

云南省楚雄彝族自治州

烤烟与气候

主编 贺升华 副主编 张凤金 吴嘉征 王福安
云南省烟草楚雄州公司 楚雄彝族自治州气象局



气象出版社

开发气候资源
发展清洁能源

邹竞蒙
1990.1.1.

中国气象局局长、世界气象组织主席邹竞蒙题词

编写人员名单

顾问：刘 琨（云南省烟草楚雄州公司经理、专卖局局长、楚雄卷烟厂厂长、党委副书记）

李自友（云南省烟草楚雄州公司、楚雄卷烟厂党委书记）

吴天秀（楚雄州气象局局长、工程师）

黄庆云（楚雄州烟草专卖局副局长）

王式明（楚雄州人民政府国土规划办公室副主任、高级农艺师）

魏治常（云南省烟草楚雄州公司高级农艺师）

主编：贺升华（楚雄州气象局高级工程师、中国气象学会、中国农学会农业气象分会会员）

副主编：张凤全（云南省烟草楚雄州公司副经理、副书记、农艺师）

吴嘉征（云南省烟草楚雄州公司高级农艺师）

王福安（云南省烟草楚雄州公司生产科长、农艺师）

编写组成员：李 恽（楚雄州气象局局长）

高建辉（楚雄卷烟厂办公室副主任）

冯柱安（云南省烟草楚雄州公司烟科所所长、农艺师）

李亚修（云南省烟草楚雄州公司生产科经济师）

张力航（云南省烟草楚雄州公司生产科副科长、助理农艺师）

史天有（云南省烟草楚雄州公司生产科农艺师）

谢国清（云南省气象科学研究所工程师）

左惠英（楚雄州气象局局长）

陈守海（楚雄第一中学图书馆馆员）

封面题字：姚泰成（云南省临沧地区气象局工程师、中国书法协会云南分会会员）

目 录

第一章 楚雄州农业气候特点、气候成因及烤烟生产的气象条件	(1)
一、地理环境	(2)
二、农业气候特点	(2)
(一) 光照充足, 光质良好, 光能潜力很大	(2)
(二) 气候温和, 四季如春, 温度有效性高	(2)
(三) 雨量偏少, 干湿分明, 降水利用率低	(3)
(四) 类型复杂, 湿热兼备, 气候立体性强	(4)
(五) 干旱洪涝, 低温冰雹, 影响烤烟生产	(4)
三、楚雄州气候形成原因	(6)
(一) 太阳辐射	(6)
(二) 大气环流	(7)
(三) 地理环境	(8)
四、烤烟生产的气象条件	(8)
第二章 烤烟气候资源	(12)
一、烤烟气候历史资料	(12)
二、主要气象要素变化示意图	(46)
(一) 历史气候变迁及近年温度、雨量变化图	(46)
(二) 楚雄州各县(市)温度、雨量、日照时数对比图	(51)
(三) 楚雄州各月平均气温、雨量、日照时数变化图	(54)
(四) 楚雄州廿四节气温度、雨量变化及标值图	(59)
(五) 楚雄州候平均气温变化及季节划分示意图	(66)

(六) 楚雄州风速资料及风向频率玫瑰图	(71)
(七) 楚雄州各县(市)霜日、霜期和初、终霜日期示意图	(75)
(八) 楚雄州年雨量保证率曲线	(77)
(九) 楚雄州雨季开始期保证率曲线	(78)
三、旬(月)积温、雨量、日照时数累积查算表	(79)

第三章 烤烟气候优势

一、楚雄州烤烟气候优势概述	(89)
二、楚雄州与河南许昌、山东潍坊、云南玉溪烤烟气候条件对比	(95)
三、云南省楚雄市与山东省青州市烤烟生育期温度、雨量对比	(102)
四、楚雄州与省内各地(州、市)气候条件比较	(105)
五、楚雄州烤烟种植区与省内优质烟县(市)气象资料对比	(108)
六、楚雄州牟定县与玉溪地区通海县烤烟生育期温度、雨量对比图	(110)

第四章 烤烟产量、质量与气候

一、烤烟产量、质量与气候概述	(112)
二、楚雄州烤烟亩产变化及丰歉示意图	(113)
三、楚雄州上中等烟叶比例及烟叶亩产值变化图	(115)
四、楚雄州烤烟生育期常年农业气象条件示意图	(118)
五、楚雄州烤烟典型优质高产年(1988)农业气象条件示意图	(120)
六、楚雄州烤烟典型丰产年(1984)农业气象条件示意图	(122)
七、楚雄州烤烟典型低产低质年(1974)农业气象条件示意图	(124)
八、楚雄州烤烟典型低产低质年(1986)农业气象条件示意图	(126)
九、楚雄州烤烟典型低产年(1990)农业气象条件示意图	(129)
十、楚雄州烤烟典型低质年(1989)农业气象条件示意图	(131)
十一、楚雄州烤烟育苗期(3—4月)气象条件变化及烤烟年景预测图	(133)
十二、楚雄州雨季开始期及初夏雨量变化图	(135)

十三、楚雄州烤烟旺长期(7月)气象条件变化图	(137)
十四、楚雄州烤烟成熟采收期(8—9月)气象条件及不同海拔高度秋季逐日平均气温变化图	(139)
十五、楚雄州70年代以来烤烟典型高、低效益年气象要素统计表	(142)
十六、楚雄州烤烟产量丰歉质量高低气象条件分型表	(143)
十七、楚雄州烤烟生育期农业气象条件一览表	(144)
十八、楚雄州烤烟气象灾害一览表	(145)
十九、楚雄州抗御初夏干旱综合措施表	(146)

第五章 烤烟气候区划	(147)
-------------------------	-------

一、元谋燥热区发展香料烟的气候条件分析	(151)
二、永仁、罗川次热坝区种植冬春烟的气象条件与福建永定对比	(154)
三、楚雄州 1500—1900 米海拔层(以楚雄市为代表)烤烟生育期气象条件示意图	(156)
四、楚雄州 1900—2300 米海拔层烤烟生育期气象条件分析	(158)
五、楚雄州各乡、村海拔高度及温度、雨量推算表	(160)

