

外源激素与配比施肥对文冠果坐果率的影响

杨 越, 孟宪武, 梅秀艳

(辽宁省干旱地区造林研究所, 辽宁 朝阳 122000)

摘要: 2015年5月, 在辽宁省建平县选取30年生的文冠果(*Xanthoceras sorbifolium*)花枝, 在花期喷施不同浓度的不同外源激素, 2016年4月喷施外源激素和不同配比施肥, 试验对其坐果率的影响。结果表明, 在文冠果盛花期, 分别喷施浓度为 $20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)和 $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的赤霉素(GA_3)能显著地提高文冠果的坐果率, 且坐果率达到最高, 分别为83.44%和84.58%。在配比施肥试验中, N, P, K比例水平为2:1:2, 结合喷施 $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的 GA_3 的处理, 其平均坐果率达到最高值, 为93.16%; 在配比施肥试验的14个处理中, 5个处理的平均坐果率较高, 达81.57%~93.16%。

关键词: 文冠果; 坐果率; 2,4-D; GA_3 ; 配比施肥

中图分类号: S727.32

文献标识码: A

Effect of Exogenous Hormones and Different Fertilizations on Fruit-setting Rate of *Xanthoceras sorbifolium*

YANG Yue, MENG Xian-wu, MEI Xiu-yan

(Arid Area Afforestation Institute of Liaoning, Chaoyang 122000, China)

Abstract: Experiments were conducted on spraying different hormones with different concentrations on flowering braches of 30-year *Xanthoceras sorbifolium* from May 2015, in Jianping, Liaoning province, and as well as spraying GA_3 combined with fertilizing different ratio of N, P and K from April 2016. The results showed that spraying 20mg/kg of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 200mg/kg of gibberellins (GA_3) during full-blooming stage had the best effect of fruit-setting rate, which was topped respectively to 83.44% and 84.58%. The average fruit-setting rate reached 93.16% of the treatment with N, P and K ratio of 2:1:2, combined with spraying 200 mg/kg of GA_3 . The later experiment demonstrated that mean fruit-setting rate of 5 treatments among total 14 ones was 81.57%-93.16%.

Key words: *Xanthoceras sorbifolium*; fruit setting rate; 2,4-D; GA_3 ; different ratio of N, P, K

文冠果(*Xanthoceras sorbifolium*)又名文冠树, 为无患子科(Sapindaceae)文冠果属(*Xanthoceras*)单属种植物, 落叶灌木或小乔木, 其种子含油率高, 是中国北方很有发展前途的木本油料植物^[1]。文冠果果油的碳链长度主要集中在C16~C18, 这与石化柴油的碳链长度十分接近, 因此, 文冠果的种子非常适合作为生物柴油的生物质原料, 具有较高的经济和生态效益^[2]。文冠果属温带树种, 有很强的适应性, 对土壤要求不严, 在干旱地区、多石山区、地下水位不足2m的地方仍能生长^[3], 遍布国内14个省、自治区、直辖市(北京、内蒙、陕西、山西、河北、河南、新疆、甘肃、宁夏、山东、安徽、辽宁、青海、西藏)^[4]。二十世纪六七十年代, 辽宁省的西部地区就大面积开展文冠果人工林栽植。该地区文冠果资源十分丰富, 栽种面积不断扩大, 但存在“繁花少果”坐果率低等问题, 激素水平不均衡、树体营养不良、施肥管理不统一等因素影响了文冠果的坐果

收稿日期: 2016-06-08; 修回日期: 2016-10-13

基金项目: 中央财政林业科技推广示范资金项目([2012]10号)

作者简介: 杨越(1984-), 男, 辽宁沈阳人, 助理工程师, 硕士研究生, 从事经济林品种遗传育种研究。

率,制约了文冠果产业化发展^[5-6]。针对以上影响文冠果坐果率的因素,本研究以辽西地区最具气候特点建平县为试验地,结合当地丰产栽培技术,采取外源激素喷施与配比施肥相结合的方式,旨在提高文冠果坐果率,为探究最佳施用激素种类及配比施肥配方提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

