

香椿芽萌发有效积温与大棚栽培技术

孙鸿有 丰炳财 董飞岳 严世峰 江刘其

(浙江林学院科研处, 临安 311300)

(浙江省淳安县新安江开发总公司)

摘要 针对在塑料大棚里反季栽培香椿芽的某些关键性技术问题, 系统研究了香椿芽萌发的有效积温, 提出了相应的大棚栽培技术意见。香椿芽萌发的最低临界温度约为 6°C 。从休眠到萌发所需的有效积温, 因种源、温度、低温处理等的不同而异。尚未落叶的已封顶的非休眠苗, 其萌发有效积温、平均萌发期与休眠苗基本相同, 但萌发率远小于休眠苗。假植和低温处理联合作用, 能有效地促进非休眠苗提早萌发, 提高萌发率。

关键词 香椿; 种源; 萌发; 休眠; 有效积温; 塑料温室; 栽培; 森林蔬菜

中图分类号 S644.4

香椿 (*Toona Sinensis*) 芽是我国传统的名特森林蔬菜。近几年来, 有的地方在冬季将 1 年生苗木移进塑料大棚进行反季栽培, 以促进香椿芽早发早采, 提高香椿芽的生产效益。目前, 由于对香椿芽萌发所需的有效积温缺乏了解, 在大棚温度调控和有关栽培技术上, 尚存在不同看法。有关报道中提出的某些关键性温度数据, 未见出处或研究报告。同其他植物一样, 香椿 (芽) 从休眠到萌发需要满足其一定的温度要求, 只有充分了解萌发的有效积温, 才能科学地管理大棚温度, 有效地促进香椿芽早发早采, 达到优质高产的目的。为此, 我们针对现阶段香椿芽塑料大棚栽培的某些关键性技术问题^[1~3], 对香椿芽萌发的有效积温进行了系统研究。本文是研究结果的报道。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

以湖南永顺种源和河南西峡种源的 1 年生休眠苗、非休眠苗作为试验材料^[4]。其中, 休眠苗为刚刚全部落叶的苗木, 非休眠苗为尚未落叶休眠的已封顶的苗木。

1.2 试验方法

将参试苗木茎干上部截成长约 15~20cm 的插穗, 保留顶芽, 截面呈马耳形, 插于盛有湿

沙基质的容器 (600mL 大烧杯) 中, 置于特定恒温条件下培养。每种试验处理的插穗在 30 株以上。在培养过程中, 保持基质湿润。

1.3 试验设计

1.3.1 休眠苗试验设计 共分 3 大类 6~7 种处理。

1.3.1.1 不经低温处理, 自始至终置于特定的恒温中培养。恒温分 25℃, 10℃ 和 6℃ 3 种处理。

1.3.1.2 预先经 0~5℃ 低温处理后, 置于 25℃ 恒温中培养。在 1995 年试验中, 低温处理时间分为 1 星期、2 星期 2 种, 1996 年试验增加 1 种处理, 即 3 星期。

1.3.1.3 在培养过程中进行低温处理。即在 25℃ 恒温中培养 1 星期后, 置于 0~5℃ 低温中处理 1 星期, 然后重新转入 25℃ 恒温中培养。

上述试验温度, 25℃ 和 10℃ 是用光照发芽箱控制, 6℃ 和 0~5℃ 低温用普通冰箱控制。

1.3.2 非休眠苗试验设计 包括不同起苗期、假植和低温处理 3 方面试验。其中, 起苗期分为苗木完全落叶前 1 个月和 0.5 个月起苗 2 种处理, 并以刚刚完全落叶的休眠苗作对照; 假植分为假植 1 星期、2 星期和 3 星期 3 种处理; 低温处理分为 1 星期、2 星期和 3 星期 3 种。

1.4 观测与计算

自培养之日起, 每日观测记载培养箱温度 1 次, 当芽头开始萌发时, 调查记载各穗条萌发期。萌发之有效积温按下式计算:

$$\text{平均有效积温} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d (\bar{t}_{ij} - a)}{n}$$

