

银杏种子矿质元素含量的季节 变化及其与落种的关系*

王建 魏刚 高成德 刘昌迎 马连宝

摘要 为了揭示银杏种子生长发育对矿物质养分的需求规律,研究了不同生长发育时期银杏种子中 N、P、K、Ca、Mg 等矿质营养元素含量的季节变化。结果表明,银杏种子中 N、P、K、Ca、Mg 元素的含量随时间呈从高到低的规律性变化,但不同元素间变化的幅度不同,整个生长季中4月底至5月下旬和5月下旬至6月上旬银杏种子中营养元素含量变化较大。微量元素的含量变化各有其特点。同一时期正常发育种子和脱落种子中营养元素含量存在明显差异。成熟种子中8种主要营养元素含量为 N 10.4 g/kg, P 1.3 g/kg, K 14.9 g/kg, Ca 1.3 g/kg, Mg 0.9 g/kg, Mn 3.2 mg/kg, Zn 27.6 mg/kg, Fe 10.0 mg/kg。

关键词 银杏 种子 营养元素 生育期

银杏(*Ginkgo biloba* L.) 是经济价值很高的多用途优良树种。近年来以生产种子为目的的银杏栽培,在国内外发展很快^[1~3],随着栽培面积不断扩大,对银杏园的营养管理提出了更高的要求,而国内外针对银杏种子需养规律的研究却少有报道。为此,于1995年研究了正常发育和脱落的银杏种子中不同发育时期主要营养元素的含量及其季节变化,以期探讨银杏种子生长发育过程中的养分变化规律,为银杏园养分管理提供科学依据。

1 研究地区概况

江苏省邳州市位于117°42' ~ 118°10' E, 34°10' ~ 34°40' N,属暖温带大陆性季风气候,年平均气温13.8℃,年平均降水量933.6 mm,年日照时数2380 h,无霜期211 d。全市以平原为主,沙壤土,中性或微碱性,土层深厚肥沃,保水保肥性能好,适宜银杏生长。

2 材料和方法

2.1 材料

试验所用银杏种子,采自江苏省邳州市银杏良种繁育圃生长良好的14年生嫁接树,品种为大佛指(*Ginkgo biloba* L. cv. Fozhi),果园管理水平较高。自4月26日雌花授粉开始至9月28日种子成熟这一完整生长季内,根据落种情况及时进行采种。在结种园随机选取6株有代表性的单株,分别树冠上、中、下部位和东、南、西、北方位采种,第1次采种时种子小,采集约500粒,以后随种子膨大,采种数量相应减少,一般每次采样50~100粒。为了研究种子中营养元素含量

1997—03—26收稿。

王建博士研究生,魏刚,高成德(北京林业大学森林资源与环境学院 北京 100083);刘昌迎,马连宝(江苏省邳县银杏研究所)。

* 本项研究属1995~1998年林业部合同项目“经济林长效复合肥研制”的部分内容。

变化与落种的关系,在每次采集正常发育种子的同时还在园内收集当天脱落的种子,然后随机抽取一部分作为分析样品,数量与正常发育种子相同。

2.2 测定内容和方法

将野外采集的种子样品用去离子水洗净,晾干后放在80℃烘箱中烘干备用。样品测定:N采用凯氏定N法;K用火焰光度法;P用钼锑抗比色法;Ca、Mg、Mn、Zn和Fe用原子吸收法。

3 结果与分析

3.1 大量元素的变化

3.1.1 N、P、K含量变化 在银杏种子的整个发育过程中,三要素含量总体上呈降低趋势(图1),但不同时期降低的程度不同。从4月下旬到6月上旬,N、P、K分别降低44.6、8.8、16.4 g/kg,降幅较大,其中以N的降幅最大。这一时期又可细分为4月下旬到5月下旬和5月下旬到6月上旬两个阶段,其中尤以第一阶段变化明显,表明种子在这一时期发育很快。6月上旬以后至种子成熟期间,N、P、K含量分别只降低了6.3、1.7和3.8 g/kg,降幅很小,呈平稳变化。种子发育初期(4月26日)N、P、K含量最高,分别为61.3、11.8、35.0 g/kg,种子成熟时(9月21日)含量最低,分别为10.4、1.3、14.9 g/kg。整个生长季N、P、K平均含量分别为24.4、4.4、22.8 g/kg。