建平县位于辽宁省西部,燕山山脉向辽沈平原的过渡地带。119°14′~120°03′E,41°19′~41°23′N。属北温带大陆季风气候区,尽管东南部受海洋暖湿空气影响,但由于北部蒙古高原的干燥冷空气经常侵入,形成了半干旱半湿润易旱地区。建平县全年平均气温7.6℃,最高气温37℃,最低气温-36.9℃,年均日照时数2850~2950h。年均降水量614.7mm,多集中在6~8月,无霜期120~155d。

1.2 试验地点与材料

试验地点位于辽宁省建平县辽宁省干旱地区造林研究所西山文冠果示范园,面积0.7hm²。试验区的文冠果树龄一致,为30a,栽植密度为1215株·hm⁻²,肥、水、修剪等管理采用常规措施。土壤类型为褐土,pH8.03。选取0~40cm土壤测定其理化性质,结果如表1。

试验药品为2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)、赤霉素(GA₃)和无水乙醇。试验药品均由国药集团化学试剂有限公司生产。先用无水乙醇分别溶解固体粉状的2,4-D和GA₃,然后用水稀释。2,4-D溶液分别稀释到浓度为5,

表1 试验地土壤的基本理化性质
Table 1 Physiochemical properties of the tested soil

项目	测定方法	值/(mg·kg ⁻¹)
碱解氮	碱解扩散法	53.55
速效磷	硫酸钼锑抗比色法	7.27
速效钾	火焰光度计法	171.21

10,15,20,25mg·kg⁻¹。GA₃溶液分别稀释到浓度为50,100,150,200,250mg·kg⁻¹。试验肥料选用养分含量稳定的单质肥料,即尿素(含N46.4%)、重过磷酸钙(含P₂O₅46%)、硫酸钾(含K₂O50%)。试验肥料分别由湖北三宁化工股份有限公司、湖北吉顺磷化有限公司和中农集团控股股份有限公司生产。文冠果在建平县的生物节律为:4月下旬为芽膨大期、5月中上旬为盛花期,5月下旬为花谢期,5~6月为果生长膨大期,7月中旬为果实成熟期。

1.3 试验设计

1.3.1 外源激素喷施试验设计 2015年5月10日,文冠果盛花期开始试验,持续45d。选取树形、枝量和生长势基本相近的文冠果36株,每株文冠果树为1个重复。随机选择样株东南西北4个方向的花枝,将已经处于盛花末期或未开放的花去掉,每花枝数量不少于270朵。每棵树选取1个结果枝(样枝),共计36个结果枝,每组3株,共12组。对其中5组依次喷施浓度为5,10,15,20,25mg·kg⁻¹的2,4-D;5组依次喷施浓度为50,100,150,200,250mg·kg⁻¹的GA₃;剩下2组没有喷施的为对照。

1.3.2 配比施肥试验设计 2016年4月2日,文冠果萌动前期进行试验,持续75d。采用“3414”试验设计,并在文冠果盛花期对所有处理的花枝喷施200mg·kg⁻¹的GA₃,试验因素水平和处理见表2。

“3414”是指氮、磷、钾3个因素、4个水平、共14个处理的肥料试验设计方案。4个水平的含义:2水平指当地最佳施肥量的近似值;1水平为2水平的0.5倍;3水平为2水平的1.5倍(该水平为过量施肥水平);0水平指不施肥为对照。配比施肥的样枝选取方式与激素喷施试验的样枝选取方式一致,14处理,每处理3株为一组,共计42个样枝。磷、钾肥分两次施入,分别于4月上旬和5月上旬施入。氮肥分3次施入,分别于4月上旬、5月上旬和6月上旬施入。采用条状沟法施肥,即树冠下,统一在主干一侧,距主干1m处,开沟施肥。所有试验树除施入单质肥以外,当年均未施其他肥料。

1.4 统计分析

试验开始时统计每个花枝可孕花、不孕花数目。为了避免由天气和机械损伤等原因导致的果实脱落而造成的误差,选在果实成熟前30d统计样枝的结果量。计算坐果率的平均值。试验期降雨量为0mm,故忽略降雨对喷施外源激素的影响。数据用软件SPSS13.0、Excel和DPS7.05分析。

