

不同生长调节剂处理对白刺硬枝扦插的影响

甘晓雪^{1,2}, 王文舒^{1,2*}, 张斌武^{1,2}, 王智^{1,2}, 杨旭^{1,2}, 谭天逸^{1,2}, 王梅芳³, 刘玉珍⁴, 杨卫超⁵

(1.阿拉善盟林业和草原研究所, 内蒙古阿拉善 750306; 2.阿拉善吉兰泰荒漠生态系统定位观测研究站, 内蒙古阿拉善 750306; 3.阿拉善左旗林业工作站, 内蒙古阿拉善 750306; 4.阿拉善盟航空护林站, 内蒙古阿拉善 750306; 5.阿拉善盟林业和草原保护站, 内蒙古阿拉善 750306)

摘要 [目的]研究促进白刺(*Nitraria tangutorum*)硬枝扦插生根成苗的最佳生长调节剂种类、浓度及其组合。[方法]以白刺2~3年生直径>0.4 cm的木质化枝条为插穗材料,进行不同生长调节剂、不同浓度处理的扦插对比试验。[结果]不同处理下白刺扦插苗的成活率、苗高、总根数、最长根长差异显著;其中NAA 400 mg/L处理下白刺的成活率最高,达57.69%,复硝酚钠400 mg/L处理下白刺的苗高最高,为38.00 cm;IBA+NAA 200 mg/L处理下白刺的总根数最多,为15.00条;NAA-Na 600 mg/L处理最长根长最长,为35.00 cm。[结论]经隶属函数法综合评价,IBA-K+NAA-Na 600mg/L处理的隶属函数值最高,是适合白刺扦插的最佳处理。

关键词 白刺;硬枝扦插;生长调节剂;NAA-Na;IBA-K

中图分类号 S482.8;S723.1⁺32 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2024)22-0107-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2024.22.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Effects of Different Growth Regulators on Hardwood-Cutting of *Nitraria tangutorum*

GAN Xiao-xue^{1,2}, WANG Wen-shu^{1,2}, ZHANG Bin-wu^{1,2} et al (1.Alxa League Forest and Grassland Research Institute, Alxa, Inner Mongolia 750306; 2.Alxa Jilantai Desert Ecosystem Positioning Observation and Research Station, Alxa, Inner Mongolia 750306)

Abstract [Objective] In order to find out the best kind, concentration and combination of growth regulators for promoting rooting of hardwood cutting of *Nitraria tangutorum*. [Method] In this study, the different growth regulators and concentrations of different treatments were used to control the cutting of woody twigs of *Nitraria tangutorum* with diameter >0.4 cm from 2 to 3 years old. [Result] The results showed that there were significant differences under different treatments in survival rate, seedling height, total number of roots, longest root length; and the survival rate of treatment NAA 400 mg/L was the highest, up to 57.69%. The seedling height of treatment Sodium Nitrophenolate 400 mg/L was the highest, up to 38.00 cm. The total number of roots of treatment IBA+NAA 200 mg/L was the highest, up to 15.00 articles. The longest root length of treatment NAA-Na 600 mg/L was the highest, up to 35.00 cm. [Conclusion] After comprehensive evaluation by the membership function method, the membership function value of IBA-K+NAA-Na 600 mg/L treatment is the highest, which was the best treatment for the hard wood cutting of *Nitraria tangutorum*.

Key words *Nitraria tangutorum*; Hardwood-cutting; Growth regulators; NAA-Na; IBA-K

白刺属(*Nitraria* L.),白刺科(Nitriaceae)落叶灌木,内蒙古地区分布有4种,主要分布在干旱荒漠地带、盐渍化沙地等^[1-3]。白刺属植物在干旱荒漠沙地上匍匐生长,沙埋后易萌发新枝和产生不定根,萌生枝条能够拦截流沙形成“白刺包”,有明显的固沙作用,是优良的防风固沙树种,具有重要的生态防护价值^[4]。白刺果实富含多种营养物质成分,可食用、药用、饲用,其果实、叶片为主要的药用、食用部位^[5-7];中药材锁阳更是寄生于其根部,因此,白刺也具有较高的经济价值^[8]。近年来,随着白刺属植物在荒漠盐碱地治理等方面的生态效益及其各项经济价值的逐步开发应用,致使社会对高质量白刺苗木的需求逐年增加。

