

# 青海云杉无性系物候期对气象因子的响应研究\*

康秉成, 吕东, 张宏斌, 李秉新, 王咏梅

(甘肃省祁连山水源涵养林研究院, 张掖 734000)

**提 要:** 通过对张掖市龙渠青海云杉(*Picea carassifolia*) 种子园内无性系 7 年的物候观测, 运用 excel 软件, 对温度、相对湿度、日照时数三个关键气象因子与青海云杉无性系花芽开放期、花粉飞散盛期和叶芽开放期三个重要物候期进行相关及其回归分析。结果表明: 1) 青海云杉无性系花芽开放期, 与四月上旬的平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温极显著相关, 与四月上中旬的平均相对湿度、日照时数显著相关, 温度是影响青海云杉无性系萌芽的主要气象因子; 2) 青海云杉无性系花粉飞散盛期与四月下旬至五月上旬的平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温、平均相对湿度、日照时数极显著相关。3) 青海云杉无性系叶芽开放期与四月下旬至五月上旬的温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温和四月下旬至五月上旬的平均相对湿度、日照时数显著相关。

**关键词:** 青海云杉; 无性系; 物候期; 气象因子

中图分类号: S718.51<sup>+2</sup>

文献标识码: A

林木物候反映了林木各个生长期的生长状况, 林木物候年际间的差别反映了各年相应时期林木生长对外界环境条件差异的反应。环境条件的改变表现在林木物候期出现的日期不同。在各种环境条件中, 尤以气象条件对林木物候影响较大, 由于物候期与一年中季节性变化相一致, 因而, 物候期因年际间气象条件的波动而差异很大。因此, 通过长期的物候观测, 研究林木生长发育与气候条件之间的关系, 各个物候现象的变化规律, 揭示出各个发育期的气象指标, 为合理确定采种、播种、培育等林业生产提供科学依据<sup>[1]</sup>。大量研究表明, 植物物候期变化与一定时间内气象条件密切相关<sup>[2]</sup>, 如在中纬度地区, 植物的春季物候(如发芽、展叶、开花期)主要取决于气温的高低, 日照时数其次, 降水对植物物候期的影响有滞后作用, 对物候期影响没有温度显著等<sup>[3]</sup>。

至目前, 许多学者已对杉木、落叶松、华山松、马尾松、油松、樟子松等林木物候期进行了大量的研究<sup>[4-12]</sup>。青海云杉作为祁连山水源涵养林的建群树种之一, 在当地生态环境建设中发挥了重要的作用, 已作为重点林木良种进行了重点培育<sup>[14]</sup>。研究青海云杉无性系物候期与气象因子间的关系, 摸清各个物候现象的变化规律, 揭示出青海云杉无性系各个发育期与气象因子间的响应关系, 对青海云杉无性系种子园良种生产、遗传育种具有重要的指导意义。

## 1 研究区概况

青海云杉无性系种子园, 位于甘肃省张掖市龙渠乡,  $N38^{\circ}48'41''$ ,  $E100^{\circ}13'42''$ , 地处祁连山脚下的黑河出山口东侧的冲积扇上, 地势平坦、海拔 1700m, 年平均气温  $7.4^{\circ}\text{C}$ , 最高气温  $33^{\circ}\text{C}$ , 最低气温  $-26.5^{\circ}\text{C}$ , 平均降水量 193mm, 年蒸发量 1653mm, 相对湿度 51%, 无霜期 152 天, 日照时数 2435.6h, 平均风速  $2.2\text{m/s}$ 。在该种子园内建有地面常规气象观测哨一处、自动气象站一座。

## 2 试验材料

观测地位于张掖市龙渠青海云杉无性系种子园内, 面积为 350 亩。共计 165 个无性系。园内青海云

\* 收稿日期: 2012 - 1 - 9; 修回日期: 2012 - 2 - 8。

基金项目: 国家林业局国家重点林木良种基地林木良种补贴项目资金资助。

作者简介: 康秉成(1973 -), 男, 甘肃渭源人, 工程师, 从事国家级林木良种基地建设及林木良种繁育工作。E-mail: kbch@163.com

杉无性系 1985 年嫁接,配置距离  $5 \times 5 \text{ m}$ ,树高  $6 - 10 \text{ m}$ ,胸径  $6 - 13 \text{ cm}$ ,文中运用 7 年青海云杉无性系种子园内 165 个无性系的物候观测资料和种子园气象站观测资料。物候期从树液开始流动前半月开始、物候相出现时,每 5d 观察 1 次;花芽、叶芽开放和花粉飞散 3 个物候期出现时,每 1 天观察一次。

