不同养护方法对银杏叶片衰老和观赏期的影响

刘 静 郭晨初 国春杰 王 健 于 哲 高燕英 于顺祥

北京顺鑫绿洲生态环境有限公司 北京 101300

摘要:【目的】探明不同养护方法延缓银杏叶片衰老和延长黄叶观赏期效果。【方法】2023 年,在林间条件下分别采取不同养护处理(对照、浇水、施肥、修剪),分析各处理对银杏不同时间的 SPAD 值、黄叶率、落叶率及其变化速度和最佳观赏期天数等的影响。【结果】相比对照组,浇水组对银杏 SPAD 值无影响,但叶片衰老起始期 SPAD 值的下降速率和黄叶率日增量显著高于对照;施肥组和修剪组提高了银杏 SPAD 值,银杏叶片 SPAD 值下降速率最大值和黄叶率日增量最大值出现时间均晚于对照,且修剪组落叶率日增量最大值的出现时间也晚于对照。浇水、施肥和修剪分别使银杏最佳观赏期延长了 5、1 和 3 d。土壤在低氮水平时,浇水的银杏黄叶观赏期延长效果最好,但叶片衰老提前,对银杏生长不利;修剪延长银杏黄叶最佳观赏期效果较好,且提高了叶片叶绿素含量,延迟了叶片衰老和落叶,对银杏生长有促进作用。【结论】在土壤可利用氮不足、生长空间受限时,可首先考虑修剪的方法促进银杏生长和延长秋叶观赏期。

关键词:银杏;叶片衰老;落叶;黄叶观赏期

DOI:10.12169/zgcsly.2024.12.25.0001

Effects of Different Maintenance Approaches on Senescence and Ornamental Period of *Ginkgo biloba* Leaves

Liu Jing Guo Chenchu Guo Chunjie Wang Jian Yu Zhe Gao Yanying Yu Shunxiang

(Beijing Shunxin Oasis Ecological Environment Co., Ltd., Beijing 101300, China)

Abstract:【Objective】To investigate the effects of different maintenance approaches on the delaying of *Ginkgo biloba* leaf senescence and the extension of yellow leaves' ornamental period.【Method】In 2023, different maintenance approaches (control group, watering, fertilization and pruning) were adopted in forest to analyze the effects of each treatment on SPAD value, yellow leaf rate, leaf falling rate and their change rate, and the optimal ornamental period of *G. biloba* in different times.【Result】Comparing with the control group, watering has no effect on the SPAD value of *G. biloba*, but the decrease rate of SPAD value at the initiation period of leaf senescence and the daily increase in yellow leaf rate leaf are significantly higher. In the fertilization group and the pruning group, the SPAD value of *G. biloba* leaves increases, and the time when the maximum decrease rate of SPAD value and the maximum the daily increase in yellow leaf rate occur are later than that of the control group. In addition, the maximum the daily increase in yellow leaf rate in the pruning group appears later than that of the control group. Watering, fertilization, and pruning extend the best viewing period of ginkgo yellow leaves by 5 days, 1 day and 3 days, respectively. When the soil is at a low nitrogen level, although the *G. biloba* watered has the most extended ornamental period, its leaf senescence comes earlier, which is unfavorable to the growth of *G. biloba*. Pruning can prolong the best ornamental period of *G. biloba*'s yellow leaves, increase the chlorophyll content of leaves, delay leaf senescence and defoliation, and promote the growth of *G. biloba*.

收稿日期:2024-12-25

* 基金项目:北京顺鑫绿洲生态环境有限公司自主立项项目(RD05 延长银杏黄叶期技术研究)

第一作者:刘静(1990-),女,硕士,中级工程师,研究方向为树木栽植与养护技术。E-mail:306834838@qq.com

通信作者:国春杰(1981-),男,本科,高级工程师,研究方向为园林绿化施工管理。E-mail:15219121@qq.com

【Conclusion】When the soil available nitrogen is insufficient and the growth space of *G. biloba* is restricted, pruning should be the first option to promote its growth and extend the ornamental period of its yellow leaves.
Keywords: *Ginkgo biloba*; leaf senescence; fallen leave; yellow-leaf ornamental period

