

西洋参高产优质 栽培环境调控技术研究

XIYANGSHEN GAOCHAN YOUZHI ZAIPEI HUANJING TIAOKONG JISHU YANJIU

——以皖西山区为例

蒋跃林 蔡荟梅 宛志沪 等◎著



气象出版社
China Meteorological Press

西洋参高产优质栽培 环境调控技术研究

——以皖西山区为例

蒋跃林 蔡荟梅 宛志沪 朱仁斌 著
李万莲 陈庭甫 陶红军 杨书运

内容简介

皖西山区引种栽培西洋参已有三十年的历程,是我国西洋参栽培纬度较低的产地之一,西洋参栽培环境调控技术是优质高产的关键。本书是作者多年研究皖西山区西洋参高产优质栽培环境调控技术的成果。全书分四章,从气候环境因子与西洋参生长及品质关系分析入手,论述了不同棚式、不同遮阴材料、海拔高度的参园小气候效应,及其对西洋参生理特征的影响与调控技术。同时,论述了皖西高寒山区林下西洋参种植的关键技术。为西洋参产业可持续发展提供技术支撑。

本书可供农林、气象、环境、生态等方面的科研、教学、生产管理部门有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

西洋参高产优质栽培环境调控技术研究——以皖西山区为例/蒋跃林等著. —北京:气象出版社, 2016. 12

ISBN978-7-5029-6487-0

I. ①西… II. ①蒋… III. ①西洋参-高产栽培-栽培技术-研究-安徽 IV. ①S567. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 283536 号

西洋参高产优质栽培环境调控技术研究——以皖西山区为例

出版发行:气象出版社

地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081

电话:010-68407112 (总编室) 010-68409198 (发行部)

网址: <http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:王元庆

终审:邵俊年

责任校对:王丽梅

责任技编:赵相宁

封面设计:博雅思

印刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

开本:889 mm×1194 mm 1/32

印张:3

字数:84 千字

版次:2016 年 12 月第 1 版

印次:2016 年 12 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

西洋参 (*Panax quinquefolium* L.) 食用部分为五加科人参属西洋参的干燥根, 原产加拿大蒙特利尔、魁北克省和美国康斯威星州, 在北美湿润的温带森林气候条件下, 形成了喜阴凉湿润的生态特性。20 世纪 80 年代中国引种成功后, 成为西洋参第一大消费国、销售国, 世界第二大生产国和世界三大主产地之一。西洋参由原产地引种到我国以后, 其气候生态条件与原产地存在很大差异, 这种差异对西洋参的生产和质量均产生了一定影响。因此, 深入研究引种地的气候生态环境特点, 提出西洋参优质高产的气候环境调控关键技术, 为西洋参产业可持续发展提高技术支撑, 具有十分重要的理论与生产实践意义。

目前, 国内外学者对西洋参有效成分与气候生态因子的关系研究尚处于单因素水平, 大多只是局限于小范围的模拟试验, 关于多个气候生态因子对西洋参有效成分的综合影响尚未见报道。鉴于此, 本书利用西洋参主产地有效成分含量与当地的气候因子资料, 系统地分析了西洋参有效成分含量与其相应的气候因子之间的关系; 并从其相互关系的角度, 进行了我国西洋参内在品质的气候生态区划, 可为寻找优质西洋参的栽培环境条件提供一定的理论依据。

安徽省自 1986 年在海拔 800m 以上的高寒山区, 依据生态相似型原理引种西洋参, 试验研究证明: 皖西大别山区在一定海拔高度上, 利用山区垂直气候特征, 以及林下局地小气候条件, 可在山地的缓坡及林下发展西洋参生产, 经济效益显著, 西洋参生产逐渐成为山区农民脱贫致富的一条有效途径, 大量的质量评价也证明皖西山区引种的西洋参品质质量并不亚于北美西洋参。1992 年以来的丰产优质栽培实践及理论研究, 为西洋参在亚热带北缘山区的推广种植积累了相当丰富的经验, 但由于栽培调控技

术的不配套，产量不均衡问题突出，部分高产园鲜参单产可达 $2.0\text{kg}/\text{m}^2$ 以上，而中低产园仅有 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ 左右，相差悬殊，而这种差异主要是西洋参的生理生态特性与生态环境之间相互作用的结果。目前不同学者对西洋参生理生态特性的研究多偏重光生理的研究，比较单一，所提出的生理生态指标及参园调控措施，因地区间生态条件的差异，对指导安徽省西洋参的生产实践有一定的局限性。

