

# 牧草的解剖生态适应性研究

李 立

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)  
水利部

Nobumasa Ichizen

(utsunomiya university utsunomiya-shi Tochigi-ken 321 Japan)

**摘 要** 研究了19种优良牧草的叶片结构特征,可以区分为旱生结构明显,比较明显和一般的3种类型。

**关键词** 牧草 叶片 旱生结构

## Study on the Anatomy and Ecological Adaptability of Pasture

Li Li

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Nobumasa Ichizen

(utsunomiya university utsunomiya-shi Tochigi-ken 321 Japan)

**Abstract** Leaves structural characteristics in 19 kinds of pastures were studied. The results show that this pasture was able to be classified into three kinds, first one xeromorphic structure is obviously, second is less obviously and last one is not obviously.

**Key words** pasture leaves xeromorphic structure

黄土丘陵区气候干旱,水分是影响植物生长发育的主要生态因子。引选优良牧草,既要选择具有速长、高产特性牧草,同时还要选择能适应干旱气候的抗旱性强的牧草,才能达到预期目的。

植物对干旱的适应性,除生理功能上的适应特征外,在形态结构上也具有相应的适应特征,而叶片的结构在分辨不同生境植物的特征中最为明显。所以,叶的旱生结构特征是评价植物抗旱适应性的重要指标。为此,对历年引选的19种优良牧草的叶片进行了形态解剖学研究。试验观察结果如下:

1 小冠花 *Coronilla*. L. ssp(豆科)

叶片背腹型,无毛,上下表皮均是一层细胞,横切面观细胞呈矩形和近圆形。叶肉组织发

达,栅栏组织与海绵组织界限明显;栅栏组织由1~2层细胞组成,横切面观细胞呈长条形,排列紧密,有较窄的细胞间隙。海绵组织由多层细胞组成,纵切面观细胞形状不规则,排列紧密,具较小的细胞间隙。气孔下陷并具较大的孔下室。中脉维管束1枚,不具维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部位于木质部的外侧,维管束周围的薄壁组织细胞中含有分泌物和晶体。

## 2 兰蓟 *Echium vulgare* (紫草科)

叶片背腹型,背腹两面均具单细胞腺毛,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈方形和圆形。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织由2层细胞组成,纵切面观细胞呈圆柱型和长条形,排列较疏松,具细胞间隙。海绵组织由多层细胞组成,纵切面观细胞呈长圆形和近长圆形,细胞排列疏松有较大的细胞间隙。气孔不下陷,具较大的气孔下室。中脉维管束1~3枚,呈弧形排列,中间大两侧小,维管束具有1层薄壁细胞组成的维管束鞘,木质部位于内侧,韧皮部位于外侧(远轴面)。

## 3 草地婆罗门参 *Tragopogon pratensis* (菊科)

叶片背腹型,背腹两面具毛,上下表皮为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和长圆形,细胞外壁具有明显的角质层加厚,叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织为1层细胞,纵切面观细胞呈长柱形,细胞排列紧密,无明显的细胞间隙。海绵组织由多层不规则细胞组成,细胞排列紧密,无明显的细胞间隙。叶脉维管束13枚,呈“V”字形排列,无维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部呈片状排列于木质部的外侧,在维管束的“V”字形的上部,具1个较大的气隙。叶脉维管束发育不完全。气孔不突出也不下陷,气孔下室小。

## 4 无芒雀麦 *Bromus inermis* (禾本科)

叶片等面型,上下表皮各为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和近圆形。叶肉组织不发达,栅栏组织与海绵组织界限不明显,叶片肉组织细胞形状多样,排列疏松具较大的细胞间隙。中脉维管束具1~2层厚壁细胞组成的维管束鞘。鞘的两侧具两个较大的气隙,鞘的下面(远轴面)具有多层厚壁细胞组成的机械组织。木质部管状分子位于内侧,韧皮部位于外侧,气孔下陷,具较小的气下室。

