

文章编号: 100F 1498(2004) 01 0054 06

中华结缕草种子解除休眠方法研究

钱永强¹, 孙振元^{2*}, 李 云¹, 韩 蕾²

(1. 北京林业大学生物学院, 北京 100083;

2. 中国林业科学研究院花卉中心, 北京 100091)

摘要: 针对中华结缕草深休眠的特性, 研究了不同物理、化学等处理方法对中华结缕草解除休眠的作用。结果表明: 以 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇浸泡 3 min 后, 在 $300 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中处理 20 min, 再用 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ GA_3 浸泡 10 min 效果最好, 7 d 发芽势达 89.9%, 比对照高出 51.9%; 16 d 发芽率达 91.0%, 比对照高出 51.8%, 已接近中华结缕草种子的潜在发芽率, 发芽历时比对照缩短 12 d。

关键词: 中华结缕草; 种子; 解除休眠; 发芽试验

中图分类号: S688.4 文献标识码: A

中华结缕草 (*Zoysia sinica* Hance) 是一种多年生禾本科 (Gramineae) 结缕草属 (*Zoysia* Willd) 植物, 具有发达的根茎和长的匍匐茎, 能形成结构良好、富弹性、耐践踏的草坪, 同时中华结缕草具有抗寒、耐热、耐盐碱等特性, 建坪和管理费用低, 是足球场、高尔夫球场等运动场草坪建植及家庭绿化和水土保持的理想草种^[1]。但其种子具有很强的休眠特性, 因此, 往往导致种子发芽率低, 且发芽历时长, 给中华结缕草草坪建植质量和效率的提高带来一定的困难。

有关中华结缕草打破休眠方法的研究已有不少。董厚德和宫莉君^[2]利用扫描电镜研究了结缕草种子(颖果)解除休眠前后的颖显微结构, 发现处理后颖上覆盖的脂类物质及颖孔盖脱落。Forbes 和 Ferguson^[3]通过机械方法和 H_2SO_4 溶液浸泡方法对种皮进行处理, 提高了结缕草的发芽率。孙雨珍等^[4]用 KNO_3 加 Ca 溶液或 KNO_3 加 Zn 溶液浸种处理, 28 d 发芽率为 68.3%, 崔国文等^[5]用 $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ KNO_3 (12 h)、 $300 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 (1 h)、 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ GA_3 (24 h) 3 种试剂对中华结缕草种子进行了复合处理, 28 d 最高发芽率达 88.25%。以上研究结果对解除种子休眠, 提高发芽率有了很大的改善, 但都存在发芽历时过长的问题。本文拟利用不同的物理、化学等处理方法, 采用正交试验设计, 在有效提高中华结缕草种子发芽率的前提下, 以寻求一种进一步缩短种子发芽历时的更简便的解除休眠措施, 为中华结缕草草坪高质量和高效率的建植提供技术支持。

1 材料与方法

试验材料为山东青岛产中华结缕草种子, 采收时间为 2001 年秋天。

收稿日期: 2003 02 25

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)“优质抗逆草坪草早熟禾新品种选育”(2002AA24061)

作者简介: 钱永强(1979—), 男, 山东日照人, 在读硕士研究生。

* 通讯作者, 中国林业科学研究院花卉中心, 研究员。

1.1 打破休眠处理

1.1.1 剥除种皮(颖壳) 将供试中华结缕草种子用木工用砂纸(360#)对种子表皮进行打磨,从中选出去除颖壳且胚完好的种子,用自来水冲洗干净后用于发芽试验。

1.1.2 乙醇处理 将供试种子用 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇(对照用清水)浸泡 3 min,充分洗涤后,一部分直接进行发芽试验,其余用于下一步试验,即除对照及去除种皮处理的种子未用乙醇处理外,以后所有的种子都先用 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇处理后,再作其它处理。