本书在前人研究的基础上，深入、系统地研究了参园不同环境条件对西洋参光生理、水分生理、产量、质量的影响，研究适宜本区的参园调控技术，为本区西洋参生产布局及进一步提高中低产园西洋参单位面积产量和质量提供科学依据。另外，以皖西山区西洋参产地为例，分析西洋参有效成分含量与栽培海拔高度的关系，找出皖西山区栽培优质西洋参的理想高度范围，为低纬度高海拔山区栽培西洋参如何合理布点提供参考。另一方面，系统分析皖西山区林下西洋参栽培关键技术和环境条件，为西洋参产业可持续发展提供了新的发展方向。可为寻找优质西洋参的栽培条件以及引种西洋参品质区划提供一定的理论依据，为进一步扩大我国西洋参栽培面积，节约大量外汇，振兴农村经济具有重大意义。

著 者

2016 年 10 年于

安徽农业大学

目 录

前言

第 1 章	西洋参有效成分与气候生态因子的关系	(1)
1.1	气候因子对西洋参总皂甙含量的影响	(1)
1.2	气候因子对西洋参氨基酸含量的影响	(2)
1.3	气候因子对西洋参三种浸出物含量的影响	(4)
1.4	影响中国西洋参内在品质的气候生态区划	(5)
1.5	海拔高度对皖西山区栽培西洋参有效成分含量的影响	(6)
第 2 章	参园小气候效应及调控技术的研究	(12)
2.1	参园环境特征分析	(12)
2.2	西洋参生长势、生理生态特性的研究	(17)
2.3	参园小气候条件对参根产量及有效成分含量的影响	(30)
2.4	高产优质参园小气候调控措施	(34)
第 3 章	单、双透棚小气候效应及对西洋参生长影响	(38)
3.1	不同参棚内温度、湿度的变化规律	(38)
3.2	不同参棚对西洋参生长状况的影响	(50)
3.3	不同参棚对西洋参光合生理特性的影响	(54)
3.4	不同参棚西洋参光合生理指标与小气候因子相关性分析	(67)
3.5	不同参棚西洋参产量和品质分析	(75)
第 4 章	皖西高寒山区林下西洋参种植关键技术	(81)
4.1	西洋参林下种植的窄畦高畦育苗技术	(81)
4.2	西洋参林下种植的壮苗带菌肥落地技术	(82)
4.3	皖西山区林下西洋参种植海拔高度的选择	(83)
4.4	皖西山区林下西洋参种植合理森林郁闭度的	

选择	(84)
4.5 皖西山区林下西洋参栽培合理坡度的确定	(85)
4.6 皖西高寒山区西洋参林下种植技术推广对当地 社会经济发展和科技进步的意义	(86)
参考文献	(88)

第 1 章 西洋参有效成分与气候生态因子的关系

我国引种栽培西洋参只有 40 年的历史。原产地的生态条件使西洋参在系统发育的过程中,形成了喜温凉湿润的生态特性。目前西洋参在我国已形成了五大产区,由于不同产区生态环境的差异,必然影响西洋参有效成分的积累。本章利用国产西洋参的不同产区有效成分含量与相应地区的气候因子进行综合分析,探究西洋参有效成分含量与气候条件的关系。并对我国引种区西洋参品质地域分布及皖西山区优质西洋参栽培的海拔高度进行系统研究。

1.1 气候因子对西洋参总皂甙含量的影响

1.1.1 西洋参总皂甙含量与气候因子的相关分析

为探索西洋参总皂甙含量与气候因子的关系,将各主产地西洋参生育期内的气候因子——包括西洋参生长的实效积温、生育期长短、气温日较差、15cm 地温、降水量、相对湿度、日照时数平均值分别统计,对这些因子与西洋参总皂甙含量的关系进行相关分析并经微机筛选(表 1.1),结果表明:温度和日照因子与西洋参总皂甙含量正相关极显著,是影响其含量的主要气候因子,其次是降水。

