

高原生物学集刊

ACTA BIOLOGICA PLATEAU SINICA



2.4

科学出版社

高原生物学集刊 第4集

(1985年)

目 录

高寒草甸 C ₃ 、C ₄ 植物叶片解剖特征的初步研究·····	王启基、杨福囤 (1)
蓝紫光对几种牧草生长和品质的影响·····	韩 发、贲桂英 (13)
高山植物结构特异性的研究·····	王为义 (19)
唐古特大黄的生物学——生态学特性及其驯化的研究·····	王为义、周立华、林 华 (35)
辣椒过氧化物酶及其同工酶和吲哚乙酸氧化酶与生长发育的关系·····	韩 发 (43)
高寒矮嵩草草甸结构特征及其生产量·····	杨福囤、陆国泉、史顺海 (49)
巴马穗唇鲃 (<i>Crossocheilus bamaensis</i> Fang, 1981) 寄生指环虫 (<i>Dactylogyrus</i>) 一新种·····	张剑英、郭起治 (57)
南迦巴瓦峰地区鱼类区系的初步分析·····	武云飞 (61)
云南蛙科一新种·····	费 梁、黄永昭 (71)
宁夏锄足蟾科一新种——六盘齿突蟾·····	黄永昭 (77)
艾虎和香鼬活动节律的初步研究·····	梁杰荣、程云年 (83)
青海高原冷季牧地草畜平衡问题的探讨·····	施玉辉 (89)
藏绵羊血红蛋白的组成及其对氧亲和力的研究·····	周虞灿、刘国富 (99)
高寒草甸细菌生物量的研究: II 细菌生物量的季节性动态·····	李家藻、朱桂如、杨 涛、程双宁、李玉英 (107)
高寒草甸氮素代谢微生物数量及活性的季节性动态·····	杨 涛、李家藻、朱桂如、程双宁、李玉英、叶启智 (119)
青海高寒草甸土壤无机磷形态组成的初步研究·····	赵宝莲、左克成、鲍新奎、郭建华 (135)
柴达木盆地高额丰产麦田的群体特点及其形成·····	程大志、陈集贤、马晓明、郁 海、葛菊梅 (141)

Acta Biologica plateau Sinica No. 4

(1985)

CONTENTS

- A preliminary study on the anatomical characteristics of C_3 , C_4 plants in alpine meadow *Wang Qiji and Yang Futun* (10)
- Effects of blue purple light on growth quality of some herbages
..... *Han Fa and Beng Cuiying* (17)
- An investigation on specific structural characteristics of alpine plants on Qinghai-Xizang plateau *Wang Weiyi* (32)
- A study of biological—ecological characteristics and domestication of tangut dahuang *Wang Weiyi, Zhou Lihua and Lin Hua* (40)
- Relationship between peroxidase, peroxidase isoenzyme, indole acetic acid oxidase and the development of pepper *Han Fa* (48)
- The structure characteristics and production of alpine *Kobresia humilis* meadow *Yang Futun Lu Guoquan and Shi Shunkai* (56)
- A new species of *Dactylogyrus* from gills of *Crossochilus bamaensis*
..... *Zhang Jianying and Guo Qizhi* (59)
- A preliminary analysis of fish fauna of Namjagbarwa Region in Xizang, China *Wu Yunfei* (70)
- A new species of the genus *Nanorana* (*Amphibia: Ranidae*) from northwestern Yunnan, China *Fei Liang and Huang Yongzhao* (75)
- A new species of pelobatid toads (*Amphibia: Pelobatidae*) from Ningxia Hui Autonomous Region *Huang Yongzhao* (81)
- Studies on the daily activity rhythm of polecat and alpine weasel
..... *Liang Jierong and Cheng Yunnian* (88)
- On the balance between grass and livestock during cold season in Qinghai plateau rangeland *Shi Yuhui* (98)
- Investigations on the components and oxygen affinity of hemoglobin in tibetan sheep *Zhou Yucan and Liu Guofu* (105)
- Study on bacterial biomass in soil of alpine meadow II. Seasonal dynamics of bacterial biomass
..... *Li Jiazao Zhu Guiru Yang Tao Cheng Shuangning and Li Yuying* (117)
- Studies on seasonal dynamics of the number and activity of nitrogen metabolic microorganisms in the soils of alpine meadow
..... *Yang Tao Li Jiazao Zhu Guiru Cheng Shuangning Li Yuying and Ye Qizhi* (133)
- Preliminary study on the forms and the composition of soil inorganic phosphorus in alpine meadow in Qinghai province
..... *Zhao Baolian Zuo Kecheng Bao Xinkui and Guo Jianhua* (139)
- Characteristics and formation of high yielding population of spring wheat in Chaidamu Basin
..... *Cheng Dazhi Chen Jixian Ma Xiaoming Yu Hai and Ge Jumei* (153)

高寒草甸 C_3 、 C_4 植物叶片解剖 特征的初步研究*

王启基 杨福圃
(中国科学院西北高原生物研究所)