第六章 优质烤烟栽培技术要点	(189)
-----------------------------	-------

一、楚雄州优质烤烟规范化栽培技术要点	(189)
二、土壤与施肥	(203)
三、几种营养元素对烤烟生长发育的影响	(209)
四、烤烟地膜覆盖栽培	(212)

附录 楚雄卷烟厂卷烟产品介绍	(217)
1994—2010 年阴历对照表	(221)
中国气象局试行全国统一的天气符号图形标准	(239)

第一章

楚雄州农业气候特点、气候成因及烤烟生产的气象条件

云南省楚雄彝族自治州,以禄丰腊玛古猿、恐龙之乡和元谋人化石闻名于世,是人类的发祥地之一,地处金沙江以南,哀牢山东北,居滇中要冲。彝族占总人口的23.9%。总面积29258平方公里,山区、半山区占总面积的90%以上。气候宜人,适宜农、林、牧、副、渔多种经营,盛产烟叶和丝绸。森林、水力和铜、铁、煤、盐等矿产丰富。成昆、广大铁路和320、108国道线及楚勐公路通过境内。水利建设成就显著,有效灌溉面积占总耕地面积的56%。自然优势正向经济优势转化,彝州的各项建设正欣欣向荣地向前发展。

一、地理环境

1. 地理位置:楚雄彝族自治州位于云南省中北部,东与昆明市为邻,南接玉溪、思茅两地州,西与大理白族自治州相连,北与丽江地区及四川省攀枝花市隔金沙江相望。地理坐标介于东经 $100^{\circ}43'—102^{\circ}32'$,北纬 $24^{\circ}13'—26^{\circ}30'$ 之间。州境东西最大横距175公里,南北最大纵距247.5公里。楚雄市鹿城为自治州州府所在地。有广大铁路、昆畹公路与昆明、四川攀枝花市及滇西各地州相通。

2. 地形地貌:楚雄州地处横断山脉与云贵高原的过渡地带。境内地势雄奇,东有乌蒙山,北有白草岭,南有哀牢山;金沙江自北入境,浩荡东流,礼舍江蜿蜒南行,形成三山鼎立、二水分流之势。全州地势自西北向东南倾斜。境内最高山峰为西北隅的白草岭主峰帽台山,海拔3657米;最低点为东南边沿的三江口,海拔556米,高低相差3101米。主要地貌类型有深切割中山、亚高山峡谷,中切割中山宽谷和丘陵盆地等。在起伏的山峦中,镶嵌着大小不一,面积在二平方公里以上的山间盆地62个,面积1359平方公里,占全州总面积的5%。现有森林覆盖率24.7%,较全省平均高0.7%。

3. 土壤:楚雄州属红色丘状高原,地层以中生代红壤层为主,在红色沉积盆地边缘的元谋、武定、禄丰一带,以及礼舍江流域和哀牢山,有古生代及以前的地层出露。紫色、紫红色、杂色砂页岩是州内主要裸露的地层。全州土壤共10个土类,18个亚类,57个土层,145个土种。州内以紫色土面积最大,占土地总面积的65%,红壤次之,水稻土居三。土壤质地较好,含钾丰富,适宜粮、烟等作物生长。

4. 水利:全州分属金沙江和元江两大水系,其主要支流有礼舍江、马龙河、绿汁江、渔泡江、万马河、蜻蛉河、龙川江、猛果河等。州内大多数河流源头短,水量变化大,水低田高,因此河流水资源灌溉的利用率低。农业用水主要靠自然降水,并通过地表水和浅层地下水,开发河川径流,实现对水资源控制、开发和利用。全州现有中型水库16座,小(一)型水库116座。小(二)型水库739座,总库容9.5亿立方米,是全州粮、烟等作物丰收的保证。近年来山区、半山区微型水池的修建为山地烤烟适时移栽和包谷出苗起到了较好的作用。

二、农业气候特点

楚雄州地处低纬高原季风气候区。在太阳辐射、大气环流的影响下,除具有高原季风气候特点外,受地理环境的特殊影响,农业气候具有以下五个主要特点。

(一)光照充足,光质良好,光能潜力很大

太阳光是农作物进行光合作用,制造有机物质的必要能源。烟叶干物质的积累 90—95% 来源于光合物质。因此,光能资源对烟叶产量的形成,质量的提高有着十分重要的意义。

楚雄州各县(市)多年平均年总日照时数 2446.7 小时,平均每天 6.7 小时。其中以永仁为最多,达 2798.7 小时,平均每天 7.6 小时,为全省之冠。元谋次之 2643.2 小时,属全省的高值区。禄丰最少为 2215.0 小时,在全省各县(市)中处中上水平。年日照百分率全州平均 56%,最高的永仁为 63%,最少的禄丰为 51%。年太阳总辐射量全州平均 5805.3 兆焦耳/米²,最多的永仁 6680.0 兆焦耳/米²,最少的禄丰 5173.3 兆焦耳/米²。楚雄州地处滇中干旱区,日照时数、日照百分率或年总太阳辐射量均属全省的高值区。就州内而言,禄丰由于冬季多雾,日照时数、日照百分率、年太阳辐射量都是全州的最少区域。以龙川江为界,西北部多,东南部稍少。根据气象历史资料,年日照时数最多的 1969 年,全州平均达 2649.8 小时,平均每天为 7.3 小时;最少的 1992 年全州平均 2052.6 小时,平均每天 5.6 小时。1992 年全州日照时数虽少,但粮食特别是烟叶仍获得较大的丰收。日照时数年内季节分布很不均匀。冬半年多,夏半年少,其中以 3—5 月最多,7 月最少。再根据粮、烟和经济林果等对光照的需求,楚雄全州均可称之为光照充足。楚雄州光照对烤烟生产的影响,除个别年份局部时段的阴雨寡照,导致病害发生和产量、质量降低外,各地均能满足生长发育的需要。