表 1.1 西洋参生育期内气候因子与总皂甙含量 (%) 之相关

气候因子	类型	a	b	c	R	α	n
实效积温	$y=a+bx$	-0.202	0.003	—	0.8654	0.001	18
生育期长短	$y=ax^2+bx+c$	-0.012	0.0002	4.173	0.8541	0.001	18
15cm 地温	$y=a+bx$	-0.626	0.340	—	0.8169	0.001	18
气温日较差	$y=a+bx$	12.303	-0.542	—	-0.7223	0.01	18
降水量	$y=a+bx$	4.046	0.004	—	0.5531	0.02	18
日照时数	$y=a+bx$	1.763	0.004	—	0.6582	0.01	18

注:临界值: $R_{0.001}=0.7084$, $R_{0.01}=0.5897$, $R_{0.02}=0.5425$

1.1.2 影响西洋参总皂甙含量主导气候因子筛选

由以上分析可知,影响西洋参总皂甙含量的气候因子较多,为满足“最优回归”要求,采用逐步回归的方法,进行因子筛选,保留对西洋参总皂甙含量影响较大的因子,而剔除对其影响较小的因子。以全国各主产区西洋参总皂甙含量作因变量(Y),以上述西洋参生育期内七个主要气候因子作自变量,进行逐步回归分析,建立如下的逐步回归方程式:

$$Y=0.3412+0.0011x_1-0.2765x_4+0.0027x_5+0.0451x_7$$

$$(F=38.96>F_{0.01}=5.74; R=0.959^{**})$$

以上方程说明:西洋参生育期内的日照时数、实效积温、平均气温日较差以及平均相对湿度这四个气候因子的组合搭配对西洋参总皂甙含量的影响较大,表明日照时数延长、实效积温增加以及较高的相对湿度有利于西洋参皂甙的合成与积累;而总皂甙含量与气温日较差呈负相关,以上四个因子的组合较好地反映了气候因子对西洋参总皂甙含量的综合影响。

1.2 气候因子对西洋参氨基酸含量的影响

1.2.1 西洋参氨基酸含量与气候因子的相关分析

全国各产区西洋参氨基酸含量与总皂甙含量呈明显的负相关($R=-0.8411$) (图 1.1),我国东北产西洋参总氨基酸含量普遍较高,大多在 6.00%以上;而总皂甙含量却较低;往南部的华北、华东、华南所产西洋参总氨基酸含量有所降低,但总皂甙含量却有逐渐升高的趋势。西洋参总皂甙的含量与总氨基酸含量呈显著负相关关系。因此,气候因子对西洋参总皂甙和氨基酸的作用相反。

气候因子与西洋参氨基酸含量的关系,经微机筛选模拟列于表 1.2。由此可知,西洋参氨基酸含量与温度和日照时数的关系最密切,其次是降水,而且均呈显著负相关关系,进一步分析表明,气候因子对西洋参皂甙含量和氨基酸含量的作用相反;而平均气温日较差($R=0.2397$)和空气相对湿度($R=0.1741$)则相关不显著。

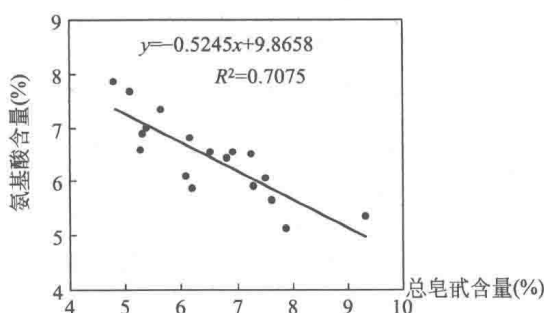


图 1.1 西洋参氨基酸含量与总皂甙含量的关系

表 1.2 西洋参氨基酸含量与气候因子之相关

气候因子	类型	a	b	c	R	α	n
实效积温	$y = ax + b$	-0.002	10.775	—	-0.8938	0.001	18
生长期	$y = ax^2 + bx + c$	0.0002	-0.088	15.466	-0.7632	0.001	18
15cm 地温	$y = ax + b$	-0.220	11.012	—	-0.7213	0.001	18
降水量	$y = ax + b$	-0.002	8.072	—	-0.5828	0.02	18
日照时数	$y = ax^2 + bx + c$	3×10^6	-0.010	—	-0.6448	0.01	18