银杏是我国特有的植物资源，因其树冠优美、叶形独特、秋叶喜人且病虫少、抗逆性强，常作为行道树和景观树被广泛种植[1]。近年来，由于银杏栽植地土壤贫瘠、土层薄、土壤透气性差等问题，一些银杏秋季黄叶早、落叶快，秋叶观赏期变短。

针对这一情况，目前已有许多研究，如贾哲峰[2]通过土壤改良、增设透气管、增施营养等措施改善了街道旁长势弱的银杏。卢络天等[3]在校园银杏叶早衰变黄的研究中发现，提高土壤氮素水平和土壤透气性，可以改善银杏叶提前衰老变黄的情况。王超[4]在银杏养护中提出实施水分、肥料、土壤管理和病虫害防治策略。这些研究都关注怎样改善银杏生长状况，而鲜有探讨不同养护措施会对银杏叶片衰老和观叶期产生什么影响？

有研究表明，施用化学肥料和有机肥能够提高叶片的 SPAD 值和单位叶面积氮积累量，有效延缓高粱花后叶片衰老[5]。提高银杏叶片中的黄酮类物质有助于延缓叶片衰老和延长观叶期[6]，李诚勇[7]的研究显示，修剪可提高银杏的黄酮和内酯类物质；郭旭琴[8]的研究发现，高温下充足的土壤水分有利于提高银杏叶中黄酮类物质含量。因此，本研究希望通过试验，比较施肥、浇水、修剪对银杏叶片衰老和黄叶观赏期的影响，找到能延缓衰老和延长观赏期的有效措施，为银杏养护工作提供参考。

1　材料和方法

1.1　试验地概况

试验于 2023 年 3—11 月在北京市顺义区南彩镇鲁能银杏园（116°42′25.56″E，40°9′1.8″N）进行。试验地属暖温带半温润大陆季风气候，春秋气候温和，夏季炎热、雨水集中，冬季干燥较寒；年平均日照时数 2 750 h，平均气温 11.5 ℃，平均降水量 610 mm，无霜期 195 d 左右。试验地地势平坦，土质为沙壤土，土壤中氮磷含量和有机质含量偏低，土壤含水量不高，其他指标正常（表 1）。

表 1　试验地土壤基本理化性质

试验地取样点编号	土壤容重/（g·cm^{-3}）	pH 值	土壤含盐量 EC 值/（mS·cm^{-1}）	氨氮/（mg·kg^{-1}）	硝氮/（mg·kg^{-1}）	有效磷/（g·kg^{-1}）	速效钾/（g·kg^{-1}）	有机质/（g·kg^{-1}）	土壤含水量/%
1	1.45	7.85	0.087	1.3	5.35	2.79	80.5	7.71	5.88
2	1.32	7.91	0.083	1.52	9.14	7.94	94.1	9.34	13.58
3	1.30	7.92	0.091	1.19	4.66	4.66	84.7	7.69	12.14

1.2　试验材料

南彩银杏园林内银杏为同一苗源地实生苗，树龄在 20 年左右，树的胸径约 18～22 cm、株高约 8～10 m、冠幅约 4.5～5.5 m，种植株行距 4～4.5 m，林内郁闭度高。2022 年秋天观察发现银杏林出现黄叶早、落叶快的情况。

1.3　试验设计

本研究为单因素林间试验，设 3 个处理组（施肥、浇水、修剪）与 1 个对照组（不养护），每组设置 10 个重复，每个重复有 1 棵树，每棵树的树高、胸径相近，不同处理和重复之间采用简单随机区组排列。根据《银杏养护技术规程 DB11/T 1942-2021》：施肥处理组于 4 月 26 日施用 NPK 速效肥，施肥方式为沟施，施肥量为 5 g·cm^{-1}（胸径）；在 7 月 20 日施用有机肥，施肥方式为沟施，施肥量为 25 g·cm^{-1}（胸径）。浇水组分别在 4 月 2 日和 6 月 7 日浇水，浇水方式为漫灌，浇水量为水下渗深度不低于 60 cm。修剪组于 7 月 20 日进行疏枝修剪，疏除主干着生的小枝和枯死枝条，保留粗壮枝条。