### 3 结果与分析

#### 3.1 青海云杉无性系花芽开放与气象条件的关系

通过近 7 年来对青海云杉无性系的物候观测发现:青海云杉花芽开放时间在四月中下旬。表 1 是 7 年青海云杉无性系花芽开放期与 4 月上旬平均温度、 $\geq 0^\circ\text{C}$  积温、4 月上中旬平均相对湿度、平均日照时数的统计结果。

表 1 青海云杉无性系花芽开放日期与温度、积温、相对湿度、日照时数统计表

Tab. 1 Flower buds opening date and temperature, accumulated temperature, relative humidity, sunshine hours statistics for *Picea carassifolia* clones

年份	4 月上旬平均温度 ( $^\circ\text{C}$ )	4 月上旬 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 ( $^\circ\text{C}$ )	4 月上中旬平均相对湿度 (%)	4 月上中旬平均日照时数 (h)	花芽开放期 (4 月/日)
2002	5.5	53.8	56	6.9	22
2003	8.5	84.5	39	8.4	19
2004	9.09	92.0	35	8.45	18
2007	6.0	62.5	45	7.25	21
2008	8.14	82.5	40.1	8.1	20
2009	9.8	98.5	31	8.6	17
2011	5.0	51.5	59.8	6.55	23

##### 3.1.1 青海云杉无性系花芽开放与温度条件的关系

对青海云杉花芽开放时期与花芽开放前各个不同时段温度进行回归分析,其中:青海云杉无性系花芽开放时期与四月上旬平均温度、 $\geq 0^\circ\text{C}$  积温的回归方程为:

$$N_1 = 28.25 - 1.1099T_1; n = 7, r = 0.977, \alpha = 0.01$$

$$N_1 = 28.373 - 0.1116A_1; n = 7, r = 0.977, \alpha = 0.01$$

式中:  $N_1$  表示青海云杉花芽开放日期,如 4 月 17 日,  $N_1$  等于 17, 4 月 18 日,  $N_1$  等于 18, 其它依次类推。  $T_1$  是四月上旬的平均气温 ( $^\circ\text{C}$ ),  $A_1$  是四月上旬  $\geq 0^\circ\text{C}$  积温。通过分析,青海云杉花芽开放时间与四月上旬的平均气温、 $\geq 0^\circ\text{C}$  积温呈极显著负相关。回归直线(图 1)。

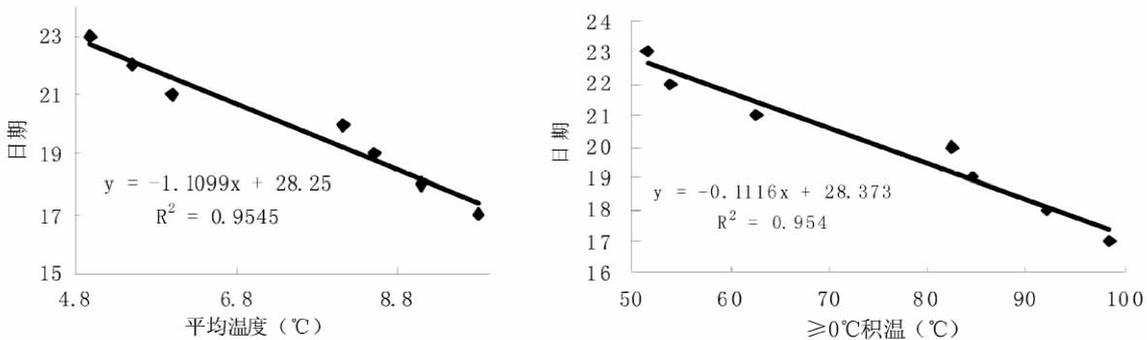


图 1 青海云杉无性系花芽开放日期与 4 月上旬平均温度、 $\geq 0^\circ\text{C}$  积温的关系

Fig. 1 Flower bud opening date and the average temperature,  $\geq 0^\circ\text{C}$  accumulated temperature at early April for *Picea carassifolia* clones

