

# 生根剂对锦鸡儿属三种植物幼苗生长与生理性状的影响

王金龙<sup>1</sup>, 张丽红<sup>2</sup>, 赵念席<sup>2</sup>, 高玉葆<sup>2</sup>

(1. 天津农学院 农学系, 天津 300384; 2. 南开大学 生命科学学院, 天津 300071)

**摘要:**以内蒙古地区主要的飞播植物小叶锦鸡儿、中间锦鸡儿和柠条锦鸡儿为试材, 研究比较了 NK-II-298、NK-II-888 和 NK-II-16 3 种生根剂对其生长和生理性状的影响。结果表明: 不同的生根剂对 3 种锦鸡儿的株高和生物量影响不同, 但对锦鸡儿最终生长状况没有影响; 不同植物、不同指标对生根剂的响应结果并不一致。3 种生根剂均显著提高小叶锦鸡儿的净光合速率, 仅生根剂 NK-II-16 提高了中间锦鸡儿净光合速率, 生根剂 NK-II-888 和 NK-II-16 显著提高了柠条锦鸡儿净光合速率; 柠条锦鸡儿叶绿素 b 含量受到生根剂的促进作用影响显著。该试验结果表明, 将生根剂用于这 3 种植物种群构建的促进作用并不显著, 且不同种锦鸡儿对不同生根剂具有植物特异性反映。

**关键词:**锦鸡儿; 生根剂; 飞播

**中图分类号:**Q 948.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0078-04

为了防止草原的进一步退化和治理退化草原, 中国北方和西北地区一直积极探索退化、沙化草原的植被恢复研究工作。利用飞机播种牧草, 是人工改良草地的一项重要技术措施。国外飞播牧草有悠久的历史。澳大利亚、新西兰等国在第二次世界大战之后不久就把飞播牧草作为草地建设的基本手段。中国从 1979 年开始进行大规模飞播牧草试验已经取得初步成效<sup>[1-4]</sup>。飞播种草具有范围广、速度快、成本低、见效快、落种匀、经济效益好等优点。在地广人稀、植被稀疏、水土流失严重、沙化、风化严重、草场退化、有一定降水量的内蒙古地区,

是绿化荒漠、荒沙, 改良退化草场, 改善恶劣的生态环境, 促进内蒙古畜牧业发展行之有效的途径。

豆科(Leguminosae) 锦鸡儿属(*Caragana*) 主要分布在黄河流域以北干燥地区, 西南和西北则以青藏高原为中心, 是我国华北、西北地区植被恢复、环境改善、防风固沙、水土保持的优质牧草资源<sup>[5-6]</sup>。小叶锦鸡儿(*C. microphylla*)、中间锦鸡儿(*C. intermedia*)和柠条锦鸡儿(*C. korshinskii*)具有很强的干旱适应能力(如光合和水分生理特性)<sup>[7-11]</sup>, 且对灌丛下草本植物种群生态位、土壤微生物群落功能多样性、酶活性等也有改善作用<sup>[12-15]</sup>, 因此, 是飞播种草和草原恢复中首选植物。但由于飞播区域环境恶劣, 如何提高锦鸡儿的成活率和生长速率已成为研究者关注的问题。生根剂可以促进植物内部的新陈代谢作用和呼吸作用, 增强吸水能力, 加

**第一作者简介:**王金龙(1978-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事植物生理生态学研究。E-mail: whitedanny@live.cn.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30900191)。

**收稿日期:**2013-09-03

*rossii* in landscaping. The results showed that the *Mukdenia rossii* could adapt to mild drought stress through osmoregulation thus showed drought resistance to some extent. Along with the increasing of the stress intensity and the extension time, several changes occurred. The relative water content(RWC) of *Mukdenia rossii* was in downward trend while the relative electrolytic conductivity (REC) was in upward trend. The content of malonaldehyde (MDA) was in a trend of first rising, then falling and bakes to rising again. The proline (Pro) content was in trend of rising after the first drop. The SOD activity had a trend of up-down-up-down. All of them showed obvious difference in comparing ( $P < 0.05$ ). The related analysis indicated that there was a significant correlation between REC, MDA content, Pro content and RWC. On the contrary, that relation didn't occur between SOD activity and RWC. Therefore, RWC, REC, MDA content and Pro content could be used to evaluate the drought tolerance of *Mukdenia rossii*.

