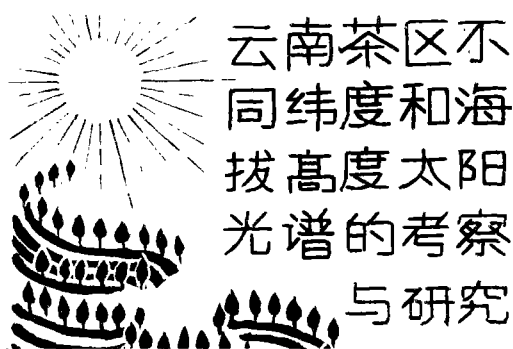




云南茶区不同纬度和海拔高度太阳光谱的考察与研究

张顺高 钟铃声 单勇
寿陞阳 梁凤铭

云南是茶树的发源地,根据亚洲和中国的古地理、古气候等古生态环境与植物区系的诸多科学研究结果,茶树起源于晚白垩纪与早第三纪的古滇西盆地北段的山坝交界处,以三江地区为原点,澜沧江为主体,沿三江及红河向南及东南方向传播,完成了多样化的进化和传播过程。今天,云南拥有全世界最丰富的茶树资源,这首先要归因于几个地质时期以来,澜沧江流域长期处于热湿的气候和喜山运动造成的多样化生态环境。起源地云南无疑是世界上茶树的最佳生态适宜区,对其种性和天然品质的发挥极为有利。

太阳能是茶树生长的能源,是茶叶中各种化学物质生成的基础,太阳光谱成分对茶树生长及茶叶的香气和滋味成分的形成和积累具有重要的影响,为此,特对云南茶区不同纬度和海拔高度的太阳光谱进行考察和研究。

一、方法

1. 考察点的设置

考察区为占云南茶叶产量 80% 的澜沧江流域茶区。该茶区由北西向南东呈线形分布,选定北纬 22°、23.5°、24.7°、25.7° 四个纬度段,每个纬度选定一个代表茶山,每个茶山根据实际高差选定 1~4 个海拔高度(560、1200、1400、2000、2300m)作为观测点。

2. 考察内容与方法

本研究采用的主体仪器为 YG₁ 型地物光谱仪,用 0.6kW 微型发电机供给能源。该仪器可自动记录,并可根据工作需要,转换测定的波长和范围。

测定条件:晴天无云瞬间。

测定波长范围:4000~10000 Å。

测定内容:

- (1) 太阳直接辐射,直接向太阳采光;
- (2) 太阳总辐射,向漫反射板采光;
- (3) 叶面反射,向茶树树冠的芽叶采光;

(4) 叶片透射和茶丛漏射,在茶丛下地面上设置漫反射板,向漫反射板采光;

(5) 叶片吸收的太阳光谱,通过计算得出茶树叶片对光谱的吸收。

测定值的归一计算:由于测定瞬间太阳光的强弱变化,需随时调整主机与记录仪的隙缝、量程,所得曲线必须归为一个统一的标准,然后进行换算,得出分光辐照的强度,最后计算出分光光谱的能量和不同光谱区的能量。前半部由计算机完成,后半部主要靠人工计算完成。

3. 考察观测的时间

全部观测从 3 月 21 日开始至 4 月 24 日结束,计 35 天。由于南北节令相差 10~20 天,故从春天早到的南糯茶区开始,次第北进,以企与节令同步北移,在一个点上,选取晴天,从早 8 时太阳初升时开始观测,至傍晚日落时观测结束。

二、结果与分析

(一) 澜沧江茶区太阳光谱的自然特性

1. 太阳总辐射能

据 11 个测点的观测结果,整个澜沧江流域茶区,在春分以后清明至谷雨期间,在 10~13 时晴天无云条件下,到达地面的太阳总辐射(4000~10000 Å)为 355~797 (平均 615) 毫卡/cm² 分,相当于太阳辐射常数的 30% 左右。

2. 太阳总辐射的光谱比例

在凤庆大兴(24.7°N),在 4000~10000 Å 的总辐射中,紫光(4000~4500 Å)占 3.0%,蓝光(4600~4900 Å)占 5.1%,浅蓝光占 4.0%,绿光(5100~5500 Å)占 24.2%,红短光(6300~7000 Å)占 24.2%,红长光(7100~7600 Å)占 13.9%,近红外光(7600~10000 Å)占 17.0%。其中,4000~7000 Å 的辐射为茶树可利用的部分,约占 79%。