其中: \bar{t} 为每日均温, a 为温度常数, n 为该试验萌发的穗条数, d 为第 j 穗条从培养之日起到萌发所经历的天数。

2 试验结果与分析

2.1 香椿芽萌发的临界温度

将插穗分别置于 25℃, 10℃ 和 6℃ 恒温中培养, 其中, 在 25℃ 和 10℃ 中的插穗, 分别于培养 9d 和 30d 后, 开始萌发, 23d 和 63d 后全部穗条萌发, 而在 6℃ 中的插穗迟迟不萌发, 120d 后才有个别芽头萌发。这表明, 香椿芽萌发的最低临界温度约为 6℃。因此, 在计算香椿芽萌发的有效积温公式中的常数 "a" 值, 应定为 5℃。用塑料大棚培养香椿芽, 其最低温度应不低于 6℃。

2.2 香椿休眠芽萌发的有效积温

试验表明, 香椿休眠芽萌发所需的有效积温, 并不是固定的常数, 因培养温度、种源、低温处理等的不同而不同。

2.2.1 不同温度对香椿芽萌发有效积温的影响 试验表明, 温度高, 芽萌动力强, 所需有效积温少, 萌发期早。在 25℃ 条件下, 香椿芽萌发的平均有效积温为 278.8℃~403.7℃, 比在 10℃ 条件下少 13.9℃~35.6℃; 平均萌发期 15.0~21.4d, 比 10℃ 条件提早 32.4~39.1d (表 1)。所以, 用塑料大棚培养香椿芽, 应尽可能使大棚温度保持在 25℃ 左右, 在最低临界温度 6℃ 到 25℃ 之间, 棚温越高, 萌发越早。

2.2.2 不同种源对香椿芽萌发有效积温的影响 用湖南永顺和河南西峡 2 个种源进行对比试验,前者为南方种源,地理纬度约为 $29^{\circ}01'N$;后者为北方种源,地理纬度约为 $33^{\circ}18'N$,两者纬度相差 $4^{\circ}17'$ 。试验结果表明,南方种源比北方种源萌发所需的有效积温少,萌发期早。

在 $25^{\circ}C$ 条件下,南方永顺种源平均有效积温比北方西峡种源少 $124.9^{\circ}C$,平均萌发期比西峡种源提早 $6.4d$,纬度平均每相差 1° ;有效积温相差 $29.8^{\circ}C$,萌发期相差 $1.5d$ 。在 $10^{\circ}C$ 条件下,永顺种源有效积温比西峡种源少 $103.2^{\circ}C$,萌发期提早 $13.1d$,纬度平均每相差 1° ;有效积温相差 $24.6^{\circ}C$,萌发期相差 $3.1d$ (表 1)。

所以,用塑料大棚培养香椿芽,应选用南方种源苗木,这样,可以在不增加投入的情况下,使香椿芽萌发期提早 1 个星期左右或更多时间。

表 1 温度、种源与有效积温

Table 1 Temperature, provenances and effective accumulated temperature

温度/ $^{\circ}C$	种 源	平均萌发期/d		平均有效积温/ $^{\circ}C$	
		天 数	种源相差	有效积温	种源相差
25	永顺	15.0	6.4	278.8	124.9
	西峡	21.4		403.7	
10	永顺	47.4	13.1	314.4	103.2
	西峡	60.5		417.6	
温度之间相差	永顺	32.4		35.6	
	西峡	39.1		13.9	

2.2.3 低温处理对香椿芽萌发有效积温的影响 试验表明, $0\sim 5^{\circ}C$ 低温处理 1~3 星期能有效地促进香椿芽打破自然休眠,提早萌发,降低有效积温。在培养前进行低温处理与在培养过程中进行低温处理,效果相同。低温处理时间的长短,因种源而异。南方永顺种源低温处理 1 星期,即可显著提早萌发;北方西峡种源低温处理 1 星期,基本无效,需低温处理 2~3 星期才有效 (表 2)。