**Key words:** *Mukdenia rossii* (Olive) Koidz; PEG-6000; drought stress; physiological responses

速储藏物质的分解转化,增加可塑性物质在下部积累,促进形成层细胞分裂,因此能促进生根,提高成活率<sup>[16-17]</sup>,在人工建植种群方面具有重要的实际应用价值。该研究选择了3种生根剂,研究了不同生根剂对不同种锦鸡儿生长和生理活性的作用特点,为生根剂在草原区草原退化恢复、提高飞播效率方面提供试验数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试飞播植物小叶锦鸡儿(*C. microphylla*)、中间锦鸡儿(*C. intermedia*)和柠条锦鸡儿(*C. korshinskii*)种子于2008年采自内蒙古草原区。

### 1.2 试验方法

2009年4月1日,选取小叶锦鸡儿、中间锦鸡儿和柠条锦鸡儿种子分别用NK-II-298、NK-II-888和NK-II-16 3种不同生根剂浸泡2 h(根据使用说明书按生根剂:水=1:2 500),以蒸馏水浸泡为对照(CK);清洗后分别播种到花盆内,每个花盆10粒种子,3次重复,最后用蛭石覆盖种子,并贴好标签,共36盆。所有试验材料在网室内培养,随机摆放。试验期间,5月6日和5月13日,每盆浇600 mL对应的生根剂溶液(1:2 500用水稀释),CK浇600 mL自来水。整体试验持续86 d,2009年6月15日收获,培养期间定期浇水,不施肥。

### 1.3 项目测定

待发芽数稳定后间苗,每盆留取3株幼苗,每隔1周定期测量并记录每株幼苗株高。2009年5月13日使用Li-6400光合仪测定净光合速率;2009年5月

21日使用FMS-2荧光仪测定光系统II原初光化学效率;2009年5月30日采用分光光度法测定叶绿素含量。

### 1.4 数据分析

试验数据均用SPSS 16.0进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生根剂对3种锦鸡儿生长的影响

由表1可知,对于小叶锦鸡儿,使用NK-II-298处理种子可以显著增加植株高度;对于中间锦鸡儿,无论使用哪种生根剂处理种子,对于植株高度均无显著影响;对于柠条锦鸡儿,使用NK-II-888处理种子可以提高植株高度但差异不显著。但3种生根剂对3种锦鸡儿植物总生物量均没有显著影响(图1)。

表1 不同生根剂对小叶锦鸡儿、中间锦鸡儿和柠条锦鸡儿株高的影响

Table 1 Effect of different rooting agents on plant height of *C. microphylla*, *C. intermedia* and *C. korshinskii*