楚雄州由于地处高原,云层薄、空气清新、污染小,最能被作物利用的红光和蓝紫光多,光质良好。光照的季节分布和烤烟需光的特性配合一致,为生产优质烟叶提供了良好的光照条件。烤烟育苗期的 3—4 月是全年光照最充足的时期,为培育壮苗提供了较好的光照条件;5—6 月的强光有利烤烟蹲苗和根系生长;7—9 月时晴时雨,光照充足而和煦,生理辐射和半漫射光多,有利烟叶产量和质量的提高。楚雄州光能资源丰富,实现粮、烟等作物优质、高产、高效的光能潜力很大。

(二)气候温和,四季如春,温度有效性高

楚雄州各县(市)年平均气温 16.3℃,其中以元谋为最高 21.8℃,永仁次高 17.7℃,南华最低 14.9℃,双柏次低 15.0℃。查历史温度资料,1988 年温度最高,平均气温 15.6℃,全州年平均气温 17.0℃,元谋达 22.3℃;1971 年最低,全州年平均气温 15.6℃,楚雄、双柏、南华、姚安、武定都在 15.0℃ 以下。一年中以 1 月和 12 月为最冷,全州平均气温 9.1℃,南华 1 月平均气温 7.6℃,极端最低 -8.4℃;全州以 6 月为最热,平均气温 20.9℃,元谋 5、6 月平均气温分别为 26.9℃、26.5℃,极端最高气温 42.0℃。全州温度变化具有年较差小,日较差大的特点。全州除低热河谷和高寒山区外,冬无严寒,夏无酷暑,四季春秋。按候平均气温高于 22.0℃ 为夏季,低于 10.0℃ 为冬季,10—22℃ 之间为春秋季的四季划分标准。全州平均冬季约两个月,夏季约 10 天,春秋季节长达 10 个月左右,可谓冬、夏短,春、秋长。但全州不同地区四季

的长短不一,全州可分为三种类型:1.元谋属“有夏无冬,秋春相连”型;2.永仁和禄丰的罗川、川街属于“四季分明型”;3.楚雄、双柏、牟定、南华、姚安、大姚、武定7县(市)属于“有冬无夏,春秋相连”型。全州大部地区具有“气候温和”,“四季如春”的特点。

在楚雄州不同类型的温度条件下,全年作物均可生长,并能获得较高的产量。大多数地区夏天无多余的高温浪费;冬天无有用的温度流失,四季温度均能利用。因此,温度的有效性高。

“四季如春”的气候不仅给人们的生产、生活和学习、旅游提供舒适的气候环境,而且是农作物优质、高产、高效的“气候肥力”,更是形成清香型优质烟叶的基本条件。烤烟大田生长和成熟初期处在全年最热的时段。此时河南、山东等地温度过高,夏烟发育加快,生长期缩短,烟叶香型变浓,质量降低。因此,不少地区改夏烟为春烟成套栽烟,避过高温危害,产量、质量提高。楚雄州中高海拔大部烟区,温度适中,变化平稳,烟株生长发育协调,干物质积累充分,烟叶金黄,气味清香,质优产高。

元谋年平均气温21.8℃,最高的1960年达23.1℃,极端最高气温42.0℃,最热月平均气温26.9℃,最冷月平均气温14.6℃,是全省有名的“热坝”,被誉为“天然温室”。元谋由于具有得天独厚的“天然温室”,不仅冬早蔬菜远销北京、上海、东北、西北,柑桔高产味甜,甘蔗含糖量高,而且将成为香料烟的发展基地。烤烟在元谋热坝区,由于温度高、雨水少、光照强,导致虫害多、易灼伤,产量低、质量差不适宜种植。

(三)雨量偏少,干湿分明,降水利用率低

楚雄州各县(市)年平均雨量830.5毫米,比全省各地(州、市)平均年雨量少210.6毫米,在17个地(州、市)中平均年雨量排列倒数第二,仅多于迪庆州,比玉溪、大理还少。楚雄州不仅雨量偏少,而且地区分布不均。州内10个县(市)中年雨量最多的为武定,984.6毫米,最少的为元谋,616.7毫米,全州雨量呈东南部多,西北部的状态。东南部的武定、禄丰、双柏年雨量在900—1000毫米之间;中西部的楚雄、南华、牟定年雨量在800—850毫米左右;西北部除永仁雨量略多外,其他姚安、大姚、元谋年雨量均在800毫米以下。由于局部地形的影响,在一个县境内雨量分布也不均匀。例如同在禄丰县境内的腰站、广通、县城三地相距不远,由于所处的位置和地形差异,雨量悬殊甚大,俗话说“干腰站、水禄丰,不干不湿是广通”。一般山区、半山区雨量多,河谷、盆地雨量少,迎风坡雨量多,背风坡雨量少。楚雄州年际之间雨量波动更大,例如最少雨的1988年,全州平均雨量仅644.8毫米,其中元谋仅471.9毫米,1960年也是全州多数地区雨量最少的年份之一,元谋年雨量仅287.4毫米。最多的1966年,全州平均雨量1098.1毫米,其中武定达1522.6毫米。全州平均年雨量小于750毫米的占29%,大于950毫米的占21%。一年中雨量最多的是7、8月,全州平均月雨量分别为178.2毫米、177.2毫米;雨量最少的是1月,全州平均7.9毫米,其中永仁、元谋不足4.0毫米。