一、引言

Kortschalk 等(1965)在甘蔗的叶子里发现了与卡尔文循环不相同的光合作用初产物——四碳化合物,因而将光合初产物是四碳化合物的植物称为 C_4 植物,与具有卡尔文循环的 C_3 植物相区别。

C_3 植物与 C_4 植物在 CO_2 固定途径、光合作用的初产物、光合能力、生物生产量以及叶片的结构上都存在着较明显的差异(古谷雅树等,1979; Waller 和 Lewis, 1979),这些特征都可作为区分 C_3 、 C_4 植物的指标,其中通过植物叶片结构特征的研究来确定 C_3 、 C_4 植物是一种切实可行的方法。国外在这方面曾作了大量工作(Downton 等, 1968; Fl-sharkaway 等, 1965; Gallaher 等, 1975),并结合生理特征确定了上千种的 C_4 植物(Downton, 1975; Waller 等, 1979)。国内,尤其对青藏高原大面积分布的高寒草甸植物尚未见到从植物结构特征来区分 C_3 、 C_4 植物的文献报道。

本文报道了高寒草甸地区 C_3 、 C_4 植物结构特征的初步研究结果,目的在于初步确定 C_3 、 C_4 植物,并结合它们所处的生境条件,探讨 C_3 、 C_4 植物的分布规律,为阐明高寒草甸植物光合作用、生物生产量差异的机制提供资料,为优良牧草的引种、驯化,发展高原畜牧业提供理论依据。

二、材料和方法

研究材料于1981年7月植物生长旺盛期,采自青海海北高寒草甸生态系统定位站。本区地处青藏高原东北隅,祁连山东段冷龙岭南麓,海拔3200—3400米;以高寒草甸地区的常见种和优势种或在高原畜牧业生产中具有重要经济意义的植物为主,共51种植物,隶属16科40属。

植物叶片以 F.A.A. 液固定。选叶片中段为材料,用石蜡切片法制片,切片厚10微米;部分禾本科植物叶片因含硅质较多,先用甘油-酒精软化处理后再制片。以铁矾-苏

* 此项工作得到西北大学生物系胡正海、田兰馨先生和本所王为义同志的指导和支持,在此一并致谢。
本文1983年10月10日收到。

表 1 高寒草甸 C₃、C₄ 植物叶片解剖特征、类型及生境

Table 1 The anatomical characteristics leaf blades types and habitat of C₃, C₄ plants in alpine meadow

种 名 Name of species	花环状 结构 Kranz	维管束鞘 Vascular bundle sheath	维管叶绿体 Vascular bundle sheath chloroplast		类 型 Type	生 境 Habitat
			大 小 Size	数 量 Quantity		
禾本科 Gramineae						
扁穗冰草 <i>Agropyron cristatum</i> *	+	较发达 Developed	大 Big	多 Much	C ₄	干旱草原 Dry steppe
厚穗赖草 <i>Aeluropidium dasystachys</i>	+	较发达 Developed	大 Big	多 Much	C ₄	农田、弃耕地、路旁 Farmland, wasteland, roadside
青海鹼冠草 <i>Roegneria kokonoricu</i> *	+	一般 Common	小 Small	多 Much	C ₄	高寒草原 Alpine steppe
大颖草 <i>R. grangiumis</i> *	+	较发达 Developed	小 Small	多 Much	C ₄	高寒草原 Alpine steppe
藏异燕麦 <i>Helictotrichon tibeticum</i>	+	一般 Common	小 Small	多 Much	C ₄	高寒灌丛或草甸 Alpine shrub or meadow
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	+	一般 Common	大 Big	多 Much	C ₄	弃耕地、鼠害严重地 Wasteland, rodent damaged place
细叶芨芨草 <i>Achnatherum chingii</i>	+	一般 Common	小 Small	多 Much	C ₄	高寒灌丛、草地 Alpine shrub, grassland
异针茅 <i>Stipa aliena</i>	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	高寒草原 Alpine steppe
落草 <i>Koeleria cristata</i>	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	草原 Grassland
羊茅 <i>Festuca ovina</i>	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	高寒草原 Alpine steppe
早熟禾 <i>Poa sp.</i>	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	草原 Grassland
发草 <i>Deschampsia caespitosa</i>	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	灌丛或沟边湿地 Shrub or marshy bank
燕麦 <i>Avena sativa</i> *	-	不发达 Undeveloped	极小 Extreme small	少 Little	C ₃	人工草地 Artificial grassland

