

144-150

3

浙江林学院学报 1992, 9(2): 144~150
Journal of Zhejiang Forestry College

S664.1/01

影响山核桃产量的主导气象因子分析

陈国瑞 黄必恒

(浙江林学院, 临安 311300)

摘 要 本文以临安县昌化气象站27 a气象资料和该县相应年份的山核桃产量为依据, 运用数理统计方法分析了各气象要素对山核桃产量的影响, 并建立了该县山核桃年总产量的数学模拟方程。分析结果表明, 影响山核桃产量的主导气象因子是山核桃开花期的降雨量、落花期的降雨量、果肉生长期的降雨量以及1月份的平均气温。花期天气晴好, 落花落果期降雨量少, 果肉生长期雨水调匀, 1月平均气温高, 均有利于山核桃生长。

关键词 山核桃; 产量模拟; 气象因子

中图分类号 S664.1; Q948.112

浙江昌化山核桃主要分布在以浙江昌化为中心, 海拔在100~700m的天目山区, 地理位置在 $29^{\circ}\sim 31^{\circ}\text{N}$, $118^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 之间, 总面积约 1.5万 hm^2 , 最高年产量达8800 t。中心产区年平均气温 15.5°C , 最热月平均气温 27.6°C , 最冷月平均气温 2.9°C , 极端最高气温 41.7°C , 极端最低气温 -13.3°C , 全年无霜期228.7 d, 日照时数2000.6 h, 年降水量1400 mm。

山核桃的栽培利用约有500 a的历史。但在1984年以前, 产区农民除了每年在采收前劈1次草外, 未加任何其他的人工抚育措施, 基本处在半野生状态。1984年以来, 栽培管理虽有改进但仍较粗放。生长发育的营养主要靠土壤原有的养分供应, 目前绝大部分投产的山核桃林分在近30 a中, 均处结果盛期, 生长情况比较一致。因此可以认为影响山核桃生长的因素除自身的生物学特性(大小年)和土壤肥力外, 主要是气象因子。由于气候变化无常, 致使山核桃产量高低不稳, 变动很大。

1 资料的收集整理和模拟方程的建立

昌化山核桃3月下旬春梢开始萌发, 4月中旬叶器官及雌、雄花序生长旺盛; 4月下旬至5月中旬为开花期, 其中5月上中旬为盛花期; 5月中旬至6月中旬为落花落果期; 6月下旬至7月中旬为果实体积增长期; 7月下旬至8月底为果肉生长期; 9月上旬果实成熟*。根据山核桃的生长发育特性, 我们普查了昌化气象站27 a(1964~1990年)的基本气象要素,

收稿日期: 1991-09-24

*参考文献: 浙江林学院科技通讯, 1982, (1): 54~62

在此基础上着重考虑花期、落花落果期、果体增长期、果肉生长期的降水量,日照时数,1,4,5月份的气温,以及降雪、结冰、湿度、地温等气象因子。

由于山核桃大小年非常明显,大小年产量波动量很大,这虽然与气候条件有关,但主要是营养不良引起^[1]。为了在进行数据分析时消除大小年的影响,同时考虑到1984年以后管理措施、经营方式的改善使产量有了较大的提高,因此对产量数据作了如下调整:1964~1983年为一组,1984~1990年为另一组。大小年分开求各自平均值,以此平均值为趋势产量 y_t ,实际产量 y 减去趋势产量 y_t 得到气象产量 y_w 。但是这样得到的气象产量不在同一水平上,因为大年产量变动大,气象产量变动也大,小年产量变动小,气象产量变动也小。为此将27a产量总平均除以各趋势产量得到各调整系数:

$$k = \begin{cases} 1.70 & 1964 \sim 1983 \text{ 年小年} \\ 0.87 & 1964 \sim 1983 \text{ 年大年} \end{cases} \quad k = \begin{cases} 1.22 & 1984 \sim 1990 \text{ 年小年} \\ 0.60 & 1984 \sim 1990 \text{ 年大年} \end{cases}$$

