

# 人参生态气候环境及种植地域适应性的研究

张其书 王 飒  
(吉林省气象科学研究所)

## 摘 要

人参对生态环境的适应性很广,有广阔的地域性。根据对主产区气候的分析,在构成人参生态气候条件的诸因子中,选择了种植高度、最热月温度、年降水量、年相对湿度、无霜期等五个主要因子。应用 Fuzzy (模糊)集理论对上述五个因子建立了隶属函数模型。用公式

$$\bar{\mu} = \sum_{j=1}^5 \mu_j(x) M_j$$

求出综合评价指数。把全省分成五个人参生态气候适宜程度不同的区域。

人参最适宜地带是靠近长白山主峰东西两侧400—900米的山丘地带,以及东至日本海间的朝鲜北部的咸镜南、北两道和两江道等地方。低纬度地区往往以提高种植高度来选择适宜的温度条件的地带种植。其上、下界高度的计算公式分别为:

$$H_1 = (16.3 - 0.255\phi) / 0.55$$

$$H_2 = (10.9 - 0.255\phi) / 0.55$$

人参 (*Panax ginseng*) 为五加科多年生宿根的药用植物。目前主要生产人参的国家有中国、朝鲜、日本和苏联。中国是人参应用与种植最早的国家。各国人参产区有我国吉林省的抚松、靖宇;北朝鲜的咸镜南、北两道和两江道,南朝鲜的京畿道,全罗北道;日本九州的长野、福岛、岛根三县;苏联远东的伯力。

从人参的种植范围来看,有广阔的地域性。南至北纬 26°52' 云南省丽江地区,北到北纬 49°31' 的苏联远东地区的伯力(哈巴罗夫斯克)均有种植。可见人参对生态环境适应弹性是较大的。因此,研究人参适宜的生态环境,尤其是生态气候环境,可为人参扩种、开辟新产区、提高人参产量与质量提供依据。避免盲目引种、扩种所造成的浪费和损失。

本文旨意通过收集的试验资料和产地的气候环境的分析,运用 Fuzzy (模糊)集理论,建立对气候因子的隶属程度的数学模型,定量地评价各地对人参生态气候要求的适宜程度。

## 一、人参主产地的生态气候环境

人参主要产区分布于亚洲大陆东部中高纬度的山林地带,从北纬 35° (日本岛根)至 42° (中国抚松)。南朝鲜与日本的主产区在北纬 40° 以南,北朝鲜与中国的主要产区在北纬 40° 以北<sup>(2)</sup>。前者属于南温带海洋性季风气候,后者属于中温带大陆性季风气候<sup>(3)</sup>。产区的气候特点是温和湿润。因受季风的影响,四季明显,夏季高温多雨,冬季较寒冷干燥。南朝鲜与日本的产区月平均温度最高在 8 月份,无霜期长,我国与北朝鲜产区月平均

温度最高在 7 月份,无霜期较短。这里绘出了人参主要栽培带中国东北,朝鲜半岛与日本列岛的年降水量(毫米)、最热月平均温度( $^{\circ}\text{C}$ )、年相对湿度(%),无霜期四个气象要素的等值线分布图<sup>[4,5]</sup>(图1—4)。

