

野生大豆种皮形态结构和萌发特性的研究

徐 亮,李建东,殷萍萍,王国骄,燕雪飞,孙 备

(沈阳农业大学农学院,辽宁 沈阳 110161)

摘 要:通过种皮的透水性,种皮结构的电镜扫描和酸蚀种子萌发,对野生大豆种皮构造与种子休眠关系进行研究。结果表明:野生大豆种子属于典型硬实,栅栏层是引起种皮不透水的主要原因,种脐是水分进入种子的主要通道,酸蚀 20~30 min 能有效打破种皮的不透水性障碍。

关键词:硬实;种皮结构;酸蚀处理

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2009)04-0641-06

Testa Morphology Structure and Germination Characteristic of *Glycine soja*

XU Liang, LI Jian-dong, YIN Ping-ping, WANG Guo-jiao, YAN Xue-fei, SUN Bei

(Agronomy College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: Seed is the foundation of multiply and continuation of seed plants population. Elucidation the seed dormancy reason of *Glycine soja* will provide the theoretical basis for protection and utilization of *Glycine soja* resource. The relationship between seed coat structure of *Glycine soja* and seed dormancy was studied through the water permeability experiments of the seed coat, SEM observation of the seed coat structure and germination experiment of the acid etched seeds. The results show that *Glycine soja* seed belonged to typical hard seed, and palisade layer was the main factor that caused the seed coat impermeable, hilum was the main channel through which water went into the seed, the impermeability barrier of seed coat could be effectively broken by 20-30 min acid etching.

Key words: Hard seed; Seed coat anatomy; Acid etched treatment

大豆(*Glycine max*)起源于中国,一年生野生大豆(*Glycine soja*)是栽培大豆的原始祖先种^[1]。自然状况下生长的野生大豆,因为没有受到人为选择的影响,所以很多丰富的功能基因都保留下来,同时优良的基因使野生大豆种质资源中的优良材料得以存在,这些材料有可以直接用于优质、抗病、高产栽培大豆的选育^[2]。野生大豆种子是野生大豆繁衍后代的基础,关于野生大豆种子萌发特性与种皮结构的相关性的研究未见报道,结合扫描电镜观察对野生大豆种皮形态结构和酸处理打破种子休眠进行了研究,以期对野生大豆种子萌发特性的研究和野生大豆种质资源保护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试种子来源

供试材料为 2008 年 9 月采于沈阳农业大学植

物园内树下野生大豆荚果,去荚后过筛,室内干藏。百粒重 1.856g,黑色,有泥膜,属于典型的野生大豆。

1.2 方法

1.2.1 种子吸水率的测定 称取未经任何处理和浓硫酸酸蚀 5 min、30 min、60 min 的种子,记录重量,分 3 次重复,分别放入盛有 20 mL 蒸馏水 9 mm 玻璃培养皿中浸泡,搅拌冷却,于 2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、24 h 分别取出种子,在滤纸上吸干表面浮水,称重,记录。

1.2.2 扫描电镜观察 使用日立 TM-1000 型扫描电子显微镜对未经任何处理和浓硫酸酸蚀 5、30、60 min 的野生大豆种子表面及断面进行观察记录拍照。

1.2.3 酸处理种子发芽 对野生大豆种子进行时间梯度的浓硫酸处理,分别为 5、10、15、20、25、30、

收稿日期:2009-03-14

作者简介:徐亮(1983-),男,硕士研究生,研究方向为农业生态学研究。E-mail:xldog1983@163.com。

通讯作者:李建东,教授。E-mail:dongjianli@tom.com。

40、50、60、80、120 min,每个处理 100 粒,3 次重复。处理后种子用蒸馏水冲洗,待表面硫酸清洗干净后立即放入 PL12 型种子培养皿(12 cm × 12 cm × 5 cm)中。

发芽试验在 RQH-350 型程控人工气候箱中进行,发芽温度为 25/15℃,模拟自然状态下的光照条件,0 ~ 1 h,光照渐强;1 ~ 12 h,光照强度保持恒定;12 ~ 13 h,光照减弱;13 ~ 24 h,无光照。4 d 统计发芽势,7 d 统计发芽率和发芽指数。

2 结果与分析

2.1 吸水率的测定

未经任何处理的野生大豆种子,24 h 内水浸后重量没有发生明显变化,吸水率始终保持在 0.3% ~ 0.7% 之间,存在少量种子吸水的现象,可能是这些种子的成熟度不够,没有形成完整的硬实。