干湿分明是楚雄雨量季节分布上的一个突出特点。11月至4月为干季,5—10月为雨季。全州平均干季雨量79.8毫米,占年总雨量的9.6%。其中双柏干季雨量最多127.4毫米,占年雨量的14%;元谋、永仁干季雨量最少,分别为46.6毫米、48.5毫米,分别占年雨量的7.6%和5.8%。全州平均雨季雨量750.8毫米,其中武定最多891.9毫米,占年雨量的90.6%,元谋最少507.2毫米,占年雨量的82.2%。楚雄州大部地区多年平均雨量在800—900毫米之间,总产水量约241.8亿立方米。但由于地区分布不均,特别是季节雨量悬殊,小春

作物及大春作物播种急需用水的时节则干旱少雨；夏、秋雨量集中，大雨、暴雨突出，虽有不少水库拦蓄洪水，但大量降水变成山洪流入金沙江和红河两大水系。因此从整体情况来看，全州降水利用率低。保护生态环境，加速农田水利基本建设，大搞烟水配套设施，提高降水利用率，是楚雄州确保粮、烟丰收，提高烤烟效益的重要环节。

(四) 类型复杂，温热兼备，气候立体性强

楚雄州一般分为低热河谷、温暖及温和盆地、温凉山区、冷凉高山五个气候层。由于地形差异，海拔悬殊，加之泛湖效应、焚风效应，山地逆温明显，气候类型十分复杂，具有“一山分四季”，“十里不同天”的气候特征。元谋海拔1120.2米，年平均气温比同处金沙江河谷、同海拔的攀枝花市的仁和区高1.4℃，比楚雄州的南部礼舍江河谷同海拔高2.7℃。南华海拔1856.9米，年平均气温14.9℃，极端最低气温-8.4℃，双柏海拔1968.1米，年平均气温15.0℃，极端最低气温-4.4℃。

根据回归方程推算，全州海拔最低的556米的三江口以及海拔1120.2米的元谋坝子，年平均气温21.8—22.2℃， $\geq 10.0^\circ\text{C}$ 积温7900—8300℃，相当于广州及偏南地区的南亚热带及北热带气候；海拔1500—1600米的水仁，年平均气温17.7℃， $\geq 10.0^\circ\text{C}$ 积温5887.8℃，相当于湖南的株洲、江西的南昌、浙江的温州的中亚热带气候；海拔1600—1900米的楚雄、牟定、武定、姚安、大姚等地区，年平均气温15—16℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温4600—5200℃，相当于江苏的南京、安徽的合肥、湖北的武汉及汉中盆地的北亚热带气候；海拔1900—2300米的猫街、插甸、高桥、高峰、妥甸等地区，年平均气温13—15℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温3100—4500℃，相当于山东的济南、河北的邢台、山西的运城、陕西的西安的南温带气候。海拔2600米的大姚县昙华，年平均气温10.2℃，相当于辽宁、吉林的中温带气候；全州海拔最高的白草岭主峰3657米，年平均气温2.9℃，相当于黑龙江哈尔滨的北温带气候。由上可见，在楚雄州这块土地上，从低到高相当于从华南广州到东北哈尔滨的气候差异。具有北热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、南温带、中温带、北温带等七个气候带。立体气候、立体农业是楚雄州突出的农业气候特点。烤烟种植也具有强烈的立体性。如海拔1300米以下元谋热坝不适宜种植烤烟，但是具有发展香料烟的特殊气候环境；海拔1300—1600米的永仁县大部地区及禄丰县的罗川、川街，可种植夏烟或冬春烟，但不是最适宜区；海拔1600—1900米的广大地区是种植烤烟的适宜和最适宜区，是优质烟生产基地；海拔1900—2300米属烤烟种植的次适宜区，而且必须采用地膜覆盖栽培；海拔2300米以上属烤烟种植的不适宜区。另外品种和栽培技术等随海拔的不同具有鲜明的立体性。

(五) 干旱洪涝，低温冰雹，影响烤烟生产

干旱、洪涝、低温、霜冻是楚雄州农业生产上的主要气象灾害。霜冻影响小春作物，冰雹是烤烟生产上的一项重要气象灾害。

1. 干旱：干旱是楚雄州农业生产上最大的气象灾害。楚雄州的干旱分为全年旱、冬春旱、初夏旱、夏旱、秋旱等五种。其中冬春旱对小春作物、秋旱对水库蓄水和小春墒情影响最大。初夏旱对大春作物播种，特别是对烤烟移栽有至关重要的影响。雨季开始期的早晚和初夏(21/5—20/6)雨量的多少，是衡量初夏干旱的重要指标。楚雄全州平均雨季开始期为5月29日，比玉溪、曲靖晚5—10天。在州内禄丰、双柏开始最早为5月27日，大姚、元谋开始最晚分别为6月1日、6月2日。全州各县(市)雨季同步开始和参差不齐的各占

50%。有气象资料以来,全州平均1964年雨季开始最早,为5月5日,1967年开始最晚,为6月18日,早晚相差40天。雨季开始期的不稳定性具体到各县(市)更为突出。如禄丰县雨季开始最早为5月1日,最迟为7月21日,早晚相差约80天,这给烤烟生产特别是移栽带来很大的难度。根据多年经验,凡雨季开始于6月10日以后或初夏雨量小于80厘米的年份,我们就视为初夏干旱严重。自1959年以来,出现初夏干旱严重的有1967、1969、1977、1979、1986、1987、1988等7年,占21%。1986年全州雨季开始于6月17日。初夏雨量61.4毫米。“立夏”栽烟5.2%，“小满”栽烟33.6%，大部烤烟推迟至“芒种”移栽。烤烟移栽迟，根系不发，生长不良，后期遇严重低温、洪涝。结果全州烤烟亩产仅93千克，比1984年减少63千克，上中等比例56.1%，比1984年下降12.5%。由此可见，严重的初夏干旱，后期再遇洪涝低温，对烤烟产量、质量影响更为严重。在烟水配套设施较好，采用营养袋容器育苗，适时移栽，精心管理，后期水热条件协调，即使出现初夏干旱，烤烟也不一定都出现低质、减产的情况。如1987、1988年初夏雨水较少，但旱中有雨，是历史上烤烟效益最好的年份之一。相反初夏干旱，雨水较多更会影响烤烟产量、质量的提高。对影响烤烟生产的初夏干旱，关键在于抗御。利用化学药剂，抑制土壤水分蒸发，增加烟根周围的水分及移栽时选准有利天气，进行人工降水作业，改善水分和天空状况，特别是加速烟水配套设施建设，营养袋容器育苗移栽等，是抗御初夏干旱的有效方法。根据多年的实践，烤烟营养袋容器育苗移栽，对抗御初夏干旱有以下四大作用：(1)苗期营养集中，光温环境好，烟苗素质好，壮苗率高，大大增强了移栽后的抗旱能力；(2)减少移栽后的浇水次数和用水量，在初夏干旱的情况下也能适时移栽；(3)充分发挥由于干旱少雨带来的高温、强光在烤烟蹲苗、伸根中的作用；(4)由于移栽适时，充分利用了5、6月的高温，特别是最高气温 $\geq 26.0^{\circ}\text{C}$ 的可贵高温时段，根系发达，促进旺长，采收期提早，减少或避免了后期低温阴雨影响，最后烟叶产量高，质量好。