##### 3.1.2 青海云杉无性系花芽开放日期与相对湿度的关系

对 7 年青海云杉花芽开放时期与花芽开放前各个不同时段空气相对湿度进行回归分析,结果表明:青海云杉无性系花芽开放时期与四月上中旬平均相对湿度的回归直线(图 2)。

$$\text{回归方程为: } N_1 = 11.416 + 0.1964U_1, n = 7, r = 0.971, \alpha = 0.05$$

式中:  $N_1$  表示青海云杉花芽开放日期,如 4 月 15 日,  $N_1$  等于 15, 4 月 16 日,  $N_1$  等于 16, 其它依次类推。  $U_1$  是四月上中旬的平均相对湿度 (% )。上式说明,青海云杉无性系花芽开放时期与四月上中旬平均相对湿度之间存在极强的正相关性,亦即空气相对湿度越小,气温相应越高,开花期则提前,反之,则推迟。

##### 3.1.3 青海云杉无性系花芽开放与日照时数的关系

青海云杉无性系花芽开放日期与四月上中旬平均日照时数的回归直线(图 3)。

$$\text{回归方程为: } N_1 = 39.329 - 2.49R_1, n = 7, r = 0.962, \alpha = 0.05$$

式中:  $R_1$  代表四月上中旬的平均日照时数(小时)。上式说明:青海云杉无性系花芽开放日期与四月上中旬平均日照时数呈显著负相关。即四月上中旬平均日照时数增长,花芽开放日期提前,反之则推迟。

#### 3.2 青海云杉无性系花粉飞散盛期与气象条件的关系

据物候观测资料,青海云杉无性系花粉飞散盛期一般出现在五月上中旬。表 2 是 7 年青海云杉无性系花粉飞散盛期与 4 月下旬至 5 月上旬平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温、平均相对湿度、平均日照时数的统计结果。

### 3.2.1 青海云杉无性系花粉飞散盛期与温度条件的关系

对青海云杉花粉飞散盛期与花粉开始飞散前各个不同时段温度进行回归分析,其中:青海云杉无性系花粉飞散盛期与四月下旬至五月上旬平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温的回归方程为:

$$N_1 = 18.082 - 0.7903T_1; n = 7 \quad r = 0.974 \quad a = 0.01$$

$$N_1 = 112.83 - 0.3834A_1; n = 7 \quad r = 0.971 \quad a = 0.01$$

式中:  $T_1$  表示四月下旬 - 五月上旬的平均温度,  $A_1$  表示四月下旬 - 五月上旬  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温。通过分析,温度是影响青海云杉无性系开花散粉的主要气象因子。回归直线(图 4)。

表 2 青海云杉无性系花粉飞散盛期与温度、积温、相对湿度、日照时数统计表

Tab.2 Temperature, accumulated temperature, relative humidity, sunshine hours statistics at pollen dispersion peak for *Picea carassifolia* clones

年份	4 月下旬 - 5 月上旬平均	4 月下旬 - 5 月上旬 $\geq 0^{\circ}\text{C}$	4 月下旬 - 5 月上旬平均相对	4 月下旬 - 5 月上旬平均	花粉飞散盛期
	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	积温( $^{\circ}\text{C}$ )	湿度( % )	日照时数( h )	
2002	10.5	268	54.73	6.8	10
2003	12.1	276	47.95	7.7	8
2004	17.3	279.5	34.24	8.05	5
2007	11.1	270.3	49.23	7.52	9
2008	14.7	278	39.35	8	6
2009	13.8	276.8	40.48	7.95	7
2011	9.8	265.4	58.5	6.2	11