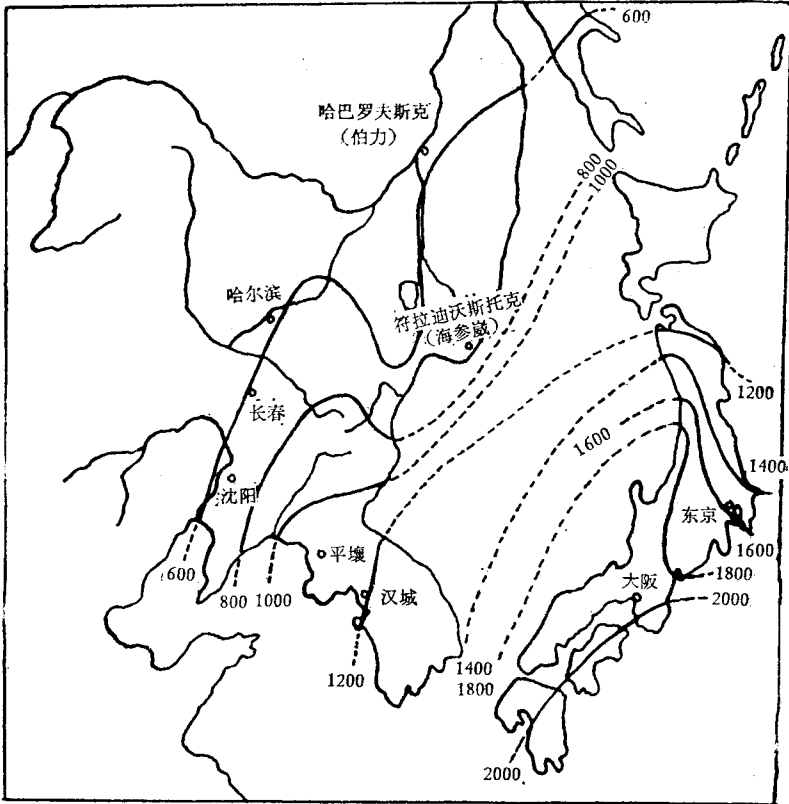


图 1 人参栽培带年降水量等值线分布图(毫米)

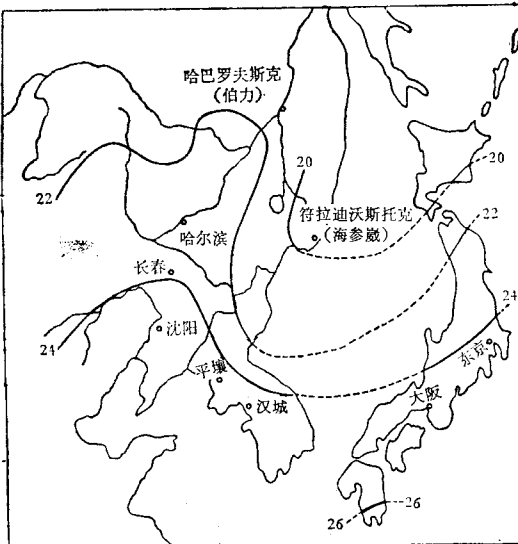


图 2 人参栽培带最热月平均温度等值线分布图( $^{\circ}\text{C}$ )

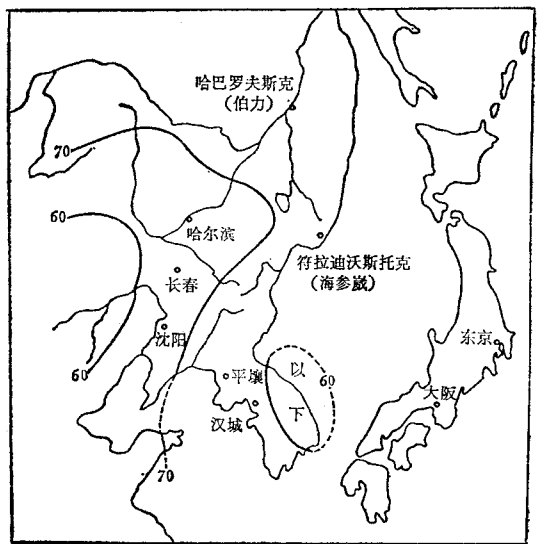


图 3 人参栽培带年相对湿度等值线分布图(%)

这里选择的四个气候因子, 包含人参生态环境所必需的水分与热量条件。光照强度可以用人工的方法(如各种遮阴棚)控制在人参所需求的范围内<sup>①</sup>。至于空气中二氧化碳的含量这方面的研究资料较少, 尚难得到较大地理范围内差异的数据, 故暂不作论述。

从图 1—4 可以看出, 人参主产区之间有一定的相似性, 也存在一定的差异。日本产区的长野、福岛、岛根与南朝鲜的锦山、汉城相似; 中国的通化与北朝鲜的咸镜南、北两道和两江道接近。近年来南、北朝鲜的高丽参称雄于国际人参市场, 售价高于我国吉林人参 3—4 倍, 是否他们种植人参的气候条件优于中国, 这是值得探讨的问题。下面我们选择对人参有影响的主要生态气候因子, 来研究人参产地的气候优劣。

