

低温和植物生长物质对南荻种子萌发的影响

魏娟^a, 肖亮^{b,c}, 易自力^{d*}, 王学华^a, 杨塞^d, 陈智勇^d

(湖南农业大学 a.农学院; b.生物质醇类燃料湖南省工程实验室; c.芒属植物研究所; d.生物科学技术学院, 湖南长沙 410128)

摘要:以南荻种子为材料,设4℃低温处理(常温为CK)和GA₃、IAA、6-BA和2,4-D 4种植物生长物质(各设4个质量浓度50、100、200、400 mg/L),均以清水为CK,处理南荻种子,测定南荻种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、根长以及芽长等指标。结果表明,与CK相比,4℃低温处理能显著提高南荻种子的发芽率、发芽势,极显著提高南荻种子的发芽指数、活力指数、根长,但芽长差异没有统计学意义;各质量浓度的GA₃能显著或极显著提高发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和芽长,其中100 mg/L GA₃处理对南荻种子萌发的效果较好;除400 mg/L外,IAA各质量浓度均能提高发芽率、发芽势、活力指数和促进根的生长,其中以50 mg/L IAA处理对南荻种子的萌发效果较好;各质量浓度的6-BA处理能极显著提高南荻种子的发芽率、发芽指数,显著或极显著提高南荻种子的发芽势和促进芽的生长,极显著的降低南荻种子的活力指数和抑制根的生长;2,4-D对南荻种子发芽率、发芽势以及发芽指数的影响都随浓度的增加先升高后下降,各质量浓度的2,4-D可极显著降低南荻种子的活力指数和抑制根的生长,其中以200 mg/L 2,4-D处理对南荻种子萌发的效果较好。

关键词:南荻;低温;赤霉素;吲哚乙酸;6-苄氨基腺嘌呤;2,4-二氯苯氧乙酸;种子萌发

中图分类号: S564⁺.9

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)06-0616-05

Influence of Low Temperature and Plant Growth Substance on Seed Germination of *Miscanthus lutarioriparius*

Wei Juan^a, Xiao Liang^{b,c}, Yi Zili^{d*}, Wang Xuehua^a, Yang Sai^d, Chen Zhiyong^d

(Hunan Agricultural University, a.College of Agronomy; b.Biomass Alcohol Fuel Engineering Laboratory of Hunan Province; c.Miscanthus Research Institute; d.College of Biological Science and Technology, Changsha 410128, China)

Abstract: Two temperature treatments (4 °C, room temperature for CK) and four plant growth substances of GA₃, IAA, 6-BA and 2,4-D (each of them had four mass concentrations of 50, 100, 200, 100 mg/L, take water as CK) were designed to study the effects of low temperature and plant growth substance on the seed germination of *Miscanthus lutarioriparius*. The results were as the follow: Compared with CK, 4 °C treatment could significantly improve the seed germination rate, germination potential and extremely significantly improve the germination index, vigor index and root length, but did not significantly improve bud length; All mass concentration of GA₃ could significantly improve the germination rate, germination potential, germination index, vigor index and bud length, which the concentration of 100 mg/L had the most effect on germination; except 400 mg/L concentration, the other concentrations of IAA could improve the germination rate, germination potential, vigor index and promote root growth, the concentration of 50 mg/L was the best among them; The mass concentration of 6-BA could significantly improve the germination rate, germination index, germination potential and bud growth, but significantly reduce seed vigor index and the root growth; the effects of 2,4-D on germination rate, germination potential and germination index were rise first then falling down with the increase of the concentration, all mass concentration of 2,4-D could extremely significantly reduce vigor index and the root growth, 200 mg/L concentration was the best among them.

收稿日期: 2015-07-08

修回日期: 2015-09-23

基金项目: 国家科技支持项目(2013BAD22B02, 2013BAD22B01)

作者简介: 魏娟(1991—),女,湖南岳阳人,硕士研究生,主要从事芒属能源植物繁殖生物学研究,649983506@qq.com; *通信作者,易自力,教授,主要从事芒属能源植物资源开发与利用研究, Yizili889@163.com

Keywords: *Miscanthus lutarioriparius*; low temperature; gibberellin A₃; heteroauxin; 6-Benzylaminopurine; 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid; seed germination