注：临界值： $R_{0.001} = 0.7084$ ， $R_{0.01} = 0.5897$ ， $R_{0.02} = 0.5425$

1.2.2 影响西洋参氨基酸含量的主导气候因子筛选

根据西洋参氨基酸含量的实测值，采取逐步回归，从可能影响其含量的诸多气候因子中挑选出对西洋参氨基酸含量影响较大的气候因子，建立氨基酸含量与西洋参生育期内的气候因子之间的最优回归方程如下：

$$Y = 10.4921 - 0.0015X_1$$

$$(F = 54.92 > F_{0.01} = 8.53; R = 0.880^{**})$$

以上方程表明：实效积温的大小是影响西洋参氨基酸含量的主要气候因子。经过筛选的结果，用西洋参氨基酸含量与生育期内的实效积温的一元回归方程就可以反映气候因子对西洋参氨基酸含量的综合影响。西洋参氨基酸含量与实效积温呈极显著负相关（图 1.2），从北到南，随着实效积温的增加，氨基酸含量的下

降率为每 $100^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ 约下降 0.15% 。

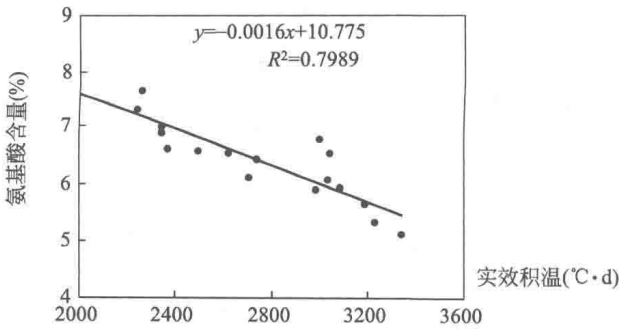


图 1.2 氨基酸含量与实效积温的关系

1.3 气候因子对西洋参三种浸出物含量的影响

西洋参浸出物通常包括醚溶性浸出物、醇溶性浸出物和水溶性浸出物三种。这三种浸出物都是存在多种化学成分的复杂混合物。这些混合的成分与气候因子的关系也较复杂，若用常规的多元回归、典型相关分析等传统的统计方法来分析，难以找到其主要的影 响因子，故采用灰色关联度分析方法来分析气候因子对三种浸出物含量的影响大小。

本节分别以全国 11 个主产区实测的三种浸出物含量数据做参考序列 $x_0(k)$ ，以西洋参生育期内的七个主要气候因子分别作为比较序列 $x_1(k)$ 、 $x_2(k)$ 、 $x_3(k)$ 、 $x_4(k)$ 、 $x_5(k)$ 、 $x_6(k)$ 、 $x_7(k)$ ，首先对原始数据作初值化处理，算出 $x_i(k)$ 与 $x_0(k)$ 的差值绝对值，求出三种浸出物含量的关联系数，再分别算出各气候因子的关联度，如表 1.3 所列。

由此可见，影响西洋参醚溶性浸出物含量的主要气候因子是：15cm 地温 ($r_3=0.830$)、气温日较差 ($r_7=0.810$)，其次是日照时数 ($r_6=0.787$)、实效积温 ($r_1=0.772$)；影响西洋参醇溶性浸出物含量的主要气候因子是：气温日较差 ($r_7=0.792$) 和日照时

数 ($r_6=0.748$), 其次是 15cm 根际地温 ($r_3=0.735$) 和实效积温 ($r_1=0.720$); 影响西洋参水溶性浸出物含量的主要气候因子是: 气温日较差 ($r_7=0.863$) 和日照时数 ($r_6=0.834$); 其次是 15cm 地温 ($r_3=0.786$) 和平均相对湿度 ($r_5=0.770$)。综上所述, 在影响西洋参三种浸出物含量的七个气候因子中, 平均气温日较差和日照时数是三者共同的主要影响因子, 可见在西洋参生育期内气温日较差和日照时数对其总体成分的含量影响较大。

表 1.3 气候因子对三种浸出物含量的关联度

气候因子	醚溶性浸出物	醇溶性浸出物	水溶性浸出物
实效积温	0.772	0.720	0.751
生育期	0.749	0.711	0.757
15cm 地温	0.830	0.735	0.786
降水量	0.616	0.595	0.566
平均相对湿度	0.755	0.650	0.770
日照时数	0.787	0.748	0.834
气温日较差	0.810	0.792	0.863