1.1.3 GA_3 处理 将经 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇浸泡的种子用自来水冲洗干净后,分 3 组分别浸于浓度为 50、100、200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 GA_3 不同浓度溶液中 30 min,用自来水充分冲洗。

1.1.4 NaOH 不同浓度和不同时间处理 采用双因子巢式分组设计^[6],配制浓度分别为 100、200、300、400、500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 5 组溶液,每组按 10、20、30 min 3 个时间处理。处理过程是先将种子用 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇浸泡 3 min,自来水冲洗后,再按不同的 NaOH 浓度及处理时间组合处理,然后对种子进行充分清洗。

1.1.5 乙醇、NaOH 及 GA_3 不同浓度及不同时间的综合处理 用 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇处理中华结缕草种子 3 min 后,以 NaOH 不同浓度(100、300、500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和不同处理时间(10、20、30 min)、 GA_3 不同浓度(50、100、200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和不同处理时间(10、30、50 min) 为因子设计 4 因子 3 水平 $\text{L}_9(3^4)$ 的正交试验。

1.2 发芽率测定

本试验共采用 33 个处理,每个处理设置 3 个重复,每个重复播种 100 粒。将经不同处理的种子置于铺有 3 层滤纸的培养皿中,培养温度为 $21 \sim 28 \text{ }^\circ\text{C}$,光照时间为 12 h,定时适量加水,以保证芽床内相对湿度为 80% ~ 90%。每天统计发芽数,根据发芽粒数及发芽质量计算发芽率、发芽势。其中以 7 d 计算发芽势。当连续 3 d 无种子再萌发时,开始统计发芽率。

1.3 种子发芽标准

种子胚根达到种子本身长度,胚芽达到种子长度的 1/2 时计为正常发芽种子^[5]。

2 结果与分析

2.1 乙醇处理与去除种皮处理对中华结缕草种子发芽的影响对比

用 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇处理 3 min 的中华结缕草种子置床后第 6 天就开始发芽。发芽高峰期发芽势及发芽率比对照(不作任何处理的种子)提高 18.6% 和 25.4%,比去除种皮的种子提高 10.1% 和 14.1%。说明 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇溶液对解除中华结缕草种子休眠有一定的促进作用,原因可能在于乙醇对中华结缕草种皮上覆盖的脂类物质有溶解作用,同时 $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醇具有强渗透性,从而利于种子吸水萌发。

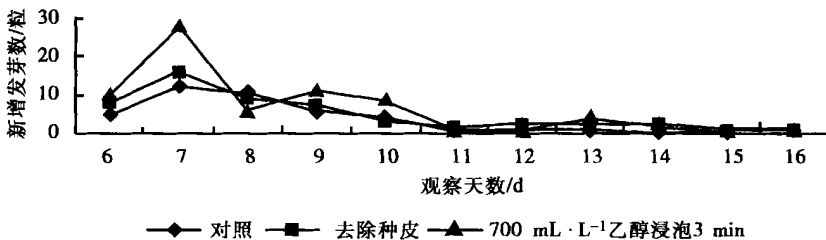


图 1 不同处理对中华结缕草种子发芽的影响

由图 1 可知,在 3 个处理中,发芽高峰期均发生在第 7 天,其中用 $700 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇处理的种子在发芽高峰期时,其发芽数要明显多于其它处理。进一步对比去除种皮处理和用 $700 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇处理对发芽的影响可知, $700 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇不只对中华结缕草种皮结构发生作用,对促进胚萌发也有一定的作用。但至发芽高峰,用 $700 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇处理的种子发芽率最高仅为 28.3%,仅用乙醇处理不能达到完全解除种子休眠的目的。

2.2 GA₃ 处理对结缕草种子休眠影响

经 GA₃ 不同浓度处理的种子置床 9 d 后有部分种子开始发芽,置床 16 d 计算发芽率。由统计结果可知, $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ GA₃ 处理种子,其最高发芽势及发芽率分别为 68.4% 及 70.4%,但未达到种子潜在的发芽势及发芽率。