表 2 低温处理对香椿芽萌发的影响

Table 2 Effect of low temperature treatment on bud germination

试验年份	种 源	低 温 处 理	平均萌发期/d	平均有效积温/ $^{\circ}C$
1995	湖南	培养前, 低温处理 7d	12.7	235.9
		培养 1 星期后, 低温处理 7d	12.6	232.5
	永顺	培养前, 低温处理 14d	10.5	193.3
		对照	15.0	278.8
	河南	培养前, 低温处理 7d	22.6	424.2
		培养 1 星期后, 低温处理 7d	22.6	423.5
1996	西峡	培养前, 低温处理 14d	17.7	331.2
		对照	21.4	403.7
	河南	培养前, 低温处理 7d	24.3	422.2
		培养前, 低温处理 14d	23.2	402.3
	西峡	培养前, 低温处理 21d	18.7	325.7
		对照	27.3	479.5

说明:表内“对照”为不经低温处理;培养温度 $25^{\circ}C$ 左右

由此可知,香椿芽要提早萌发,需要经过一段时期低温处理。南方种源低温处理时间短

一些，北方种源长一些。所以，用塑料大棚培养香椿芽，在圃地苗木落叶后，不要急于移进大棚内应让其经过1~2星期低温休眠期，这样可以减少大棚管理的时间，而不影响培养效果。

2.3 非休眠苗香椿芽萌发有效积温

2.3.1 不同起苗期对非休眠苗萌发的影响 如果苗圃管理得当，种源合适，香椿苗木在落叶前1个多月，一般都已封顶，停止高生长。试验在落叶休眠前1个月和0.5个月，分别将已封顶的苗木起出，置于25℃恒温中培养。结果表明(表3)，2次起苗合计的均值，有效积温为509.4℃，萌发期28.1d，与休眠苗(对照)基本相同(表3内数字，提前1个月，起苗的平均萌发期和平均有效积温比对照小，提前半个月起苗的比对照大，未呈现明显规律，这可能是试验误差所致，但2者合计的平均值，很能说明问题)，但是，萌发率只有36.7%~46.7%，比休眠苗低47.2~57.2个百分点，并且多为侧芽萌发，顶芽萌发只占萌芽中的36%左右。这表明，大部分已封顶的非休眠苗，其芽(特别是顶芽)尚未充分发育。

所以，采取提前起苗，用尚未休眠的苗木进大棚培养，其萌发期虽可因起苗时间的提前而随之相应提前，但嫩芽产量低，质量也较差，从投入与产出的经济效益来看，是不可取的。

2.3.2 假植对非休眠苗萌发的影响 将休眠前1个月起出的苗木，分别假植1星期和2星期和3星期，然后置于25℃恒温中培养。结果表明，与未假植的同类非休眠苗相比，其萌发期推迟了7.6~11.0d，有效积温增加了125.5℃~186.9℃，但是，萌发率提高了近1倍，达到56.7%~70.8%(表3)。这个效应，在假植的第1星期即已充分显露出来，并且，随着假植时间的延长而有所增加。这说明，假植促进了苗木休眠，并使发育不充分的芽头得到进一步发育。但应指出的是，非休眠苗经假植后，萌发率仍只相当于休眠苗萌发率的60.4%~75.4%。

表3 不同处理的非休眠苗萌发情况

Table 3 Germination situation of undormant shoots in different treatment methods

试验类别	试验处理	编号	起苗期 (月-日)	培养期 (月-日)	平均萌发 期/d	平均有效 积温/℃	穗条萌发 率/%	其中顶芽占 百分比/%
起苗期 试验	休眠前1个月起苗	I ₀₀	11-07	11-07	24.8	436.1	36.7	36.4
	休眠前半个月起苗	II ₀₀	11-21	11-21	31.4	582.6	46.7	35.7
	休眠时起苗(对照)	III ₀₀	12-05	12-05	27.3	479.5	93.9	64.5
假植 试验	假植1星期	I ₁₀	11-07	11-14	35.8	623.0	60.0	16.7
	假植2星期	I ₂₀	11-07	11-21	33.1	580.4	56.7	58.8
	假植3星期	I ₃₀	11-07	11-28	32.4	561.6	70.8	29.4
低温 处理	不经假植,低温处理1星期	I ₀₁	11-07	11-14	25.6	453.5	53.7	64.7
	不经假植,低温处理2星期	I ₀₂	11-07	11-21	26.9	471.8	48.4	53.3
	假植1星期,低温处理1星期	I ₁₁	11-07	11-21	25.6	451.5	73.3	22.7
假植 试验	假植1星期,低温处理2星期	I ₁₂	11-07	11-28	21.4	370.8	83.3	32.0
	假植1星期,低温处理3星期	I ₁₃	11-07	12-05	16.9	296.5	95.0	40.5
	假植2星期,低温处理1星期	I ₂₁	11-07	11-28	27.8	481.7	70.0	47.6
	假植2星期,低温处理2星期	I ₂₂	11-07	12-05	24.4	410.6	90.0	59.2
	假植2星期,低温处理3星期	I ₂₃	11-07	12-12	17.7	307.0	100.0	62.0