银杏种子中这种营养元素含量随时间的变化与其外部形态的发育过程(图2)相吻合,在雌花授粉初期,由于花粉的刺激作用,胚珠生理生化作用加强,胚珠内各种生理活性物质迅速增加,要求供给大量的N和P,同时旺盛的生理活动也需要大量K的参与,所以在种子发育的早期N、P、K含量较高。5、6月份是银杏营养生长盛期,也是种子体积的迅速膨大期,营养生长与生殖生长同时进行,对养分需求量很大,种子中养分相应发生明显变化。随着种子的进一步发育,种子体积增大,种子中淀粉、糖类、脂肪类等物质的含量迅速增加,产生“稀释效应”,使三要素的含量相对减少,同时种子也逐渐趋于成熟,生理活性逐渐减弱,因此对N、P、K的需求量也逐渐降低并趋于平稳。与其它果树相比,银杏成熟种子(包括外种皮)中三要素的含量,特别是N、K的含量均较高^[4],可见,银杏种子对矿物质营养的需求量较大。

对14年生嫁接树的调查表明,银杏盛花期有花短枝数占总短枝数的1/6~1/4,每短枝平均有胚珠6~8个,众多胚珠同时发育需要大量的养分。三要素的生长季变化特点表明,每年5月初到6月初是银杏种子的需养高峰期,由于这时也是银杏营养生长旺盛期,树体营养生长和生殖

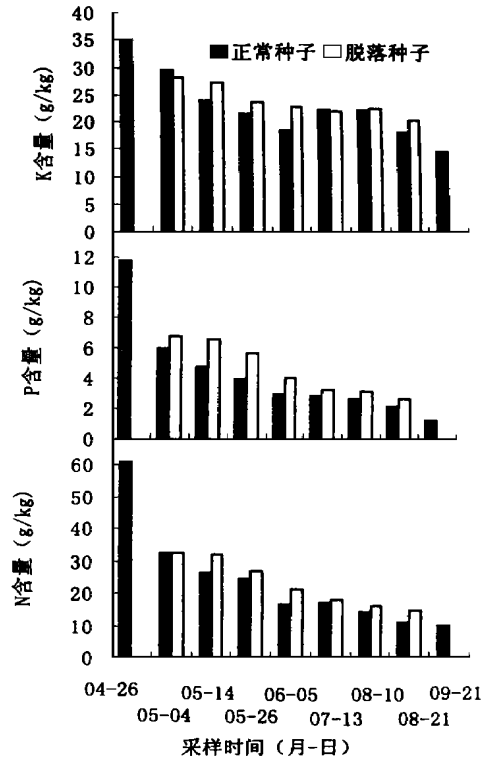


图1 正常发育种子和脱落种子中N、P、K含量的变化

生长同时进行,对养分的需求量大,因此,应在这时进行合理施肥。

3.1.2 脱落种子中 N、P、K 含量的变化 物候观测结果表明,银杏在整个生长季中有两次落种高峰期,第一次出现在授粉(4月26日)后 2~3周,其主要特点是胚珠连带珠柄一起脱落,时间一直持续到5月下旬;第二次出现在5月底到6月初,特点是种子从珠托处脱落,而珠柄则在树冠上留存一段时间,落种时间仅持续4~5 d。6月中旬以后直至完全成熟也有落种现象,但数量较少,多发生在大风、降雨天气之后。

从图1可以看出,6月5日以前,脱落种子中

N、P、K 含量多数明显地比正常发育种子高,而后期两者差异多不明显。这是由于即将脱落的种子发育趋于迟缓并逐渐停止发育,种子中营养物质的积累速率缓慢,种子纵、横径比同期正常发育种子小(图2),“稀释作用”较弱,所以各元素相对含量较高。整个生长季中脱落种子与正常发育种子中三元素含量的变化程度也存在明显差异,脱落种子中三要素含量降低幅度较小,从5月初到5月下旬 N、P、K 变幅分别只有5.4、1.1、4.5 g/kg;而正常发育种子中 N、P、K 变幅较大,分别为8.2、2.0、8.0 g/kg。这表明脱落种子从发育速率下降到最终脱落是一个渐变的过程,持续时间较长。5月下旬到6月上旬,是营养元素含量变幅较大的另一个时期,银杏种子中光合物质大量积累,由于种子间对养分的竞争日趋激烈,造成部分种子脱落;6月上旬以后,脱落种子的养分含量变化与正常发育种子相近,体积大小也无明显差异,因此,该期的落种可能是由机械原因引起的,而不是养分缺乏的结果。