2.3 NaOH 溶液对中华结缕草种子发芽影响

用 $700 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇处理中华结缕草种子 3 min 后,再经 NaOH 溶液不同浓度及浸泡时间组合处理,种皮变得透明,置床后第 6 天部分种子开始萌芽,置床后第 16 天统计发芽情况,见表 1。

表 1 NaOH 溶液不同处理组合对中华结缕草种子发芽的影响

处理序号	NaOH 浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	处理时间/ min	发芽势 / %				发芽率 / %			
			I	II	III	平均	I	II	III	平均
1	100	10	57.0	59.0	61.2	59.1	59.0	62.0	63.2	61.4
2	100	20	70.0	71.0	70.0	70.3	73.0	74.8	73.0	73.6
3	100	30	78.0	81.0	81.6	80.2	80.0	83.0	84.0	82.3
4	200	10	65.0	67.0	67.0	66.3	67.0	70.2	71.6	69.6
5	200	20	66.0	67.0	68.0	67.0	68.0	70.3	69.0	69.1
6	200	30	84.0	86.0	85.6	85.2	86.0	85.8	87.4	86.4
7	300	10	59.0	63.0	63.7	61.9	74.0	78.0	76.0	76.0
8	300	20	72.0	76.0	74.0	74.0	62.3	64.0	65.4	63.9
9	300	30	79.0	81.0	80.0	80.0	80.1	83.3	83.0	82.1
10	400	10	60.0	63.0	63.6	62.2	62.5	63.5	64.0	63.3
11	400	20	65.0	69.0	68.0	67.3	67.8	71.4	69.0	69.4
12	400	30	83.0	85.0	84.3	84.1	84.5	86.2	84.9	85.2
13	500	10	66.0	65.0	65.0	65.3	66.4	67.0	65.5	66.3
14	500	20	81.0	83.0	83.2	82.4	83.0	85.2	65.6	84.6
15	500	30	73.0	75.0	74.6	74.2	75.0	79.4	77.8	77.4

由表 1 可看出,以 NaOH 溶液浓度和处理时间对解除中华结缕草种子休眠影响明显。用浓度低于 $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液浸泡种子,以 30 min 为佳,其发芽势及发芽率均在 80% 以上;而当用浓度为 $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液处理种子时,以处理 20 min 为佳。

由表 1 还可得出,在浓度低于 $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液各处理中,相同浓度 NaOH 溶液的处理,随着处理时间的延长,发芽势与发芽率都随之提高,不同处理时间之间存在明显差异。相同处理时间不同 NaOH 浓度处理间也存在差异。将表 1 中数据进行反正弦转换后,对发芽势及发芽率转换值进行方差分析,结果表明不同 NaOH 浓度间及同一浓度不同处理时间之间差异达极显著水平(见表 2)。

表 2 发芽势及发芽率的方差分析

变异来源	自由度	平方和		均方		F		F _{0.01}
		发芽势	发芽率	发芽势	发芽率	发芽势	发芽率	
NaOH 浓度	4	36.17	37.12	9.04	9.28	9.32**	7.80**	4.02
NaOH 浓度/时间	10	1317.49	1364.05	131.75	136.41	135.82**	114.63**	2.98
机误	30	28.99	35.62	0.97	1.19			
总计	44	1383.19	1436.79					

2.3.1 不同浓度 NaOH 溶液处理对中华结缕草种子发芽势影响的多重比较 对相同处理时间不同 NaOH 溶液浓度处理的发芽势统计结果进行多重比较得出: 当处理时间为 10 min 时, 以 300 mg·L⁻¹ 浓度效果最好, 与其它各溶液梯度处理差异都达显著水平(在 1% 水平上), 其次为 200 mg·L⁻¹ 浓度处理, 最差为 100 mg·L⁻¹ 浓度处理; 当处理时间为 20 min 时, 500 mg·L⁻¹ 浓度的 NaOH 溶液处理效果最好; 处理时间为 30 min 时, NaOH 溶液的最佳浓度为 200 mg·L⁻¹, 但与低于 400 mg·L⁻¹ 浓度的各处理差异不显著(在 5% 水平上)。综合分析各处理时间段发芽势, 以 200 mg·L⁻¹ NaOH 溶液处理 30 min 组合的种子发芽效果最好。