浓硫酸处理 5 min 的种子吸水率随水浸时间延长有所增加,但幅度很小且平缓,在吸胀 24 h 后,吸水率为 8.13%。

从浓硫酸处理 30、60、120 min 的种子吸水率曲线可以看出(图 1)酸处理时间延长吸水率增速较快,且远远高于未处理和酸处理 5 min 的种子。在吸水过程的前 12 h,30、60、120 min 酸处理种子的吸水率分别为 102.23%、107.24%、111.43%,吸收的水分的重量均超过自身的重量。而在 12 ~ 24 h 吸水率分别达到 111.26%、118.78%、119.80%,增加了 9.03%、11.54%、8.37%,吸水过程变缓。吸胀时间相同时,酸处理时间更长的种子吸收水分较多。在 20 ~ 24 h 区间内,处理 30、60、120 min 的曲线有接近重合的趋势,说明酸处理时间越长种子吸水饱和的时间用的越短,但随着时间延长,吸水慢的种子最终也能达到饱和,酸蚀时间越长种皮的透性变得越强。

结果说明野生大豆种子的种皮具有不透水性,用浓硫酸打破种子休眠的过程中,酸蚀时间是关键。

2.2 扫描电镜观察结果

2.2.1 未处理种子种皮表面 在扫描电镜下,野生大豆种皮表面有网状的角质层,网眼由不规则的六边形组成,且网眼边缘有类似于盆地边缘状的隆起,网眼的大小和深浅各不相同(图 2-1)。与张义君等的观察基本相同^[3]。种脐表面有不规则的龟裂,中央纵向平分种脐的是脐沟(hilum groove),在靠近胚根一侧的边缘存在栓状组织覆盖物一种褥(um-

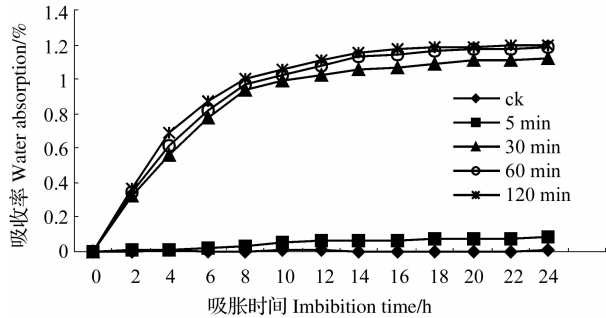


图 1 不同酸蚀时间野生大豆种子 24 h 内吸水率变化
Fig. 1 Changes of hygrophanous rates of seed in different acid etched time of *Glycine soja* within 24 h

bilicus callus),但观察不到发芽孔(micropyle)(图 2-2)。

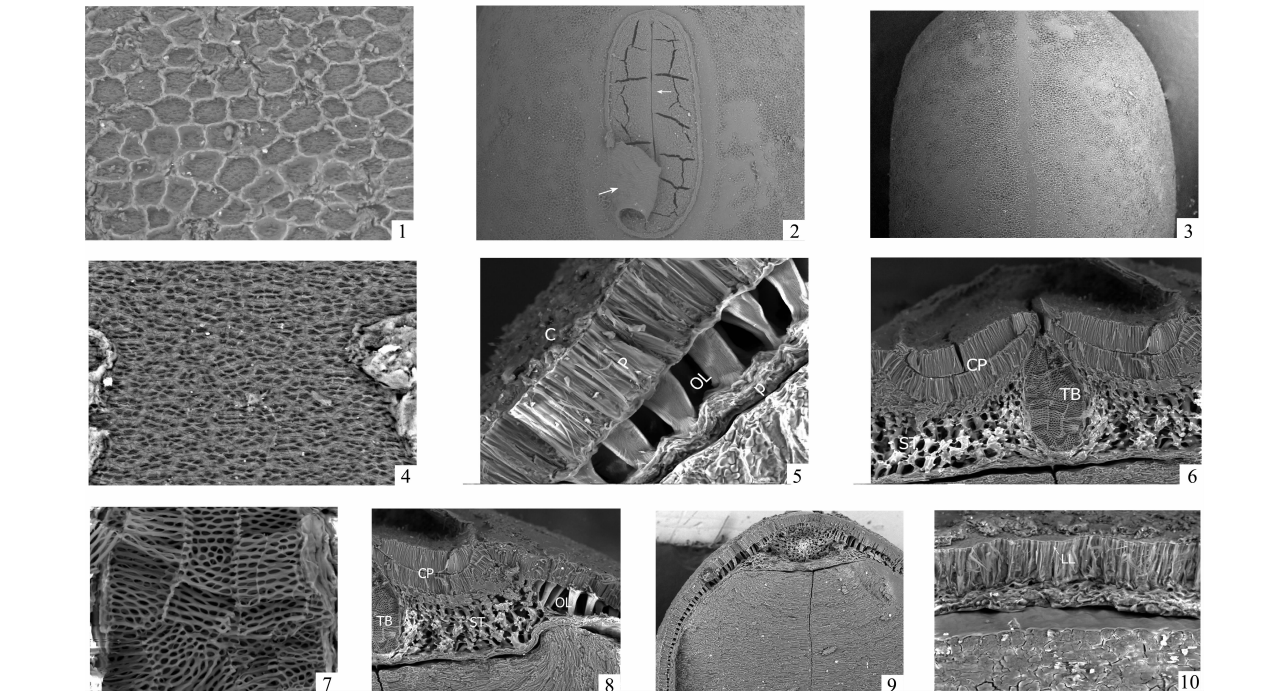
与种脐相对一侧是脐条(raphe),角质层网格没有覆盖,表面光滑不粗糙,反光能力较表皮其他部分强,肉眼观察是一条亮线(图 2-3)。放大 2000 倍观察这片区域可以看到同角质层类似的不规则六边形组成蜂房状结构,内部存在不连续的深色区域,整个种子表面就是由不规则六边形的栅栏细胞表面紧密镶嵌在一起组成^[4](图 2-4)。