白刺属植物苗木繁育包括播种育苗、扦插育苗(嫩枝扦插、硬枝扦插)、压条分株繁殖等多种方法^[9]。扦插育苗具有繁殖周期短、遗传性状稳定等优点^[10-11],且有研究表明扦插苗当年生长量优于实生苗^[12],因而在良种繁育中被广泛应用。陈斌等^[13]采用随机区组试验设计,探讨了不同生长调节剂、不同浓度、不同浸泡时间、不同条龄4个因素对唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)扦插成活率的影响,得出结论:以

1~2年生木质硬枝为扦插材料,以IAA 100~150 mg/L处理12 h效果最佳。李炜^[14]采用不同激素(ATB、NAA、IAA、IBA、NAA+IBA)及不同浓度(100、200、400、600 mg/L)处理,对唐古特白刺扦插育苗进行了研究,结果表明,上述处理均能显著提高苗木的成活率。基于前人研究,笔者通过对白刺(*N. tangutorum*)进行不同扦插处理,分析研究其成活率及各项生长指标,得出最佳处理方式,以期为阿拉善地区白刺苗木优良性状保持提供无性繁殖基础,为阿拉善林业生态工程建设选育高质量壮苗奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于内蒙古阿拉善左旗吉兰泰镇治沙站国有林场(105°44'53.77"E, 39°46'49.51"N),海拔1 024 m,年降水量107.8 mm,集中于6—8月,年蒸发量2 956.8 mm^[15]。年均气温达8.6℃,年日照时数达3 316 h,属于典型的温带大陆性干旱气候^[16]。白刺(*N. tangutorum*)是试验区的主要沙生植物^[17]。

1.2 试验材料

1.2.1 插穗。以2~3年生,直径>0.4 cm的白刺木质化枝条作为扦插材料,插穗随采随假植于湿沙中。

1.2.2 生长调节剂。NAA-Na、IBA-K、NAA、IBA、IBA+NAA、IBA-K+NAA-Na、复硝酚钠。

1.3 试验方法 白刺插穗长约20 cm,基部斜切,确保树皮无劈裂;顶部平切,位于节上1 cm左右。待地温回升至

基金项目 内蒙古自治区中央引导地方科技发展资金项目(2021ZY0043);阿拉善盟应用技术与开发资金计划项目(AMYY2020-11)。

作者简介 甘晓雪(1997—),女,内蒙古阿拉善人,硕士,从事林木种苗培育理论与技术研究。*通信作者,正高级工程师,硕士,从事林木种苗培育理论与技术研究。

收稿日期 2024-01-02

15 ℃,气温 20 ℃ 以上(3 月底)于温棚内扦插。将白刺插穗分别置于 200、400、600 mg/L 的 7 种生长调节剂(NAA-Na、IBA-K、NAA、IBA、IBA+NAA、IBA-K+NAA-Na、复硝酚钠)中速蘸约 30 s 并以清水作为对照(CK),试验设计见表 1。每个处理扦插 50 株,重复 3 次。

1.4 数据调查与分析 扦插 30 d 后,统一调查成活率;120 d 后测量统计苗高、总根数、根长、最长根长、生物量。采用 Excel 2016 进行数据统计,SPSS 27.01 进行数据分析。采用隶属函数法对扦插苗生长指标进行综合评价^[18]。以各指标隶属函数值的平均值作为评价扦插效果的标准,隶属函数平均值越大,说明效果越好,扦插苗质量越高。

$$R(X_j)=(X_j-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$$

式中: X_j 为测定的指标值; $X_{\min}$ 、 $X_{\max}$ 分别为该指标所有测定值中的最小值和最大值。

2 结果与分析

2.1 不同处理对白刺插穗生长指标的影响 由表 2 可知,8 号处理白刺的成活率最高,为 57.69%;苗高以 20 号处理最高,达 38.00 cm;总根数以 13 号处理最多,达 15.00 条;最长根长以 3 号处理最长,达 35.00 cm;CK 的成活率为 29.73%,苗高为 19.92 cm,总根数为 6.00 条,最长根长为 12.00 cm。