### 3.2.2 青海云杉无性系花粉飞散盛期与相对湿度的关系

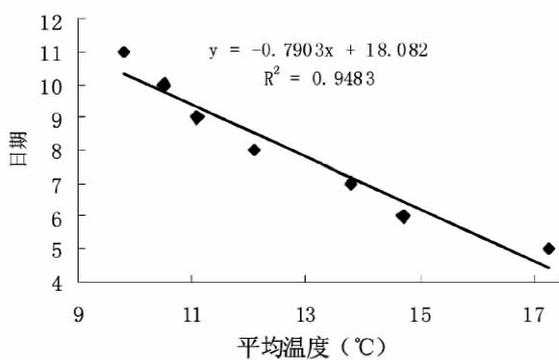


图 4 青海云杉无性系花粉飞散盛期与 4 月下旬至 5 月上旬平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温的关系

Fig. 4 Relationship between pollen flying hatching period in late April to

early May and the average temperature,  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  accumulated temperature for *Picea carassifolia* clones

对青海云杉花粉飞散时期与花粉飞散前各个不同时段空气相对湿度进行回归分析,回归方程为:

$$N_1 = -3.3448 + 0.2447U_1; n = 7 \quad r = 0.991 \quad a = 0.05$$

式中:  $N_1$  表示青海云杉花粉飞散盛期,  $U_1$  是四月下旬 - 五月上旬的平均相对湿度(%)。说明:青海云杉无性系叶芽开放时期与四月上中旬平均相对湿度之间存在较好的正相关性。其回归直线(图 5)。

### 3.2.3 青海云杉无性系花粉飞散盛期与日照时数的关系

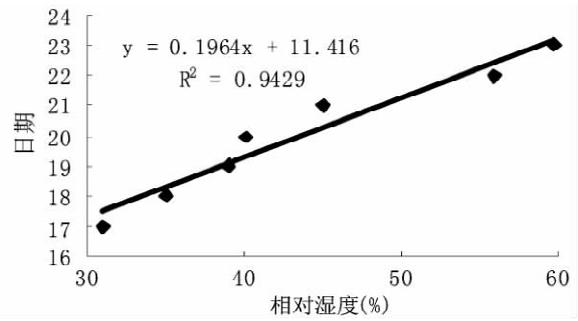


图 2 青海云杉无性系花芽开放日期与 4 月上中旬平均相对湿度的关系

Fig. 2 Relationship between flower bud opening date of mid - April and the average relative humidity for *Picea carassifolia* clones

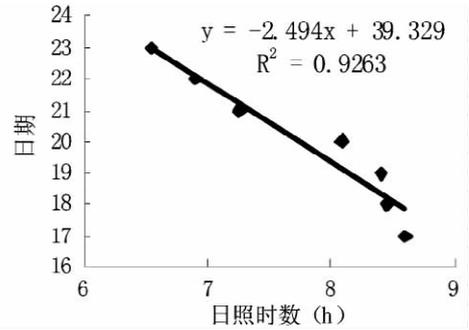


图 3 青海云杉无性系花芽开放日期与 4 月上中旬平均日照时数的关系

Fig. 3 Relation between flower bud opening date of mid - April and average sunshine hours for *Picea carassifolia* clones

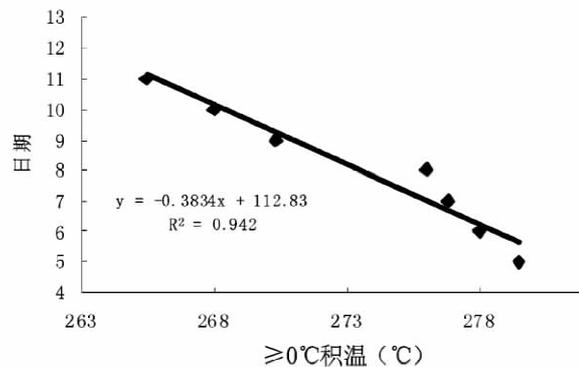


图 5 青海云杉无性系花粉飞散盛期与 4 月上中旬平均相对湿度的关系

Fig. 5 Relationship between pollen flying hatching period in mid - April and the average relative humidity for *Picea carassifolia* clones