## 5 沙打旺 *Astragalus adsurgens* (豆科)

叶片背腹型,背腹两面具多细胞毛。上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈长矩形和近椭圆形,细胞外壁具明显的角质层加厚。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限较明显,栅栏组织由2~4层细胞组成,纵切面观细胞呈长条形和长棒形,排列紧密无明显的细胞间隙。海绵组织近似于栅栏状,细胞排列紧密,具较窄的细胞间隙。中脉维管束,具单层厚壁细胞组成的维管束鞘,木质部管状分子呈束状排列于内侧,韧皮部位于外侧。气孔不突出也不下陷,具较小的气下室。

## 6 红豆草 *Onobrychis viciaefolia* (豆科)

叶片背腹型,具毛,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和长圆形。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织由2~4层细胞组成,纵切面观细胞呈长柱形和棒状形,细胞排列疏松具较大的细胞间隙。海绵组织由多层细胞组成,细胞形状不规则,排列疏松具明显的细胞间隙。叶肉组织中分布有大型的分泌细胞并含有分泌物质。中脉维管束不发达,不具有由厚壁细胞组成的维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部呈束状位于木质部的外侧。气孔不突出也不下陷,具较大的气孔下室。

### 7 紫花苜蓿 *Medicago sativa* (豆科)

叶片背腹型,背面具多细胞单列毛,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈椭圆形和近方形,下表皮个别细胞呈乳头状。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织由2~3层细胞组成,纵切面观细胞呈长椭圆形和长棒形,细胞排列紧密具较窄细胞间隙。海绵组织由多层细胞组成。纵切面观细胞呈圆形、椭圆形。细胞排列疏松,具较大的细胞间隙。中脉维管束发达,不具维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部呈弧形,排列于木质部的外侧。气孔不突出表皮,气孔下室较小。

### 8 披碱草 *Elymus dahuricus* (禾本科)

叶近等面型,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和近方形。叶肉组织不发达,栅栏组织与海绵组织界限不明显,叶肉组织细胞形状多样,排列不紧密,具较大的细胞间隙。横切面观维管束多枚,中脉维管束具一层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘上部和下部具多层厚壁细胞组成机械组织,鞘的两侧具两个大型的气隙,鞘内近轴面为木质部,远轴面为韧皮部。气孔略下陷,具较大气孔下室。

### 9 大叶苜蓿 *Medicago sativa* (豆科)

叶背腹型,背面具单列毛,上下表皮为1层细胞。横切面观细胞呈突状,叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织间界限明显,栅栏组织由1~3层细胞组成,纵切面观细胞呈长柱形,细胞排列紧密,具较窄的细胞间隙,海绵组织由多层细胞组成,细胞形状多样,排列疏松具较大的细胞间隙。中脉维管束无鞘,木质部管状分子在内侧,韧皮部位于木质的外侧,气孔略下陷,气孔下室较小。

### 10 老芒麦 *Elymus sibiricus* (禾本科)

叶近等面型,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈近圆形和近方形。叶肉组织不发达,栅栏组织与海绵组织界限不明显,叶肉细胞形状不规则,排列不紧密,具较大的细胞间隙。横切面观维管束多枚,中脉维管束具1层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘的上部和下部具多层厚壁细胞组成的机械组织,其发育程度不及披碱草。鞘的两侧各具1个气隙。鞘内近轴面为木质部,远轴面为韧皮部,气孔下陷,具较大的气孔下室。

### 11 黄花草木樨 *Melilotus officinalis* (豆科)

叶片背腹型,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和矩形,细胞外壁具明显的角质层加厚。叶肉组织不发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织由1层细胞组成,纵切面观细胞呈条形,细胞排列不紧密,具较大的细胞间隙。海绵组织由多层细胞组成,细胞形状不规则,排列疏松具较大的细胞间隙。中脉维管束不具维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部位于木质部的外侧。气孔不突出也不下陷于表皮,具较小的气孔下室。