物种	生根剂	株高/cm				
		4月28日	5月6日	5月13日	5月19日	5月26日
小叶锦鸡儿	CK	3.9±1.1 <sup>a</sup>	4.2±1.2 <sup>b</sup>	5.1±1.4 <sup>b</sup>	5.4±1.9 <sup>b</sup>	5.8±2.3 <sup>b</sup>
	NK-II-298	4.5±1.4 <sup>a</sup>	5.7±1.9 <sup>a</sup>	6.7±2.4 <sup>a</sup>	7.4±3.1 <sup>a</sup>	7.7±3.3 <sup>a</sup>
	NK-II-888	4.6±1.4 <sup>a</sup>	5.0±1.1 <sup>ab</sup>	5.7±1.2 <sup>ab</sup>	5.8±1.3 <sup>ab</sup>	5.4±1.2 <sup>ab</sup>
	NK-II-16	3.4±0.8 <sup>a</sup>	3.8±0.7 <sup>b</sup>	4.5±0.8 <sup>b</sup>	4.5±0.8 <sup>b</sup>	4.5±0.7 <sup>b</sup>
中间锦鸡儿	CK	7.8±1.2 <sup>a</sup>	9.8±1.5 <sup>a</sup>	11.4±2.3 <sup>a</sup>	12.2±2.7 <sup>a</sup>	13.6±3.3 <sup>a</sup>
	NK-II-298	7.0±1.3 <sup>a</sup>	9.1±1.6 <sup>a</sup>	10.8±1.8 <sup>a</sup>	11.7±2.1 <sup>a</sup>	13.2±2.4 <sup>a</sup>
	NK-II-888	6.7±1.0 <sup>a</sup>	8.3±1.4 <sup>a</sup>	9.9±1.4 <sup>a</sup>	10.7±1.6 <sup>a</sup>	12.3±1.9 <sup>a</sup>
	NK-II-16	7.3±1.9 <sup>a</sup>	8.8±2.9 <sup>a</sup>	10.2±3.5 <sup>a</sup>	11.1±3.8 <sup>a</sup>	11.8±3.6 <sup>a</sup>
柠条锦鸡儿	CK	6.1±1.0 <sup>a</sup>	7.6±1.0 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	10.6±1.1 <sup>a</sup>	11.6±1.3 <sup>a</sup>
	NK-II-298	5.8±1.5 <sup>a</sup>	7.0±1.9 <sup>a</sup>	8.8±2.3 <sup>a</sup>	10.0±2.9 <sup>a</sup>	11.1±3.6 <sup>a</sup>
	NK-II-888	6.8±1.6 <sup>a</sup>	8.5±2.3 <sup>a</sup>	10.3±2.9 <sup>a</sup>	11.2±3.3 <sup>a</sup>	12.9±3.6 <sup>a</sup>
	NK-II-16	6.4±1.1 <sup>a</sup>	7.9±1.1 <sup>a</sup>	9.5±1.3 <sup>a</sup>	10.6±1.3 <sup>a</sup>	11.2±1.7 <sup>a</sup>

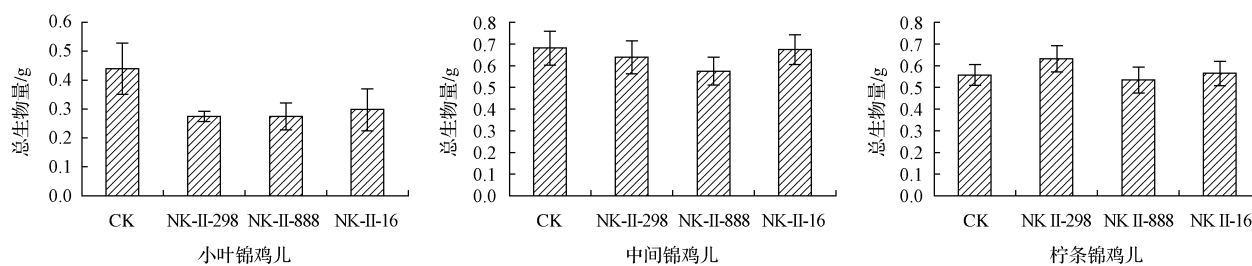


图1 不同生根剂对3种锦鸡儿总生物量的影响

Fig. 1 Effect of different rooting agents on total biomass of *C. microphylla*, *C. intermedia* and *C. korshinskii*

综合表1和图1可知,不同的生根剂对不同的锦鸡儿株高的影响不同,但是生根剂并没有影响3种锦鸡儿总生物量。株高体现植物地上资源获取能力,特别是光照和地上空间,较大的株高有利于植物快速生长。生物量是衡量植物生长状况的重要指标,较大的生物量说明植物生长较优。从试验结果推测,飞播种草前期处理过程中,应针对不同的植物物种选择不同的生根剂,这有利于植物在生长初期快速生长占据空间。