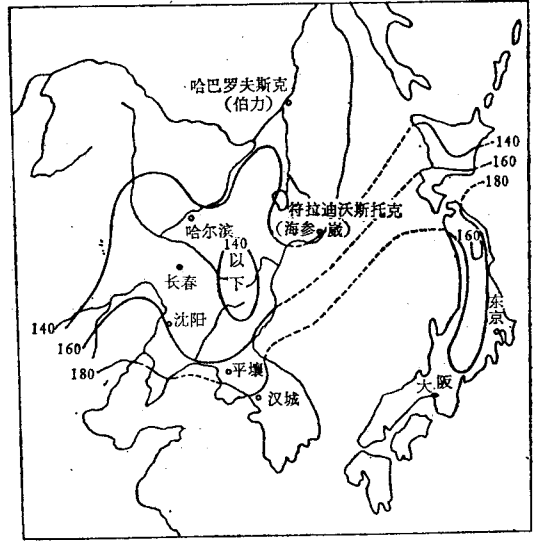


图 4 人参栽培带无霜期等值线分布图(天)

## 二、人参生态气候指标

人参对外界环境条件有一定的选择性。就生态气候条件而论, 日本有人认为人参适于在“高而干燥阴凉地方”生长, 这是人参对气候条件要求的定性的描绘。日本是地处太平洋中一个岛国, 一年四季均有充足的水汽输送, 年降水量在 1000 毫米以上, 列岛的南端可达 2000 毫米以上, 年空气相对湿度亦在 70% 以上。这对人参生长来讲显得过湿, 故所指的“干燥”应理解为我们所指的湿润气候。据我们经验可用“高而平, 湿润而阴凉, 无霜期长”来描述人参适宜的生态气候条件。高而平指种在地势较高的平岗地。

种植高度虽然是地理因子, 但随高度的升高, 生态环境也随之改变。尤其在温度较高的地区, 往往在一定的高度上才能获得一个适宜栽参的冷凉的气候环境。温度随高度上升 100 米降低  $0.6^{\circ}\text{C}$  左右。在高寒山地春秋两季冷暖空气交替的时候, 在一定的高度上存在一个温暖地带(也称逆温层), 是种植人参理想层结。我们在长白山中麓的尤岗山考察中, 发现在海拔 750—850 米有一逆温层, 温度最高在 750 米处。故较高纬度在逆温层地带种植人参可延长生育时期。

人参对水分的要求是既不能过湿又不能过于干燥, 整个生育期间要生活在排水良好, 水分适宜的地方。生育期间适宜的土壤湿度为 30—50%。土壤湿度难于作为气候鉴定指标。目前山区参地土壤水分仍靠大气降水供给。我们选择年降水量作为水分鉴定因子。日本的主要产区长野县是“日本屈指可数的干燥地带”, 年降水量 1000 毫米乃属过湿。中国主产区的代表点——东岗, 人参质量好, 产量高, 中外驰名。此点年降水量为 750 毫米。把 700—800 毫米作为最适宜的降水量。作为水分条件的另一个因子——空气相对湿度,

也是影响人参产量与质量的重要因素。它与人参茎叶增长量的相关系数为 0.92<sup>(12)</sup>。主产区的年相对湿度为 70% (东岗——67%, 抚松——69%, 集安——72%, 靖宇——73%)。因此我们把它也作为一个量度指标。

人参各生育期对温度的要求不同, 日平均气温稳定达到 10°C 时开始出苗, 12°C 以上展叶, 16°C 以上开花, 20°C 进入结果期。开花至结果是人参生长最旺盛时期, 适宜温度为 20—25°C。此期正值 7 月份(最热月)是参根迅速增重时期。如果日平均气温超过 25°C, 将会对人参生长有抑制作用, 影响人参产量和质量。

据研究, 在我国东北产区, 入秋以后人参在生育上进入枯萎期, 是由于气温降低受霜冻所致<sup>(9)</sup>, 而南朝鲜与日本产区一般都是自然枯萎。1982年我们在靖宇县西南岔公社的人参封闭大棚栽培试验的结果表明, 在没有霜冻的条件下, 枯萎期可延至10月7日。加上春季提前扣棚, 5月初苗可出齐。因此, 人参在温度条件保证下, 生育日数可达 155—165 天。无霜期的长短是影响人参枝头大小、产量高低的重要生态气候因子。