### 12 里奥百脉根 *Lotus corniculatus* (豆科)

叶片背腹型,无毛,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈椭圆形和长椭圆形,细胞外壁具明显的角质层加厚。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限明显,栅栏组织由2层细胞组成。纵切面观细胞呈长柱形,细胞排列疏松,具较大的细胞间隙,海绵组织由多层细胞组成,细胞形状多样,排列疏松,具较大的细胞间隙。叶肉组织中分布有大型分泌道,内含有大量的分泌物。中脉维管束有1个由单层厚壁细胞组成的维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部呈片状位于木质部的外侧。气孔具较大的孔下室。

### 13 红三叶 *Trifolium pratense* (豆科)

叶片背腹型,背面具毛,上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞乳突状。叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限不明显,栅栏组织由2~3层细胞组成,纵切面观细胞呈长圆形,细胞排列紧密,无明显的细胞间隙,海绵组织由多层不规则细胞组成,细胞排列紧密,无细胞间隙。中脉维管束具多层厚壁细胞组成的维管束鞘,木质部管状分子呈射线状排列,韧皮部呈片状排列于木质部的外侧。气孔不突出于表皮,亦不下陷,具较小的气孔下室。

#### 14 印度落芒草 *Oryzopsis hymenoides* (禾本科)

叶片等面型,因叶脉平行形成9个叶脉维管束,叶脉维管束形成脉脊,维管束间形成脉沟。上表皮为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和椭圆形,下表皮为1层细胞,在脉沟底部的表皮细胞,横切面观呈泡状放射形排列(在单子叶植物解剖学称泡状运动细胞)。下表皮具毛。叶肉组织发达,脉脊上部和下部呈栅栏状,均由2~4层细胞组成,纵切面观细胞呈长椭圆形,脉脊两侧呈海绵状,细胞形状多样,排列疏松具明显的细胞间隙。脉迹维管束具由1层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘外上下部各由1团由厚壁细胞组成的机械组织。鞘内上部(近轴端)为木质部,下部(远轴端)为韧皮部。毛状体分布下表皮,气孔分布脉沟的两侧具较大的气孔下室。

#### 15 羊茅 *Festuca ovina* (禾本科)

叶片近等面型,叶脉平行,横切面观具7个脉脊和6个脉沟,表皮为1层细胞,横切面观细胞呈近方形和圆形,上表皮细胞外壁具明显的角质层加厚,下表皮具短毛。叶肉组织发达,靠近上下表皮的叶肉细胞呈栅栏状,各由2层细胞组成,纵切面以细胞呈长条形,细胞排列紧密,具窄的细胞间隙。脉脊两侧叶肉组织呈海绵状,纵切面观细胞形状不规则,排列疏松,具大的细胞间隙。

脉脊上、下部具不发达的厚壁细胞组成的机械组织。脉脊两侧具气隙,脉沟底部具泡状运动细胞。脉迹维管束具1层厚壁细胞组成的维管束鞘,内有木质部位于上部(近轴面),韧皮部位于木质部的外侧。气孔分布脉脊两侧的下表皮下陷,具较大的气孔下室。

#### 16 碱茅 *Puccinellia distans* (禾本科)

叶片等面型。上下表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和椭圆形,细胞外壁具明显的角质层加厚,下表皮具毛。叶肉组织较发达,栅栏组织由1~3层细胞组成,被机械组织隔断,纵切面观细胞呈长椭圆形,排列紧密无明显的细胞间隙。海绵组织分布于脉脊两侧面,纵切面观细胞形状不规则,排列疏松具较大的细胞间隙。脉迹维管束由1层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘内木质部位于上部(近轴面),韧皮部位于木质部的下部。鞘外上、下部均由数层厚壁细胞组成机械组织。气孔分布于脉脊两侧的表皮层,气孔下陷,具较小的气孔下室。

#### 17 鸭茅 *Dactylis glomerata* (禾本科)

叶等面型,表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和近圆形,叶肉组织发达,栅栏组织与海绵组织界限不明显,叶肉细胞横切面观呈圆形,细胞间具较大的细胞间隙。叶脉维管束15~19枚,中脉维管束发育完全,由1~2层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘内木质部位于上部(近轴面),韧皮部位于木质部的外侧,鞘外上下各由数层厚壁细胞组成机械组织。气孔下陷,具较小的孔下室。