1.4　测定指标及方法

对每棵银杏选相近高度不同方位的 3 枝枝条进行标记，作为观测对象。从试验当年 10 月上旬开始观测标记枝条 SPAD 值、黄叶率和落叶率，

前期每 7 d 观测一次，后期根据叶片变色、落叶情况，每天进行观测。

1.4.1 SPAD 值的测量

每 7 d 使用 YT-YD 叶绿素测定仪（云唐科技）测量一次 SPAD 值，每次在标记的银杏枝条不同位置选 10 片叶子进行测量，以 3 个枝条平均值代表该银杏树的叶绿素相对含量。此后，求得相邻两次观测叶绿素相对含量的变化率。

1.4.2 黄叶率和落叶率观测

银杏由叶片边缘向叶柄方向逐渐变黄，当叶片变黄面积大于 50%，计为黄叶，黄叶率为黄叶数量与观测枝条总叶数（开始落叶后，为剩余叶片总数）的比值。落叶率为落叶数量与观测枝条总叶数的比值。由此，求得相邻两次观测黄叶率和落叶率的日均增长量，简称为黄叶率日增量和落叶率日增量。

1.5 数据处理

采用 SPSS18 对数据进行单因素方差分析和多重比较，用 Excel 进行数据整理和绘图。

2 结果与分析

2.1 不同养护方法对银杏叶 SPAD 值的影响

叶绿素含量的下降是叶片衰老的最常见指标，叶绿素含量降低越快，叶片衰老越快[9-12]。由表 2 可知，10 月 10 日，银杏叶片 SPAD 值于浇水组与对照组无显著（$P>0.05$）差异，施肥组显著（$P<0.05$）高于对照组，修剪组极显著（$P<0.01$）高于对照组。说明浇水对银杏生长期的叶片叶绿素含量无显著影响，施肥和修剪提高了银杏叶片的叶绿素含量，且修剪的提高效果更为显著。

10 月 17 日，浇水组银杏叶片 SPAD 值极显著（$P<0.01$）低于对照组，10 月 24 日和 10 月 31 日，与对照组无显著（$P>0.05$）差异，说明浇水组银杏叶片叶绿素降解早于对照组。10 月 17 日和 10 月 31 日，施肥组银杏叶 SPAD 值与对照组无显著（$P>0.05$）差异，10 月 24 日，显著（$P<0.05$）高于对照组，说明施肥组一定时间内延缓了银杏叶片的叶绿素降解。10 月 17—31 日，修剪组银杏叶片 SPAD 值始终显著（$P<0.05$）高于对照组，说明修剪组延缓叶绿素降解的效果明显。

表 2 不同养护方法下银杏叶片 SPAD 值

处理组	SPAD 值			
	10 月 10 日	10 月 17 日	10 月 24 日	10 月 31 日
对照组	34.3±4.1bB	32.5±6.7bA	17.1±10.8cBC	3.0±5.3bB
浇水组	31.2±5.0bB	24.0±10.5cB	10.6±8.3cC	1.5±1.9bB
施肥组	38.4±3.4aAB	34.7±3.3abA	24.7±6.8bAB	2.5±4.9bB
修剪组	39.7±3.9aA	38.8±5.2aA	33.9±6.0aA	11.6±9.6aA

注：数据表示均值±标准差；同列数字后不同小写字母表示处理间差异显著性水平为 0.05（$P<0.05$），大写字母表示处理间差异显著性水平为 0.01（$P<0.01$），下同。

由表 3 可知，10 月 10—17 日，浇水组的 SPAD 值下降显著（$P<0.05$）高于对照组，说明衰老早期，浇水组的银杏叶片比对照组衰老快。10 月 17—24 日，施肥组和修剪组的叶片 SPAD 值下降显著（$P<0.05$）慢于对照组，且修剪组显著（$P<0.05$）低于施肥组，说明施肥和修剪延缓了叶片衰老，且修剪延缓叶片衰老的作用更好。