续表 1 Continuous Table 1

种 名 Name of species	花环状 结构 Kranz	维管束鞘 Vascular bundle sheath	维鞘叶绿体 Vascular bundle sheath chloroplast		类型 Type	生 境 Habitat
			大 小 Size	数 量 Quantity		
黄花棘豆 <i>Oxytropis ochrocephala</i> 蔷薇科 Rosaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
蕨麻 <i>Potentilla anserina</i> 二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i> 长叶无尾果 <i>Coluria longifolia</i>	—	不发达 Undeveloped 不发达 Undeveloped 不发达 Undeveloped 不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	弃耕地, 鼠害严重地 Wasteland, rodent damaged place 山坡草地 Grassland of slopes 高寒草甸 Alpine meadow
金露梅 <i>Dasiphora fruticosa</i> 高山绣线菊 <i>Spiraea alpina</i> 蓼科 Polygonaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	溪流两岸, 河滩地 Sides of the streams, flood land 山地阴坡 Northern slopes
西北利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i> 珠牙蓼 <i>P. viviparum</i> 细叶蓼 <i>P. tenuifolium</i> 高山蓼 <i>P. alpinum</i>	—	不发达 Undeveloped 不发达 Undeveloped 不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	弃耕地、路旁 Wasteland, roadside 林缘湿地 Forest edge marsh 高寒草甸 Alpine meadow 高寒草甸 Alpine meadow
毛茛科 Ranunculaceae 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i> 兰花侧金盏 <i>Adonis coerulea</i>	—	不发达 Undeveloped 较发达 Developed	— 大 Big	— 少 Little	C ₃ 中间型 Middle type	高寒草甸 Alpine meadow 山坡草地 Grassland of slopes

龙胆科 Gentianaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
麻花苣 <i>Geniiana straminea</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
瑞香科 Thymelaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
茜草科 Rubiaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
蓬子菜 <i>Galium verum</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
鳶尾科 Iridaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
高原马蔺 <i>Iris potaninii</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
伞形科 Umbelliferae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
柴胡 <i>Bupleurum condensauum</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
唇形科 Labiatae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes
筋骨草 <i>Ajuga lupulina</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	弃耕地、鼠害严重地 Wasteland, rdoent damaged place
胡秃子科 Elaeagnaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	弃耕地、鼠害严重地 Wasteland, rdoent damaged place
藏黑刺 <i>Hippophae tibetica</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	弃耕地、鼠害严重地 Wasteland, rdoent damaged place
杨柳科 Salicaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	河滩地 Flood land
厚叶山柳 <i>Salix oritrepha</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山地阴坡 Northern slopes
玄参科 Scrophulariaceae	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山地阴坡 Northern slopes
兰石草 <i>Lancea tibetica</i>	—	不发达 Undeveloped	—	—	C ₃	山坡草地 Grassland of slopes

* 栽培种 Cultivate species + 有 Present - 无 Absent

木精染色,并用橘红G纯酒精溶液复染;另外还采用了番红-固绿双重染色法。在光学显微镜下观察叶片横切面结构,测量有关数据并摄影。

三、观察结果

根据 Crookston (1974); Hatch (1966); Williams (1974) 等的研究报道, C_3 、 C_4 植物的光合作途径同叶片的解剖特征密切相关。 C_4 植物叶片的绿色组织 (chlorenchyma) 以维管束为中心呈放射状排列,内层为大型的维管束鞘细胞 (Vascular bundle sheath cell) 其细胞内含有大量的叶绿体,其体积较叶肉细胞的叶绿体大而颜色较深,并多呈远心分布,外层由较小的叶肉细胞 (mesophyll cell) 构成,上述细胞的排列图式形如花环,所以又称花环状 (Kranz) 结构。而 C_3 植物的维管束鞘不发达,即便有一定程度的发达,也不含叶绿体,或具很少的、非常小的叶绿体,周围的叶肉细胞排列也较松散。因此, Kranz 结构是 C_4 植物叶片解剖上的典型特征之一 (古谷雅树等, 1979; 村田吉男, 1980; Smith 等, 1973)。

根据有无 Kranz 结构等特征就可以将 C_3 、 C_4 植物加以区分。我们比较观察了高寒草甸 51 种植物叶片横切面结构。观察结果见表 1。

由表 1 可以看出,高寒草甸地区大部分植物属于 C_3 植物, C_4 植物仅在禾本科中发现有 7 种。它们是: 扁穗冰草 (*Agropyron cristatum*)、厚穗赖草 (*Aneurolepidium dasystachys*)、青海鹅冠草 (*Roegneria kokonorica*)、大颖草 (*Roegneria grandiglumis*)、藏异燕麦 (*Helictotrichon tibeticum*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、细叶芨芨草 (*Achnatherum chingii*)。此外,黑紫风毛菊 (*Saussurea nigrescens*) 和兰花侧金盏 (*Adonis coerulea*) 两种植物叶片的解剖特征,既不呈明显的 C_4 植物的结构,又不同于 C_3 植物的结构。如二者的栅栏组织较发达,2—3 层栅栏组织细胞占叶厚的 $1/3—1/2$; 海绵组织细胞大小形状不一,排列疏松。间隙发达。维管束鞘由一层大小不等的薄壁细胞组成,内有形状较大,数量不多的叶绿体分布。从叶片结构看,虽有较发达的维管束鞘和较大的叶绿体,但叶肉细胞排列很疏松,不呈放射状排列,没有明显的 Kranz 结构。它们是属于 C_3 、 C_4 植物的中间类型。

现将上述植物中比较典型的 C_4 、 C_3 植物的形态学特征分述如下:

(一) C_4 植物的形态学特征

1. 扁穗冰草

多年生草本。秆高 35—75 厘米,叶片宽 2—5 毫米,主要分布在干旱草原。

叶片扁平,边缘内卷,近轴面呈波状。维管束处叶片增厚达 212.1—303.0 微米; 束间凹下,厚 122.7—166.6 微米,并有 4—5 个泡状细胞。表皮角质层厚约 9.1 微米,并有长 15.1—30.3 微米的刺状毛。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞多呈长柱状,紧靠维管束鞘的 1 圈叶肉细胞长约 22.9 微米,宽约 8.0 微米,其长轴方向垂直于维管束,呈放射状紧密排列。

叶脉平行,束间距约为 139.7 微米,由直径为 90.5—121.2 微米的大维管束和直径为 36.4—60.6 微米的小维管束交替排列,较大维管束上下都有厚壁组织,从维管束延伸到表皮。而较小维管束仅远轴面具厚壁组织。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由“U”型加厚

的厚壁细胞组成;外鞘由较大的薄壁细胞组成,细胞长约 16.4 微米,宽约 13.5 微米,内含形状较大,数量较多的叶绿体,均为远心分布。叶片具有明显的 Kranz 结构。(图版 I:1—2)

2. 厚穗赖草

多年生草本。秆高 90 余厘米,叶片宽 4—7 毫米。多分布在海拔 3200 米以下的农田、弃耕地及路旁。

叶形类似前种,叶片近轴面表皮角质层厚约 2.8 微米,远轴面表皮角质层厚约 4.5 微米,并有长达 36.0—63.0 微米的刺状毛。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞多呈长圆柱状,以维管束为中心呈放射状紧密排列,紧靠维管束鞘的一圈叶肉细胞长约 15.7 微米,宽约 9.7 微米。

叶片由 17 个直径不等的大小维管束交替平行排列,束间距约 145.1 微米。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的厚壁细胞组成;外鞘由较大的薄壁细胞组成,细胞长约 16.9 微米,宽约 10.9 微米,内含形状较大数量较多的叶绿体,均为远心分布。叶片绿色组织的细胞相互交替紧密排列,具有明显的 Kranz 结构。(图版 I: 3—4)

3. 垂穗披碱草

多年生草本。秆高 50—90 厘米,叶片宽 3—5 毫米。多生长在土壤疏松的弃耕地或鼠害严重破坏的草地。

叶形类似前种,叶片近轴面表皮角质层厚约 1.8 微米,远轴面表皮角质层厚约 4.5 微米。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞多呈短圆柱状,以维管束为中心呈放射状排列,紧靠维管束鞘的一圈叶肉细胞长约 16.8 微米,宽约 10.5 微米。

叶片有 23 个大小不等的维管束交替平行排列,束间距约 94.5 微米。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的“U”型加厚的厚壁细胞组成;外鞘由长约 13.1 微米,宽约 11.6 微米的薄壁细胞组成,内含形状较大、数量较多的叶绿体,多远心分布,叶片绿色组织具有明显的 Kranz 结构。(图版 I: 5—6)

4. 细叶芨芨草

多年生草本。秆高 50—70 厘米,多生长在高寒灌丛或干旱草原。

叶片细线形,叶缘向内卷曲。叶片近轴面表皮角质层厚约 2.7 微米,远轴面角质层厚约 6.7 微米,栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞呈短圆柱状,以维管束为中心呈放射状排列。紧靠维管束鞘的 1 圈叶肉细胞长约 13.2 微米,宽约 9.9 微米。

叶片有 6 个平行排列的维管束,束间距约 85.5 微米。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的厚壁细胞组成;外鞘由长约 11.0 微米,宽约 10.8 微米的薄壁细胞组成,内含型小数量较多的叶绿体,多呈远心分布。叶片绿色组织的细胞排列紧密,具有明显的 Kranz 结构。(图版 I: 7—8)

(二) C₃ 植物的形态学特征

1. 落草

多年生草本。秆高 25—50 厘米,叶片宽 2—3 毫米。多生长在山坡草地。

叶片扁平,微内卷,近轴面呈波纹状。维管束处叶片增厚达 137.3—180.0 微米,束间凹下,叶内细胞仅有 2—4 层,厚 76.0—90.0 微米。叶片近轴面表皮角质层厚约 1.4 微米,维管束间具 5—6 个泡状细胞;远轴面表皮角质层厚约 2.3 微米,并有少量的刺状毛。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞多呈短圆柱状,排列较紧密。紧靠维管束鞘的 1 圈叶肉细胞长约 16.6 微米,宽约 14.4 微米。

叶片有 10 个大小不等的维管束平行排列,直径为 41.4—76.5 微米,束间距约 109.1 微米。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的“U”型加厚的厚壁细胞组成;外鞘由长约 12.6 微米,宽约 11.6 微米的薄壁细胞组成,只含形状极小而数量稀少的叶绿体。维管束鞘薄壁细胞比叶肉细胞小,叶片没有明显的 Kranz 结构。(图版 II: 9—10)