表 2 文冠果“3414”施肥试验方案
Table 2 Experiment design for different fertilization

处理		水平			肥料用量/(kg·株 ⁻¹)		
		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2	0	0.16	0.21
3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2	0.27	0.16	0.21
4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2	0.54	0	0.21
5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2	0.54	0.08	0.21
6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2	0.54	0.16	0.21
7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2	0.54	0.24	0.21
8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0	0.54	0.16	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1	0.54	0.16	0.105
10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3	0.54	0.16	0.315
11	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2	0.81	0.16	0.21
12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2	0.27	0.08	0.21
13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1	0.27	0.16	0.105
14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1	0.54	0.08	0.105

2 结果与分析

2.1 喷施不同外源激素对文冠果坐果率的影响

2.1.1 不同浓度的 2, 4-D 对文冠果坐果率的影响 喷施过 2,4-D 样枝的平均坐果率均远比对照的平均坐果率高（表 3）。5 种不同浓度的 2,4-D 处理中，平均坐果率随着 2,4-D 浓度的增加，呈先升后降的趋势。2,4-D 浓度为 20 mg·kg⁻¹ 样枝的坐果率最高，为 83.44%。2,4-D 浓度超过 20 mg·kg⁻¹，文冠果平均坐果率降为 72.07%，并伴有畸形果和叶片卷曲的现象发生。

表 3 喷施不同浓度 2,4-D 对文冠果坐果率的影响
Table 3 Effect of spraying 2,4-D with different concentrations on fruit-setting rate of *X. sorbifolium*

2,4-D 浓度/(mg·kg ⁻¹)	开花量/朵	可孕花/朵	不孕花/朵	果实/个	坐果率/%
0	576±15.13	60±9.85	516±5.29	14±5.03	22.29±4.75 cB
5	542±57.45	61±15.28	481±42.36	40±9.54	65.52±5.25 bA
10	568±55.51	76±13.01	492±44.79	58±17.58	74.84±7.79 abA
15	606±62.51	88±21.56	519±61.00	70±12.05	81.56±6.12 aA
20	533±62.21	68±20.52	465±52.64	57±10.62	83.44±1.89 aA
25	523±52.91	65±21.55	458±51.39	47±9.01	72.07±3.10 abA

注：表中数据为平均值±标准误差；同列不同小写字母表示差异显著（P<0.05）、同列不同大写字母表示差异极显著（P<0.01）。下同。

2.1.2 不同浓度的 GA₃ 对文冠果坐果率的影响 喷施了 GA₃ 的样枝平均坐果率均高于对照（表 4）。

表 4 喷施不同浓度 GA₃ 对文冠果坐果率的影响
Table 4 Effect of spraying GA₃ with different concentrations on fruit-setting rate of *X. sorbifolium*

GA ₃ 浓度/(mg·kg ⁻¹)	开花量/朵	可孕花/朵	不孕花/朵	果实/个	坐果率/%
0	483±63.22	40±6.11	443±57.12	9±2.52	22.87±2.77 cC
50	627±70.60	70±10.69	557±60.22	48±3.61	69.49±5.78 abAB
100	606±69.32	65±16.00	541±65.29	45±9.44	68.79±9.59 abAB
150	512±59.59	77±19.42	435±45.29	57±10.14	73.57±4.94 abAB
200	515±59.57	74±17.44	441±42.30	62±11.79	84.58±5.72 aA
250	638±25.74	92±20.42	546±28.75	58±11.40	61.89±8.39 bB

样枝平均坐果率随着 GA₃ 浓度升高总体表现为先升后降再升再降的趋势。当 GA₃ 的浓度为 200 mg·kg⁻¹ 时，样枝的平均坐果率最高，为 84.58%。当 GA₃ 浓度超过 200 mg·kg⁻¹ 时，文冠果平均坐果率降为 61.89%，喷施 GA₃ 的样枝未出现畸形果和叶片卷曲现象发生。

2.2 配比施肥结合喷施 200 mg·kg⁻¹ 的 GA₃ 对文冠果坐果率的影响

在统一喷施 200 mg·kg⁻¹ 的 GA₃ 的条件下, 经过施肥处理的样枝平均坐果率均高于对照的平均坐果率, 由表 5 可以看出。处理 5 的平均坐果率最高, 为 93.16%。处理 6, 9, 10 和 14 的平均坐果率均达到 80% 以上。然而, 处理 2, 3, 11 和 13 的平均坐果率则相对较低, 在 45.11% ~ 76.20%。试验表明, 氮肥对文冠果坐果率影响较大, 坐果率随着氮肥用量的增加而升高, 但过量的氮肥会导致坐果率下降。