2.2.2 未处理种子种皮断面 野生大豆种皮横断面可分为四层(图 2-5):最外覆盖的一薄层为角质层,有报道指出某些豆科植物在栅栏细胞的外壁外层形成包含有果胶质的硬帽^[5-6]。而一般对角质层的定义是植物中的一种蜡状高度复杂的脂肪性物质,在表皮层的外表面形成一层分开层^[7]。野生大豆种子表面的角质层成分及其不透水性的原理还无法知道,但可以肯定的是报道中出现的野生大豆形态性状指标之一的泥膜就是种子表面的角质层。角质层下面是栅栏层,由径向长形、栅栏状细胞镶嵌排列紧密连接而成。这种细胞首次为马尔比基所描述,故称为马尔比基细胞(Malpighian cell)。由于它们形状和胞壁不均匀加厚的缘故,又称为大石细胞(macrosclereid)。在栅栏层的顶端发现一条平行于表面的连续亮线,称为明线(图 2-10)。据说是不能渗透的区域,引起明线效应的形成物的立体形状象是一种按种子的轮廓而形成的鞘壳^[8]。从扫描电镜中观察,栅栏细胞的纵向壁加厚形成褶状隆起,而这种隆起一直延伸到明线及其上部区域。可以肯定栅栏层外面不存在其他高度不能渗透的细胞层覆盖^[9],明线及其上部完全是栅栏层的一部分。第三层为柱状细胞层,这些细胞相互间只是在两端相连,细胞的中间部分相互分离,因而形成了很大的

细胞间隙。细胞内细胞壁不均匀加厚,但中部略细,具有膨大的星状端^[10],剖面图类似于滴漏和骨棒,因此也叫滴漏细胞(hour-glass cells)或骨状石细胞(osteosclereid)。最下面是薄壁组织(parenchyma),由多层的薄壁细胞横向排列组成,结构疏松,有很强的吸水力,能使种皮在很短时间内膨胀。

种脐(hilum)是鉴别豆科种子稳定的、重要的特征,是区别亚科、属甚至种的重要标志^[11]。从扫描电镜

中可以看到种脐处的栅栏层为对列栅栏层(counter-palisade),上下两层分别是种脐的上栅状表皮和下栅状表皮,其中上栅状表皮是珠柄组织的残余物^[4,12]。中间出现间断为脐沟的位置,据说脐沟两侧的栅栏组织有活瓣作用^[13],能阻挡水分的进入。与脐沟处相连接的特殊的支持物,在横断面上看起来呈椭圆形或卵形,由管胞组成(图2-7),有的文献称之为管胞岛^[4]或管胞塞^[10],但结合纵剖面的形



1. 角质层(1000×);2. 种脐,示种褥(粗箭头)和脐沟(细箭头)(100×);3 脐条(80×);4. 脐条内部栅栏层表面形状(2000×);5. 野生大豆种皮横断面,示角质层(C)、栅栏层(P)、柱状细胞层(OL)和薄壁组织(P)(1000×);6. 种脐的横断面,示对列栅栏层(CP)、管胞(TB)、星状组织(ST)(300×);7. 管胞的横截面(1500×);8,9. 含种脐的种皮横断面,示柱状细胞层的变化趋势(300×120×);10. 明线(1000×)