2. 华扁穗草

多年生草本。秆高 5—20 厘米,叶片宽 1.0—3.5 毫米。多生长在溪流旁潮湿或沼泽地,常形成较纯的群落。

叶条形,呈“V”字形。上表皮细胞较大,角质层厚约 4.5 微米。叶片中部凹陷处有 8—10 个呈扇形的泡状细胞。下表皮细胞较小,角质层厚约 3.6 微米。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞呈椭圆状,靠近上表皮的 2—4 层细胞小而排列紧密;靠近下表皮的 2—3 层细胞大而排列疏松。维管束间有发达的薄壁组织,有些甚至破裂而成气腔。

叶片有 12 个大小不等的维管束交替平行排列,束间距约 62.8 微米。较大维管束上下都有厚壁组织,小维管束仅远轴面有厚壁组织或没有。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的厚壁细胞组成;外鞘由长约 12.4 微米,宽约 9.6 微米的薄壁细胞组成,不含叶绿体。叶片无 Kranz 结构。(图版 II: 11—12)

3. 矮嵩草

多年生草本。秆高 5—20 厘米。多生长在高寒草甸。

叶形类似前种,上下表皮角质层分别为 2.3 微米和 3.6 微米。栅栏组织和海绵组织分化不明显,叶肉细胞多呈长约 14.8 微米,宽约 11.3 微米的短圆柱状,排列较紧密。维管束间有一些巨大的细胞形成薄壁组织。

叶片由 10 个大小不等的维管束交替平行排列,束间距约 61.6 微米。维管束鞘由两层细胞组成,内鞘由较小的厚壁细胞组成;外鞘由长约 11.3 微米,宽约 9.9 微米的薄壁细胞组成;不含叶绿体。维管束鞘薄壁细胞比叶肉细胞小,无 Kranz 结构。(图版 II: 13—14)

4. 蕨麻

多年生草本。匍匐茎细长,节上生根。多生长在河滩湿地,弃耕地或田间路旁。

叶片表皮角质层不明显。叶肉分化为明显的栅栏组织和海绵组织。栅栏组织 2 层,约占叶厚的 2/3,细胞多呈长 36.0—52.2 微米,宽 6.3—11.2 微米的长圆柱状,排列较紧密。海绵组织 2—3 层,细胞多呈椭圆状,大小不一、排列疏松,间隙发达。

网状叶脉,主脉和侧脉在叶背面凸出,形成肋,中间分布着许多支脉。束间距约 110.9 微米。维管束鞘由一层长约 17.1 微米,宽约 13.5 微米的薄壁细胞组成。维管束鞘较发达但不含叶绿体。叶片无 Kranz 结构。(图版 II: 15—16)

5. 高山蓼

多年生草本。秆高 10—30 厘米。多分布在高寒草甸及亚高山草甸。

叶片披针形,表皮角质层不明显。表皮细胞大小不一,排列不整齐。叶肉细胞分化为栅栏组织和海绵组织。栅栏组织由 3—4 层,长 22.5—36.0 微米,宽 6.7—13.5 微米的圆柱状细胞组成,排列紧密而整齐;海绵组织由 3—4 层大小不等的细胞组成,排列较疏松,有发达的孔下室。

网状叶脉,束间距约 99.9 微米。维管束鞘由 1 层大小不等的薄壁细胞组成,细胞长 15.7—31.5 微米,宽 13.5—18.0 微米,不含叶绿体。叶片无 Kranz 结构。(图版 II: 17—18)

四、小 结

通过对高寒草甸地区 51 种植物叶片结构特征的研究,得到如下看法:

(1) C_4 植物和 C_3 植物的叶片结构特征具有明显的差异。花环状 (Kranz) 结构是 C_4 植物叶片解剖结构的典型特征之一。根据有无 Kranz 结构等特征,在禾本科中发现扁穗冰草、厚穗赖草、青海鹅冠草、大颖草、藏异燕麦、垂穗披碱草和细叶芨芨草等 7 种为 C_4 植物,黑紫风毛菊和兰花侧金盏 2 种为中间型,其余 42 种植物均属 C_3 植物。其中 C_4 植物占所研究植物的 13.7%, C_3 植物占 82.4%, 中间型仅占 3.9%。这一结果与村田吉男 (1980) 的报道大致相似。他们认为, C_3 植物主要分布在温带低温湿润地区,而 C_4 植物主要分布在热带、亚热带的干燥地区和盐碱地。

7 种 C_4 植物均属禾本科植物,它们占被研究的禾本科植物总属数的 50%, 总种数的 53.8%。这一数字与 Downton (1975) 所统计的 13 科 843 种植物中, C_4 植物最多的是禾本科,占 C_4 植物总属数的 70%, 总种数的 60% 的趋势基本相符。上述结果说明高寒草甸地区 C_3 植物占绝对优势, C_4 植物主要分布在禾本科中。但是, C_4 植物中的青海鹅冠草、藏异燕麦、垂穗披碱草及细叶芨芨草与典型的 C_4 植物玉米 (*Zea mays*) 的解剖特征相比,它们的维管束鞘薄壁细胞不很发达,叶绿体形状较小。这些特征可能与高寒草甸地区的生境条件有关。