表 3 不同养护方法下银杏叶片 SPAD 值变化

处理组	SPAD 值变化		
	10 月 10—17 日	10 月 17—24 日	10 月 24—31 日
对照组	0.23a	1.93cB	1.77aA
浇水组	0.89b	1.66bcB	1.15aA
施肥组	0.45ab	1.25bAB	2.77bB
修剪组	0.09a	0.62aA	2.80bB

从表 3 还可看出，10 月 17—24 日，对照组和浇水组 SPAD 值下降达到峰值，根据吕国峰[12]对叶片衰老阶段的划分，可判断此时银杏叶片进入快速衰老期，此后 SPAD 值分别降至 3.0 和 1.5（表 2），两组的银杏叶片均进入衰老结束期。10 月 24—31 日，施肥组和修剪组银杏叶片 SPAD 值下降速度达到峰值，叶片进入快速衰老期，10 月 31 日施肥、修剪组 SPAD 值分别是 2.5 和 11.6（表 2）。由此推断，施肥组已进入衰老结束期，修剪组也将进入衰老结束期。

2.2 不同养护方法对银杏黄叶率的影响

银杏叶片衰老时，叶绿素开始降解，类胡萝卜素含量增加，叶片逐渐变成黄色[13]。叶片变黄是叶绿素降解的结果，与 SPAD 值一样，黄叶率也能体现树木叶片的衰老程度，但与 SPAD 值不同的是，黄叶率还能体现树木叶片的变黄程度和黄叶景观效果。由表 4 可知，10 月 11—18 日，浇水组银杏枝条叶片黄叶率显著（$P<0.05$）高于对照组，说明浇水

使银杏叶片更早变黄，这与浇水处理使银杏叶片衰老前期 SPAD 值下降速率比对照组快相关。

10 月 11 日，施肥组银杏枝条叶片黄叶率显著（$P<0.05$）低于对照组，10 月 18 日开始，施肥组银杏枝条叶片黄叶率与对照组无显著（$P>0.05$）差异，说明施肥处理对银杏叶片变黄有短暂的延迟。

10 月 11 日和 25 日，修剪组的银杏枝条叶片黄叶率极显著（$P<0.01$）低于对照组和浇水组。10 月 18 日、11 月 1—3 日，修剪组的银杏枝条叶片黄叶率与对照组无显著（$P>0.05$）差异。由于银杏树个体间叶片变黄的差异较大，使得叶片变黄前期的标准差较大，可能导致修剪组相较于对照组前期银杏叶片变黄的差异显著性不连续，但仍能从数据分析看出，与对照组相比，修剪能显著延迟银杏叶片变黄。

表 4　不同养护方法下银杏叶片黄叶率　　%

处理组	黄叶率					
	10 月 11 日	10 月 18 日	10 月 25 日	11 月 1 日	11 月 2 日	11 月 3 日
对照组	3. 68±3. 06bA	9. 00±6. 66bAB	50. 64±34. 45abA	87. 13±18. 92ab	92. 9±18. 42	93. 94±14. 57
浇水组	5. 84±3. 53aA	25. 57±31. 03aA	72. 53±32. 00aA	97. 27±8. 62a	100±0	100±0
施肥组	0. 43±1. 02cB	4. 29±3. 60bB	38. 96±28. 33bAB	94. 71±16. 72ab	97. 07±9. 27	97. 32±8. 47
修剪组	0±0cB	1. 48±1. 23bB	10. 31±8. 61cB	77. 26±29. 55b	87. 09±21. 40	88. 15±20. 62