2.3.2 不同浓度 NaOH 溶液处理对中华结缕草种子发芽率影响的多重比较 低于 400 mg·L⁻¹ 浓度的 NaOH 溶液处理的种子, 处理时间对发芽率的影响结果同发芽势。浓度为 500 mg·L⁻¹ 的 NaOH 溶液处理, 处理时间以 20 min 为最佳。

2.4 多因子综合处理对中华结缕草种子发芽的影响

表 3 综合处理对中华结缕草种子休眠的影响

为进一步优化解除结缕草休眠的处理方式, 本试验将中华结缕草种子用 700 mL·L⁻¹ 乙醇处理 3 min 后, 以 NaOH 浓度、处理时间及 GA₃ 浓度、处理时间 4 个因子为筛选对象, 每个因子 3 个水平, 采用 L₉(3⁴) 正交设计进行试验, 结果见表 3。

NaOH/ (mg·L ⁻¹)	时间/ min	GA ₃ / (mg·L ⁻¹)	时间/ min	发芽势/ %			发芽率/ %		
				I	II	III	I	II	III
100	10	50	10	71.0	74.3	74.7	73.5	74.6	76.0
100	20	100	30	79.0	82.4	81.8	81.6	84.2	85.6
100	30	200	50	76.4	78.6	77.8	77.2	79.2	80.0
300	10	100	50	65.3	67.2	66.7	67.0	69.0	70.0
300	20	200	10	88.5	90.2	89.9	88.5	90.2	91.0
300	30	50	30	73.2	75.3	74.7	74.3	75.2	78.0
500	10	200	30	66.4	63.2	65.7	69.2	67.3	69.6
500	20	50	50	65.4	64.8	65.6	70.4	72.0	73.1
500	30	100	10	75.0	73.6	73.5	76.0	74.4	73.1

极差分析得出, 对发芽势的影响以 NaOH 的处理时间影响最大, 其次是 GA₃

处理时间; 而对发芽率以 NaOH 的处理时间影响最大, 其次是 NaOH 浓度。这说明 NaOH 对解除中华结缕草种皮被迫休眠有极好的效果, GA₃ 对解除中华结缕草种子生理休眠作用明显。对表 3 数据反正弦转换后, 进行方差分析, 结果见表 4。

表 4 正交试验的方差分析

变异来源	自由度	平方和		均方		F		F _{0.01(2, 18)}
		发芽势	发芽率	发芽势	发芽率	发芽势	发芽率	
NaOH 浓度	2	214.05	144.84	107.03	72.42	148.65**	62.43**	6.01
时间	2	251.01	288.13	125.51	144.07	174.32**	124.20**	
GA ₃ 浓度	2	106.56	72.35	53.28	36.18	74.00**	31.19**	
时间	2	183.17	104.62	91.59	52.31	127.21**	45.09**	
机误	18	13.01	20.90	0.72	1.16			
总计	26	767.80	630.84					

方差分析结果表明,各参试因子间和水平间差异都达极显著水平。进一步多重比较可知,发芽势与发芽率受参试4个因子的影响程度相似。都以浓度为 $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液处理20 min, $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度 GA_3 处理10 min,对提高种子发芽势及发芽率效果最好,并且所筛选出的因子最佳水平与相应其它水平间差异极显著(在1%水平上)。