对青海云杉无性系花粉开始飞散前各个不同时段  
的日照时数进行回归分析 ,回归方程为:

$$N_1 = 29.09 - 2.817R_1; n = 7 \quad r = 0.920 \quad \alpha = 0.05$$

式中:  $R_1$  表示四月下旬 - 五月上旬平均日照时数  
(h) ,  $N_1$  表示青海云杉无性系花粉飞散盛期。回归分  
析表明: 青海云杉无性系花粉飞散盛期与开花散粉前  
10 - 20 天园内日照时数之间存在负相关性。其回归直  
线(图 6)。

### 3.3 青海云杉无性系叶芽开放与气象条件的关系

青海云杉无性系叶芽开放期一般出现在五月上中  
旬。表 3 是 7 年青海云杉无性系叶芽开放日期与 4 月  
下旬至 5 月上旬平均温度、 $\geq 0^\circ\text{C}$  积温、平均相对湿度、  
平均日照时数的统计结果。

表 3 青海云杉无性系叶芽开放日期与温度、  
积温、相对湿度、日照时数统计表

Tab.3 *Picea carassifolia* clones buds opening date  
and temperature , accumulated temperature ,  
relative humidity , sunshine hours Statistics

年份	4 月下旬 -	4 月下旬 -	4 月下旬 -	4 月下旬 -	叶芽 开放期 (5 月/日)
	5 月上旬 平均温度 ( $^\circ\text{C}$ )	5 月上旬 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 ( $^\circ\text{C}$ )	5 月上旬 平均相对 湿度(%)	5 月上旬 平均日照 时数(h)	
2002	10.5	268	54.73	6.8	14
2003	12.1	276	47.95	7.7	12
2004	17.3	279.5	34.24	8.05	9
2007	11.1	270.3	49.23	7.52	13
2008	14.7	278	39.35	8	10
2009	13.8	276.8	40.48	7.95	11
2011	9.8	265.4	58.5	6.2	15

#### 3.3.1 青海云杉无性系叶芽开放与温度条件的关系

对青海云杉叶芽开放时期与叶芽开放前各个不同  
时段的温度进行回归分析 ,其中: 青海云杉无性系叶芽  
开放时期与四月下旬至五月上旬平均温度、 $\geq 0^\circ\text{C}$  的积温回归方程为:

$$N_1 = 22.082 - 0.7903T_1; n = 7 \quad r = 0.962 \quad \alpha = 0.01$$

$$N_1 = 116.83 - 0.3834A_1; n = 7 \quad r = 0.971 \quad \alpha = 0.01$$

式中:  $T_1$  表示四月下旬 - 五月上旬的平均温度 ,  $A_1$  表示四月下旬 - 五月上旬  $\geq 0^\circ\text{C}$  的积温。由上式可  
以看出 ,叶芽开放时期与萌芽前 10 - 20 天内的平均气温呈负相关 ,其回归直线(图 7)。

#### 3.3.2 青海云杉无性系叶芽开放与相对湿度的关系

对青海云杉叶芽开放时期与叶芽开放前各个不同时段空气相对湿度进行回归分析 ,其回归方程为:

$$N_1 = 0.6552 + 0.2447U_1; n = 7 \quad r = 0.991 \quad \alpha = 0.05$$

式中:  $N_1$  表示青海云杉叶芽开放日期 ,  $U_1$  是四月下旬 - 五月上旬的平均相对湿度(%)。上式说明:  
青海云杉无性系叶芽开放时期与 4 月下旬 - 5 月上旬平均相对湿度之间存在较好的正相关性。其回归直  
线(图 8)。

#### 3.3.3 青海云杉无性系叶芽开放与日照时数的关系

对青海云杉无性系叶芽开放前各个不同时段日照时数进行回归分析 ,回归方程为:

$$N_1 = 33.09 - 2.827R; n = 7 \quad r = 0.920 \quad \alpha = 0.05$$

式中:  $R$  表示 4 月下旬 - 5 月上旬总日照时数(h) ,  $N_1$  表示青海云杉无性系叶芽开放日期。上式说  
明: 青海云杉无性系叶芽开放与 4 月下旬 - 5 月上旬的平均日照时数显著相关。其回归直线(图 9)。