(2) 7 种 C_4 植物在高原严酷的生境条件下,表现出适应性强、生长迅速、繁殖力强、生物生产量较高等优点。它们是目前高原牧区人工种植的主要优良牧草。这就为今后优良牧草的引种驯化,育种工作提供了科学依据。

(3) 根据叶片解剖特征区分 C_3 、 C_4 植物是较简便方法之一。但不是唯一的方法,还可通过生理生化、生态学等多种途径来确定。特别是对一些难于确定的中间型更应通过多种途径来研究。

参 考 文 献

- 古谷雅树、宫地重远、玖村敦颜(薛德榕译) 1979年 植物生理讲座,1: 141—144;5: 66—74, 科学出版社。
村田吉男(段树生等译) 1981年 C_3 、 C_4 、CAM 植物的分类与生产性(上)国外农业科技, (12): 1—8, 中国农业科学院出版。
Crookston, R. K. and D. N. Moss 1974 Interveinal distance for carbohydrate transport in leaves of C_3

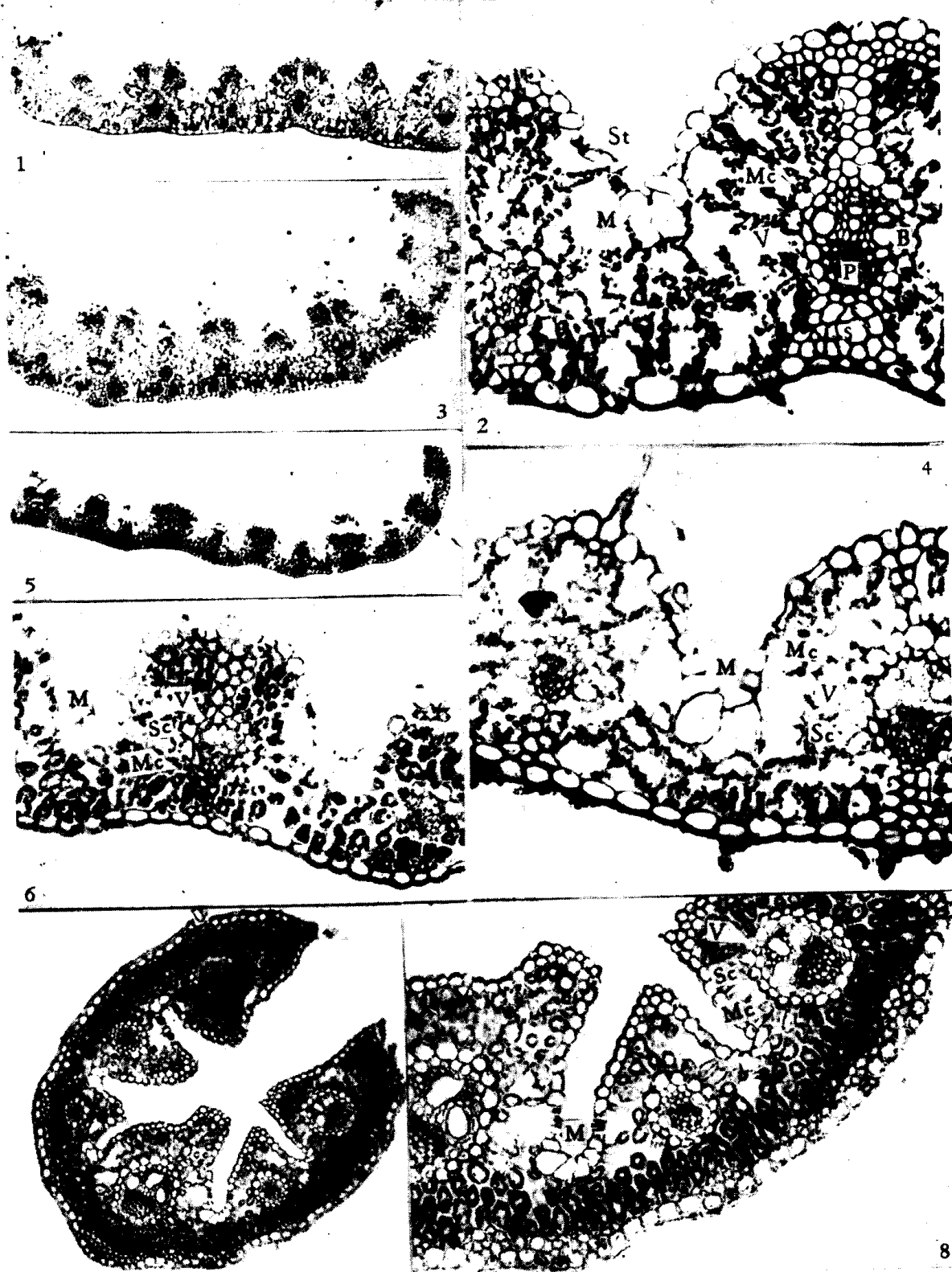
- and C_4 grasses. *Crop Sci* 14: 123—125.
- Downton, W. J. S. and E. B. Tregunna 1968 Carbon dioxide compensation-its relation to photosynthetic Carboxylation reactions, systematics of the Gramineae, and leaf anatomy. *Can J. Bot.* 46: 207—215.
- Downton W. J. S. 1975 The occurrence of C_4 photosynthesis among plants. *Photosynthetica* 9: 96—105.
- El-Shaekaway, M. and J. D. Hesketh 1965 Photosynthesis among species in relation to characteristic of leaf and CO_2 diffusion resistances. *Crop Sci* 5: 517—521.
- Gallaher, R. N, D. A. Ashley, and R. H. Brown 1975 ^{14}C Photosynthetic translocation in C_3 and C_4 plants to leaf anatomy. *Crop Sci* 15: 55—59.
- Hatch, M. D., and C. R. Slack 1966 Photosynthesis by sugar-cane leaves. A new carboxylation reaction and the pathway of sugar formation *Biochem.* 101: 103—111.
- Kortschalk, H. P., C. E. Hartt, and G. O. Burr 1965 Carbon dioxide fixation in sugar-cane leaves. *Plant Physiol.* 40: 209—213.
- Smith, B. N., and W. V. Brown 1973 The Kranz syndrome in the Gramineae as indicated by carbon isotopic ratios. *Amer. J. Bot.* 60: 505—513.
- Waller, and J. K. Lewis 1979 Occurrence of C_3 and C_4 Photosynthetic pathways in North American grasses. *Journal of Range management* Vol. 32. (1) pp 12—28.
- Williams, G. J. 1974 Photosynthetic adaptation to temperature in C_3 and C_4 grasses. *Plant Physiol.* 54: 709—711.