1.4 影响中国西洋参内在品质的气候生态区划

根据以上的分析可知, 在影响西洋参各种有效成分的气候生态因子中, 生育期内的实效积温、气温日较差以及日照时数是主要的影响因子。另外, 降水量与西洋参总皂甙、氨基酸的含量相关显著, 故同时考虑降水量, 以这四个气候因子作为气候生态区划指标, 进行系统聚类分析。将中国西洋参内在品质的气候生态类型划分为如下五类:

(I) 低温、低湿、多日照型: 位于以哈尔滨、长春为中心的东北平原, 主要利用农田种植西洋参, 属中温带湿润和半湿润

气候。

(Ⅱ) 低温、高湿、寡日照型：位于北纬 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之间，主要包括长白山地的桦甸、通化、靖宇、集安等，主要利用低山林地、荒地种植西洋参，种植的海拔高度在 $200\sim 800\text{m}$ ，属中温带湿润和半湿润气候。

(Ⅲ) 中温、高湿、寡日照型：位于北纬 $32^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 之间，主要包括陕西的留坝、汉中、陇县等地，西洋参主要种植在秦巴山区的山地农田，海拔高度在 $660\sim 1800\text{m}$ 。该区虽包括在北亚热带气候区，但气候特征则属于暖温带湿润型。

(Ⅳ) 高温、低湿、多日照型：位于北纬 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，主要包括北京的怀柔、山东的胶东、河北的涿州、定县以及河南郑州等，主要利用平原的农田种植西洋参，栽培的海拔高度在 200m 以下，属暖温带湿润和半湿润气候区。

(Ⅴ) 高温、高湿、多日照型：位于低纬度高海拔山区，包括江西庐山、吉安、福建的戴云山以及浙江的嵊州市、天台和安徽的金寨等，主要利用高山小气候条件种植西洋参。

1.5 海拔高度对皖西山区栽培西洋参有效成分含量的影响

1.5.1 不同海拔高度西洋参样品香味、口感程度的比较

由表 1.4 可知，不同海拔高度所产西洋参香味存在较大差异，其中在海拔 $600\sim 900\text{m}$ 香味较浓，在 $500\sim 600\text{m}$ 以及在 $900\sim 1200\text{m}$ 偏淡，这说明随着海拔高度的变化，西洋参含有的香气成分有所变化，特别是挥发油含量有很大差异。另外，随着海拔高度的增加，甜味有逐渐加重的趋势，这表明其中所含的糖类成分（特别是可溶性糖）含量有所增加，这一点与测定结果相一致；苦味在海拔 $700\sim 900\text{m}$ 较重，在海拔 $500\sim 700\text{m}$ 以及 $900\sim 1200\text{m}$ 较轻。一般来说，西洋参皂甙为具有苦而辛辣味的无色无定形粉末，苦味程度的变化反映了人参皂甙含量的变化，且与测定的结果相一致。

表 1.4 不同海拔高度西洋参香味、口感程度比较

采集地点	海拔高度(m)	香味	口感
果子园	530	淡	稍甜
张畈	600	淡	略甜
场部	700	稍浓	略苦
千坪	740	较浓	淡苦—微甜
千坪	780	浓	淡苦—略甜
东高山	830	浓	较苦
金岭	880	浓	味苦
百丈崖	930	较淡	甜、微苦
岭头	1160	淡	味甜

1.5.2 海拔高度对西洋参折干率的影响

折干率的大小反映了不同海拔高度西洋参干物质成分积累量的差异。皖西山区不同海拔高度所产西洋参折干率均比较高,都在36%以上,但随海拔高度的变化,西洋参折干率的大小仍有一定的差异。其中在海拔530~850m,西洋参折干率随海拔高度的增加而呈上升趋势,由37.68%增大到40.00%,平均每100m约增加0.77%;在850~1200m,折干率随海拔高度的增加而减小较快,平均每100m约下降0.91%。