表 2 不同处理对白刺硬枝扦插各项指标的影响

Table 2 Effects of different treatments on hard wood cutting indexes of *Nitraria tangutorum*

处理编号 Treatment No.	成活率 Survival rate//%	苗高 Seedling height//cm	总根数 Total number of roots//条	最长根长 Longest root length//cm	平均根长 Average root length//cm	生物量 Biomass kg
1	43.49±3.69 ab	28.17±4.07 abcd	4.00±1.53 c	10.00±1.73 b	14.67±3.76 a	56.33±17.15 a
2	56.31±4.01 a	26.08±3.10 bed	3.67±2.67 c	12.00±2.31 b	12.50±1.04 a	20.67±13.05 b
3	48.54±9.86 a	33.00±1.88 ab	6.67±3.71 bc	35.00±16.17 a	22.17±14.73 a	27.67±14.77 ab
4	48.01±5.07 a	33.33±4.29 ab	4.33±0.33 bc	14.00±0.58 b	31.67±15.17 a	27.00±2.12 ab
5	56.60±5.23 a	30.67±2.97 abc	12.00±3.51 ab	13.00±0.00 b	20.00±4.16 a	24.50±4.75 b
6	54.67±6.86 a	26.83±3.76 bed	6.67±2.19 bc	9.50±2.02 b	21.00±6.56 a	23.67±9.74 b
7	52.49±3.89 a	36.00±3.02 ab	5.33±1.33 bc	12.50±0.29 b	11.87±1.44 a	19.07±7.75 b
8	57.69±2.05 a	27.33±1.12 bed	9.67±1.20 abc	9.00±1.73 b	18.67±9.17 a	36.83±16.81 ab
9	53.21±3.48 a	29.67±1.45 abcd	9.00±3.51 abc	9.50±2.02 b	17.33±5.78 a	17.50±4.31 b
10	52.56±4.57 a	26.75±2.93 bed	2.00±0.00 c	6.00±0.00 b	10.50±2.02 a	16.00±5.20 b
11	47.88±5.09 a	22.33±2.07 cd	6.33±2.19 bc	7.00±0.58 b	14.00±0.58 a	12.25±5.05 b
12	54.06±5.19 a	27.00±0.43 bed	7.67±2.03 abc	10.00±1.73 b	11.00±1.15 a	10.25±2.17 b
13	44.19±8.70 ab	32.08±1.18 abc	15.00±1.53 a	13.33±1.76 b	13.83±6.13 a	27.17±5.93 b
14	46.72±5.73 ab	32.58±2.27 ab	5.33±1.45 bc	9.50±2.02 b	16.67±1.20 a	16.90±7.28 b
15	51.70±4.57 a	28.25±2.08 abcd	4.67±0.33 bc	6.50±0.29 b	14.33±4.63 a	18.33±4.33 b
16	40.39±5.18 ab	27.92±3.26 bed	4.67±2.33 bc	5.00±1.15 b	25.33±14.97 a	17.33±7.08 b
17	52.49±3.89 a	30.17±3.12 abc	5.00±2.65 bc	9.00±0.00 b	11.33±2.85 a	17.17±4.18 b
18	56.22±3.19 a	28.83±3.47 abcd	14.67±0.88 a	15.00±0.58 b	19.50±3.75 a	33.00±15.01 ab
19	40.61±2.82 ab	27.58±1.88 bed	8.00±1.53 abc	12.00±2.31 b	26.67±11.22 a	14.67±1.09 b
20	43.49±4.38 ab	38.00±2.55 a	8.00±2.08 abc	8.50±0.29 b	15.33±3.84 a	29.67±16.73 ab
21	41.11±6.86 ab	30.58±5.78 abc	8.67±4.18 abc	10.00±1.73 b	18.83±2.05 a	21.50±4.77 b
CK	29.73±3.17 b	19.92±1.34 d	6.00±2.65 bc	12.00±0.58 b	20.33±1.76 a	25.83±6.02 ab

注:同列小写字母相同表示处理间差异不显著($P>0.05$),同列小写字母不同表示处理间差异显著($P<0.05$)。
Note:Same lowercase letters in the same column indicate no significant difference($P>0.05$), while different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