表 5 配比施肥及喷施 200 mg·kg⁻¹ 的 GA₃ 对文冠果坐果率的影响
Table 5 Effect of fertilization with different ratio of N, P and K combined with spraying 200 mg·kg⁻¹ of GA₃ on fruit-setting rate of *X. sorbifolium*

处理	开花量/朵	可孕花/朵	不孕花/朵	果实/个	坐果率/%
1	396±13.58	44±9.00	352±7.64	16±2.65	36.65±3.03 cE
2	421±40.38	59±12.22	362±31.51	26±4.51	45.11±1.80 cDE
3	425±57.45	74±8.50	350±50.14	36±6.66	48.63±4.08 cCDE
4	466±55.05	75±18.00	391±37.04	58±11.65	77.79±5.68 aAB
5	500±41.36	90±9.64	410±42.02	84±6.43	93.16±2.69 aA
6	453±94.87	74±20.07	379±74.80	65±14.47	89.03±4.40 aA
7	424±75.45	71±8.74	353±46.71	50±7.63	69.93±6.34 abABCD
8	429±45.65	66±17.40	363±18.48	44±9.00	71.23±6.79 abABCD
9	471±53.74	73±18.14	398±42.53	66±16.47	89.29±3.56 aAB
10	362±75.11	42±11.52	320±55.97	34±13.58	83.52±6.69 aA
11	444±57.85	71±10.12	373±27.74	54±13.69	76.20±11.40 aAB
12	369±54.52	37±9.74	333±43.19	27±8.01	74.09±10.10 aABC
13	418±59.10	60±3.05	359±52.15	32±1.00	53.76±3.94 bcBCDE
14	471±58.39	87±12.62	384±53.80	70±12.23	81.57±4.34 aAB

比较处理 3, 6, 7 和 14 可以得出磷肥对坐果率的影响。处理 14 的平均坐果率最高, 为 81.57%; 其次处理 7 的平均坐果率为 69.93%; 最后为同水平处理 3 和 6 的平均坐果率的均值, 为 68.83%。说明少量的磷肥可以显著地提高文冠果的坐果率。比较处理编号 4, 7, 10 和 14 可以得出钾肥对坐果率的影响, 处理 10 的平均坐果率最高, 为 83.52%。其次为处理 14 的平均坐果率, 为 81.57%。最后为同水平处理 4 和 7 的均值, 为 73.86%。说明施少量钾肥便可以明显地提高文冠果的坐果率。试验显示, 处理 5 的平均坐果率最高、效果最明显, 说明施用合理配比的氮、磷, 适量的施入钾肥能显著地提高文冠果的坐果率。

2.3 文冠果坐果率双因素方差分析

表 6 文冠果坐果率双因素方差分析
Table 6 Two way ANOVA on fruit-setting rate of *X. sorbifolium*

方差来源	Ⅲ型平方和	自由度	均方	F 比	显著性概率
修正模型平方和	2.669	17	0.096	176.827	0.00
截距平方和	21.000	1	21.000	3827.956	0.00
赤霉素	0.679	1	0.136	31.190	0.00
配比施肥	1.245	13	0.960	17.457	0.00
赤霉素×配比施肥	0.745	3	0.037	128.661	0.00
误差平方和	0.154	28	0.005		
总平方和	23.823	46			
修正模型总平方和	2.823	45			

注: 双因素方差 R²=0.995。

喷施 200 mg·kg⁻¹ GA₃、配比施肥及两者交互作用双尾显著性概率均远小于显著性水平 0.05, 表明喷施 GA₃ 和配比施肥及两者交互作用均对文冠果平均坐果率有显著影响, 结果见表 6。

3 结论与讨论

外源激素的种类有很多, 其作用原理不同, 发挥的效果各异。有的是高效植物生长刺激素, 能够促进茎叶的生长, 有的是有抑制植物细胞伸长而不抑制细胞分裂^[7]。试验证明, 2,4-D 蘸花对提高番茄坐果率有着重要的作用^[8]。经 GA₃ 喷施后的枣、杏、樱桃的花枝, 坐果率也显著增高^[9~11]。由此可见, 外源激素在促进细胞分裂, 加速生长发育, 在一定范围内抑制纤维素酶, 防止落花落果发挥着重要的作用。试验发现, 在文冠果盛花期喷