综上所述, 种植高度 700—800 米, 年降水量 700—800 毫米, 年相对湿度 70%, 最热月温度 20—21°C, 无霜期 155 天以上, 做为鉴定人参生态气候环境的指标。

### 三、用 Fuzzy (模糊) 集理论建立各指标的隶属函数模型

利用 Fuzzy 集理论<sup>(9)</sup>, 为综合评价人参生态气候环境开辟了一个新途径。我们认为对环境的“适应程度”就是一个模糊概念。二值逻辑论者把达到指标即认为“适应”, 否则为“不适应”, 把问题绝对化了。而模糊逻辑是按照人类本来的思维逻辑, 在“适应”与“不适应”之间不存在着许多“非适应”或“非不适应”的关系。这就需用隶属度来加以刻划。这种隶属程度既不是绝对的 0, 也不是绝对的 1, 它可以介于 0 与 1 之间。我们把上述五个生态气候要素指标分别建立了隶属函数模型。

#### (一) 种植高度 $H$ (米)

$$\mu(H) = \begin{cases} 0 & H < 20 \quad H > 900 \\ 2\left(\frac{H-20}{680}\right)^2 & 350 > H \geq 20 \\ 1 - 2\left(\frac{H-700}{700}\right)^2 & 350 \leq H < 700 \\ 1 & 700 \leq H \leq 800 \\ 1 - 2\left(\frac{H-800}{200}\right)^2 & 800 < H \leq 900 \end{cases}$$

$\mu(H)$  为种植高度的隶属函数, 其几何图形为  $\pi$  型。

#### (二) 年降水量 $R$ (毫米)

$$\mu(R) = \begin{cases} 0 & R > 1300 \quad R \leq 300 \\ e^{-\left(\frac{R-800}{330}\right)^2} & 300 < R \leq 1300 \end{cases}$$

$\mu(R)$  为年降水量的隶属函数, 其几何图形为正态型。

(三) 年空气相对湿度  $v(\%)$ 

$$\mu(v) = \begin{cases} e^{-\left(\frac{v-70}{20}\right)^2} & 100 > v \geq 40 \\ 0 & v < 40 \end{cases}$$

$\mu(v)$  为年空气相对湿度的隶属函数, 其几何图形也是正态型。

(四) 最热月平均温度  $T_G(^{\circ}\text{C})$ 

$$\mu(T_G) = \begin{cases} 0 & T_G \geq 27 \\ 1 - \frac{T_G - 21}{6} & 21 < T_G < 27 \\ 1 & 20 \leq T_G \leq 21 \\ -\frac{T_G - 16}{3.3} & 16 \leq T_G < 20 \end{cases}$$

$\mu(T_G)$  最热月平均气温的隶属函数, 其几何图形为  $\pi$  型。

(五) 无霜期  $d(\text{天})$ 

$$\mu(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 90 \\ \frac{1}{1 + 0.00073(d - 155)^2} & 90 < d < 155 \\ 1 & d \geq 155 \end{cases}$$