2.2 不同处理对白刺扦插苗生长指标的影响 由表 3 可知,生长调节剂对白刺扦插的苗高、平均根长的影响达到显著水平,质量浓度对白刺扦插生物量的影响达到显著水平。由表

表 1 白刺硬枝扦插育苗试验设计

Table 1 Design of experiments for hard wood cutting indexes of *Nitraria tangutorum*

处理编号 Treatment number	生长调节剂 Growth regulators	浓度 Concentr- ation//mg/L
1	NAA-Na	200
2	NAA-Na	400
3	NAA-Na	600
4	IBA-K	200
5	IBA-K	400
6	IBA-K	600
7	NAA	200
8	NAA	400
9	NAA	600
10	IBA	200
11	IBA	400
12	IBA	600
13	IBA+NAA	200
14	IBA+NAA	400
15	IBA+NAA	600
16	IBA-K+NAA-Na	200
17	IBA-K+NAA-Na	400
18	IBA-K+NAA-Na	600
19	复硝酚钠	200
20	复硝酚钠	400
21	复硝酚钠	600

4 可知,2 种试验因素不同水平下白刺扦插苗的成活率、苗高、总根数、最长根长、平均根长、生物量无显著差异($P>0.05$)。

表 3 各试验因素对白刺硬枝扦插各指标的影响

Table 3 Effects of experimental factors on hard wood cutting indexes of *Nitraria tangutorum*

指标 Index	变异来源 Source of variation	平方和 Square sum	自由度 Freedom	均方 Mean square	F 值 F value	显著性 Signifi- cance
成活率 Survival rate	生长调节剂	1 266.725	6	211.121	1.940	0.085
	质量浓度	568.552	2	284.276	2.536	0.085
苗高 Seedling height	生长调节剂	389.045	6	64.841	3.595	0.023 *
	质量浓度	2.447	2	1.223	0.170	0.846
总根数 Total number of roots	生长调节剂	162.667	6	27.111	1.167	0.377
	质量浓度	3.690	2	1.845	2.597	0.154
最长根长 Longest root length	生长调节剂	203.619	6	33.937	2.090	0.120
	质量浓度	11.081	2	5.540	0.636	0.562
平均根长 Average root length	生长调节剂	2 540.727	6	423.454	2.888	0.048 *
	质量浓度	11.603	2	5.802	0.398	0.688
生物量 Biomass	生长调节剂	770.985	6	128.498	1.376	0.290
	质量浓度	57.478	2	28.739	5.845	0.039 *

注: *. $P<0.05$ 。

表 4 各试验因素对阿拉善白刺扦插苗各指标的影响多重比较

Table 4 Effects of experimental factors on hard wood cutting indexes of *Nitraria tangutorum*

因素 Factor	水平 Level	成活率 Survival rate// %	苗高 Seedling height// cm	总根数 Total number of roots// 条	最长根长 Longest root length// cm	平均根长 Average root length// cm	生物量 Biomass kg
生长调节剂 Growth regulator	NAA-Na	49.45 ab	29.08 ab	4.78 a	19.00 a	16.45 ab	34.89 a
	IBA-K	53.09 a	30.28 ab	7.67 a	12.17 ab	24.22 a	25.06 ab
	NAA	54.46 a	31.00 ab	8.00 a	10.33 ab	15.96 ab	24.47 ab
	IBA	51.50 a	25.36 ab	5.33 a	7.67 b	11.83 b	12.83 b
	NAA+IBA	47.54 ab	30.97 b	8.33 a	9.78 ab	14.94 ab	20.80 ab
	IBA-K+NAA-Na	49.70 ab	28.97 ab	8.11 a	9.67 ab	18.72 ab	22.50 ab
	复硝酚钠	41.74 b	32.05 ab	8.22 a	10.17 ab	20.28 ab	21.95 ab
质量浓度 Mass concentration	200 mg/L	45.96 a	30.26 a	6.19 a	10.40 ab	19.22 ab	25.37 ab
	400 mg/L	51.60 a	29.59 ab	7.14 a	9.71 ab	15.50 ab	22.57 ab
	600 mg/L	51.36 a	29.17 ab	8.29 a	13.64 ab	17.74 ab	21.70 ab