夏旱主要是指6月下旬至8月上旬较长时间的干旱少雨天气。严重夏旱使稻田干水，烤烟老化早花，旺长不起，影响质量、产量。根据实践经验，7、8月份雨量小于100毫米时，称之为严重夏旱。两个月雨量连续小于100毫米的机会不多，但一经出现就会对水稻、包谷、烤烟产量产生严重影响。

2. 洪涝：楚雄州虽处滇中干旱区，但影响农业，特别是烤烟生产的洪涝灾害仍然突出。1966年全州平均雨量1098.1毫米，最多的武定达1522.6毫米。全州平均年雨量在1000毫米以上的还有1968、1990年，达950毫米以上的有1961、1974、1986、1991年等。1986年7月楚雄市雨量达413.4毫米，8—9月达404.7毫米，9月10日全市一片汪洋。短时间的暴雨和较长时间的连绵雨所引起的山洪暴发，河水泛滥，烟田被淹，山地烟土壤、肥料被冲刷。根据历史资料统计，多雨年成烤烟效益一般处于下等，最好的达中等。多雨影响烤烟生产重点是三个时段：3—4月苗期多雨，温度低，病害多，烟苗生长细弱，素质差；移栽期雨季开始过早，阴雨绵绵，不仅影响田间作业，而且泥贴根，根系生长不良，旺长不起，影响产量；8—9月烟叶成熟采收期多雨、低温，烟叶含水量多，病害暴发，难以烘烤，影响烟叶质量，另外，还会影响收购调运。因此，烤烟生产中防御洪涝多雨灾害仍然是一项重要的工作。

3. 低温：主要指大春作物生长长期出现的低温冷害。其具体表现为“两头低温影响，中间高温不足”。水稻、烤烟育苗期的前期低温，主要是“倒春寒”天气。采用薄膜覆盖育苗，增温保湿有效抗御“倒春寒”对育苗的影响。水稻等大春作物生长中后期的低温冷害，按类型可分为

延迟型、障碍型(8月低温)、秋季杀伤型(日最低气温降至 $12-14^{\circ}\text{C}$ 以下)和稻瘟病四种,前三种在一年内相继出现称为混合型低温,这是造成楚雄州水稻“三年一歉”准周期变化的主要气候原因,也是影响烤烟产量,特别是质量的温度因素。烤烟、水稻最怕的是像1974年温度连续偏低,1986年前早后低温,1989年严重秋季杀伤型低温的气象灾害。

水稻采用薄膜育秧,增加前期温度,培育早秧、壮秧,提早节气栽插,争取中间高温,特别是“可贵高温时段”的多利用,使抽穗开花早,避过或减少后期低温的影响。利用“增、争、避”的气象效应,获得优质、高产、高效。烤烟采用薄膜覆盖和假植袋苗,同样起到了抗御初夏干旱,适时早栽,争取中间高温多利用,避过或减少后期低温影响。“抗、增、避”的气象效应,使烟叶产量、质量获得提高。

影响烤烟的后期低温,除与水稻相似的几种类型外,由于季节的变化,秋季日平均气温呈稳定下降的趋势。如果在日平均气温已经稳定下降至 $17-18^{\circ}\text{C}$ 以下的时期才采收烟叶,则挂灰多,质量低。根据楚雄州的实际,烤烟适宜和最适宜区烟叶应力争在9月23日(秋分日),确保在10月8日(寒露日)以前采收结束。只有这样才能进一步减少挂灰,保证烟叶质量的提高。

4. 冰雹:是一种小范围、小概率难以预测和防御的特殊天气灾害。就全州而言,几乎每年都有发生,其中以高温年、温度剧烈变化的春季和秋季以及山势复杂、狭窄丘陵、荒山秃岭发生较多。春季主要危害水稻、烤烟苗、果蔬及小春作物,秋季主要危害黄谷,烤烟最怕秋季冰雹。例如1990年8月7日,1992年8月6日,特别是1992年9月2日,楚雄市的富民、东瓜、子午、苍岭等地发生罕见的冰雹,最大直径达20毫米以上,在各种受害作物中以烤烟最为惨重,有的烟叶几乎全部打光。冰雹灾害在全州各县(市)中几乎都有发生,其中以武定、楚雄、双柏、牟定为最多。最多的年可降雹4—6次,以元谋坝区为最少,历史上很少降雹。

强对流天气是产生冰雹的主要天气条件。特殊的地形,山势和裸露的岩石、秃岭,能增强空气的对流运动,易形成冰雹的多发区。抗御冰雹灾害的办法,一是摸清冰雹的路径和规律,烤烟尽量选择在冰雹的少发区种植;二是积极开展人工消雹试验和作业;三是参加保险。