在皖西山区,各海拔高度雨量充沛,年平均降雨量均在1400mm以上,7月、8月份干燥度在0.6以下,气候湿润,与西洋参原产地的雨量分布状况非常近似;另外,选择合适的地形,通过人工遮阴栽培措施,光照条件均能满足西洋参的生长;但西洋参不耐高温,在皖西山区热量条件随海拔高度的垂直变化较大,其变化趋势与西洋参折干率的变化趋势相一致,在海拔较低的530~700m范围内,随着海拔高度的增加,由于 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的危害积温减少,西洋参生长的实效积温增加;而在海拔700m以上时,危害积温值为0,西洋参生长的实效积温与 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年活动积温值相等。因此,在此海拔高度之上,西洋参生长的实效积温随 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温的下降而下降。经相关分析,不同海拔高度的实效积温与其相应成品西洋参的折干率呈显著正相关($R=0.8372$),

这表明在皖西山区，实效积温是影响西洋参折干率大小的主要气候生态因子。另外，实效积温受山区地形及坡向的影响较大，海拔 930m 附近的百丈崖由于西洋参种植在北坡，实效积温低，西洋参折干率下降也较快，因此，在海拔 900~1200m 内，西洋参以种植在东南坡、西南坡为好，有利于提高西洋参生长所需的实效积温。

1.5.3 海拔高度对西洋参总皂甙含量的影响

经相关分析，不同海拔高度西洋参总皂甙含量与相应的年日照时数呈显著正相关 ($R=0.7352$)。可见，日照时数的差异是影响各海拔高度上西洋参总皂甙含量的主要因子。在皖西山区，日照时数随海拔高度的变化，主要受云雾状况以及地形的影响；春冬雾日较少，其雾日主要集中在西洋参生长季的 5—10 月，从而影响到西洋参生长的实际日照时间。其中，在海拔 530~900m 范围内，云雾日数少，年日照时数随海拔高度逐渐增加，总皂甙含量也随之呈线性增加趋势，由 6.75% 上升到最大值的 8.72%，平均每 100m 约增加 0.67%。而在海拔 900~1000m 范围内，由于形成了强云雾带，云雾日数显著增多，年日照时数大为减少，西洋参总皂甙含量也随之下降较快，最小值为 5.93%，平均每 100m 约下降 1.38%，而到海拔 1000m 以上，云雾日数少，年日照时数又显著增多，至领头 1160m，总皂甙含量高达 8.60%。由此可见，在皖西山区，优质西洋参的形成必须要有足够长的日照时间，在山区多云雾以及地形遮蔽作用大的地段均不利于优质西洋参的形成。

1.5.4 海拔高度对西洋参糖含量的影响

在皖西山区不同海拔高度所产西洋参总糖含量均在 66.00% 以上。随着海拔高度的增加，总糖含量呈线性增加趋势，其含量最高在 1160m 左右，高达 73.25%；最低在栽培下限 530m 处，为 66.88%，相差 6.37%，平均每 100m 约增加 0.91%。还原糖含量变化趋势与总糖相一致（图 1.3），且线性增加更快，平均每 100m 约增加 1.39%，其含量最大差值为 9.72%，可见海拔高度对西洋参还原糖含量影响更大。在皖西山区，西洋参大多栽培在山间盆

地,随着海拔高度的增加,白天太阳辐射强度大,地表增温快,西洋参光合作用强,积累的光合产物多;而夜晚冷空气下沉到谷地,地表温度下降快,西洋参呼吸作用减弱,消耗光合产物少,因而积累的净光合产物随海拔高度的增加而增加。将不同高度西洋参总糖、还原糖含量与4—9月15cm平均地温作相关分析,二者均呈显著负相关,相关系数分别为 -0.9431 和 -0.9799 ,说明根际地温降低,有利于西洋参根糖的合成与积累。

西洋参粗淀粉含量变化范围在 $60.00\% \sim 66.00\%$,在海拔 $530 \sim 800\text{m}$ 粗淀粉含量逐渐增加,在 800m 以上粗淀粉含量下降较快,其中粗淀粉含量最高在海拔 780m 左右,为 65.25% ,最低在 1160m ,为 60.09% (图1.4)。粗淀粉含量随海拔高度的这种变化趋势与折干率的变化趋势相一致,表明西洋参折干率的大小与其淀粉含量有关,二者呈正相关($R=0.5957$);粗淀粉含量也与生育期内实效积温呈显著正相关($R=0.9114$)。