注: 同列小写字母相同表示处理间差异不显著 ($P>0.05$), 同列小写字母不同表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Same lowercase letters in the same column indicate no significant difference ($P>0.05$), while different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

2.3 不同处理下白刺扦插苗质量综合评价 采用隶属函数法对不同处理白刺扦插苗各项生长指标进行综合评价,隶属函数平均值越大,表示扦插效果越好。由表 5 可知,18 号处

理排名第 1,说明在 18 号处理下白刺扦插苗生长发育状况较好,适宜在生产中推广应用。

表 5 白刺硬枝扦插苗综合评价

Table 5 Comprehensive evaluation of hard wood cuttings of *Nitraria tangutorum*

编号 No.	成活率 Survival rate	苗高 Seedling height	总根数 Total number of roots	最长根长 Longest root length	平均根长 Average root length	生物量 Biomass	平均值 Average value	排名 Ranking
1	0.18	0.37	0.15	0.17	0.20	1.00	0.345	11
2	0.92	0.24	0.13	0.23	0.09	0.23	0.307	14
3	0.47	0.68	0.36	1.00	0.55	0.38	0.573	2
4	0.44	0.70	0.18	0.30	1.00	0.36	0.497	5
5	0.94	0.53	0.77	0.27	0.45	0.31	0.545	3
6	0.83	0.29	0.36	0.15	0.50	0.29	0.403	6
7	0.70	0.87	0.26	0.25	0.06	0.19	0.388	10
8	1.00	0.32	0.59	0.13	0.39	0.58	0.502	4
9	0.74	0.47	0.54	0.15	0.32	0.16	0.397	9
10	0.70	0.28	0	0.03	0	0.12	0.188	20
11	0.43	0	0.33	0.07	0.17	0.04	0.173	21
12	0.79	0.30	0.44	0.17	0.02	0	0.287	16

接下表

续表 5

编号 No.	成活率 Survival rate	苗高 Seedling height	总根数 Total number of roots	最长根长 Longest root length	平均根长 Average root length	生物量 Biomass	平均值 Average value	排名 Ranking
13	0.22	0.37	1.00	0.28	0.16	0.37	0.400	8
14	0.37	0.37	0.26	0.15	0.29	0.14	0.263	18
15	0.65	0.38	0.21	0.05	0.18	0.18	0.275	17
16	0	0.36	0.21	0	0.70	0.15	0.237	19
17	0.70	0.50	0.23	0.13	0.04	0.15	0.292	15
18	0.92	0.41	0.97	0.33	0.43	0.49	0.592	1
19	0.01	0.34	0.46	0.23	0.76	0.10	0.317	12
20	0.18	1.00	0.46	0.12	0.23	0.42	0.402	7
21	0.04	0.53	0.51	0.17	0.39	0.24	0.313	13

3 讨论与结论

近年来,随着白刺属植物在荒漠盐碱地治理等方面的生态效益及其各项经济价值的逐步开发应用,致使社会对高质量白刺苗木的需求逐年增加。采用不同浓度的 7 种生长调节剂处理白刺插穗,筛选出有利于白刺扦插的生长调节剂及浓度,旨在为保持阿拉善地区白刺优良性状提供无性繁殖基础。

多项研究表明,不同生长调节剂及其浓度对白刺扦插育苗的成活率、苗期生长有促进作用^[18-19];如 IBA 可诱导不定根萌发,促进不定根伸长,NAA 则主要促使不定根增大变粗^[20]。高志海等^[21]对唐古特白刺扦插繁殖技术进行研究,结果表明,唐古特白刺扦插育苗最佳材料为木质化硬枝,质量分数 0.000 5 IBA 处理下插穗成活率最高,且生根数最多。张晓静等^[22]研究发现,剪取 1 年生的健壮枝条,将其剪成 15 cm 长的小茎段,用 50 mg/L NAA 处理后,插穗约 30 d 左右可生根。笔者通过对不同处理白刺扦插苗的成活率、苗高、总根数、平均根长、最长根长、生物量进行统计分析,结果表明,8 号(NAA 400 mg/L)处理白刺的成活率最高,为 57.69%;20 号(复硝酚钠 400 mg/L)处理白刺的苗高最高,为 38 cm;13 号(IBA+NAA 200 mg/L)处理白刺的总根数最多,为 15.00 条;3 号(NAA-Na 600 mg/L)处理白刺的最长根长最长,为 35.00 cm。通过隶属函数法,对不同处理白刺扦插苗的品质综合评价,结果表明,18 号处理(IBA-K+NAA-Na 600 mg/L)综合评价价值最高,其扦插苗各发育指标也比较理想,这与赵杏花等^[23-24]的试验结果类似,故 IBA-K+NAA-Na 600 mg/L 处理最适合白刺的扦插,可以在生产中推广应用。