三、楚雄州气候形成原因

楚雄州气候的形成,主要取决于太阳辐射、大气环流和地理环境三大因素。近年来生态的恶化,森林的减少和严重的水土流失,也给气候带来了一定的影响。

(一)太阳辐射

太阳辐射是形成楚雄州气候的主要因素。在相同的地理环境下,地面得到的太阳辐射量由南到北随纬度的增加而减少,楚雄州地处北纬 $24^{\circ}13'-26^{\circ}30'$ 的低纬地带,获得的太阳辐射量多,如果不是受海拔较高的影响,整个州都会像元谋一样炎热。由于纬度低,太阳辐射投射角随季节变化较小,春、夏、秋、冬四季获得的太阳辐射量相差不大,较为均衡。因此,楚雄、双柏、牟定、南华、姚安、大姚、武定、禄丰等中海拔丘陵、低山、盆地地区冬无严寒,夏无酷暑,气候温和,变化平稳,温度日较差大,年较差小。全国大多数地区,一年中太阳辐射的最大值出现在7月,年最高气温也随之出现在7、8月。楚雄州和云南省的大部分地区一样,太阳辐射量的最大值出现在雨季开始前的3—5月,年最高气温也随之出现在5月至6月中旬,这段时间即为烤烟移栽、蹲苗、伸根的“可贵高温强光时段”。

楚雄州大多数地区虽然“四季如春”，但由于太阳直射到地球上的位置不同，四季获得的太阳辐射量及所反应的温度也有一定的变化。夏季太阳直射北回归线，地处北回归线稍偏北的楚雄州得到的太阳辐射量相对较多，温度也就相对偏高。如“夏至”全州平均气温 22.0°C ，为全年廿四节气中的最高值；冬季太阳直射南回归线，地处北半球的楚雄州，得到的太阳辐射量相对较少，温度也相对偏低。如“冬至”全州平均气温 8.6°C ，为全年廿四节气中的最低值；春秋两季太阳直射赤道，楚雄州得到的太阳辐射量适中，气候不冷不热。春分、秋分节气全州平均气温分别为 16.4°C 和 18.1°C 。

(二) 大气环流

楚雄州属高原季风气候区，冬、夏半年各自盛行的气流和天气系统不同，从而形成了冬半年和夏半年不同的气候特征。

1. 冬半年(11—4月)影响楚雄州的主要气流和天气系统

(1) 西风干暖气流：西风干暖气流是冬半年控制楚雄州上空的主要气流。这支气流来自西方，经伊朗、巴基斯坦和印度北部沙漠、大陆绕西藏高原南侧而来，气流性质干暖，因而形成楚雄州冬半年晴天多，日照多、风大、降雨少、气温相对偏高、昼夜温差大等干季的气候特征。这也是造成楚雄州冬春干旱的主要原因。

(2) 北方南下的冷空气：西伯利亚南下的冷空气，经内蒙古、甘肃、陕西等地，进入四川及我省东北部以后，当势力较强时，就会由东北或偏北路径经曲靖、东川、昆明等地影响楚雄州的东北部或全州。冷空气既是形成冬春降雨的动力条件，以是造成冬春阴冷天气、严重霜冻和3—4月“倒春寒”的主要天气系统。

(3) 南支槽：西风带气流由于受青藏高原的地形作用，分成南北两支。当南支气流产生较大波动时，就会形成曲率较大的低气压槽，称为南支槽。南支槽从孟加拉湾洋面带来少量的水汽，经地形抬升或与南下的冷空气相汇，并产生冬春的少量降水。楚雄州冬春降雨量的多少，主要决定于南支槽影响的次数和从孟加拉湾洋面带来水汽的多少。

2. 夏半年(5—10月)影响楚雄州的主要气流和天气系统

(1) 西南或东南暖湿气流：来自孟加拉湾和北部湾热带洋面的西南或东南暖湿气流，是夏半年控制楚雄州上空的主要气流。这两支气流由于来自热带洋面，温度高，水汽足，因而形成了楚雄州夏秋季云量多、日照少、降雨日数多、雨量集中的雨季气候特征。这两支气流经地形抬升，特别是在楚雄州境内与地面冷空气及高空冷平流相汇，便产生中、大雨甚至暴雨天气。

5月至6月中旬是西南或东南暖湿气流与西风干暖气流交替的时期，也是干季转入雨季的过渡时段。西南季风暴发北进早，孟加拉湾低气压活跃，楚雄州雨季开始期就早；反之雨季开始期迟，初夏干旱严重。

(2) 冷峰、冷平流、切变线：地面冷空气配合高空冷平流和切变线是楚雄州夏半年产生大雨、暴雨的主要动力条件和天气系统。这些系统在楚雄州上空与西南或东南暖湿气流相汇，并产生中、大雨甚至暴雨的天气。8、9月间强冷空气进入楚雄州中、高海拔地区，如停留时间较长，便会出现连绵阴雨和“八月低温”。冷空气过境后夜间突然转晴，由于冷空气的堆积和辐射冷却的作用，最低气温降至 $12-14^{\circ}\text{C}$ 以下，

出现秋季杀伤型低温。连绵阴雨，“八月低温”和秋季杀伤型低温的出现都会增加水稻空秕率，烟叶挂灰多，质量降低。

(3) 西南低涡和辐合区：8、9月间昆明、楚雄、大理，若受西南低涡或处青藏高原高压与太平洋副热带高压之间的辐合区控制，就会产生强度大、持续时间长的连续降雨天气。这种天气出现除对水库蓄水、改善小春墒情有好处外，不仅会带来秋季洪涝灾害的发生和影响水稻成熟收割，而且会使烟叶含水量增加，质量降低。烤烟生产最怕西南低涡和辐合区天气系统的影响。