3. 太阳总辐射的组成

太阳总辐射由太阳直接辐射与天空辐射即散射辐射所组成。在凤庆大兴测得的太阳总辐射为 618.07 毫卡/cm² 分,其中直接辐射为 463.31 毫卡/cm² 分,散射辐射为 154.76 毫卡/cm² 分。散射辐射中的紫光相当于直接辐射紫光的 54.9%,蓝光相当于 46.2%。散射辐射随波长增大而减少,其近红外光相当于直接辐射近红外光的 26.6%。

4. 峰值

太阳总辐射能的最大值在波长 6000 Å 处出现,以后总辐射能下降,在 7600 Å 处有向上跳动的小峰。直接辐射能的最大值在 6400 Å 处出现,6500 Å 处有低值出现,6800 Å 处出现上升,7300 Å 处出现低谷,9000 Å 后辐射微弱,仅比紫光稍强。

5. 太阳辐射日变化

1988年4月8日,在北回归线茶区,海拔1400m的公弄山观测了8~18时的太阳辐射日变化,结果表明,太阳总辐射,由8时的每分每平方厘米的527毫卡逐步升高,11时达851毫卡,17时达最高值,为993毫卡,18时降为600毫卡;紫光辐射,11时达5.49毫卡,为最高值,13时为5.24毫卡,18时降至2.70毫卡;蓝光辐射,9时达最高值,为20.67毫卡,11~13时维持这高峰值,以后辐射能下降,18时下降为8.3毫卡;绿光辐射,从8时的21.74毫卡上升,17时达最高,为64.91毫卡;红短光辐射,9时开始升高,17时达最高值,为210.31毫卡;红长光辐射,9时开始升高,17时达最高值(约200毫卡);近红外辐射,11时达次高值,17时达最高值;生理辐射(4000~7000Å),8时为最低,9时倍增,为446.85毫卡,11时达第一次高峰,13~16时出现低值,17时达最高值(489.66毫卡),18时下降。

6. 太阳光谱分布的纬度特点

在四个不同纬度上设点观测太阳光谱的分布特点,结果表明,太阳总辐射,以23.5°N处最强,25.7°N处次之,24.7°N处最低;生理辐射,以25.7°N处最强,23.5°N处次之,22°N处最低;紫光辐射,基本上随纬度的增高而增强,25°N处的辐射强度为22°N和23.5°N处辐射强度的3倍多;蓝光辐射,表现出与紫光辐射同样的趋势,25.7°N的辐射强度为22°N处辐射强度的2倍多;橙光辐射,除24.7°N处显著偏低外,基本上也呈随纬度增高强度增强的趋势;非生理辐射(7100~10000Å),基本上随纬度的增高而减弱,24.7°N处的强度约为22°N处强度的60%。然而,不同纬度下太阳总辐射的组成,即各辐射所占总辐射的比例表现一致。

7. 太阳光谱分布的海拔特点

为了研究的方便,把澜沧江流域茶区当成一个茶山整体,不考虑其纬度差异所带来的影响(尽管南北相差3.7度,但都可划进亚热带)设点观测,研究海拔高度对太阳光谱分布的影响。在560、1200、1400、2000、2300m的观测结果,太阳总辐射能,随海拔的升高而提高,如果将560m处的500毫卡/cm²分当作100,1200m处的为119,1400m处为125,2000m处为129,2300m处为146;生理辐射基本上随海拔的升高而提高,2300m处的辐射能约为560m处的2倍;紫光辐射,几乎随海拔高度的升高而呈几何级数提高,1400m处的辐射能约为560m处的4倍,2300m处为560m处的8倍;蓝光辐射,与紫光辐射相似,只是不如紫光变化强烈,1400m处的辐射能为560m处的2倍多,2300m处为560m处的4倍多;橙光辐射,随海拔的升高有一定数量的增加,但增幅不大;非生理辐射,除1400m处比560m处略高外,其余全低于560m处的。以上观测结果表明,随着海拔的升高,生理辐射、