从表 5 可看出：10 月 11—18 日，浇水组的叶片黄叶率日增量显著（$P<0.05$）高于对照组，说明浇水组的叶片比对照组变黄快；10 月 18—25 日，修剪组叶片黄叶率日增量极显著（$P<0.01$）低于对照组，说明修剪能延迟叶片变黄；10 月 25 日—11 月 1 日，修剪组和施肥组叶片黄叶率日增量均大于对照组，说明在叶片衰老时，修剪组和施肥组的叶片比对照组变黄更快。从表 5 和图 1 可知，观测期间，浇水组和对照组黄叶率变化趋势相近，表现为慢-快-慢的变化趋势，施肥组的黄叶变化趋势则表现为慢-快-快，修剪组表现为慢-慢-快的变化趋势。这种变化趋势可能与树木的营养水平和健康状态决定的生理水平以及天气条件相关。

表 5　不同养护方法下银杏叶片黄叶率日增量　　%

处理组	黄叶率日增量		
	10 月 11—18 日	10 月 18—25 日	10 月 25 日—11 月 1 日
对照组	0. 66b	5. 21aA	4. 56bcAB
浇水组	2. 47a	5. 87aA	3. 09cB
施肥组	0. 48b	4. 33aAB	6. 97abAB
修剪组	0. 18b	1. 10bB	8. 37aA

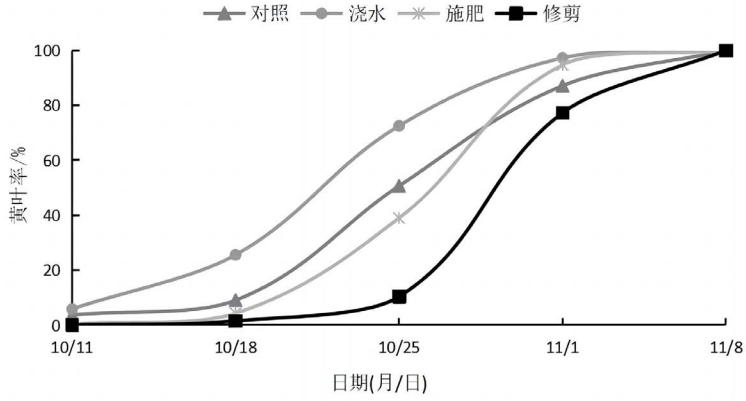


图 1　不同养护方法下黄叶率变化

从观赏的角度来看，银杏黄叶率达到 60%以后，进入银杏黄叶最佳观赏期，从图 1 可知，对照组、浇水组、施肥组和修剪组进入最佳观赏期分别约是 10 月 27 日、10 月 23 日、10 月 28 日和 10 月 30 日。

2. 3　不同养护方法对银杏落叶率的影响

从表 6~7 中可以看出，从落叶率观察开始，

浇水组与对照组的落叶率和落叶率日增量均差异不显著（$P>0.05$））。10 月 25 日，施肥组的落叶率显著（$P<0.05$）低于对照组；10 月 18—25 日，落叶率日增量显著（$P<0.05$）低于对照组。10 月 25 日—11 月 4 日，修剪组的落叶率极显著（$P<0.01$）地低于对照组，10 月 18 日—11 月 1 日，落叶率日增量显著（$P<0.05$）低于对照组。以上说明浇水组与对照组银杏落叶时间无差异，而施肥和修剪能延迟落叶，且修剪延迟时间更长。

表 6 不同养护方法下银杏叶片落叶率 %

处理组	落叶率					
	10 月 11 日	10 月 18 日	10 月 25 日	11 月 1 日	11 月 4 日	11 月 6 日
对照组	0	7.63±10.59%	29.62±26.25aA	80.54±26.64aA	96.66±6.66aA	99.86±0.36
浇水组	0	6.97±6.69	23.39±23.04abAB	78.81±24.53aA	94.26±12.30aA	99.10±2.69
施肥组	0	6.20±3.14	9.86±3.61bcAB	72.44±30.76aA	93.68±17.65aA	97.98±6.38
修剪组	0	2.71±1.88	3.78±2.56cB	21.51±13.64bB	55.96±26.17bB	85.58±2.55