(4) 热带大陆高压：初夏雨季开始前雨季开始后，太平洋副热带高压与东移的青藏高原高压合并。楚雄州处在高压西部，吹偏东风。此高压阻碍了西南或东南暖湿气流及北方冷空气进入楚雄州，形成雨季开始前或雨季开始后较长时间的少雨高温天气，随之带来的初夏严重干旱，影响水稻保苗和烤烟的移栽、成活。初夏干旱特别严重的年份，稻田干水，烤烟移栽节气推迟或烟苗晒死，烟株老化早花，造成产量、质量下降。1967、1977、1986、1993等年的严重初夏干旱，就是受热带大陆高压的影响。

(三) 地理环境

地理环境(包括地理位置、地形、地势、坡向、植被等)的不同，直接影响地面面对太阳辐射能量的吸收，热量、水分的平衡，以及大气环流的流向，天气系统的强弱。在同一纬度、同一天气系统下，因地理环境不同，出现的气候及天气也不同。正如农谚所说：“一山分四季”、“十里不同天”。楚雄州南面和西南面有哀牢山的阻挡，处西南气流的背向坡，东南气流的衰减段，东北面有乌蒙山，西北面有白草岭的屏障，北部有金沙江河谷和元谋热坝的隔离，致使势力较弱的冷空气不易入侵。由于三山鼎立、二水分流的特殊环境和地形，因此楚雄州较全省其他地(州、市)干旱少雨，雨季开始期迟。在境内也由于地理环境的不同，出现许多特殊的局地气候。永仁由于多台地，早晚日照受山峦遮挡影响较小，虽雨日、雨量比元谋多，但日照时数居全省之冠。元谋地处金沙江河谷，地势低凹，四周群山环抱，盆地强烈的辐射增温和焚风效应，热量不易与四周的自然大气交换，温度比周围县(市)及同海拔河谷偏高，是全省有名的热坝，被誉为“天然温室”。大姚、姚安、南华属于盆地，地形闭塞，冷空气只有进口，没有出路，冬季霜冻和夏秋“八月低温”比周围同海拔地区严重。武定和禄丰的罗茨坝，地处州内的东北部，常受冷空气影响，故平均气温比中部的楚雄、牟定、西南的大姚等同海拔地区偏低，雨量偏多。在州内北部、中部、南部由于地理环境不同，温度随海拔上升而降低的递减率各不相同。海拔上升100米，年平均气温下降的递减率南部为0.54℃、中部为0.66℃、北部为0.69℃。在同海拔的情况下，低海拔地区，南部的温度低于北部，高海拔地区南部高于北部。如海拔1200米处南部年平均气温18.6℃，中部19.3℃，北部19.9℃；海拔2600米处南部年平均气温11.0℃，中部10.4℃，北部10.2℃。

不同的地理环境，不同的海拔，形成不同类型的气候。由于海拔和气候类型的不同，全州的烤烟种植从低到高划分为烤烟香料烟发展区、次适宜种植区(包括夏烟和冬春烟)、适宜和最适宜种植区、地膜覆盖栽培区、不适宜种植区等五个层次。

四、烤烟生产的气象条件

影响烤烟生产的气候条件主要是光、热、水三大要素及其时空分布。楚雄州种植的烟叶分为烤烟和香料烟两种类型，烤烟主要是夏烟，近年来在次热坝、河谷区种植了少数的冬春烟。

楚雄州80年代平均种植烤烟28万多亩,近年来增加至40—50万亩左右,占全州总耕地面积的18—22%。平均亩产100—150千克,上中等烟比例70—80%,均价为2—3元/千克。烤烟是楚雄州的主要经济作物,是县(市)和农民增收的支柱产业。以烤烟为基础的卷烟生产,已成为楚雄州财政收入的主要部分。因此,烤烟的丰歉和质量、效益的高低,直接影响到全州经济的发展和人民生活水平的提高。政策、栽培技术(包括生产条件)、气候是影响烤烟生产的三大因素。在政策稳定,栽培技术不断提高的情况下,烤烟产量的高低,质量、效益的好坏与气候有着密切的关系。1986年全州栽种烤烟341822亩,由于前旱中涝后低温的影响,平均亩产93千克,上中等烟比例56.1%,青烟率9.8%,均价1.59元/千克,亩产值146.1元;1988年全州栽种烤烟387892亩,虽然遇到前期干旱,但中后期水、热协调,温度状况特好,平均亩产159千克,上中等烟比例82.5%,青烟率3.5%,均价3.30元/千克,亩产值566.8元。由此可见,研究和掌握烤烟生产的气候条件及变化规律,做到合理布局、发挥优势、趋利避害、防灾抗灾,对实现烤烟优质、高产、高效十分重要。

楚雄州烤烟从高海拔到低海拔地区,一般于2月下旬至3月中旬播种,5月中下旬移栽,初夏干旱严重的年份,山地烟的移栽期有的延迟至6月上旬。6月蹲苗、伸根,7月进入旺长期,8—9月成熟采收,一般9月底至10月上旬采收结束。苗期60—80天,大田生长期125—150天,全生育期195—220天左右。烤烟对气象条件的要求及楚雄州的基本条件是:

光照:要求全年日照时数大于2000小时,育苗期光照充足,大田生长期光照充足而不强烈。楚雄州多年平均日照时数2446.7小时,最多的永仁2798.7小时,最少的禄丰2215.0小时。烤烟全生育期的3—9月,全州平均日照时数1388.5小时,占全年总日照时数的57%。除个别年份烤烟育苗期雨水多、温度低、日照少及烤烟旺长和成熟采收期个别时段的阴雨寡照对产量、质量有影响外,光照条件均能满足烤烟生长的需求,特别是光照的季节变化与烤烟需光的特性配合一致,这是楚雄州生产优质烟叶的一大优势。