施 2,4-D 和 GA_3 能显著提高文冠果坐果率。当喷施 2,4-D 的浓度为 $20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时, 样枝的平均坐果率最高, 为 83.44%。当喷施 GA_3 浓度 $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时, 样枝的平均坐果率最高, 为 84.58%。过高的激素浓度会降低文冠果的坐果率, 高浓度 2,4-D 处理过的样枝, 有畸形果和叶片卷曲的现象发生。然而, 影响文冠果坐果率的因素很多, 长期有效保证文冠果的坐果率需要多种栽培技术。

辽西地区属于大陆性季风气候, 年降水分布不均匀, 土壤以褐土为主, 有机质含量低, 土壤贫瘠^[12]。根据该地区土壤特点, 科学合理的施肥对于文冠果研究来说显得尤为重要, 既能减少肥料的用量又能增加产量。王长丽采用“3414”施肥方案, 研究了不同配比施肥对灰枣坐果率的影响, 结果表明, 氮、磷、钾的比例水平为 2:0:2 时灰枣的坐果率最高^[13]。另据 Patra 报道, 当氮、磷、钾的施肥比例水平为 2:1:1 时法国罗勒表现出较强的长势, 并且, 通过蒸馏法萃取, 其花朵、叶片和茎段的产油量也随之增加^[14]。本研究采用配比施肥并结合喷施 $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ GA_3 的方式有效的提高了文冠果的平均坐果率, 当氮、磷、钾的比例水平在 2:1:2 时, 坐果率最高, 达 93.16%。氮肥对文冠果坐果率的高低起着至关重要的作用, 少量的磷肥和适量的钾肥可以有效的提高文冠果的坐果率。外源激素喷施和配比施肥提高了辽西地区文冠果坐果率, 但要实现年年稳定增产, 需要先进的丰产栽培技术, 还需选择适合辽西地域生长的优树。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第47卷第1分册[M]. 北京: 科学出版社, 1985, 72.
- [2] 敖研, 段劼, 于海燕, 等. 文冠果研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(16): 197–203.
- [3] 方有海, 孙林, 赵凌泉, 等. 文冠果的生物生态学特性及其开发利用[J]. 防护林科技, 2010(1): 96–97.
- [4] 万群芳, 何景峰, 张文辉. 文冠果地理分布和生物生态学特性[J]. 西北农业学报, 2010, 19(9): 197–185.
- [5] 张燕, 郭晋平, 张芸香. 文冠果落花落果成因及保花保果技术研究进展[J]. 经济林研究, 2012, 30(4): 180–184.
- [6] 孟宪武, 梅秀艳, 李彬彬, 等. 文冠果主要丰产栽培技术[J]. 防护林科技, 2009(5): 117–118.
- [7] 尚德库. 几种植物生长刺激素在文冠果上的应用[J]. 内蒙古林业科技, 1980(8): 41–52.
- [8] 马建华. 不同浓度的2,4-D蘸花对早春日光温室番茄坐果率的影响[J]. 北方园艺, 2010(22): 58–59.
- [9] 周润生. 应用赤霉素提高枣坐果率的正确方法[J]. 落叶果树, 2015, 47(3): 34–35.
- [10] 张兆欣, 申艳普, 李文娟, 等. 赤霉素和硼砂对‘濮杏1号’坐果率的影响[J]. 中国园艺文摘, 2014(7): 8–11.
- [11] 刘丙花, 姜远茂, 彭福田, 等. 花期喷激素对红灯樱桃坐果率的影响[J]. 落叶果树, 2007(2): 10–11.
- [12] 董婷婷, 张增祥, 左利君. 基于 GIS 和 RS 的辽西地区土壤侵蚀的定量研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 48–52.
- [13] 王长丽. 不同施肥处理及喷施赤霉素对灰枣生理与坐果率影响研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
- [14] Patra D D, Anwar M, Chand S, *et al.* Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil[J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 2005, 36(13–14): 1737–1746.