参考文献

[1] 潘晓玲,沈观冕,陈鹏.白刺属植物的分类学及系统学研究[J].云南植物研究,1999,21(3):287-295.
[2] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2013.

[3]《内蒙古植物志》编辑委员会.内蒙古植物志:第 3 卷[M].呼和浩特:内蒙古人民出版社,1987:414-418.
[4] 张虎,祝建刚,程新平,等.干旱荒漠区白刺种子育苗技术研究[J].甘肃科技,2004,20(12):164-167,171.
[5] 改亮,李静,刘宇宏.唐古特白刺叶化学成分及其抗炎活性研究[J].中国现代中药,2018,20(2):169-172.
[6] 杜平,王新风,冯辉,等.柱前衍生-高效液相色谱法测定白刺果中氨基酸含量[J].化学分析计量,2014,23(1):7-11.
[7] 王丽,张英楠.西伯利亚白刺人工栽培技术[J].吉林林业科技,2010,39(1):47,51.
[8] 常艳旭,苏格尔,王迎春.白刺属野生植物的开发利用价值[J].内蒙古科技与经济,2005(14):21-23.
[9] 李振洲,陈真,刘晓慧,等.西伯利亚白刺播种育苗技术[J].北方园艺,2011(7):71-72.
[10] 贾志远,葛晓敏,唐罗忠.木本植物扦插繁殖及其影响因素[J].世界林业研究,2015,28(2):36-41.
[11] SCHULER J L,MCCARTHY W.Development of eastern cottonwood cuttings as modified by cutting length and surface area available for rooting[J].New forests,2015,46(4):547-559.
[12] 时永杰.白刺[J].中兽医医药杂志,2003(专辑):165.
[13] 陈斌,赵越,王宁,等.柴达木地区唐古特白刺硬枝扦插快繁技术研究[J].青海农林科技,2007(2):1-3.
[14] 李伟.唐古特白刺无性繁殖技术的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
[15] 春喜,王宗礼,夏敦胜,等.吉兰泰盐湖的形成及指示的环境意义[J].盐湖研究,2008,16(3):11-18.
[16] 耿侃,胡春元,刘佳.吉兰泰地区第四纪湖泊的演变[J].干旱区资源与环境,1989(2):26-33.
[17] 丁延龙,汪季,胡生荣,等.吉兰泰盐湖风沙防护林体系建立 35a 以来防沙效益评估[J].中国沙漠,2019,39(5):111-119.
[18] 成铁龙,张景波,贾玉奎,等.唐古特白刺硬枝扦插繁殖技术[J].林业科技开发,2015,29(5):45-48.
[19] 王霞,李慧瑛,王文舒,等.不同处理方式对小果白刺硬枝扦插育苗的影响[J].内蒙古林业,2020(11):30-32.
[20] 李合生.《现代植物生理学》(第 3 版)[J].生命世界,2012(11):2.
[21] 高志海,崔建国.唐古特白刺休眠枝扦插繁殖研究[J].园艺学报,1994,21(3):299-301.
[22] 张晓静,牛伟志,刘春杰.野生白刺人工栽培技术及开发利用[J].中国野生植物资源,2008,27(3):64-65.
[23] 赵杏花,左合君,高永,等.激素处理对白刺硬枝扦插的影响[J].西北林学院学报,2014,29(4):109-113.
[24] 张玉娟,刘长宝,庞丙亮,等.白刺扦插繁殖技术研究[J].安徽农业科学,2011,39(5):2786-2789.