说明:①参试苗木为河南西峡种源;②培养温度25℃左右;③编号I, II, III,代表起苗期,分别代表提前1个月、半个月和完全落叶时起苗;其下标左位数字,代表假植期,0,1,2,3分别代表不假植和假植1,2,3星期;下标右位数字代表低温处理期,0,1,2,3分别代表不进行低温处理和低温处理1,2,3星期

所以,如用未休眠的苗木进行大棚培养,应先假植 1~2 星期。这样,会使香椿芽的产量有较大提高。

2.3.3 低温处理对非休眠苗萌发的影响 将不同处理的非休眠苗,分别置于 0~5℃ 低温中 1~3 星期,然后转入 25℃ 恒温中培养。结果表明,低温处理能有效地促进非休眠苗木的芽萌发,降低萌发有效积温,提高萌发率。低温处理的效果随着低温处理时间的增加而增加。对经过假植的非休眠苗进行低温处理,效果尤为显著,其作用大小等同于对休眠苗的影响。假植 1~2 星期的非休眠苗,经低温处理 3 星期,其平均萌发期只有 16.9~17.7d,平均有效积温 296.5℃~307.0℃,萌发率达 95%~100%,与未经低温处理同类假植苗相比,萌发期提早了 15.4~18.9d,有效积温减少 273.4℃~326.5℃,萌发率提高 35.0~43.3 个百分点(表 3)。

所以,用非休眠苗进行塑料大棚培养,应先假植 1~2 星期,再经低温处理 2~3 星期。但是,由于是在生长期尚未结束时提前 0.5~1 个月起苗的,外在环境气温还比较高,不可能依靠自然条件进行低温处理,在具体实施上是较困难的。

2.4 侧芽与顶芽萌发有效积温比较

分别截取休眠苗、非休眠苗的茎干中段和顶端,置于 25℃ 恒温中培养,结果表明,休眠苗木的侧芽与顶芽在萌发期和有效积温上基本相同,非休眠苗两者相差较大。以河南西峡种源为例,在 1996 年试验中,休眠苗侧芽的平均萌发期和平均有效积温与顶芽几乎无差异,而非休眠苗木,侧芽平均萌发期比顶芽提早 6.9d,平均有效积温比顶芽少 119.9℃(表 4)。这表明,休眠苗木的侧芽与顶芽都已充分发育,因而对萌发温度的要求基本相同;非休眠苗的侧芽发育比顶芽成熟,因而对有效积温的要求比顶芽低。

表 4 侧芽与顶芽萌发比较

Table 4 Germination comparison between terminal flushes and mixed buds

试验年份	种 源	苗木类别	芽 类	平均萌发期/d	平均有效积温/℃
1995	湖南永顺	休眠苗	侧芽	14.0	270.6
			顶芽	15.0	278.8
	河南西峡	休眠苗	侧芽	21.2	399.8
			顶芽	21.4	403.7
1996	河南西峡	休眠苗	侧芽	25.3	440.1
			顶芽	25.1	436.1
		非休眠前	侧芽	23.0	402.3
			顶芽	30.1	522.2