3.1.3 正常发育种子中 Ca、Mg 含量的变化 整个生长季银杏种子中 Ca、Mg 含量变化具有明显的规律性。4月26日胚珠中 Ca、Mg 含量较高,5月上旬达到最高值(图3)。从5月上旬至6月上旬 Ca、Mg 含量迅速降低,以后一直平稳地保持在较低的水平上。整个生长季 Ca 的平均含量(3.2 g/kg)高于 Mg(2.6 g/kg),Ca 的最高值为6.0 g/kg,最低(成熟时)为1.3 g/kg;Mg 的最高值为4.8 g/kg,最低(成熟时)为0.9 g/kg。成熟种子中 Ca 的含量与前人所测的结果有一定差异^[5],这可能与样树的品种、年龄以及采样时间、样地的土壤状况等有关。与其它经济树种相比,银杏种子 Ca 含量比核桃(*Juglans regia* L.)、板栗(*Castanea mollissima* Blume)的高,比红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)的低;Mg 含量高于板栗而低于红松、核桃^[4]。

3.1.4 脱落种子中 Ca、Mg 含量的变化 从5月初至8月底,脱落种子中 Ca、Mg 含量呈现逐渐降低的趋势,种子发育前期(6月上旬以前)脱落种子中的 Ca、Mg 含量明显高于正常发育种子(图3)。造成这种情况的原因是,脱落种子在脱落前就已经停止了发育或发育迟缓,但并未立即脱落,而是经过一段时间后才逐渐脱落;6月上旬以后,脱落种子与正常发育种子中 Ca、Mg 含量无明显差异。

3.2 微量元素含量的变化

3.2.1 正常种子中 Zn、Fe、Mn 含量的变化 银杏种子中 Zn、Fe、Mn 含量的季节变化(表1)

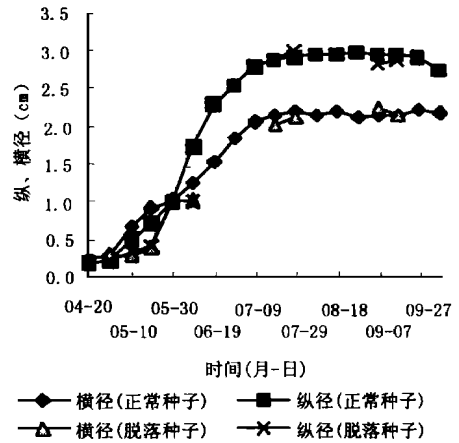


图2 银杏种子生长曲线

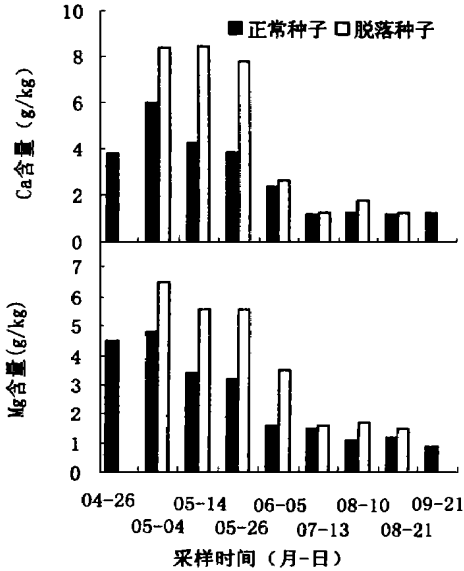


图3 正常发育种子和脱落种子中Ca、Mg含量的变化

与大量元素不同,它们的含量变化比较复杂,其中Fe的含量为7.5~40.0 mg/kg,平均含量19.1 mg/kg;Zn为26.8~197.5 mg/kg,平均值为81.7 mg/kg;Mn为3.2~87.1 mg/kg,平均值为27.4 mg/kg。三元素中,Zn、Mn含量变幅较大,而Fe含量则变化较稳定。不同时期三元素变化各有其特点,Zn在5月中旬含量较低,8月10日含量最高;Mn在5月底含量最高,8月底时含最低;Fe含量的最高值也出现在5月底,但最低值出现在6月初。成熟种子(9月21日)中Zn、Mn、Fe含量依次为27.6、3.2、10.0 mg/kg。银杏种子中Zn和Fe的含量明显高于其它树种,Mn含量低于红松,略高于核桃、板栗^[4]。

3.2.2 脱落种子中Fe、Zn、Mn含量的变化
种子发育前期(6月上旬以前),脱落种子中Mn含量明显高于正常发育种子(表1),其它各个时期的含量接近,这与大量元素的情况相似;正常