南荻(*Miscanthus lutarioriparia*)是禾本科芒属水陆两生的多年生高大草本植物,在中国鄱阳湖区和洞庭湖区等湿地均有分布。南荻是一种可再生资源,具有很高的生态效益和经济效益,因此南荻越来越受到关注^[1-2]。目前对南荻的研究主要集中在杂交育种、生理生化特性、栽培技术等方面。对南荻繁殖方法的研究也主要集中在组织快繁技术上,对南荻的种子繁殖研究则鲜见报道。南荻具有种子结实数量多、生命力强的特点。种子繁殖是南荻的自然繁殖方法之一,但南荻种子较长时间放置会休眠,从而使发芽率降低。

外源激素法已成为打破种子休眠和调节幼苗生长的重要手段。有研究^[3]表明,酸碱和赤霉素等外源激素可以促进种子萌发,加速幼苗发育,且在荒漠植物种子^[4]、莎草科^[5]、野生无髯鸢尾种子^[6]、大蒜籽^[7]等中得到广泛利用。笔者以南荻种子为研究对象,研究 4℃低温和 4 种不同的植物激素处理下南荻种子萌发情况,旨在为南荻种子繁殖技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试种子于 2014 年 11 月采自湖南农业大学芒属植物资源圃。种子千粒重 0.27 g 种子活力 79.8%。

1.2 方法

1.2.1 低温处理方法

设低温(4℃)处理,以常温为对照(CK)。低温处理是将南荻种子(去颖壳)于 4℃下存放 2 d,之后与常温种子一起用 0.1%的氯化汞溶液消毒 10 min,用无菌水清洗 3~5 遍,置于铺有无菌滤纸的培养皿中,放入 25℃培养箱中(每天 16 h 光照,8 h 黑暗),每个培养皿放 50 粒,重复 3 次。试验过程中保持滤纸湿润。

1.2.2 植物生长物质处理方法

随机选取成熟饱满、大小均匀的健康种子,用

0.1%的氯化汞溶液消毒 10 min,用无菌水清洗 3~5 遍,用 GA₃、IAA、6-BA 和 2,4-D 4 种植物生长物质(各设 4 个质量浓度 0、50、100、200、400 mg/L)处理种子,每个浓度为 1 个处理,均以清水为对照(CK),每个处理浸泡南荻种子 24 h,取出,用无菌水冲洗干净,置于铺有无菌滤纸的培养皿中,每皿 50 粒,25℃培养(每天 16 h 光照,8 h 黑暗)。3 次重复。试验过程中保持滤纸湿润。

1.3 测定项目和方法

试验开始后每天观察 1 次,记录种子萌发数。试验结束后统计各处理的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、根长以及芽长等指标,其中种子萌发以胚根突破种皮为准。培养期间连续 2 d 不再有新的种子萌发视为试验结束。

发芽率 = (种子发芽数/供试种子数)×100%;发芽势 = (发芽达到高峰期的种子发芽数/供试种子数)×100%;发芽指数(GI) = $\sum(G_t / D_t)$,式中, G_t 为第 t 天的发芽数, D_t 为相应的发芽天数;活力指数 = 发芽指数×根长。根长指根基部到根尖生长点之间的长度;芽长指从最上根基部到芽顶端间的长度。根长和芽长每个重复分别随机抽取幼苗 10 株测定,结果取平均值。

1.4 数据处理方法

所有数据采用 Excel 2003 整理,运用 DPS 6.50 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 低温处理对南荻种子萌发的影响

由表 1 可知,4℃处理后种子的发芽率、发芽势显著提高($P < 0.05$),比 CK 分别高 19.09%和 36.63%;与 CK 相比,南荻种子的发芽指数、活力指数和根长极显著提高,分别高 35.05%、82.36%和 34.21%;低温处理后的芽长也高于 CK,但差异没有统计学意义。综上分析,低温处理可促进南荻种子萌发。

表1 低温处理下南荻种子的萌发情况

处理温度	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	根长/cm	芽长/cm
4 °C	(87.33±1.15)Aa	(64.67±6.11)Aa	(56.37±1.67)Aa	(115.18±3.03)Aa	(2.04±0.01)Aa	2.86±0.35
常温(CK)	(73.33±6.43)Ab	(47.33±2.31)Ab	(41.74±1.56)Bb	(63.16±4.22)Bb	(1.52±0.15)Bb	2.56±0.26

同列不同大、小写字母分别表示在0.01和0.05水平差异显著。

2.2 GA₃ 处理对南荻种子萌发的影响

由表2可以看出,与CK相比,各质量浓度的GA₃处理都能显著或极显著提高南荻种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和芽长,其中,发芽率最高的是200 mg/L GA₃处理,达95.33%,100 mg/L GA₃处理的发芽率为91.33%,两处理间差异无统计学意义;100 mg/L GA₃处理的发芽势和发芽指数最高,分别为90.67%和40.98;活力指数最