表1 临安县1964~1990年山核桃年总产量模拟结果(单位: t)

Table 1 The simulation results of annual fruit yields of cathay hickory in Lin'an County in 1964~1990

年 份	实际产量 y	趋势产量 y_t	气象产量 $y_w = y - y_t$	预测产量 \hat{y}	预测气象产量 $\hat{y}_w = \hat{y} - y_t$	实际误差 $\Delta y = \hat{y} - y$	相对误差 $\frac{\Delta y}{y} \times 100\%$	调整产量 y'	预测调整产量 \hat{y}'	大小年
1964	1988	1480	508	1692	212	-296	14.9	3379	2876	小
1966	2941	2886	56	3312	427	371	12.6	2559	2881	大
1966	1660	1480	170	1567	87	-83	-5.0	2805	2664	小
1967	1972	2886	-913	2119	-766	147	7.5	1715	1844	大
1968	1333	1480	-147	1349	-131	16	1.2	2266	2294	小
1969	3718	2885	833	2922	37	-796	-21.4	3235	2542	大
1970	1089	1480	-391	1370	-110	281	25.8	1851	2330	小
1971	2470	2510	-43	2510	-3	40	1.6	2470	2510	平
1972	2845	2885	-40	2920	35	75	2.6	2475	2541	大
1973	1132	1480	-345	1154	-326	22	1.9	1924	1963	小
1974	2750	2886	-136	2702	-183	-48	-1.7	2390	2351	大
1975	1300	1480	-180	1455	-25	155	11.9	2210	2474	小
1976	2979	2885	94	2710	-175	-267	-9.0	2592	2358	大
1977	593	1480	-887	527	-953	-66	-11.1	1008	896	小
1978	2900	2885	15	3087	202	187	6.4	2520	2685	大
1979	4590	2885	1705	3133	248	-1457	-31.7	3990	2726	大
1980	1500	1480	20	1515	35	15	1.0	2550	2576	小
1981	3290	2885	405	3095	210	-195	-5.9	2862	2693	大
1982	1847	1480	367	1929	449	82	4.4	3140	3279	小
1983	2568	2885	-317	2492	-393	-76	-3.0	2234	2168	大
1984	1818	2073	-255	1748	-325	-70	-3.9	2218	3133	小
1985	2401	2513	-112	2634	121	233	9.7	2401	2634	平
1986	4174	4311	-137	4410	99	236	5.7	2504	2646	大
1987	5193	4311	882	4826	515	-367	-7.1	3116	2896	大
1988	2384	2073	311	2272	-401	-112	-4.7	2908	2772	小
1989	3567	4311	-744	4042	-269	475	13.3	2140	2425	大
1990	2018	2073	-55	2277	204	250	12.8	2460	2779	小

实际产量乘以各调整系数得到调整产量(见表1)。这样调整后的产量具有可比性,反映了气象因子的效应。

按调整后的数据,分别求产量与各时期的降雨量、日照时数、气温等因子间的相关系数,得表2。根据山核桃的生长发育年周期,选取相关系数较大的因子进行多元线性回归^[2]。经电算得到方程:

$$\hat{y} = \frac{1}{k} (1\ 808.823 - 2.237x_1 + 27.459x_2 - 0.865x_3 + 0.299x_4 + 0.611x_5 + 1.021x_6 + 130.255x_7) \quad (1)$$

式中: x_1 为花期雨量; x_2 为花期晴天天数; x_3 为落花落果期雨量; x_4 为落花落果期日照时数; x_5 为果肉生长期雨量; x_6 为果肉生长期日照时数; x_7 为1月平均气温。由方程(1)求得的预测产量 \hat{y} 减去相应的趋势产量 y , 得到预测气象产量 \hat{y}_m 。

若将以上7个气象因子与产量相关作进一步逐步回归筛选, 可得最优方程:

$$\hat{y}_1 = \frac{1}{k} (2\ 834.935 - 3.229x_1 - 0.984x_2 + 127.237x_7) \quad (2)$$