A PRELIMINARY STUDY ON THE ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF C_3 , C_4 PLANTS IN ALPINE MEADOW

Wang Qiji Yang Futun

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

This paper deals with the anatomical characteristics of C_3 , C_4 plants in alpine meadow. Materials of 51 species of plants were collected from Alpine Meadow Ecosystem Station at Haibei, Qinghai province, during growing season in July 1981. The plant materials were fixed by F. A. A. liquid. The section was made by wax method. The structure of leaves was observed under an optical microscope. According to Kranz structure and other characteristics, It was preliminarily decided that seven species of Gramineae are of C_4 plants, they are: *Agropyron cristatum*, *Aneurolepidium dasystachys*, *Roegneria kokonorica*, *Roegneria gradglumis*, *Helictotrichon tibeticum*, *Elymus nutans*, *Achnatherum chingii*, And others are C_3 plants, Except *Saussurea nigrescens* and *Adonis coerulea*, Which are intermediate forms. Evidently, most plants of alpine meadow region are C_3 , This may be a general phenomenon in higher elevation and cold climate.



C₄ 植物叶片横切面结构: 1,2 扁穗冰草 3,4 厚穗赖草; 5,6 垂穗披碱草; 7,8 细叶芨芨草。

B 木质部; M 泡状细胞; Mc 叶肉细胞; P 韧皮部; S 厚壁细胞; Sc 维管束鞘叶绿体;
St 气孔; V 维管束鞘。

Cross sections of leaf blades in C₄ plants: 1,2 *Agropyron cristatum* (×50, ×250); 3,4 *Aneurolepidium dasytachys* (×50, ×250); 5, 6 *Elymus nutans* (×50, ×250); 7, 8 *Achnatherum chingii* (×50, ×250).

B Xylem; M Bulliform cell; Mc Mesophyll cell; P Phloem; S Sclerenchymatous cell; Sc Vascular bundle sheath chloroplast; St Stoma; V Vascular bundle sheath.



C₃ 植物叶片横切面结构: 9,10 落草; 11,12 华扁穗草; 13,14 矮嵩草; 15,16 蕨麻; 17,18 高山蓼。

Cross sections of leaf blades in C₃ plants:

9,10 *Koeleria cristata* ($\times 48$, $\times 238$); 11,12 *Elymus sinocompressus* ($\times 48$, $\times 238$); *Kobresia humilis* ($\times 48$, $\times 238$); 15,16 *Potentilla anserina* ($\times 48$, $\times 238$); 17, 18 *Polygonum alpinum* ($\times 48$, $\times 238$).

蓝紫光对几种牧草生长和品质的影响

韩 发 黄桂英

(中国科学院西北高原生物研究所)