高的是50 mg/L GA₃处理,其次是100 mg/L GA₃处理,且两处理间差异没有统计学意义;根长最长的处理是50 mg/L GA₃处理,其次是100 mg/L GA₃处理,当浓度达到400 mg/L时会明显抑制根的生长;芽长最长是400 mg/L处理,达2.29 cm。综合考虑,质量浓度为100 mg/L的GA₃处理对南荻种子萌发的效果较好。

表2 不同质量浓度GA₃浓度处理下南荻种子的萌发情况

质量浓度/(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	根长/cm	芽长/cm
CK	(80.67±2.31)Bb	(71.33±1.15)Bc	(28.11±1.74)Bc	(19.05±1.26)Dd	(0.68±0.02)Dd	(0.94±0.02)Cc
50	(90.67±4.62)Aa	(82.00±6.93)ABb	(37.22±2.1)Ab	(41.30±1.71)Aa	(1.11±0.02)Aa	(1.40±0.07)BCb
100	(91.33±2.31)Aa	(90.67±3.06)Aa	(40.98±1.05)Aa	(40.59±2.74)Aa	(0.99±0.05)Bb	(1.60±0.10)Bb
200	(95.33±1.15)Aa	(88.67±3.06)Aab	(39.50±2.18)Aab	(29.85±2.16)Bb	(0.76±0.02)Cc	(2.28±0.25)Aa
400	(92.00±3.46)Aa	(83.33±4.16)Aab	(37.64±1.60)Ab	(24.68±1.65)Cc	(0.66±0.02)Dd	(2.29±0.42)Aa

同列不同大、小写字母表示在0.01和0.05水平差异显著。

2.3 IAA 处理对南荻种子萌发的影响

由表3可以看出,用IAA处理过的南荻种子发芽率都比对照高,说明IAA能促进南荻种子萌发,其中以50 mg/L处理发芽率最高;发芽势、发芽指数和活力指数都是50 mg/L处理最高,分别比对照高17.65%,24.18%和59.59%,400 mg/L处理虽然

较对照有提高,但差异无统计学意义;根长随着浓度升高先升高后下降,100 mg/L处理根长明显长于对照,但浓度达到400 mg/L会抑制根的生长。总之,IAA可以促进南荻种子萌发,不同浓度IAA对南荻种子萌发的影响效果不同,以50 mg/L IAA处理促进南荻种子萌发的效果较好。

表3 不同质量浓度IAA处理下南荻种子萌发情况

质量浓度/(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	根长/cm	芽长/cm
CK	(78.67±1.15)Bd	(68.00±5.29)Ab	(26.55±2.16)Bb	(18.36±2.80)Bc	(0.69±0.05)Ccd	(0.96±0.10)Bc
50	(90.00±2.00)Aa	(80.00±5.29)Aa	(32.97±0.86)Aa	(29.30±0.79)Aa	(0.89±0.02)Bb	(1.20±0.07)Aa
100	(86.00±4.00)ABab	(66.00±8.00)Ab	(28.45±2.47)Bb	(29.03±1.97)Aa	(1.02±0.05)Aa	(1.12±0.09)ABab
200	(84.00±2.00)ABbc	(72.00±5.29)Aab	(29.27±0.35)ABb	(22.16±1.11)Bb	(0.76±0.03)Cbc	(1.02±0.02)ABbc
400	(80.00±4.00)Bcd	(69.33±4.16)Ab	(28.52±0.49)Bb	(19.02±1.18)Bbc	(0.67±0.04)Cd	(1.08±0.05)ABabc

同列不同大、小写字母表示在0.01和0.05水平差异显著。

2.4 6-BA 对南荻种子萌发的影响

由表4可以看出,各质量浓度的6-BA处理的发芽率、发芽势和发芽指数都随着浓度的升高先升高后下降。与CK相比,各质量浓度的6-BA处理

能极显著提高发芽率和发芽指数;显著或极显著提高南荻种子的发芽势和促进芽的生长。200 mg/L 6-BA处理的发芽率和发芽势最高,显著高于对照,比对照高17.21%和32.66%;100 mg/L 6-BA处理

发芽指数最高，显著高于对照，较对照高 40.57%；50 mg/L 处理的芽长最长，且显著长于对照；用 6-BA 处理过的南荻，其根的生长明显受到抑制，

浓度越高，抑制效果越明显，400 mg/L 6-BA 的根长最短，比对照短 261.11%，呈极显著水平。

表4 不同质量浓度6-BA处理下南荻种子的萌发情况

Table 4 Germination situation of different concentration of 6-BA on *Miscanthus lutarioriparius*