$\mu(d)$  为无霜期的隶属函数, 其几何图形为戒下型。

表 1 吉林省各地气象站五个要素的隶属函数值表

项 目	$\mu(H)$	$\mu(T_G)$	$\mu(r)$	$\mu(R)$	$\mu(d)$	$\bar{\mu}$	项 目	$\mu(H)$	$\mu(T_G)$	$\mu(r)$	$\mu(R)$	$\mu(d)$	$\bar{\mu}$
东 岗	1.0	1.0	0.98	0.99	0.50	0.92	榆 树	0.17	0.75	0.99	0.70	0.97	0.73
通 化	0.64	0.82	1.0	0.92	0.80	0.85	德 惠	0.12	0.68	0.96	0.53	0.82	0.64
辉 南	0.36	0.78	0.98	0.93	0.76	0.79	九 台	0.10	0.67	0.99	0.64	0.87	0.67
海 龙	0.44	0.80	1.0	0.96	0.84	0.83	双 阳	0.20	0.72	0.99	0.70	0.96	0.73
靖 宇	0.91	1.0	0.98	1.0	0.41	0.89	舒 兰	0.16	0.83	1.0	0.89	0.74	0.77
抚 松	0.70	0.87	1.0	1.0	0.69	0.88	蛟 河	0.28	0.87	0.99	0.97	0.69	0.80
柳 河	0.53	0.77	0.99	0.99	0.74	0.83	镇 来	0.06	0.63	0.74	0.21	0.99	0.52
集 安	0.10	0.82	1.0	0.72	1.0	0.75	大 安	0.06	0.62	0.85	0.28	0.99	0.55
长 白	1.0	1.0	1.0	0.97	0.44	0.91	洮 安	0.07	0.60	0.70	0.22	1.0	0.51
临 江	0.42	0.63	1.0	0.94	0.89	0.79	扶 余	0.06	0.65	0.88	0.31	1.0	0.58
长 春	0.20	0.68	0.94	0.72	0.96	0.71	前 旗	0.06	0.63	0.94	0.36	0.86	0.57
农 安	0.12	0.67	0.91	0.46	1.0	0.63	乾 安	0.07	0.63	0.82	0.30	1.0	0.56
吉 林	0.11	0.68	1.0	0.91	0.84	0.74	三岔河	0.14	0.73	0.98	0.55	0.92	0.68
桦 甸	0.26	0.78	0.99	1.0	0.77	0.80	通 榆	0.07	0.57	0.70	0.27	1.0	0.51
延 吉	0.11	0.98	0.96	0.48	0.77	0.69	长 岭	0.13	0.67	0.85	0.42	0.87	0.59
安 图	0.55	1.0	0.98	0.76	0.72	0.83	四 平	0.09	0.58	0.96	0.45	0.96	0.61
敦 化	0.87	1.0	1.0	0.78	0.56	0.86	怀 德	0.14	0.63	0.88	0.58	0.92	0.64
汪 清	0.21	1.0	0.99	0.63	0.79	0.76	双 辽	0.04	0.57	0.88	0.36	0.98	0.56
罗子沟	0.83	1.0	0.96	0.43	0.57	0.76	伊 通	0.22	0.73	0.99	0.67	0.83	0.71
明月镇	0.55	1.0	0.98	0.76	0.76	0.83	梨 树	0.08	0.65	0.88	0.67	1.0	0.67
琿 春	0.01	1.0	0.98	0.82	0.90	0.79	辽 源	0.24	0.66	0.96	0.81	0.83	0.72
龙 井	0.24	0.92	0.91	0.46	0.87	0.69	东 丰	0.46	0.82	1.0	0.89	0.57	0.78
和 龙	0.73	1.0	0.94	0.52	0.86	0.81							

表1中  $\mu(H)$  值是以气象站海拔高度值计算的。各地参场和参业队可根据所在地的海拔高度计算。

#### 四、吉林省人参生态气候适应性分区

评价一地的生态气候适应程度,我们采用综合评价指数,其数学式如下:

$$\bar{\mu} = \sum_{j=1}^5 \mu_j(x) M_j$$

其中  $\bar{\mu}$  为综合评价指数,  $\mu_j(x)$  为气候因素的隶属函数,  $M_j$  为权重。  $M_j$  的确定依据东北师范大学杨美华等人的研究<sup>[16]</sup>。

$$M_j = (0.15, 0.25, 0.20, 0.25, 0.15)$$

计算出全省各气象站的  $\bar{\mu}$  值,列于表1。并绘出吉林省综合评价指数( $\bar{\mu}$ )等值线分布图(图5)。从图5可以看出  $\bar{\mu}$  值的高值区在吉林省东部山岳地带,以东岗至长白一线为中心区,  $\bar{\mu} > 0.90$ 。此区为长白山天池的东南坡700米以上的山麓。从中心区向东北  $\bar{\mu}$  值逐渐降低,低值在白城至通杆一线,  $\bar{\mu} < 0.55$ 。此区夏季温度高,年降水量只有400多毫米,不利于人参种植。依据  $\bar{\mu}$  值将全省分为五个生态气候适应性区域:  $\bar{\mu} \geq 0.85$  为最适宜区;  $0.85-0.80$  为适宜区;  $0.80-0.70$  为较适宜区;  $0.70-0.60$  为较不适宜区;  $\bar{\mu} < 0.60$  为不适宜区(图6)。