说明:穗条未经低温处理;培养温度 25℃ 左右

2.5 从第 1 次采芽到第 2 次萌发的有效积温

萌发之香椿嫩芽被采收后,经过一段时期,苗茎上的侧芽会重新萌发。试验以采全芽方式,将萌发的嫩芽全部采摘掉,观测其第 2 次萌发。结果表明,湖南永顺种源在 25℃ 条件下,从第 1 次采芽到第 2 次萌发,平均萌发期为 6.8d,平均有效积温 123.4℃。北方西峡种源平均萌发期 11.8d,平均有效积温 204.0℃。南方种源比北方种源萌发期提早 5d,有效积温降低 80.6℃。所以,从第 2 次萌发来看,塑料大棚培养香椿芽,也是应选用南方种源,这样,可以缩短萌发周期。

3 结论

- 3.1 香椿芽萌发的最低临界温度约为 6°C ，从休眠到萌发所需的有效积温因种源、温度、低温处理等的不同而异。南方种源有效积温比北方种源低，萌发期早。在 $6\sim 25^{\circ}\text{C}$ 范围内，温度越高，萌发有效积温越少，萌发期越早。
- 3.2 尚未落叶的已封顶的非休眠苗，其萌发期和有效积温与休眠苗基本相同，但萌发率不到 50%，远小于休眠苗，且多为侧芽萌发。
- 3.3 假植可促进非休眠苗进入休眠状态，并使未充分发育的芽得到进一步发育，因而使萌发期推迟，萌发率提高。
- 3.4 低温处理无论是对已休眠的苗木，或是对尚未休眠的苗木，都能有效地促进其芽的萌发，使萌发期提早，萌发率提高，有效积温降低；对经过假植的非休眠苗木的作用更加明显。低温处理时间以 1~3 星期为宜。
- 3.5 用塑料大棚反季培养香椿芽，一般应选用南方种源的休眠壮苗，在苗木落叶后应让其自然低温处理 1~2 星期，然后进棚培养。大棚温度应尽可能保持在 25°C 左右。采取提早起苗的方法，用尚未休眠的苗木直接进大棚培养，萌发期虽可随之相应提前，但萌发率低，从经济效益考虑，此法是不适宜的。如将非休眠苗木先假植 1 星期，再经低温处理 2~3 星期，可取得很好效果。

致谢 参加研究工作的还有蔡克孝老师和丰晓阳同志，特致谢忱。

参 考 文 献

- 1 坪井八十二，等著；侯宏森，元来福，王茂新，等译. 新编农业气象手册. 北京：农业出版社，1985. 26~27
- 2 许慕农，杨吉华，李德生，等. 香椿冬季栽培技术的研究. 山东林业科技，1990，(4)：10~14
- 3 魏文波，潘显芳. 香椿冬季塑料大棚保护栽培技术. 林业科技开发，1992，(2)：38~39
- 4 孙鸿有，王鹏飞，方炳法，等. 香椿地理变异与种源选择. 浙江林学院学报，1992，9(2)：237~245

Sun Hongyou (Zhejiang Forestry College, Lin'an³¹¹¹³⁰⁰, PRC), Feng Bingcai, Dong Feiyue, Yan Shifeng, and Jiang Liuqi. **Effective Accumulated Temperature of *Toona sinensis* Germination and Its Cropping Techniques in Plastic Green Houses**. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1998, 15(1)：6~12

Abstract: To counter the key techniques of cropping *Toona sinensis* buds in plastic green houses, the authors systematically studied the effective accumulated temperature of *Toona sinensis* germination. *Toona sinensis* buds germinated at the minimum critical temperature of 6°C . The effective accumulated temperature from dormancy to germination varied with the provenances, temperature and treatment methods of low temperature. There was no striking difference in the effective accumulated temperature of germination and in mean germination period between undormant shoots and dormant shoots, but germination ratio of undormant shoots was by far lower than that of dormant shoots. The function of combining tem-

porary planting and low temperature treatment could effectively promote earlier germination of dormant shoots and raise the germination ratio. The relevant cropping techniques in plastic green houses were put forward.

Key words: *Toona sinensis*; provenance; germination; dormancy; effective accumulated temperature; plastic green houses cropping; forest vegetable