质量浓度/(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	根长/cm	芽长/cm
CK	(81.33±3.06)Cc	(65.33±4.16)Bc	(27.21±1.33)Bb	(17.56±2.33)Aa	(0.65±0.07)Aa	(0.98±0.09)Bb
50	(89.33±1.15)Bb	(76.67±3.06)ABb	(35.44±1.81)Aa	(11.03±0.95)Bb	(0.31±0.02)Bb	(1.47±0.21)Aa
100	(90.67±2.31)ABb	(82.00±8.00)Aab	(38.25±1.94)Aa	(10.61±0.44)Bb	(0.28±0.02)Bb	(1.22±0.25)ABab
200	(95.33±1.15)Aa	(86.67±5.03)Aa	(38.23±2.00)Aa	(9.79±1.16)BCl	(0.26±0.02)BCb	(1.16±0.08)ABb
400	(88.67±2.31)Bb	(85.33±1.15)Aab	(36.97±2.07)Aa	(6.55±0.34)Cc	(0.18±0.02)Cc	(1.03±0.15)ABb

同列不同大、小写字母表示在0.01和0.05水平差异显著。

2.5 2, 4-D 对南荻种子萌发的影响

由表 5 可以看出，2,4-D 对南荻种子发芽率、发芽势以及发芽指数的影响都随浓度的增加先升高后下降，200 mg/L 达到最高，分别为 92.67%、87.33%、34.08，与 CK 相比，差异显著；各质量浓

度 2,4-D 能极显著降低南荻种子活力指数，抑制根的生长；各质量浓度 2,4-D 对芽长的影响不大，与对照相比，差异无统计学意义。综合考虑，质量浓度为 200 mg/L 的 2,4-D 处理效果较好。

表5 不同质量浓度2,4-D处理下南荻种子的萌发情况

Table 5 Germination situation of different concentration of 2,4-D on *Miscanthus lutarioriparius*

质量浓度/(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	根长/cm	芽长/cm
CK	(82.00±4.00)Ab	(66.67±5.03)Ab	(26.66±0.60)Bc	(18.98±2.22)Aa	(0.71±0.07)Aa	1.00±0.06
50	(84.67±4.16)Aab	(70.00±7.21)Ab	(29.02±1.96)ABbc	(8.40±1.08)Bb	(0.29±0.02)Bb	1.24±0.20
100	(88.00±3.46)Aab	(76.00±7.21)Aab	(30.75±1.92)ABab	(8.56±1.08)Bb	(0.28±0.02)BCb	1.10±0.13
200	(92.67±1.15)Aa	(87.33±5.77)Aa	(34.08±0.39)Aa	(6.81±1.09)Bbc	(0.20±0.03)BCc	1.18±0.20
400	(80.00±10.00)Ab	(73.33±14.05)Aab	(30.62±3.59)ABab	(5.79±1.02)Bc	(0.19±0.02)Cc	0.97±0.14

同列不同大、小写字母分别表示在0.01和0.05水平差异显著。

3 结论与讨论

种子萌发情况在一定范围内反映种子的品质，对研究是引种驯化和成功建植的基础^[8-9]。种子的发芽率、发芽势以及发芽指数是评价种子萌发的重要指标。种子萌发受水分、温度、光照、化学物质等方面的影响。低温预处理可以解决种子的休眠，主要原因可能是低温导致了种子内源激素的变化。马丽妍等^[10]研究表明，低温可导致凤丹(*Paeonia suffruticosa* Fengdan)种胚中碳氮代谢物和内源激素含量的变化，促进种胚发育及上胚轴生长，还会有利于幼苗生长。本试验结果表明，4 °C 低温处理南荻种子，能显著促进种子的萌发，经处理过的南荻种子发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数都显著高于对照，说明低温预处理对南荻种子的萌发有很好的效果。