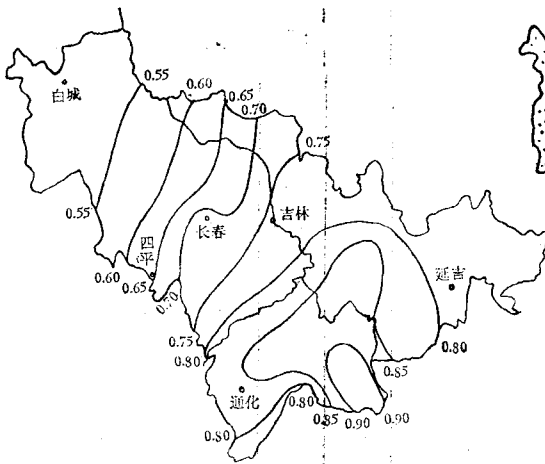


图5 吉林省人参生态气候综合评价指数( $\bar{\mu}$ )等值线分布图

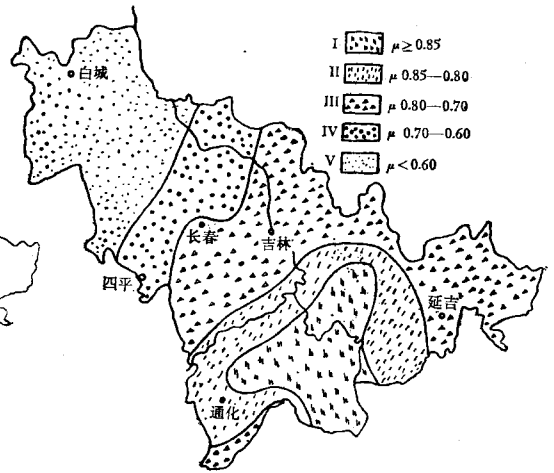


图6 吉林省人参生态适应性分区

**I 人参生态气候最适宜区** 它包括抚松、靖宇、长白、敦化和松江的一部份。此区位于长白山脉中麓的西、南侧,地势较高,大部在海拔400米以上。气候湿润、冷凉、水分充足。植被为针阔混交林带。土壤以山地暗棕色森林土与暗棕色森林土为主<sup>[10]</sup>。此区为吉林省很有前途的人参种植基地,如能提高种植技术、加工技艺,一定会培育出称雄世界的高档参。

**II 人参生态气候适宜区** 此区包括临江、集安、通化(县)、柳河、辉南、桦甸、蛟河等县。位于长白山脉的浅山地带,地势在300—400米,气候湿润、温凉、降水适中。植被以阔

叶林为主,土壤为暗棕色森林土。此区以农耕地为主,可发展农、参轮作,适当地发展参业。

**Ⅲ 人参生态气候适宜区** 包括长春地区的东部、吉林地区、延边地区和集安的岭南。此区地势较低,海拔200—300米,多丘陵,植被森林向草原过渡带,最热月气温较高,降水不足。土壤为暗棕色森林土,草甸白浆土。此区面积较大,种参有一定潜力。为弥补水分的不足可采用透光透雨的双透棚式。

**Ⅳ、Ⅴ 人参生态气候较不适宜区和不宜区** 此两区包括四平、长春地区的西部与白城地区。地势平坦,海拔100多米。植被为森林草原和草原。土壤以黑钙土与盐碱土为主,气候干燥,夏季酷热。不适人参种植。主要缺水与夏季高温影响人参生育。位于Ⅳ区的农安三盛玉参场采用人工灌溉,取得一些在此区种参的经验。属于Ⅴ区的白城也有人参种植。

## 五、讨 论

(一)人参作为一种出口商品,在国际市场上竞争很激烈。中国人参投入香港国际人参市场总量虽然居于世界首位,但价格却比朝鲜的高丽参与日本的东洋参低得多。就其人参生态气候条件来看,中国主要产区的抚松、靖宇并不劣于朝鲜和日本。表2列出了各国主要产区代表点的 $\bar{\mu}$ 值。

