%、27.67% 和 36.33%, 平均长出率为 23.78%; 当 KNO<sub>3</sub> 溶液的浓度为 10、13、16、19 和 22 mmol/L, GA<sub>3</sub> 溶液的质量浓度分别为 0、200、400、600、800 和 1 000 mg/L, 浸种重楼种子时, 重楼种子胚根的平均长出率分别为 26.33%、30.95%、37.89%、31.89% 和 33.34%。表明, 用一定浓度的 KNO<sub>3</sub> 与质量浓度的 GA<sub>3</sub> 溶液浸种重楼种子, 可以有效促进重楼种子胚根长出。

### 2.4 不同配比的 KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种重楼种子的出苗率

不同配比的 KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种的重楼种子, 在 19 °C 下沙藏 60 d 后, 再将重楼种子从河沙中分离出来, 在土壤和草炭体积配比为 1:3 的基质中播种, 播种时对胚根长出的种子用单独一小块地播种, 未长出胚根的种子另外用单独一小块地进行播种。2019 年, 用不同配比 KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种后胚根长出的重楼种子, 经过 7~8 个月时间开始出苗, 形成单子叶幼苗。2019 年 8 月 12 日和 2020 年 8 月 12 日分别统计出苗情况。从表4可看出, 胚根长出的重楼种子在 2019 年 8 月统计出苗时, 已完全出苗, 未长出胚根的重楼种子在 2019 年 8 月统计时未见出苗, 2020 年再进行统计时有大部分出苗, 表明试验开始时的 300 粒种子在 2019 年 8 月时, 已有 55.67% 的出苗率。因此, 从时间上看, 经过 2 种药剂处理的重楼种子, 大约 50% 可以在播种后 7~8 个月获得幼苗, 即提前 1 a 的时间获得重楼种苗。

## 3 讨论

### 3.1 稻草的覆盖厚度对重楼育苗的影响

前期研究表明, 在红壤土中进行重楼育苗时, 不能将重楼种子直接播种于土壤中, 需要在土壤表面预先铺 1 层稻草, 再将重楼种子均匀播种于稻草上, 然后再铺 1 层稻草, 再在稻草上铺 1 层 3~4 cm 厚的土壤, 并喷洒自来水, 将土和稻草浸透, 后期注意遮阳保潮。通过对比发现这种方育苗方式可明显提高重楼种子的出苗率, 但覆盖稻草的厚度影响重楼种子的出苗情况。覆盖稻草太薄, 稻草腐烂后起不到改良土壤结构的作用; 覆盖稻草太厚, 稻草腐烂变为腐殖质, 影响重楼胚根对土壤中营养物质的

表 3 不同浓度 KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种对重楼出苗的影响

溶液组合	胚根长出率/%	溶液组合	胚根长出/%	溶液组合	胚根长出/%
A <sub>5</sub> B <sub>4</sub>	55.67Aa	A <sub>1</sub> B <sub>6</sub>	36.33GHghi	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	27.67JKjk
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	52.33ABab	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	36.33GHghi	A <sub>6</sub> B <sub>2</sub>	27.00Kk
A <sub>6</sub> B <sub>5</sub>	50.67ABCbc	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	35.67GHghi	A <sub>3</sub> B <sub>6</sub>	26.33Kk
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	47.33BCDcd	A <sub>3</sub> B <sub>5</sub>	35.67GHghi	A <sub>5</sub> B <sub>3</sub>	26.33Kk
A <sub>6</sub> B <sub>3</sub>	46.33CDEcde	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	35.33GHhi	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	20.33Ll
A <sub>6</sub> B <sub>4</sub>	45.67CDEde	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	35.33GHhi	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	7.67Mm
A <sub>4</sub> B <sub>5</sub>	44.67DEdef	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	34.33GHlhi	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	7.33Mm
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	43.67DEdef	A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>	33.33HIJh	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	7.33Mm
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	42.33DEFef	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	32.00HIJKij	A <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	3.33MNmn
A <sub>4</sub> B <sub>6</sub>	40.33EFGfg	A <sub>6</sub> B <sub>6</sub>	28.67IJKjk	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	2.00MNn
A <sub>5</sub> B <sub>2</sub>	40.33EFGfg	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	28.33JKjk	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1.67MNn
A <sub>5</sub> B <sub>5</sub>	37.67FGHgh	A <sub>5</sub> B <sub>6</sub>	28.00JKjk	A <sub>6</sub> B <sub>1</sub>	1.00Nn

注:数字后不同小写字母表示同列数据间差异有统计学意义( $P < 0.05$ );数字后不同大写字母表示同列数据间差异有高度统计学意义( $P < 0.01$ )。

表 4 不同配比的 KNO<sub>3</sub> 与 GA<sub>3</sub> 溶液浸种重楼种子的出苗率

溶液组合	2019 年长出胚根的种子出苗率/%	2020 年没长出胚根的种子出苗率/%	溶液组合	2019 年长出胚根的种子出苗率/%	2020 年没长出胚根的种子出苗率/%	溶液组合	2019 年长出胚根种子的出苗率/%	2020 年没长出胚根的种子出苗率/%
A <sub>5</sub> B <sub>4</sub>		88.2	A <sub>1</sub> B <sub>6</sub>		74.4	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>		75.2
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>		86.4	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>		73.4	A <sub>6</sub> B <sub>2</sub>		76.3
A <sub>6</sub> B <sub>5</sub>		84.8	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>		74.2	A <sub>3</sub> B <sub>6</sub>		75.3
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>		85.2	A <sub>3</sub> B <sub>5</sub>		72.1	A <sub>5</sub> B <sub>3</sub>		78.2
A <sub>6</sub> B <sub>3</sub>		84.1	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>		72.8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>		76.2
A <sub>6</sub> B <sub>4</sub>	100	83.7	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	100	71.4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	100	74.4
A <sub>4</sub> B <sub>5</sub>		84.6	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>		72.9	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>		72.3
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>		82.6	A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>		74.3	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>		74.2
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>		81.9	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>		76.6	A <sub>5</sub> B <sub>1</sub>		76.1
A <sub>4</sub> B <sub>6</sub>		78.5	A <sub>6</sub> B <sub>6</sub>		73.2	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>		73.2
A <sub>5</sub> B <sub>2</sub>		77.3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>		79.6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>		72.8

注:数字后不同小写字母表示同列数据间差异有统计学意义( $P < 0.05$ );数字后不同大写字母表示同列数据间差异有高度统计学意义( $P < 0.01$ )。

吸收。因而,覆盖比较厚的稻草,有提高重楼出苗率的作用,但幼苗叶柄的粗细和子叶面积大小都会受到一定的影响。本研究表明,选择稻草覆盖厚度为 4 cm 时,最利于重楼种子出苗与生长。另外,覆盖稻草有利于提高重楼种子出苗率的主要原因是稻草有利于土壤通风透气,有利于重楼种子高度致密的淀粉层吸收氧气,确保正常呼吸作用的完成。如果在

土壤中直接播种重楼种子,土壤通透性差,种子的氧气供应不畅,会造成重楼种子腐烂,影响出苗。

### 3.2 不同配比基质对重楼育苗的影响

不同配比基质对重楼种子的出苗有较大的影响,其原因是不同基质配比改善土壤结构和影响土壤通透性差异较大,为重楼种子提供的生存条件不一致。