发育种子和脱落种子中Zn含量变化比较复杂,无明显的规律性;而Fe则不同,整个生长季脱落种子中的含量始终高于正常发育种子,其原因尚需进一步研究。

表1 不同生育期银杏正常发育种子和脱落种子的微量元素含量 (单位:mg/kg)

| 采样时间 (月-日) | Mn | | Zn | | Fe | |
|---------------|-------|-------|--------|--------|-------|---------|
| | 落种 | 正常种 | 落种 | 正常种 | 落种 | 正常种 |
| 05-04 | 51.6 | 43.53 | 32.50 | 73.47 | 45.0 | 17.5 |
| 05-14 | 51.6 | 27.41 | 46.00 | 28.30 | 50.0 | 20.0 |
| 05-22 | 43.53 | 29.02 | 86.48 | 54.34 | 40.0 | 20.0 |
| 05-26 | 98.35 | 87.07 | 59.69 | 60.46 | 42.5 | 25.0 |
| 06-05 | 27.41 | 12.9 | 15.3 | 45.9 | 37.5 | 7.5 |
| 07-13 | 11.29 | 9.67 | 197.4 | 166.8 | 42.0 | 10.0 |
| 08-10 | 9.67 | 6.45 | 163.78 | 197.45 | 62.5 | 10.2 |
| 08-21 | 4.84 | 3.22 | 61.99 | 26.78 | 27.5 | 12.5 |
| 09-21 | - | 3.2 | - | 27.6 | - | 10.0 |
| 平均值 | 37.28 | 27.41 | 82.89 | 81.68 | 43.37 | 19.06.5 |

注:表中“-”者为未落果。

4 结论与讨论

(1) 在种子的生长发育过程中,大量元素含量逐渐降低,但不同时期变化程度不同。6月上旬以前是迅速变化期,以后变化较小;而微量元素则不同,不同元素变化各有其特点。与同期正常发育的种子相比,前期除Zn外,脱落种子中营养元素含量略高,且在整个落种期的不同阶段变幅不明显,说明脱落种子在发育上的延迟性,由于生理、营养和环境等的作用,最终导致某些种子对营养物质的竞争能力减弱,生长速度降低,发育迟缓,并逐渐脱落。

(2) 种子中营养元素的剧变期与种子脱落的高峰期一致, 4月底至5月中旬和5月下旬至6月初是其发育过程中的关键期, 这一时期银杏对养分的需求显得尤为迫切。7月份以后的脱落种子中, 各种营养元素的含量与同期正常发育种子之间无明显差异, 表明这时种子脱落并非养分缺乏所致。

(3) 成熟种子中含 N 10.4 g/kg、P 1.3 g/kg、K 14.9 g/kg、Ca 1.3 g/kg、Mg 0.9 g/kg、Mn 3.2 mg/kg、Zn 27.6 mg/kg、Fe 10.0 mg/kg。与其它经济树种相比银杏成熟种子中 N、K、Ca、Zn、Fe 的含量较高。

(4) 在以获取种子为目的的银杏栽培中, 特别要做好前期(6月中旬以前)的矿质营养管理, 这是减少落种、提高种子产量的关键。银杏施肥应综合考虑, 科学配方, 以 N、P、K 肥为主, 适量添加 Zn、Fe 和 Mn 等微量元素。

参 考 文 献

- 1 陈鹏. 目前国内外银杏研究进展概况. 浙江林业科技, 1991, (4): 70~75.
- 2 邢世岩. 银杏丰产栽培. 山东: 济南出版社, 1993. 12~18.
- 3 郭善基主编. 中国果树. 银杏卷. 北京: 中国林业出版社, 1993. 1~15.
- 4 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表. 北京: 人民卫生出版社, 1992. 58~72.
- 5 梁立兴. 中国当代银杏大全. 北京: 北京农业大学出版社, 1993. 518~519.
- 6 Hans M, Peter S. Plant physiology. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995. 259~267.

Annual Dynamic of Nutrient Elements in Ginkgo Seeds and Relations with Dropped Seed

Wang Jian Wei Gang Gao Chengde Liu Changying Ma Lianbao

Abstract The contents of N、P、K、Ca、Mg、Zn、Fe、Mn in *Ginkgo biloba* seeds were determined and analyzed. The result shows that the annual dynamic in content of N、P、K、Ca、Mg presents a gradual decreasing trend from spring to autumn, but the decreasing range of every element is different in different growing stages of seeds. From the end of April to the middle of May and from the end of May to the beginning of June are two drastically decreasing stages in content of elements during the whole growing season. Annual contents variation of micronutrients (Zn、Fe、Mn) in seeds are various and irregular. The contents of nutrient elements between normal developmental seeds and dropped seeds are significantly different. The contents of elements in mature seeds are N: 10.4 g/kg, P: 1.3 g/kg, K: 14.9 g/kg, Ca: 1.3 g/kg, Mg: 0.9 g/kg, Zn: 27.6 mg/kg, Fe: 10.0 mg/kg, Mn: 3.2 mg/kg. The contents of N, K, Ca, Zn and Fe are higher in ginkgo seeds compared with those of other fruit trees.

Key words *Ginkgo biloba* Linn seed nutrient elements growth period