表2 各地隶属函数与 $\bar{\mu}$ 值表

地区	项目	$\mu(H)$	$\mu(T_{\sigma})$	$\mu(r)$	$\mu(R)$	$\mu(d)$	$\bar{\mu}$
日本	长野	0.87	0.37	0.91	0.70	1.0	0.73
朝鲜	平壤	0.01	0.43	0.99	0.87	1.0	0.67
	城津	0.01	0.85	0.99	0.91	1.0	0.79
南朝鲜	汉城	0.01	0.52	0.99	0.13	1.0	0.51
中国	靖宇	0.91	1.0	0.98	1.0	0.41	0.89
	东岗	1.0	1.0	0.98	0.99	0.36	0.90

从表2可以看出中国产区的 $\bar{\mu}$ 值最高。北纬40°以北的高山冷凉地带、温度和水分条件适宜人参的生长。中纬度地带的南朝鲜和日本人参产区生育期长是其优越条件,而夏季高温与过湿又影响人参的生长。总之,中国的长白山地带的参区应能培育出世界上质量最高的人参。

(二)种植高度是一个很重要的人参生态因子,在综合生态气候环境中起到一个调节作用。它能调节人参需要温度的上、

下限,使最热月温度调节在23.4°C以下。不同纬度的适种人参高度是不同的,可由下面公式计算。

$$H_1 = (10.9 - 0.255\phi) / 0.55$$

$$H_2 = (16.3 - 0.255\phi) / 0.55$$

式中 $H_1$ 、 $H_2$ 为适宜种植人参的海拔高度的上限和下限, $\phi$ 为纬度。此公式适用于北纬39—50度。0.55为温度递减率(以长白山区各高度的气象站气温资料计算的)。因递减率的单位为°C/100米,故计算出来的 $H$ 值应乘以100。例42°N计算出上限为1016米,下限为34.5米。

## 参 考 文 献

- (1) 孟庆文, 1982: 我国古代人参的应用与栽培初探. 特产科学实验, 2 期.  
 (2) 张享元, 1981: 关于中国人参和美国人参栽培带及其发展可能地域的探讨. 特产科学实验, 1 期.  
 (3) 吉林师范大学地理系等编, 1979: 世界自然地理. 人民出版社.  
 (4) 仓嶋厚等, 1964: アジアの气候. 世界气候志, 第一卷.  
 (5) 中央气象局研究所, 1973: 苏联气候图集.  
 (6) 邢云章等, 1981: 人参各生育期生长动态的研究. 东北师范大学学报.  
 (7) 张其书等, 1982: 人参单透棚光环境的分析. 特产科学实验, 4 期.  
 (8) 刘蕴薰等, 1981: 长白山人参栽培气候条件的初步分析. 长白山地理系统论文集, 第一集(1956—1981).  
 (9) Zadeh, L. A., 1965: Fuzzy Sets Information and Control.  
 (10) 吉林省农业地理. 吉林人民出版社, 1979 年.

## RESEARCH ON THE ENVIRONMENT OF ECOLOGICAL CLIMATE AND ADAPTABILITY TO CULTIVATED REGION IN GINSENG

Zhang Qishu Wang Sa

(Meteorological Research Institute, Jilin Province)

### Abstract

Ginseng has wide range adaptability to ecological environment and vast distribution. Through analysing the conditions of the main producing area of ginseng, we chose several factors from a lot of factors of ecological climate conditions as follows:

1. Height above sea level;
2. Temperature in the hottest month;
3. Annual rainfall;
4. Relative humidity;
5. Frost-free season.

Five dependent functions of the above factors were established by fuzzy set theory. A formula:

$$\bar{\mu} = \sum_{j=1}^5 \mu_j(x) M_j$$

is suggested for calculating the integrated evaluation index. Five regions of ginseng ecological climate in Jilin Province were classified. Authors consider: the most adaptable region for ginseng cultivation is near the east and west sides of the main peak of Changbai Mountains (at height above sea level 400—900m) and it can also be planted from east till Xian Jing Nan Dao, Xian Jing Bei Dao, Liang Jiang Dao of north of Korean. In the region of low latitude, it is usual to raise the height above sea level of ginseng plantation in order to suit with temperature. The formulas for the height of upper and lower limit are given as:

$$H_1 = (16.3 - 0.255\phi) / 0.55,$$

$$H_2 = (10.9 - 0.255\phi) / 0.55.$$