### 2.2 不同生根剂对3种锦鸡儿生理性状的影响

由表2可知,上午观测发现,3种生根剂对小叶锦

鸡儿和柠条锦鸡儿光系统II原初光化学效率均无显著影响,但是3种生根剂均显著提高了中间锦鸡儿光系统II原初光化学效率;中午观测则表现为3种生根剂对3种锦鸡儿没有产生显著影响,仅生根剂NK-II-298显著提高了柠条锦鸡儿光系统II原初光化学效率。

由图2可知,生根剂显著提高了小叶锦鸡儿的净光合速率;而对于中间锦鸡儿,仅生根剂NK-II-16显著提高了其净光合速率,其它2个生根剂均抑制其净光合速率;对于柠条锦鸡儿,生根剂NK-II-888和NK-II-16显著提高了其净光合速率,生根剂NK-II-298则抑制了其净

表 2 不同生根剂对 3 种锦鸡儿光系统II原初光化学效率( $F_v/F_m$ )的影响Table 2 Effect of different rooting agents on PS-II photochemical efficiency of *C. microphylla*, *C. intermedia* and *C. korshinskii*

植物种类	上午 9:00( $F_v/F_m$ )				中午 12:00( $F_v/F_m$ )			
	CK	NK-II-298	NK-II-888	NK-II-16	CK	NK-II-298	NK-II-888	NK-II-16
小叶锦鸡儿	0.7587 <sup>ab</sup>	0.7353 <sup>b</sup>	0.7550 <sup>ab</sup>	0.7833 <sup>a</sup>	0.6973 <sup>a</sup>	0.6957 <sup>a</sup>	0.7090 <sup>a</sup>	0.7343 <sup>a</sup>
中间锦鸡儿	0.6553 <sup>c</sup>	0.7627 <sup>a</sup>	0.7487 <sup>a</sup>	0.6960 <sup>b</sup>	0.6970 <sup>a</sup>	0.6850 <sup>a</sup>	0.7107 <sup>a</sup>	0.6743 <sup>a</sup>
柠条锦鸡儿	0.7540 <sup>a</sup>	0.7640 <sup>a</sup>	0.7513 <sup>a</sup>	0.7460 <sup>a</sup>	0.6963 <sup>b</sup>	0.7535 <sup>a</sup>	0.7187 <sup>ab</sup>	0.6833 <sup>b</sup>