植物生长物质预处理种子可以缩短或解除休

眠期并促进种子的萌发。Ariizumi 和 Steber^[11]在研究 GA₃ 信号基因 *SLY1* 和 *RGL1* 在调控拟南芥种子萌发方面的作用时发现，GA₃ 是植物种子萌发必需的激素；对四季报春(*P. obconica*)种子^[12]和野罂粟(*Papaver nudicaule* L.)种子^[13]的研究发现，较低质量分数的 GA₃ 可提高种子的发芽率、发芽指数、发芽势和活力指数；在对银衫(*Cathaya argyrophylla*)^[14]、天女兰(*Magnolia sieboldii* K.Koch.)^[15]等植物种子的研究中发现，适宜质量浓度的 IAA 能促进种子萌发，提高发芽率；吴震等^[16]发现 6-BA 不仅可以提高山葵(*Wasabijaponica*)种子的发芽率，还可提高发芽速度，缩短发芽进程。本研究结果与其相一致。但在本试验中还发现 6-BA 也可以提高南荻种子的发芽势和发芽指数，并抑制根的生长。张福平等^[17]研究表明，6-BA 可缩短茶花凤仙(*Impatiens balsamena*)种子发芽时间，提高种子发芽率和活力

指数等; 2,4-D 在使用过程中因浓度不同而导致效果不同, 对狗牙根(*Cynodon dactylon*)^[18]种子萌发的研究发现, 一定浓度的 2,4-D 能明显提高种子的发芽率和发芽势。本试验结果与其一致。

综合本试验结果, 100 mg/L GA₃, 50 mg/L IAA, 200 mg/L 2,4-D 处理对南荻种子萌发的效果较好。本试验中 6-BA 对南荻种子萌发的影响效果不一, 可根据目标指标选择适宜的浓度, 如何使其对南荻种子萌发的效果达到最佳, 需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 党宁, 黄志刚, 李合松. 纤维型植物南荻的生物学及其应用研究进展[J]. 热带亚热带植物学报, 2012(4): 253-258.
- [2] 郭夏宇, 李合松, 彭克勤, 等. 南荻的组织培养与快速繁殖技术[J]. 植物生理学报, 2011, 47(10): 987-990.
- [3] 杨荣超, 张海军, 王倩, 等. 植物激素对种子休眠和萌发调控机理的研究进展[J]. 草地学报, 2012, 20(1): 1-9.
- [4] 黄文达, 王彦荣, 胡小文. 三种荒漠植物种子萌发的水热响应[J]. 草业学报, 2009, 18(3): 171-177.
- [5] 周芝琴, 李廷山, 胡小文. 莎草科 4 种植物种子休眠与萌发特性的研究[J]. 西北植物学报, 2013, 33(9): 1885-1890.
- [6] 路覃坦, 张金政, 孙国峰, 等. 四种国产野生无髯鸢尾种子休眠类型的研究[J]. 草业学报, 2009, 18(2): 130-137.
- [7] 肖杰, 艾辛, 梁成亮, 等. 低温和赤霉素解除大蒜蒜种休眠的效应[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(3): 323-326.
- [8] 邵建辉, 王彦荣, 陈谷. 无芒隐子草种子萌发、出苗和幼苗生长对土壤水分的响应[J]. 草业学报, 2008, 17(3): 105-110.
- [9] 徐秀丽, 齐威, 卜海燕, 等. 青藏高原高寒草甸40种一年生植物种子的萌发特性研究[J]. 草业学报, 2007, 16(3): 74-80.
- [10] 马丽妍, 董春兰, 言燕华, 等. 低温和 GA₃ 对凤丹种子萌发及碳氮代谢物和内源激素含量的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2014(4): 40-46.
- [11] Ariizumi T, Steber C M. Seed Germination of GA-insensitive sleepy1 mutants does not require RGL2 protein disappearance in Arabidopsis[J]. Plant Cell, 2007, 19(3): 791-804.
- [12] 张晓曼, 孙晓光, 杜绍华, 等. 四季报春种子萌芽生物学特性研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(5): 85-87.
- [13] 王兵, 刘金川, 刘冬云. 不同赤霉素处理对野罌粟种子萌发特性的影响[J]. 山西农业大学学报, 2014, 34(6): 548-552.
- [14] 曹基武, 刘春林, 张斌, 等. 珍稀植物银杉的种子萌发特性[J]. 生态学报, 2010(15): 4027-4034.
- [15] 陆秀君, 李天来, 倪伟东. 天女木兰种子休眠特性的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(5): 703-706.
- [16] 吴震, 王广东, 翁忙玲, 等. 山葵种子发芽特性的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(3): 287-290.
- [17] 张福平, 林小婷. 植物生长调节剂对茶花凤仙种子发芽的影响[J]. 山东农业大学学报, 2013, 44(3): 379-384.
- [18] 刘开业, 陆肇伦, 杨烈. 不同外源激素处理对狗牙根种子发芽的影响[J]. 草原与草坪, 2011(5): 26-29.

责任编辑: 尹小红

英文编辑: 梁和