蓝光、紫光辐射渐趋丰富,非生理辐射逐渐减少。

(二) 茶树对太阳光谱的反射和吸收

1. 太阳光谱的生理特性

波长为3000~7500Å的太阳辐射能被多数植物所利用,它们被细胞质体色素如叶绿素、类胡萝卜素和酶及其他细胞成分所吸收,对植物的生长具有实际意义,通常称为生理辐射。本研究实际测定的大多数结果证明,7000Å以上波长的光能几乎全都不能被茶树所利用,故本研究只取4000~7000Å波长段为茶树生理辐射。

与其他植物一样,茶树对蓝光和橙光的吸收占有较大的比重,蓝光为短波光,在生理上对氮代谢、蛋白质形成有重大意义,是生命活动的基础。而橙光偏长,对碳代谢、碳水化合物具有很高的形成活性,是物质积累的基础。紫光比蓝光波长更短,不仅对氮代谢、蛋白质的形成意义重大,而且与一些含氮的品质成分如氨基酸、维生素和很多香气成分的形成有直接的关系,因此,本研究特别重视紫光的自然分布特性和茶树对紫光的吸收特性。近红外光谱,被茶树全部反射,没有生理意义,实际上,7000Å以上的偏长波长辐射都是不能被茶树利用的无效辐射,它们只可作为环境增温的热源。

2. 太阳光谱的分流

(1) 分流的方向

太阳光投到茶园后,进行能量分流。其中,第一部分为反射能,即被茶树叶片反射,反射是选择性的,与茶树品种、长势、叶片成熟度等影响叶色的因子有关。第二部分为透射能,即能量穿过叶片透射或经多次反射、折射和透射,最后落到地面。透射能是透过茶树叶片的能量,其中包含一部分在茶树体内波长红移的光能。属于第二部分的还有漏射,从茶园树冠整体来说,叶面积指数和叶层厚度对太阳能的接受起着关键作用。通常认为叶面积指数为3的茶园,覆盖度为80%左右,因此,太阳光要从20%没有叶子的空隙直接投射到茶丛之下的地面。第三部分为吸收能,即能被茶树利用的光能。反射、透射、吸收均与茶树品种、树龄、叶龄、当时当地的环境条件有密切关系。

(2) 一般分流情况

以1400m处的综合情况来看,在清明至谷雨期间,太阳总辐射为619.60毫卡/cm²分,反射为214.19毫卡,占34.6%,透射加漏射为235.83毫卡,占38.1%,吸收171.89毫卡,占27.7%;生理辐射,投入417.07毫卡/cm²分,反射64.10毫卡,占15.4%,透射加漏射为135.68毫卡,占32.5%,吸收213.59毫卡,占51.2%;紫光辐射,投入10.98毫卡/cm²分,反射占6.0%,透射加漏射占65.7%,吸收占28.4%,说明叶片对紫光反射很少,而紫光的穿透力强,是透射比例最大的光谱区;蓝光辐射,反射占7.3%,透射漏射占32.2%,吸收占60.8%,是整个太阳辐射中被叶片

反射较少而吸收最大的光谱区;橙光辐射,反射占7.8%,透射漏射占31.0%,吸收占60.5%,是被茶树吸收比例次高的光谱区;红短光(6300~7000Å)辐射,反射占14%,透射漏射占32%,吸收占54%,是整个生理辐射光谱区中反射比例最高、吸收绝对能量最大的光谱区,吸收占总吸收量的33%。太阳辐射在茶园中的分流如右下图所示,图中三条曲线本来只应构成三个区即透射漏射区、反射区和吸收区。但在7000Å以后的中长波光谱区,反射能超过了光能的投入总量,形成了Ⅲ₂区。很多测定结果,仅反射能一项就接近或超过了这一光谱区的投入量,加上透射漏射部分,就形成了能量入不敷出的亏损现象。Ⅲ₂区的能量来源,第一,茶树经过一段光照之后,本身就成为一个辐射源,向四周辐射一定的能量。第二,被茶树吸收的生理光谱中,在茶树进行的生理活动过程中,波长发生红移,以较长光波辐射出来,因此,生理辐射中吸收能量占了50%以上,但部分吸收能又以非生理辐射的形式释放出来,故吸收量只占总辐射的10%~30%。

3. 茶树对太阳光吸收的一般特性

(1) 茶树对光谱的选择吸收

以云南省农科院茶叶研究所丰产茶园为例,1988年3月26日,春分刚过,下午2时、晴天无云,茶树对太阳光能的吸收,从4200Å开始,能量迅速上升,在5800Å和6400Å处出现凹陷。在6600Å处出现峰值,到达峰值后急剧下降,在7100Å处出现负值,负值峰在7500Å,次负值峰8300Å,9100Å负值减小,此后曲线平稳走向10000Å,表明在4000~10000Å的太阳辐射中,茶树只吸收4000~7000Å波长的太阳辐射能。