两方程计算结果基本一致。

表2 临安县1964~1990年山核桃年总产量与气象因子相关系数
Table 2 The correlation coefficient between meteorological factors and annual fruit yields of cathay hickory in Lin'an County in 1964~1990

日 期	气象因子	相关系数
盛 花 期 05-01~05-10	降 雨 量	-0.579 9**
	日照时数	0.425 2*
花 期 04-25~05-20	降 雨 量	-0.706 8**
	日照时数	0.058 12
	晴天天数	0.582 4**
落花落果期 05-11~06-20	降 雨 量	-0.605 4**
	日照时数	0.336 6△
果体增长期 06-21~07-31	降 雨 量	0.142 7
	日照时数	0.079 6
果肉生长期 07-21~08-31	降 雨 量	0.252 1
	日照时数	-0.139 1
1 月	气 温	0.577 1**
4 月	气 温	-0.098 3
5 月	气 温	-0.105 8

注: △, *, ** 分别表示显著性水平 $\alpha = 0.10, 0.05, 0.01$

2 产量预测分析

2.1 多元线性回归方程(1)的显著性检验 F 值为

$$F = \frac{U/m}{Q/(n-m-1)} = \frac{5\,046\,154/7}{1\,730\,631/19} = 7.91$$

临界值 $F_{0.01} = 3.77$, 复相关系数 $r = 0.862\,9$, 临界值 $r_{0.01} = 0.762\,5$, 故多元线性回归关系极显著。

2.2 由表 1 可以看出, 方程(1)得到的山核桃年总产量预测值与实际产量基本一致。其中绝对误差在 $\pm 100\text{ t}$ 以内的占 40.7%, 绝对误差在 $\pm 200\text{ t}$ 以内的占 59.3%, 绝对误差在 400 t 以内的占 88.8%, 相对误差在 $\pm 10.0\%$ 以内的占 66.7%, 相对误差在 $\pm 15.0\%$ 以内的占 88.9%, 预测值与实际值拟合程度是好的。

2.3 图 1 表示临安县 1964~1990 年山核桃年总产量曲线(实线)和模拟年总产量曲线(虚线)。由图可见, 除个别年份外, 两曲线基本吻合。

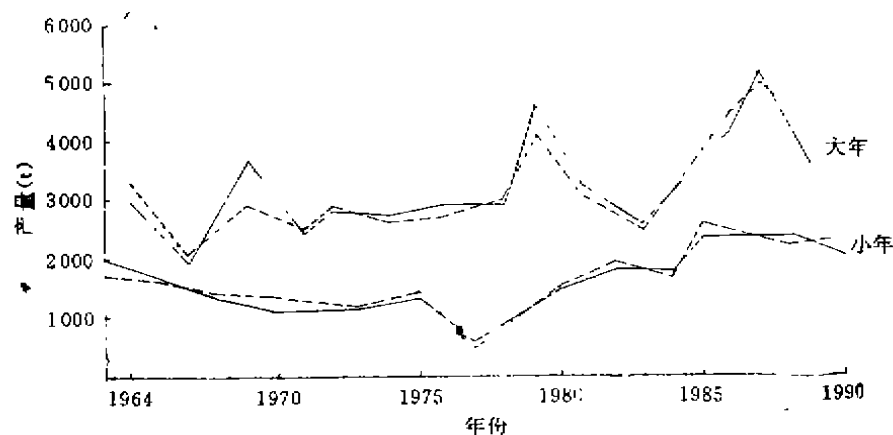


图 1 临安县山核桃年总产量(实线)与拟合产量(虚线)曲线

Fig. 1 The curve of annual fruit yields of cathay hickory in Lin'an County (solid line) and the curve of analog fruit yields(broken line)