温度:烤烟生长期要求总积温在3500℃以上,楚雄州栽种烤烟的9个县(市)3—9月平均气温19.0℃,总积温4191.4℃,最低的双柏平均气温17.9℃,总积温3830℃。温度是决定烤烟种植区划的主要因素,而温度又随海拔的变化而变化。因此,一个地区是否适宜种植烤烟,首先考虑的就是海拔和温度条件。楚雄州海拔1800米以下的低热河谷和元谋热坝区,年平均气温在18—19℃以上,烤烟生长期因温度过高,加之空气、土壤干燥,烤烟不适宜种植,但是发展香料烟的良好基地。海拔1300—1500米,年平均气温在18—19℃左右,温度条件基本适宜,但由于土壤、空气干燥,水、热不够协调,是烤烟的次适宜种植区。海拔1500—1900米,年平均气温在15—18℃,温度适宜,光、热、水协调,是烤烟的适宜和最适宜种植区。海拔1900—2300米,年平均气温在12.5—15℃,烤烟生长中存在“两头低温影响,中间高温不足”的问题,通过采用地膜覆盖栽培,大大改善了烟地的热量状况,使海拔1900—2100米的次适宜区变为适宜区,使海拔2100—2300米的不适宜区变为次适宜区。海拔2300米以上地区,年平均气温在12—13℃以下,因气候冷凉不适宜种植烤烟。

雨量:优质烟要求全年雨量700—900毫米。楚雄州种植烤烟的9个县(市)平均年雨量854.3毫米,最多的武定984.6毫米,最少的姚安755.9毫米,全州大部地区的雨量与玉溪接近。雨量是影响烤烟种植和产量、质量的重要气象因素。根据楚雄州的实际,烤烟适宜和最适宜种植区要求年雨量在700—1000毫米之间,小于700毫米和在1000—1200毫米之间属次适宜区要求的雨量,大于1200毫米为不适宜种植

区。根据上述标准,除元谋外,各县(市)雨量均在适宜和最适宜区的范围。

楚雄州主要烟区烤烟生长期气候温暖,温度适中,变化平稳,光质良好,前期充足,后期和煦,雨量偏少,前期较早,后期集中以及雨热同季的气候特点与烤烟喜温、喜光、需水的特性配合一致,是生产优质烟叶的气候基础。但一些年份前期初夏干旱严重,中后期阴雨、低温、寡照、洪涝、冰雹等灾害性天气影响产量、质量以致效益的提高。合理布局、土地轮作、烟水配套、容器假植、规范种植以及高海拔地区采用地膜覆盖栽培等,是发挥优势、趋利避害、防灾减灾、实现烤烟优质、高产、高效的关键措施。

1. 育苗期(播种至移栽)

烤烟种子发芽的下限温度为 7.5°C , $10-12^{\circ}\text{C}$ 以上为好。苗期要求大于 8°C 的有效积温 $350-450^{\circ}\text{C}$,光照充足,雨量 $100-200$ 毫米。

楚雄州种植烤烟的9县(市) $3-4$ 月平均气温 15.9°C ,日平均气温稳定大于 10°C 的日期,除永仁较早为2月3日外,其他县(市)均出现在2月下旬。大于 8°C 的有效积温 488.0°C 。海拔 $1600-1900$ 米的适宜和最适宜区,苗期($3-4$ 月)的温度条件完全满足烤烟育苗的要求,一些地区采用薄膜覆盖育苗,更有效地提高苗床温度,增大地温的日较差,光合产物积累多,烟苗素质好。海拔 $1900-2300$ 米的次适宜区,早春温度低,变化大,易受晚霜冻和“倒春寒”的影响,烤烟育苗必须采用薄膜覆盖,覆盖方式以高架为好。 $3-4$ 月烟区平均日照时数 514.6 小时,平均每天 8.4 小时,日照百分率 69% ,太阳辐射量 1226.7 兆焦耳/米²。苗期的光照条件比邻近的玉溪、昆明、曲靖等地优越。 $3-4$ 月雨量 26.8 毫米,最多的双柏 38.0 毫米,最少的永仁 16.0 毫米,楚雄州 $3-4$ 月春温回升快,雨量少,光照足,对适时播种,培育壮苗十分有利。但也有少数年份出现阴雨、寡照、低温天气,直接影响烟苗的生长,多病害危害。加强苗床管理,特别是采用营养袋假植育苗,提高烟苗素质,增加抗逆性,为后期的优质、高产、高效打下良好的基础。

从 $3-4$ 月光温水变化与当年烤烟效益对照发现: $3-4$ 月温度偏高,雨量少,日照足,当年烤烟效益好或较好; $3-4$ 月温度偏低,雨量多,日照少,当年烤烟效益较差。

2. 大田生长期(移栽至旺长期)

优质烟叶要求大田生长期前期的气象条件是:日照时数 $200-300$ 小时,大于 8°C 的有效积温 $600-800^{\circ}\text{C}$,日平均气温在 20°C 以上,雨量 $350-400$ 毫米。楚雄州种烟的9个县(市), $5-7$ 月日照时数 549.3 小时,平均每天 6.0 小时,日照百分率 45% ,太阳辐射量 1559.6 兆焦耳/米²,平均气温 20.7°C ,大于 8°C 的有效积温 1168.4°C ;降雨量 384.5 毫米,最多的1990年 606.0 毫米,最少的1988年 211.3 毫米。

(1) 移栽:适时早栽争取中间高温,特别是“可贵高温时段”的多利用,避过后期低温阴雨影响和发病高峰期,是实现烟叶优质、高产、高效的关键措施。玉溪、通海烟叶年年优质高产。楚雄州烤烟生产虽然发展很快,产量、质量都不断提高,但与玉溪、通海相比,仍有一定差距。差距的原因除生产条件、生产投入、烟水配套和种植栽培措施以外,移栽节气是一个重要的原因。例如通海县1992年栽烤烟 8.2 万亩,5月10日前移栽的占 80% ;楚雄州1992年栽烤烟 51 万多亩,立夏节气移栽的仅占 17.8% ,小满节气移栽的占 69.9% ,还有少部分拖至芒种节气,甚至夏至节气才移栽。