3 结论与讨论

(1)乙醇具有强渗透力,同时乙醇作为有机物与有机物如脂类物质存在相似相溶。本试验试用 $700\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇对中华结缕草进行处理,结果表明对解除种子休眠有一定的促进作用,主要可能因为中华结缕草种皮外覆的一层脂类物质被乙醇溶解后,一定程度上去除了种皮纤维框架之间孔隙透性障碍,从而利于水、气的交换,促进种子萌芽。

(2)Khan^[7]根据大量的资料,提出了种子萌芽的激素三因子假说,其中赤霉素是主要调节因子,生产实践也已证明, GA_3 能解除芽和种子的休眠,促进萌芽,可以代替有些种子打破休眠所需的光照或低温层积^[8]。试验以浓度 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3$ 对中华结缕草处理30 min,发芽率较 GA_3 其它浓度处理高,但仅用 GA_3 处理效果不理想,主要可能因为中华结缕草致密的种皮影响了种子对 GA_3 的吸收。

(3)一定浓度强酸强碱能有效破坏种皮脂质或角质结构,从而消除种皮对种子萌芽的障碍,但文献报道^[5],浓 H_2SO_4 处理种子容易对种子造成灼伤,从而影响种子的发芽率,浓 H_2SO_4 处理的种子发芽率受到一定影响,因此本试验选用NaOH溶液处理种子作为解除中华结缕草种子休眠的一个途径。结果表明不同浓度及处理时间组合对解除种子休眠作用非常明显。其中以 $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液处理30 min效果最好。

(4)解除中华结缕草种子休眠首先要去除种皮的透性障碍,然后施用外源激素使种子内部的激素达到平衡,从而达到彻底解除休眠的目的。试验以 $700\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醇浸泡3 min后,在 $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液中处理20 min,再用 $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3$ 浸泡10 min处理效果最好,大大提高了种子的发芽势和发芽率,同时将平均发芽天数比常规发芽缩短12 d。

参考文献:

- [1] 赵昕,李玉霞. 结缕草种子打破休眠的研究[J]. 种子,2002(1):22~27
- [2] 董厚德,宫莉君. 结缕草种子(颖果)解除休眠前后的颖显微结构[J]. 草地学报,2001,9(4):243~247
- [3] Forbes I Jr, Ferguson M S. Effect of strain differences, seed treatment, and planting depth on seed germination of *Zoysia* spp[J]. Agron, 1948, 40: 727~732
- [4] 孙时珍,胡小荣,陈辉. 结缕草种子发芽温度及打破休眠方法的研究[J]. 中国草地,1996(1):42~45
- [5] 崔国文,陈雅君,刘君,等. 提高中华结缕草种子发芽率方法的研究[J]. 东北农业大学学报,1996,27(3):266~270
- [6] 续九如,黄智慧. 林业试验设计[M]. 北京:中国林业出版社,1995
- [7] Khan A A. Primary, preventive and permissive roles of hormones in plant systems[J]. Bot Rev, 1975, 41: 391~420
- [8] 陈润波,黄上志. 植物生理学[M]. 广州:中山大学出版社,1998

Studies on the Dormancy Breaking of *Zoysia sinica*

QIAN Yong-qiang¹, SUN Zherryuan², LI Yun¹, HAN Lei²

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2 Flower Center, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: According to the characteristics of *Zoysia sinica* seeds, different treatments were arranged to break the seeds deep dormancy. The result showed that the seeds germinated well when they were treated with $700 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ alcohol for 3 min, with $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH for 20 min and with $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ GA₃ for 10 min sequentially, the germination potential was 89.9% in 7 days, which was 51.9% higher than that of the control. In 16 days, 91.0% of seeds could germinate, nearing the potential germination rate, which was 51.8% higher than the control.

Key words: *Zoysia sinica*; seed; dormancy breaking; gemination

本刊加入“万方数据资源系统(ChinaInfo) 数字化期刊群”的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊现已入网“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,提供信息服务。如作者不同意将文章编入数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。作者著作权使用费与本刊稿费一次性给付,不再另付。

《林业科学研究》编辑部

2004年1月