2.4 表 1 中绝对误差在 400 t 以上的有 3 a, 即 1969, 1979 和 1989 年。1969 年实产偏高是由于开花前期连续阴雨, 盛花期和后期天气晴好, 有日照的天数多, 而计算预测值时花期雨量大, 晴天数少, 引起偏差大。1979 年实产偏高是因为该年气象条件好, 花期每隔 3~4 d 下一次雨, 阳光充足, 落果期雨量少, 日照强, 且夏季雨量充沛, 气温不高, 可谓风调雨顺。1989 年实产偏低的原因是由于 1988 年冬高山上雾凇严重, 大风一吹, 大量的山核桃枝条被折断, 危害十分严重之故。

3 气象因子分析

3.1 对于多元线性回归方程(1), 其标准回归系数及偏相关系数如表 3。通过标准回归系数 b' , 绝对值的大小可以直接判断各气象因子对产量的影响。由表 3 标准回归系数绝对值从大到小的排列顺序是: 花期雨量, 1 月平均气温, 果肉生长期雨量, 落花落果期雨量, 花期晴天数, 果肉生长期日照时数, 落花落果期日照时数。但因各气象因子间关系密切, 相互间存在

着交互作用, 所以这样的判断略失准确性。

3.2 由逐步回归得到的方程(2), 其标准回归系数及各偏相关系数如表4。所以花期降雨量对产量影响最大, 其次是1月平均气温和落花落果期的降雨量。

表3 方程(1)中各气象因子的标准回归系数及偏相关系数

Table 3 Standard regression coefficients of meteorological factors and their partial correlation coefficients in equation 1

项 目	花 期		落花落果期		果肉生长期		1 月
	雨 量	晴天天数	雨 量	日照时数	雨 量	日照时数	平均气温
标准回归系数	-0.350 0	0.182 2	-0.197 8	0.027 6	0.215 9	0.128 6	0.346 8
偏相关系数	-0.391 8	0.229 3	-0.271 4	0.041 5	0.336 8	0.207 7	0.524 5*

注: 临界值 $r_{0.05}=0.4329$, $r_{0.10}=0.3687$

表4 方程(2)中各气象因子标准回归系数及偏相关系数

Table 4 Standard regression coefficients of meteorological factors and their partial correlation coefficients in equation 2

项 目	花期雨量	落花落果期雨量	1月平均气温
标准回归系数	-0.505 2	-0.224 9	0.338 7
偏相关系数	-0.622 3**	-0.317 2	0.479 9*

注: 临界值 $r_{0.01}=0.5118$, $r_{0.05}=0.4018$

3.3 根据表2~4的相关系数、标准回归系数及偏相关系数, 结合山核桃的生长发育特性, 综合分析各气象因子对产量的影响。

3.3.1 花期雨量、晴天天数 花期降雨量与产量之间呈显著的负相关, 晴天天数与产量之间呈显著的正相关, 两者是一致的。说明山核桃开花期最怕连阴雨*。开花时, 天气晴好, 阳光充足, 有利于花器的正常发育, 雌、雄花及时授粉受精, 着果率高, 为山核桃丰产奠定基础。若开花时阴雨绵绵, 光照不足, 影响雌、雄花的授粉受精, 着果率低, 产量就低。如1967和1977年, 花期连续阴雨, 在整个花期的25 d中仅有6 d和4 d是晴天, 着果率极低, 成为历史上产量最低(1967年为大年中产量最低)的年份。

3.3.2 落花落果期雨量、日照时数 落花落果期降雨量与产量呈显著的负相关, 日照时数与产量呈正相关。说明山核桃在幼果形成后需要充足的阳光满足光合作用的需要。果树在开花期消耗营养很多, 所以花期及花后短期内树体营养处于低水平, 此时如遇阴雨, 光照不足, 则光合作用受影响, 营养状况恶化, 引起生理失调而落果, 造成减产。如1971年花期天气很好, 但落果期雨水过多, 使大量幼果脱落, 使本属大年的1971年成了平年。

3.3.3 果肉生长期雨量、日照时数 果肉生长期降雨量与产量及日照时数与产量均呈正相关(指偏相关系数), 说明山核桃在果肉生长期应以雨水调匀, 日照充足为好。果肉生长期正是盛夏之际, 若遇到久晴不雨, 高温干旱, 会严重影响果肉生长, 使果实发育不良, 形成空果。如1978年大旱, 7月21日~8月31日, 降雨量仅55.2 mm, 低海拔地区山核桃普遍减产, 而高海拔地区, 由于气温适中湿度大, 光照足, 获得大丰收。