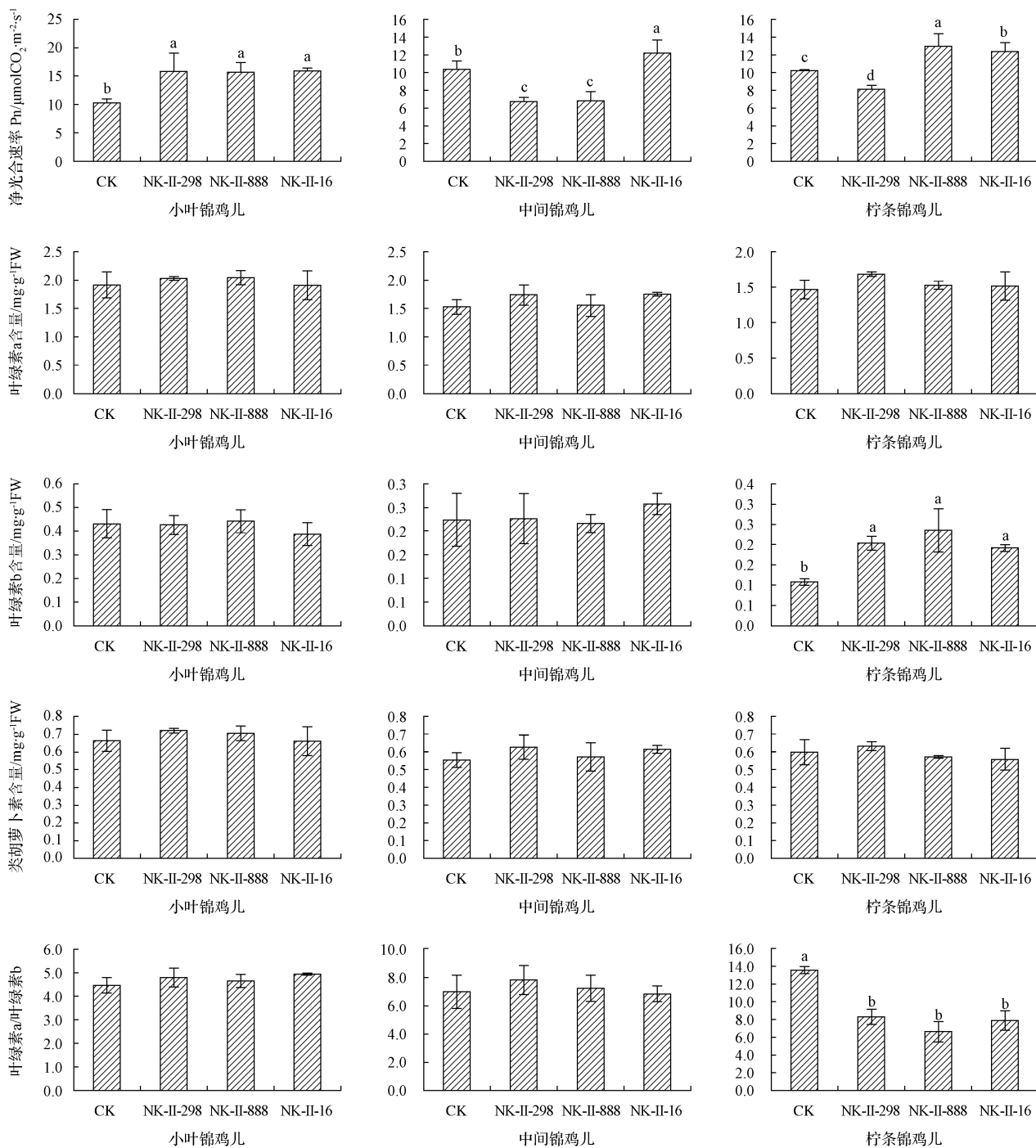


图 2 不同生根剂对 3 种锦鸡儿光合速率和叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of different rooting agents on net photosynthetic efficiency and chlorophyll contents of *C. microphylla*, *C. intermedia* and *C. korshinskii*

光合速率。3种生根剂均没有对小叶锦鸡儿和中间锦鸡儿的叶绿素含量产生显著影响,但是3种生根剂均显著提高了柠条锦鸡儿叶绿素b含量,从而显著降低了其叶绿素a/叶绿素b比值。

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,对于生理性状,3种植物不同的生理指标响应不一致。从净光合速率的响应可以看出,生根剂NK-II-888和NK-II-298具有一定的物种选择性,而生根剂NK-II-16具有物种普遍适应性。飞播种草前期处理时需要考虑物种的特异性来选择生根剂,3种锦鸡儿中,仅小叶锦鸡儿净光合速率受到所有生根剂的促进作用,飞播种草的前期处理对其更有利。叶绿素a含量越高,植物获取光能能力越强,叶绿素b含量越高,植物光能转换能力越强。生根剂虽然造成了3种锦鸡儿叶绿素含量的变化,但是除柠条锦鸡儿的叶绿素b含量以外,效果均不显著。光系统II原初光化学效率体现植物光合合成能力的大小,生根剂对不同锦鸡儿的影响不同,且在不同时间测量的表现不同,因此在飞播种草中还需考虑到播种区域的气候特征。