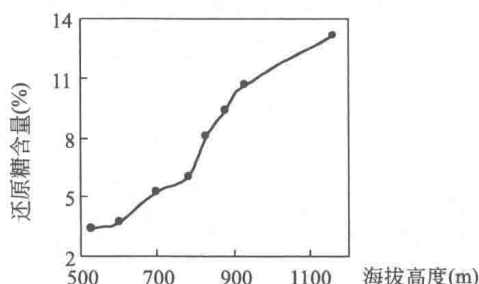


图 1.3 还原糖含量与海拔高度的关系

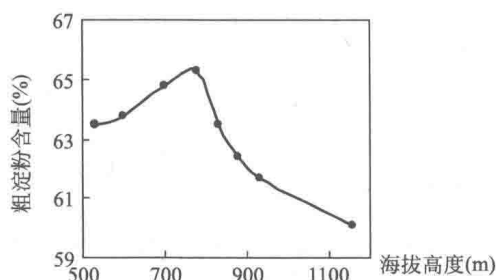


图 1.4 粗淀粉含量与海拔高度的关系

1.5.5 海拔高度对西洋参氨基酸含量的影响

皖西山区所产西洋参均含有 17 种以上的氨基酸, 各种氨基酸之间含量差别较大, 其中以精氨酸含量最高, 谷氨酸、天门冬氨酸含量次之, 以蛋氨酸、组氨酸、半胱氨酸含量最低 (表 1.5)。不同高度西洋参对应的单体氨基酸含量也存在一定的差异, 尤以 Arg 含量差异最大, 最小值仅 0.936g/100g, 而最大值达 2.027g/100g, 二者相差 1.091g/100g; 海拔高度对西洋参氨基酸组成没有影响 (表 1.5), 只是影响其含量。另外, 其总氨基酸含量与总皂甙含量呈明显的负相关 (图 1.5)。在海拔 530~800m 范围内, 总氨基酸含量由 6.768% 下降到 5.168%, 而总皂甙含量在此范围内呈增加趋势; 在海拔 900~1000m 的云雾带, 总氨基酸含量达最高值的 7.970%, 但总皂甙含量是低值区, 而在岭头 (1160m) 处, 总氨基酸含量下降到最低值的 5.005%。二者的这种负相关关系与有关文献的测定结果相一致。

表 1.5 不同海拔高度西洋参氨基酸含量比较 (g/100g)

编号	氨基酸	海 拔								
		530m	600m	700m	740m	780m	830m	880m	930m	1160m
1	天门冬氨酸	0.677	0.764	0.727	0.619	0.545	0.892	0.936	0.739	0.472
2	苏氨酸	0.254	0.269	0.287	0.220	0.214	0.312	0.336	0.297	0.187
3	丝氨酸	0.207	0.220	0.230	0.181	0.188	0.245	0.274	0.237	0.157
4	谷氨酸	0.987	0.836	0.877	0.938	0.874	1.269	1.193	0.905	0.635
5	甘氨酸	0.169	0.189	0.192	0.151	0.176	0.217	0.228	0.194	0.151
6	丙氨酸	0.394	0.520	0.392	0.308	0.302	0.201	0.544	0.474	0.213
7	胱氨酸	0.033	0.118	0.077	0.105	0.103	0.033	0.136	0.081	0.112
8	缬氨酸	0.260	0.263	0.283	0.249	0.266	0.315	0.338	0.299	0.235
9	甲硫氨酸	0.061	0.065	0.077	0.051	0.051	0.063	0.076	0.067	0.023
10	异亮氨酸	0.221	0.235	0.240	0.209	0.227	0.274	0.309	0.250	0.204
11	亮氨酸	0.433	0.440	0.517	0.401	0.410	0.539	0.599	0.512	0.332
12	酪氨酸	0.197	0.223	0.222	0.185	0.178	0.238	0.250	0.230	0.161
13	苯丙氨酸	0.295	0.307	0.344	0.272	0.242	0.349	0.403	0.334	0.194
14	赖氨酸	0.286	0.290	0.334	0.255	0.259	0.350	0.376	0.335	0.224
15	组氨酸	0.117	0.119	0.116	0.082	0.067	0.138	0.151	0.117	0.047
16	精氨酸	2.027	1.326	1.220	1.318	0.936	1.241	1.627	1.752	1.569
17	脯氨酸	0.150	0.177	0.166	0.143	0.129	0.171	0.194	0.158	0.095
	总氨基酸	6.768	6.361	6.301	5.687	5.168	6.846	7.970	6.984	5.005