表 7 不同养护方法下银杏叶片落叶率日增量 %

处理组	落叶率日增量			
	10 月 11—18 日	10 月 18—25 日	10 月 25 日—11 月 1 日	11 月 1—8 日
对照组	0.95	2.75a	6.37a	2.43b
浇水组	0.87	2.05a	6.93a	2.58b
施肥组	0.77	0.46b	7.82a	3.44b
修剪组	0.34	0.13b	2.22b	9.78a

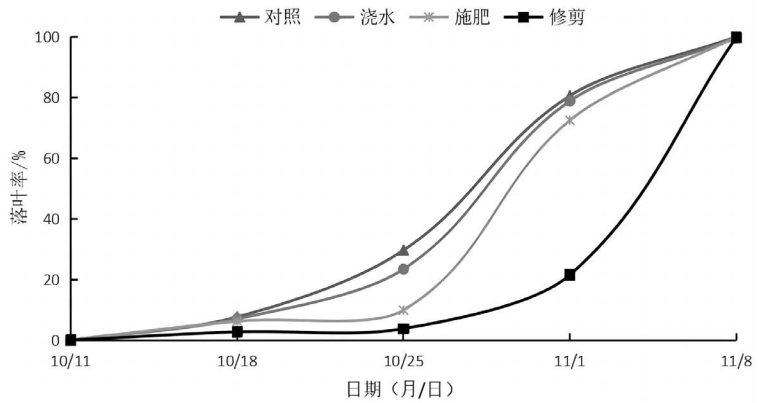


图 2 不同养护方法下银杏落叶率变化

在上述 2.1 的分析中，10 月 24 日后，对照组、浇水组叶片进入衰老结束期，施肥组叶片也由快速衰老期进入衰老结束期，且从表 7 和图 2 看出，以上 3 组此后 1 周的落叶增长率达到峰值。修剪组叶片从 10 月 31 日开始将进入衰老结束期，同样修剪组此后 1 周落叶增长率达到峰值。以上说明银杏叶片进入衰老结束期后，叶片开始快速落叶。

2.4 不同养护方式对银杏观赏期的影响

落叶是叶片衰老的最终结果，较高的落叶率将影响银杏树的黄叶观赏效果，也意味着观赏期的结束。假设银杏落叶率超过 60%会影响银杏黄叶的观赏效果，由图 2 可知不同处理组落叶率达到 60%的时间，对照组、浇水组、施肥组和修剪组分别为 10 月 29 日、10 月 30 日、10 月 31 日、11 月 4 日。

结合上述 2.2 中银杏进入最佳观赏期的时间可知不同养护方式下银杏树最佳黄叶观赏期的起止时间和天数（表 8）。与不采取养护的银杏树相比，浇水因使银杏叶片提前变黄，能使银杏黄叶最佳观赏期延长 5 d；修剪延迟了叶片变黄，同时也延迟了银杏落叶，最终可使银杏最佳黄叶观赏期延长 3 d。施肥虽延迟了叶片衰老和落叶，但由于延迟时间相对修剪延迟的时间短，所以施肥的

银杏最佳观赏期仅延长 1 d。

表 8　不同养护方法下银杏最佳观赏期

处理组	黄叶率达60%日期	落叶率达60%日期	最佳观赏期/d
对照组	10 月 27 日	10 月 29 日	3
浇水组	10 月 23 日	10 月 30 日	8
施肥组	10 月 28 日	10 月 31 日	4
修剪组	10 月 30 日	11 月 4 日	6

3　讨论

3.1　不同养护方法对银杏 SPAD 值和叶片衰老的影响

SPAD 值反映叶片中叶绿素含量和植物氮素营养水平，叶片氮含量和叶绿素含量影响植物光合能力，是表征叶片功能的重要参数，因此，SPAD 值的高低能在一定程度上反映植物的生长状况。本研究中，施肥和修剪提高了银杏叶片 SPAD 值，说明施肥能提高叶片叶绿素含量，这与国靖[14]、廖丹丹[15]、徐亮[16]的研究一致，即施肥可增加植株的叶绿素含量和氮含量，促进银杏生长；修剪极显著地提高了银杏 SPAD 值，说明修剪对银杏生长的促进作用明显，这可能与夏季修剪能提高水分利用效率促进光合作用，改善树冠内膛通风透光条件提高树体光能利用率，以及优化树体结构增加营养积累等相关[17-18]。