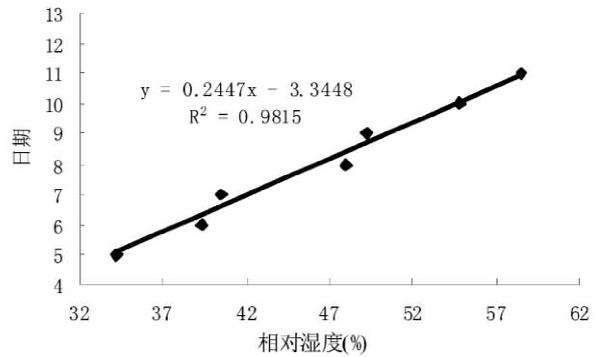


图 5 青海云杉无性系花粉飞散盛期与  
4 月下旬 - 5 月上旬平均相对湿度的关系  
Fig.5 *Picea carassifolia* clones peak period of pollen  
flying in late April and early May to the relationship  
between the average relative humidity

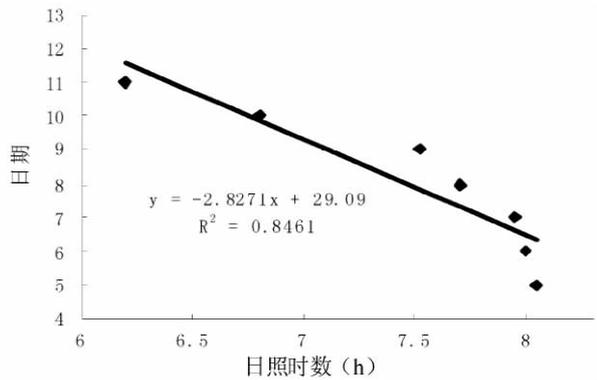


图 6 青海云杉无性系花粉飞散盛期与  
4 月下旬 - 5 月上旬平均日照时数的关系  
Fig.6 *Picea carassifolia* clones with pollen flying  
hatching period in late April to early May the relationship  
between the average number of sunshine hours

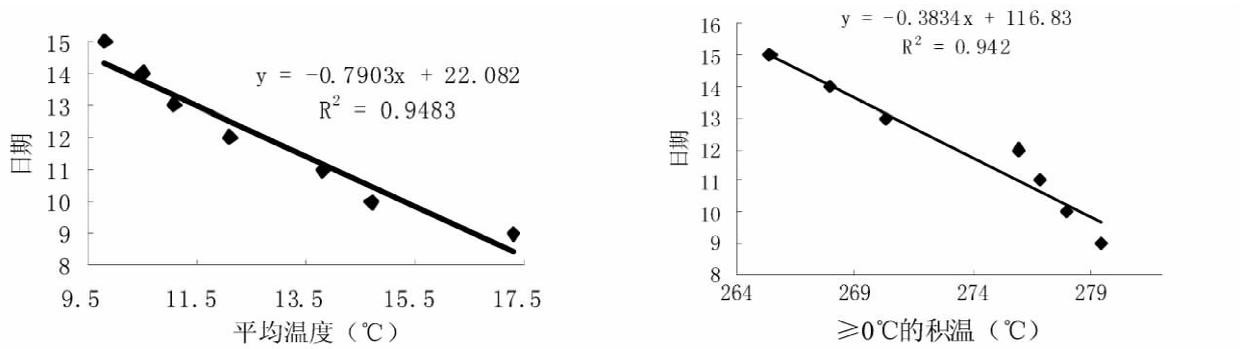


图 7 青海云杉无性系叶芽开放日期与 4 月下旬至 5 月上旬平均温度、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  的积温的关系  
 Fig.7 *Picea carassifolia* clones with the leaf buds open in late April to the date of early May the average temperature ,  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  accumulated temperature relationship

### 4 讨论

(1) 通过对试验结果的研究分析,青海云杉无性系在研究区花芽开放时间为四月中下旬,平均开放日期是 4 月 20 日;花粉飞散盛期为 5 月上中旬,平均发生盛期是 5 月 8 日;叶芽开放时间为 5 月上中旬,平均日期是 5 月 12 日左右。