#### 18 新麦草 *Psathyrostachys juncea* (禾本科)

叶等面型,表皮均为1层细胞,横切面观细胞呈圆形和近方形,细胞外壁具明显的角质层加厚,毛状体分布于叶片两面。叶肉组织发达。栅栏组织与海绵组织界限不明显,横切面观叶

(下转第96页)

扁穗冰草可生长 10 年以上,可饲用,也可晒制干草,制作青贮或放牧,各种牲畜喜食。黄土高原每年可刈割二次,一般  $1\text{hm}^2$  产鲜草 15 825~27 750kg。刈割期多为营养期,太晚使茎变粗硬,饲用价值降低。

## 2.5 禾谷类牧草

黄土高原由于干旱对天然牧草及人工栽培牧草的生长影响较大,不少地方为了缓解草畜矛盾,种植一年生禾谷类作物来弥补天然和人工饲草的不足。

2.5.1 生物学特性 禾谷类作物为一年生植物,须根发达,密丛生,茎秆直立,疏丛型。多为当地乡土作物,适应性强,抗寒耐旱,在年降雨量不足 300mm 的地方种植均能生长,从播种到收获大约需用 120~140d。种植当年处于营养阶段,提早刈割营养价值高,割后留茬地可放牧,解决冬季的饲草不足。

2.5.2 栽培技术 播种前细致整地有利于保全苗,播后镇压促进出苗。播期以春播为宜,播种方法多以条播或撒播覆土,播量 22.5~37.5kg/hm<sup>2</sup>,播深 3~4cm,一般以混播为主。同时也可作为轮作倒茬地种植,一般每公顷产鲜草 22 500~37 500kg,高者可达 45 000kg。青草可饲用,也可晒制干草或贮青。

~~~~~  
(上接第 35 页)

肉组织呈长椭圆形和其它不规则形,细胞排列疏松具细胞间隙。脉迹维管束 19~21 枚,并形成脉脊和脉沟,沟底有数个泡状表皮细胞呈放射状排列(单子叶植物解剖学中称运动细胞)。脉迹维管束由 1 层厚壁细胞组成鞘,鞘内上部(近轴面)为木质部,韧皮部位于木质部的外边。鞘外上部和下部由数层厚壁细胞组成机械组织。气孔分布于叶片两面,气孔下陷并具较大的孔下室。

### 19 扁穗冰草 *Agropyron cristatum* (禾本科)

叶片等面型,表皮均由 1 层细胞组成,横切面观细胞呈圆形和近圆形,细胞外壁具有明显的角质层加厚。叶肉组织发达,呈栅栏状排列,纵切面观细胞呈长椭圆形,细胞排列紧密,具较窄的细胞间隙。脉迹维管束 15~19 枚,脉迹形成脉脊和脉沟,沟底的表皮细胞呈放射状排列(即运动细胞),脉迹维管束由 1 层厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘内近轴面为木质部,韧皮部位于木质部的外边。鞘外上下部各由数层厚壁细胞组成机械组织。气孔分布于下表皮,气孔下具较小的孔下室。

根据试验观察结果,可将上述引选的 19 种牧草分为 3 种抗旱类型:

(1)旱生结构一般的有:小冠花、里奥百脉根、红三叶、鸭茅;(2)旱生结构比较明显的有:兰藓、草地婆罗门参、红豆草、紫花苜蓿、大叶苜蓿、黄花草木樨;(3)旱生结构明显的有:沙打旺、印度落芒草、无芒雀麦、老芒麦、披碱草、碱茅、新麦草、扁穗冰草、羊茅。

## 参考文献

- 1 李正理.旱生植物的形态和结构.生物学通报,1981,(4):9~12
- 2 伊稍 K,李正理译.种子植物解剖学.上海出版社,1973
- 3 周泽生,李立.黄土高原能源林植物选择研究之一——19 种旱生植物叶片解剖特征的镜检.水土保持学报,1989,3(1)