在本研究中，修剪对银杏叶片衰老延迟作用最好，可能是因为修剪的叶片具有更高的 SPAD 值，叶片的叶绿素含量更高，叶片光合能力更强，能在生长季积累更多的光合产物。更多的光合产物可以通过提供能量和前体物质促进黄酮类物质的合成，黄酮类化合物又对提高银杏抗寒性、延缓叶片衰老具有重要作用[8]。另外，更多的光合产物一定程度上有利于植物在低温时维持或提高可溶性糖含量，可溶性糖含量越高，植物抗寒能力越强[19]，能让银杏叶片抵御一定低温刺激，延缓叶片衰老。

施肥一定程度上延缓了银杏叶片衰老，这与丁宁[20]关于追施氮肥对苹果叶片衰老的研究一致，施肥能提高叶片氮含量，延缓生长后期叶片衰老。王贺正等[21]认为，适当施氮量可以增加抗氧化酶活性，降低丙二醛（MDA）含量，增强膜的保护工程，延缓叶片衰老。刘志鹏等[22]关于氮量及减灌对小麦生理和酶活性的研究中显示，施肥确实提高了小麦旗叶叶绿素含量和抗氧化酶活性，使旗叶保持较长的绿叶期，延迟叶片衰老。

曹蓓蓓[23]关于不同栽培条件对小麦叶片衰老与碳氮平衡影响的研究中，叶片的衰老程度与碳氮比呈极显著负相关，在低氮水平下，灌溉处理的碳氮比值高，叶片提前衰老，本研究中试验地的有效氮含量低，灌溉可能导致银杏叶片的碳氮比较对照组高，因此在秋天表现出比不养护的银杏叶片衰老早的情况。

树木叶片季节性衰老变黄的差异受自身生长状况和温度、湿度、大风等气候因素的影响。本研究中施肥和修剪的银杏树的 SPAD 值下降速度最大值比不养护或浇水养护高，可能是施肥和修剪虽延迟了银杏叶片衰老，但随着低温、高湿、高温差等天气条件持续影响，叶绿素加速降解，叶片快速衰老，为树木落叶做准备。

3.2　不同养护方法对银杏落叶和观赏期的影响

落叶是叶片衰老的最终结果，本研究中落叶时间的早晚与叶片衰老的程度和低温、降雨等天气条件有关[24]，不同养护方式对叶片衰老的时间的影响间接影响了叶片的落叶时间。施肥、修剪养护的银杏叶片衰老晚，所以落叶也晚；而浇水养护比不养护的银杏衰老早，但落叶时间无差异，可能二者落叶主要受温度、降雨、刮风等气候因素影响。

黄叶观赏期的持续时间长短与银杏树健壮程度、天气状况以及干旱胁迫等因素相关[24-25]，本研究结果表明，浇水使最佳观赏期延长了 5 d，观赏期最长，原因可能是浇水处理下的银杏衰老提前，且衰老后，天气条件较温和，所以叶片衰老慢，落叶也慢，黄叶持续时间长。修剪也能延长最佳观赏期，但延长时间不如浇水，可能是叶片衰老晚，天气条件较恶劣，所以叶片衰老快、落叶也快。

4　结论

本研究观察比较浇水、施肥和修剪 3 种不同养护方法对银杏叶绿素含量的影响和对银杏叶片衰老、落叶的延迟效果，结果表明：土壤可利用

氮缺乏的情况下，浇水未能提高银杏叶片叶绿素含量，且叶片提前衰老，但未提前落叶，总体表现为最佳观赏期延长。施肥和修剪提高了银杏叶片叶绿素含量，延迟叶片衰老和落叶，修剪延长银杏最佳观赏期效果较好。

虽然本研究中浇水使银杏的最佳观赏期延长时间最长，但提前衰老并不利于树木健康生长，因此，在可利用氮素养分不足的情况下，不建议采用浇水延长银杏的最佳观赏期。修剪对最佳观赏期的延长虽不如浇水养护，但修剪让树木有更强的光合能力，能积累更多养分，生长更健壮，所以土壤可利用氮不足、生长空间受限时，可首先考虑用修剪的方法促进银杏生长和延长秋叶观赏期。

参考文献

[1]叶灵.上海中心城区垂乳银杏资源调查与分析[J].中国城市林业,2016,14(5):59-63.