(2) 青海云杉无性系在研究区的花芽开放、花粉飞散和叶芽开放三个重要物候期与平均温度,  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温呈极显著负相关,在研究区内,温度条件对青海云杉无性系花芽开放期,花粉飞散盛期和叶芽开放期物候影响较大,青海云杉无性系花芽开放期,花粉飞散盛期和叶芽开放期物候期提前,说明青海云杉萌芽期早晚取决于这段时间气温的高低,温度是影响青海云杉无性系萌芽的主要气象因子。青海云杉无性系对温度条件具有较强的关联性。这与陈彬彬等提出的冬末春初的气温对植物春季物候早迟有决定性作用<sup>[13]</sup>相吻合。

(3) 青海云杉无性系在研究区的花芽开放、花粉飞散和叶芽开放三个重要物候期与日照时数呈显著负相关,在研究区内,随着平均日照时数增长,花芽开放日期、花粉飞散盛期和叶芽开放日期提前,反之,则推迟。这与陈彬彬等提出的接近物候开始日期,日照时数增加则使春季物候期提前<sup>[13]</sup>相吻合。

(4) 青海云杉无性系在研究区的花芽开放、花粉飞散和叶芽开放三个重要物候期与空气相对湿度呈显著正相关,在研究区内,空气相对湿度越小,花芽开放期、花粉飞散盛期和叶芽开放期提前,反之,则推迟。

### 5 结论

(1) 通过对试验结果的研究分析,青海云杉无性系在研究区花芽开放期早年发生在 4 月 17 日,迟年发生在 4 月 23 日;花粉飞散盛期早年发生在 5 月 5 日,迟年发生在 5 月 12 日;叶芽开放期早年发生在 5 月 9 日,迟年发生在 5 月 16 日。

(2) 通过文中的研究,按照所掌握的青海云杉无性系物候期与气象因子的响应关系,可以有计划地制

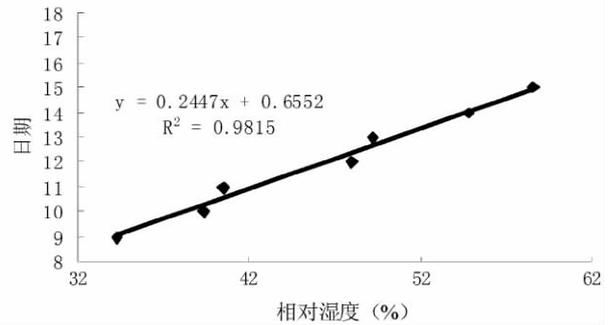


图 8 青海云杉无性系叶芽开放日期与 4 月下旬 - 5 月上旬平均相对湿度的关系  
 Fig.8 *Picea carassifolia* clones and leaf buds opening date of late April early May to the relationship between the average relative humidity

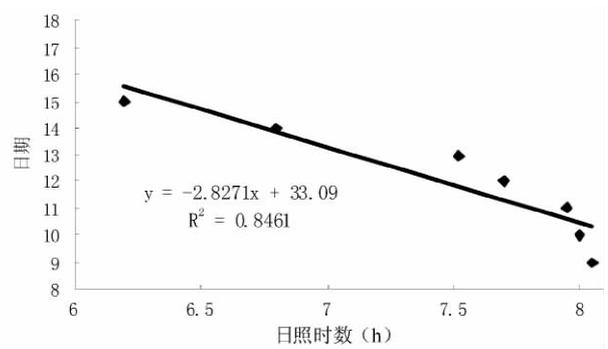


图 9 青海云杉无性系叶芽开放日期与 4 月下旬 - 5 月上旬平均日照时数的关系  
 Fig.9 *Picea carassifolia* clones with the leaf buds open in late April to the date of early May the relationship between the average number of sunshine hours

定青海云杉种子园良种生产方案,可通过人工杂交制种(控制授粉)获得优良种质资源,在青海云杉花粉飞散期利用辅助授粉措施,扩大青海云杉种子园种子遗传品质,增加青海云杉种子园种子产量和品质,对青海云杉种子园良种培育工作具有很好的指导作用。