素有“世界屋脊”之称的我国青藏高原上,大气干燥清洁,云量极少,透明度良好,太阳总辐射量为全国第一(左大康等,1963;孔繁志等,1979;青海农业地理编写办公室,1976)。年总辐射量多在140—190千卡/厘米²·年之间,比我国东部平原地区的总辐射量多60—80千卡/厘米²·年。农作物生长季节内的总辐射量和日平均总辐射量也都比国内外著名的小麦高产地区:如国内的昆明,北京,丽江和国外的华盛顿等地高得多(金焱鑫等,1980)。这就为我国高原地区一季喜凉作物春小麦2026.1斤/亩(程大志等,1979);青稞1220斤/亩;冬小麦1742.1斤/亩;油菜822斤/亩(西藏农科油菜杂粮组,1979)等的最高单产创造了极其有利的光照条件。然而,影响作物的生长发育,产量形成和品质好坏不仅与太阳辐射在全波段的能量有关,而且与特定波段的辐射能有着极为密切的关系(田国良等,1982)。作为太阳辐射中光合作用的有效成分——蓝紫光就比海平面多78%(戴加洗等,1977)。因此,研究高原上的太阳辐射,特别是高原上非常丰富的蓝紫光对作物的生长发育,物质生产以及品质的影响,对进一步开发利用青藏高原的光能资源具有重要意义。本文初步研究了蓝紫光对几种牧草生长和品质的影响。现将其结果报道如下:

一、材料与方 法

供试验用的牧草:老芒麦(*Elymus sibiricus*),披碱草(*Clinelymus dahuricus*),无芒雀麦(*Bromus inermis*)等品种,分别由中国科学院西北高原生物研究所海北定位站和植物研究室提供。种子经过0.4%的氯化汞消毒处理1—2分钟后,分别置于培养皿里发芽,1周之后,种植在土培花盆中。当幼苗刚长出第2片叶子时,处理组分别覆盖上波长410—490毫微米的蓝紫色透明聚酯薄膜罩,然后置于自然光照条件下培育,同时根据当太阳光照射无色薄膜或玻璃时,部分光线被塑料本身或玻璃吸收,能够透过的只有红光,橙光的长波光与黄色、绿色的中波光和部分蓝色短波光,而波长比较短的蓝色光,紫色光以及紫外光都不能透过塑料薄膜或玻璃的有关报道(倪文,1980)。我们以覆盖无色聚酯薄膜的组作为对照。为了使处理组和对照组薄膜下面的能量基本相等,以处理组为标准,在对照组上面另加1—2层无色薄膜或纱布,使它们的能量和处理组的基本一致。培育1月之后,开始随机取上部叶片。参照Arnon法(Arnon, 1949)测定叶绿素的含量;采用缩脲法(潘家秀,

1973)测定蛋白质的含量;用蒽酮法(韩雅珊,1978)测定可溶性糖的含量;按照索氏提取法(耶尔马科夫,1959)测定脂肪的含量;过氧化物酶的活性根据 Matsuno 等(1972)描述的方法测得。同时,分别测定牧草植株的高度、鲜重和干物重等项目。每次测定重复 3 次。

二、结果与讨论

1. 蓝紫光对牧草生长发育的影响

在牧草的生长发育阶段,不仅光的强弱和光照时间对牧草生长发育状况有重要影响,而且光质对它们的影响更是如此。我们观察到,在不同的光照下面,几种牧草的萌发率及其生长的整齐度并不一样。其中对照组的萌发率较处理组的高。而蓝紫光下生长的牧草又比无色混合光下生长的较整齐。同时,如表 1 所示在蓝紫光下培育 36 天的几种牧草其植株高度比无色混合光下的低 7.5—8.8%,而无色混合光下培育的牧草其植株高度和蓝紫光下的恰恰相反,即对照比处理的植株长的高一些。

表 1 蓝紫光对牧草生长高度的影响

Table 1 The influence of blue purple light on the height of herbage

单位: 厘米(Unit: cm.)

牧草名称 Herbage name	对照组 Control	处理组 Blue purple light treatment	处理组占对照组的% As percentage to the control
老芒麦 <i>E. sibiricus</i>	2750	2150	78.18
披碱草 <i>C. dahuricus</i>	3350	2450	73.13
无芒雀麦 <i>B. inermis</i>	4400	2350	53.41

由此可见,蓝紫光能提高群体株高的整齐度,有抑制牧草植株伸长徒长的作用。

2. 蓝紫光对牧草蛋白质、脂肪和干物质含量的影响

分别用不同颜色的光来培育同一种牧草时由于它们所受的光谱成分不同,牧草叶片对它们的吸收和利用就不等。因此,不但牧草的生长发育状况出现了差别,而且,对牧草光合产物的合成,转变方向和运输速度都会发生很大的改变。由表 2 可以看出,在其他生态环境因素(光强、光照时间、温度和水分等)基本一致的条件下,由于对照和处理所受的光不同,因而,所形成的蛋白质、脂肪和干物质数量也表现出很大的差异。尤其是蛋白质数量的增加情况表明:不论是高蛋白质或低蛋白质的牧草品种,处理组都明显的高于对照组。而处理组蛋白质数量的增加幅度,又因品种特性的不同而表现各异。其中无芒雀麦增加 3.58%,披碱草增加 3.16%;老芒麦较小。

从脂肪的百分含量变化看出(表 2),牧草的脂肪含量也是随着光照条件的改变而变化的。尽管对照和处理之间的差异不太显著,但是,较高的脂肪百分含量都出现在处理组中,而这种增加或减少的趋势与蛋白质的变化规律是相仿的。此外,牧草处理前后干物质的总重量也有差异,在蓝紫光下培育 36 天的牧草干物质的含量都增加了,处理组较对照