[2]贾哲峰.城市行道树银杏生长状况调查及复壮技术应用[J].安徽农业科学,2021,49(20):131-133.

[3]卢络天,黄文楠,曾佳怡,等.校园银杏树叶早衰变黄以及不同树个体间差异研究[J].土壤通报,2023,54(4):822-830.

[4]王超.银杏在北京市园林绿化中的应用与养护策略[J].现代园艺,2024,47(4):149-151.

[5]王劲松,白歌,张艳慧,等.长期不同施肥处理对高粱花后叶片衰老、抗氧化酶活性及产量的影响[J].作物学报,2023,49(3):845-855.

[6]王磊.银杏对分根区交替灌溉的适应性研究[D].南京:南京林业大学,2013.

[7]李诚勇.修剪对叶用银杏黄酮和内酯类物质含量的影响[J].山东林业科技,2009,39(5):71-72,32.

[8]郭旭琴.温度和水分对银杏叶黄酮合成的影响[D].南京:南京林业大学,2012.

[9]赵京东,宋彦涛,何畅,等.不同叶绿素测定方法的比较研究[J].大连民族大学学报,2020,22(5):405-410.

[10]余凯文,德佳硕,龚婧窈,等.银杏树落叶的相关因素分析[J].黑龙江农业科学,2016(9):86-91.

[11]张永福,彭声静,牛燕芬,等.银杏落叶前夕叶片和枝干生理生化物质变化规律的研究[J].北方园艺,2013(22):10-14.

[12]吕国峰.小麦旗叶衰老模型建立及基于衰老模型特征参数的延绿性QTL定位[D].南京:南京农业大学,2017.

[13]LI W X, WANG L, HE Z C, et al. Physiological and transcriptomic changes during autumn coloration and senescence in ginkgo bilobaleaves[J]. Horticultural Plant Journal, 2020, 6(6):396-408.

[14]国靖.施肥对银杏用材林生长及生理的影响[D].南京:南京林业大学,2016.

[15]廖丹丹.不同生长期配方施肥对银杏叶性状的影响[D].广州:华南农业大学,2020.

[16]徐亮.北京地区沙地银杏造林土壤施肥效果研究[J].防护林科技,2019(4):1-4,7.

[17]叶苗泰.黄土高原林冠修剪对山地苹果耗水与生产的调控及模拟[D].杨凌:西北农林科技大学,2020.

[18]谭代军.喀斯特石漠化地区特色经济林衰退机理与生产力提升技术研究[D].贵阳:贵州师范大学,2019.

[19]邱玉宾,张海良,杨志莹,等.外源调节物质对豆梨叶变色期及生理特性的影响[J].山东农业科学,2021,53(6):39-43.

[20]丁宁.分次追施氮肥对苹果叶片衰老及^{15}N-尿素吸收、利用的影响[D].泰安:山东农业大学,2013.

[21]王贺正,张均,吴金芝,等.不同氮素水平对小麦旗叶生理特性和产量的影响[J].草业学报,2013,22(4):69-75.

[22]刘志鹏,陈曦,杨梦雅,等.氮量及减灌对冬小麦旗叶生理参数和细胞保护酶活性的影响[J].麦类作物学报,2018,38(2):175-182.

[23]曹蓓蓓.不同品种和栽培条件对小麦叶片衰老与碳氮平衡的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2017.

[24]刘旭东.不同进化类型维管束植物基于乙烯的落叶行为分化[D].兰州:兰州大学,2019.

[25]吴飞洋,柳新红,王成龙,等.土壤水分对乌桕秋叶生理指标及观赏效果的影响[J].东北林业大学学报,2021,49(5):19-23,44.