(3) 物候规律研究是种子园经营管理中一项重要课题。尤其关于物候期的早、晚及持续时间的长短与气象因子的关系。文中仅探讨了青海云杉无性系的花芽开放期、花粉飞散盛期和叶芽开放期三个物候期与温度、相对湿度、日照时数三种气象因子之间的响应关系,对于青海云杉一个生育周期与多个气象因子的综合响应关系,有待于进一步研究和探讨。

### 参考文献

- [1]温秀卿,高永刚,王育光,孙鹏飞,张剑侠. 兴安落叶松、云杉、红松林木物候期对气象条件响应研究[J]. 黑龙江气象, 2005(4): 38~40.
- [2]Neil K, Wu J G. Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review[J]. Urban Ecosyst, 2006 9(3): 243~257.
- [3]柳晶,郑有飞,赵国强,陈怀亮. 郑州植物物候对气候变化的响应[J]. 生态学报, 2007(4): 217~225.
- [4]陈晓阳,沈熙环,杨萍,潘奇敏,李文刚. 杉木种子园开花物候特点的研究[J]. 北京林业大学学报, 1995(1): 10~18.
- [5]王昌薇. 河南杉木物候节律和生长过程与气象因子的关系[J]. 现代农业科技, 2006(5): 7~8, 18.
- [6]刘仁东,陈晓阳,秦向华. 气象因子差异对杉木种子质量的影响[J]. 四川林业科技, 2007(3): 86~87.
- [7]李自敬,李雪峰,张含国,栾玉飞,康迎昆,周显昌. 长白落叶松优良家系选择的研究[J]. 林业科技, 2008(4): 5~8.
- [8]王秀荣,赵杨,孙文生. 华山松种子园无性系开花习性研究[J]. 吉林林业科技, 2007(5): 4~9, 12.
- [9]杨章旗. 马尾松种子园优良家系生长性状选择[J]. 福建林学院学报, 2006(1): 45~48.
- [10]张华新,陈丛梅. 油松无性系开花物候特点的研究[J]. 林业科学研究, 2001(3): 55~63.
- [11]肖杰,李广玉,赵勇,张含国,兰士波,康迎昆. 樟子松种源家系苗木高生长变异规律研究[J]. 林业科技, 2004(3): 5~8.
- [12]张京晓,王振宇,刘飞. 气候因子对红皮云杉生物生产力的影响[J]. 林业科技, 1998(2): 20~21, 24.
- [13]陈彬彬. 河南省气候变化及其与木本植物物候变化相互关系研究[D]. 中国优秀硕士学位论文全文数据库, 2007(6): 1~93.
- [14]刘兴聪. 青海云杉[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1992: 54~56.

## *Picea carassifolia* clones phenological response of the meteorological factors

KANG Bingcheng, LV Dong, ZHANG Hongbin, LI Bingxin, WANG Yongmei

(Academy of Water Resources Conservation Forest of Qilian Mountains, Gansu province, Zhangye 734000, P. R. China)

**Abstract:** According to seven years' phenophase observation for *Picea carassifolia* clone in the breeding garden in Zhangye longqu, conduct correlation and regression analysis by use of excel software, to temperature, relative humidity, sunshine time three key meteorological factors and *Picea carassifolia* clone blossom bud opening period, blooming period of pollen dispersal and leafbud opening period three important phenophase. The results show that: (1) the opening period of *Picea carassifolia* clone blossom bud is significant related with the average temperature in early April, the accumulative temperature  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ , the very relative humidity in the first twenty-day of April and the sunshine duration. The temperature is the main influence meteorological factor to the breeding of *Picea carassifolia* clone; (2) the blooming period of *Picea carassifolia* clone pollen dispersal is significant related with the average temperature from late April to early may, the accumulative temperature  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ , the very relative humidity and the sunshine duration. (3) the leafbud opening period of *Picea carassifolia* clone is significant related with the temperature from late April to early may, the accumulative temperature  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ , the average relative humidity from late April to early may and the sunshine duration.

**Key words:** *Picea carassifolia*; clones; phenophase; meteorological factors