* 蔡 卓 短. 浙江天目林学院研究报告, 第2号, 1964

3.3.4 1月平均气温 1月平均气温与产量呈显著的正相关,说明冬季气温对山核桃产量有较大影响。山核桃虽耐寒喜阴,怕高温干旱,在海拔1000m的山区,极端最低温度达 -18.0°C 而无冻害,但低温对山核桃的生殖器官有影响。山核桃雌、雄花芽分化不同步,雄花芽于开花的前1 a 5月底开始分化,至花序轴,大苞片及原基形成的7月中旬而后停止分化进入休眠期,直到当年3月中旬雄花原基恢复分化,所以山核桃雄花原基易受寒冷的侵害。山核桃在越冬时,地下根系仍在活动,不断地吸收养分进行营养积累^[1]。山核桃根系多分布在地表,容易受气温的影响。冬天天气相对暖和,有利于根系活动,若冬天过于寒冷,近地表面地温低,限制了根系活动和养分的吸收,使皮层细胞和正在休眠的雄花原基受到冻害,影响到来年的雌、雄花的分化和发育,推迟分化时间和花期,使花期易遭多雨危害。凡1月份平均气温低的年份,如1967,1970,1977,1984年的产量都不高。

4 结论

本文以山核桃中心产区的历史气象资料为依据,运用数理统计方法分析了各气象要素对山核桃产量的影响,并建立了产量模拟方程,主要结果如下:

4.1 影响山核桃产量的主导气象因子是:山核桃开花期的降雨量、落花落果期的降雨量、果肉生长期的降雨量和1月份的平均气温。开花期天气晴好有利于授粉受精,落花落果期雨量过多,光照不足会引起大量落果;1月份气温低,会影响根系活动和营养积累,使雄花原基受到冻害。另外夏季干旱不利于果肉生长。

4.2 加强管理,采用人工抚育措施,提高山核桃产量。对于花期阴雨,可利用山核桃在低海拔地区开花早,高海拔地区开花迟,及雌花有等待授粉的习性,待天晴后将高海拔地区的雄花粉采来进行人工授粉。对于夏季高温干旱,可用除草松土,除下的草覆盖于树下,以减少地表蒸发,降低地表温度。对于冬天低温,可在果树根部覆盖杂草等防冻保暖。

4.3 由逐步回归得到的方程(2)其计算结果与多元线性回归方程(1)很接近,其显著性检验的 F 值为16.96,大于临界值 $F_{0.01}=4.76$,回归关系极显著。所以可用方程(2)在山核桃采收前2个半月预测临安县该年的山核桃产量。

致谢 本文得到黎章矩副教授的指导;90届毕业生徐水琪和周金发两位同学承担了外业调查和部分资料的整理工作。在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 黎章矩.浙江农业科学,1964,(8):415~420
- 2 陈华豪等.林业应用数理统计.大连:大连海运学院出版社,1988,185~235
- 3 章晓光等.浙江林业科技,1989,9(3):29~33

Chen Guorui (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Huang Biheng. Main Meteorological Factors Effecting the Fruit Yield of Cathay Hickory. *J. Zhejiang For. Coll.*, 1992, 9(2):144~150

Abstract: This paper analyzed the meteorological factors that effected the fruit yield of cathay hickory by mathematical statistics and established a mathematical analog equation of annual fruit yield of cathay hickory according to the 27-year meteorological data got from Changhua weather station of Lin'an and every annual fruit yield of cathay hickory of the corresponding year in Lin'an County. The result showed that sunshine hours during the period of flowering, less rainfall during the period of flower and fruit drop and a high average temperature in January were faverable for the growth of cathay hickory.

Key words: cathay hickory (*Carya cathayensis* Sarg.); yield simulation; meteorological factor