(2) 茶树选择吸收太阳光的强度

从吸收的能量来源,红短光最大,橙光次之,蓝光再次,紫光最小。用吸收量占该光谱段的投入比例来衡量光谱选择吸收的强度,则选择吸收量强的是蓝光,吸收量占投入量的63.8%。次为橙光,占投入量的60.5%,以下依次为红短光、黄绿光、黄光、绿光、浅蓝光,分别占投入量的56.1%、53.7%、34.0%、32.9%和32.8%。最低为紫光,占投入量的28.4%。选择吸收强度与测定当时的条件关系密切,故各地所得结果不一,但趋势相同。

(3) 茶树对紫光的吸收

紫光是茶树吸收光谱中波长最短的光区。紫光对氮代谢和蛋白质的形成,特别是滋味成分如氨基酸、维生素、含氮香气物质等的形成,具有关键性的作用。如果说,3000~4000Å的近紫外光对抑制快速生长有关键意义的话,那么4000~4500Å的紫光则必然是生长加速(体增长)与生理充实(质增长)之间、氮代谢与碳代谢之间、茶叶滋味的醇厚度与浅薄之间、产量与品质之间起转折和宏观调控作用的光区。因此,研究紫光

的存在数量、地理分布与吸收特性,对了解优质茶的地理条件、指导优质茶区划具有重要意义。

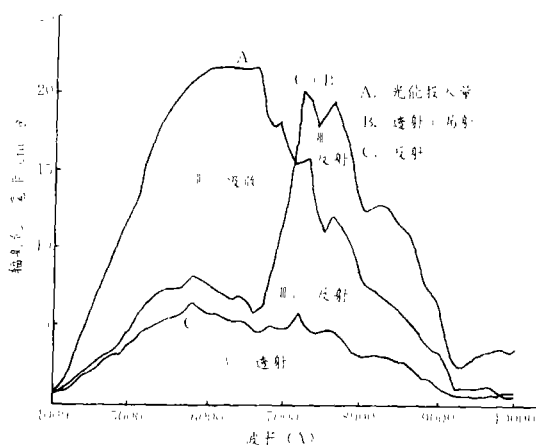
11个点的测定结果表明,在一定范围内,紫光的吸收与紫光的投入有正相关关系,即投入多则吸收相应增多一些,但当紫光投入量过大时,吸收并不相应增加。例如,当投入量为4.08毫卡/cm²分时,吸收量占20.6%,投入量为11.74毫卡/cm²分时,吸收量占25.2%,投入量为24.78毫卡/cm²分时,吸收量占30.0%,投入量为32.76毫卡/cm²分时,吸收量降为11.9%,表明茶树对紫光的吸收具有某种限定性。

4. 纬度与茶树对太阳光能吸收的关系

不同纬度茶树吸收太阳光能的测定结果表明,总辐射,吸收能几乎随纬度的增高而提高,而吸收能占能量总投入量比例的变化与吸收能的变化趋势不一;生理辐射,吸收能随纬度的增高而提高,而吸收能占能量总投入量的比例变化不大;紫光辐射,吸收能以24.7°N处最大,但吸收能占能量总投入量的比例以22.0°N处最大;蓝光辐射,吸收能随纬度的增高而提高,然吸收能占能量投入量的比例以24.7°N处最大,其他纬度相差不大;橙光辐射,吸收能几乎随纬度的增高而提高,除23.5°N处外,各纬度处吸收能占能量总投入量的比例差异不大。

5. 海拔与茶树对太阳光能吸收的关系

不同海拔高度茶树吸收太阳光能的测定结果表明,茶树对各光谱区光能的吸收几乎随海拔高度的升高而增强。总辐射,吸收能在1400m和2300m处出现高值,均为560m处的5倍多,但在2000m处有下跌;蓝光辐射,吸收能的变化与紫光辐射相似,只是变幅较小;橙光辐射,吸收能随海拔高度的升高而提高,在2000m处下跌,之后在2300m处出现最高值。



茶园太阳辐射分流图 (1200m, 春分后)