#### 参考文献

- [1] 杨光梅,闵庆文,李文华. 锡林郭勒草原退化的经济损失估算及启示[J]. 中国草地学报, 2007, 29(1): 44-49.
- [2] 陈全功. 中国草原监测的现状与发展[J]. 草业科学, 2008, 25(2): 29-38.
- [3] 魏金明,姜勇,符明明,等. 水、肥添加对内蒙古典型草原土壤碳、氮、磷及pH的影响[J]. 生态学杂志, 2011, 30(8): 1642-1646.
- [4] 魏江生,董智,左合君. 干旱半干旱区采煤塌陷对沙质土壤水分特性的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(5): 84-88.
- [5] 孔红. 锦鸡儿属3种植物的核型研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(3): 612-615.
- [6] 赵一之. 小叶、中间和柠条三种锦鸡儿的分布式样及其生态适应[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3412-3414.
- [7] 马成仓,高玉葆,李清芳,等. 内蒙古高原荒漠区几种锦鸡儿属(*Caragana*)优势植物的生理生态适应特性[J]. 生态学报, 2007, 11(11): 4643-4650.
- [8] 郭宏宇,高玉葆,马成仓,等. 内蒙古高原小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*),中间锦鸡儿(*C. davazamcii*)和柠条锦鸡儿(*C. korshinskii*)的遗传多样及遗传关系[J]. 生态学报, 2008, 28(8): 3729-3736.
- [9] 赵晓英,任继周. 三种锦鸡儿属植物的克隆生长特性及其植被恢复意义[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(4): 102-107.
- [10] 方向文,李凤文,张海娜,等. 树锦鸡儿、柠条锦鸡儿、小叶锦鸡儿和鹰嘴豆干旱适应能力比较[J]. 生态学报, 2011, 31(9): 2437-2443.
- [11] 郭卫华,李波,张新时,等. 水分胁迫对沙棘(*Hippophae rhamnoides*)和中间锦鸡儿(*Canagana intermedia*)蒸腾作用影响的比较[J]. 生态学报, 2007, 27(10): 4133-4140.
- [12] 张金鹏,高菲,卢欣石. 呼伦贝尔沙化草地人工固沙植物种间生态位关系研究[J]. 草地学报, 2012, 18(1): 26-30.
- [13] 李明,蒋德明,押田敏雄,等. 科尔沁沙地人工固沙群落草本植物种群生态位特征[J]. 草业科学, 2009, 26(8): 10-16.
- [14] 曹成有,姚金东,韩晓姝,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿固沙群落土壤微生物功能多样性[J]. 应用生态学报, 2011, 22(9): 2309-2315.
- [15] 蒋德明,曹成有,押田敏雄,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿人工林防风固沙及改良土壤效应研究[J]. 干旱区研究, 2008, 25(5): 653-658.
- [16] 张宇和. 果树繁殖[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.

## Effect of Rhizogenic Agents on Seedling Growth and Eco-physiology Characteristics of Three *Caragana* Species

WANG Jin-long<sup>1</sup>, ZHANG Li-hong<sup>2</sup>, ZHAO Nian-xi<sup>2</sup>, GAO Yu-bao<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Tianjin Agriculture University, Tianjin 300384; 2. College of Life Science, Nankai University, Tianjin 300071)

**Abstract:** Taking main aerial sowing forages *Canagana microphylla*, *C. intermedia* and *C. korshinskii* as test materials, the effect of three different rhizogenic agent NK-II-298, NK-II-888 and NK-II-16 on seeding growth and eco-physiology characteristics of them were studied. The results showed that utilization of rhizogenic agents affected plant height and biomass of plants and difference was found between species, however, their final growth performance was not affected. All three rhizogenic agents increased the net photosynthetic efficiency of *C. microphylla* significantly, only NK-II-16 increased the net photosynthetic efficiency of *C. intermedia*, and NK-II-888 and NK-II-16 increased the net photosynthetic efficiency of *C. korshinskii*. For chlorophyll contents, only chlorophyll b of *C. korshinskii* was increased by three rhizogenic agents. Response to rhizogenic agents varied for different *Canagana* species.

**Key words:** *Canagana* sp.; rhizogenic agent; aerial sowing