1. Cuticle(1000×);2. Hilum, to display umbilicus callus (thick arrowhead) and hilum groove (thin arrowhead);3. Raphe (80×);4. The shape of palisade lay exterior inside raphe(2000×);5. Cross section of seed coat of wild soybean, to display cuticle (C), palisade layer (P), osteosclereid layer (OL), parenchyma (P) (1000×);6. Cross section of Hilum, to display counter-palisade (CP), tracheid (T), stellate tissue (ST) (300×);7. Cross section of tracheid (1500×);8,9. Cross section of testa containing hilum, to display the change trend of osteosclereid layer (300×120×);9. Light line (1000×)

图2 野生大豆种子表面及横断面扫描电镜照片

Fig.2 Scanning electron micrographs of the *Glycine soja* seed coat and cross section

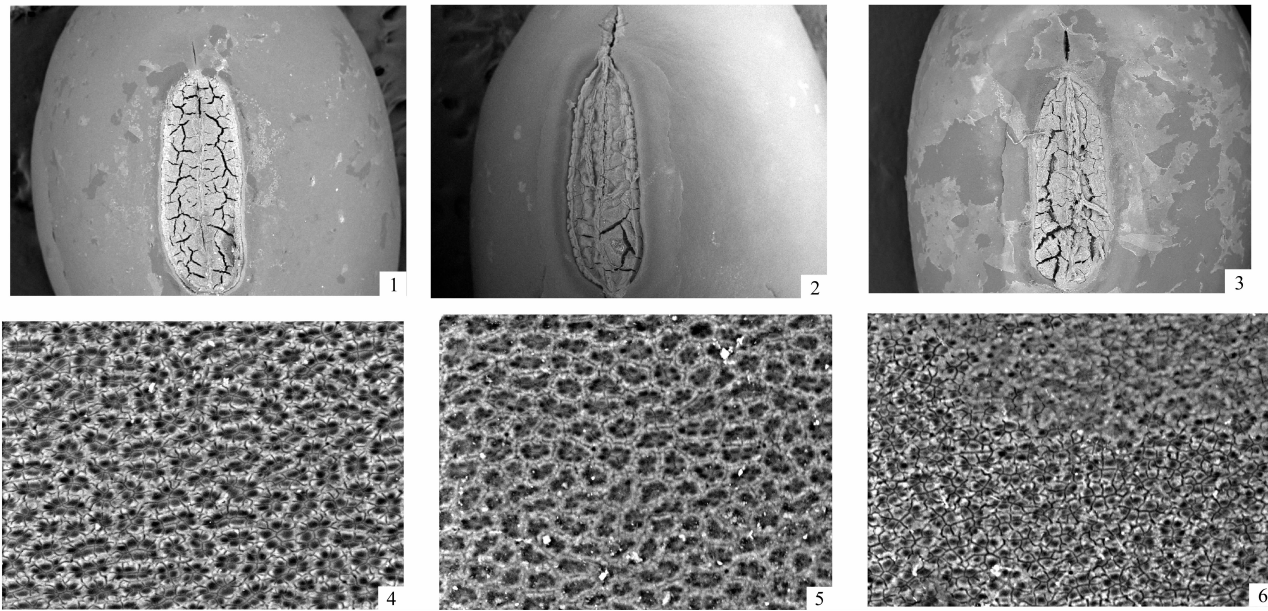
状,称为管胞横条(tracheid bar)更合适^[12]。沿着管胞横条两侧分布着星状组织(stellate tissue),星状组织具有很大的细胞空间和不规则的细胞形状。星状组织的功能尚不清楚,但根据其结构有人推测,星状组织是一种残存的贮气组织,是淹没于水中的种子能浮在水面上^[4]。星状组织在种脐与种皮连接处逐渐被柱状细胞层取代(图2-8,9)。

观察整个种子横截面,可以看到柱状细胞层内的柱状细胞在种脐端向脐条端延伸的过程中有渐变矮细的趋势,到达脐条附近的时候,最终消失,栅栏层直接覆盖在薄壁组织上(图2-9)。

2.2.3 酸处理种子表面 浓硫酸处理5、30、60 min,种皮表面的角质层大面积腐蚀脱落,随时间延长脱落程度加深。其下栅栏层结构基本保持完整,只是不规则的六边形的边缘界限与未处理的种皮相

比变得模糊(图3-4,5,6)。三种处理下种脐上部的发芽孔全部出现,但发芽孔的暴露程度还是与酸腐蚀时间有一定关系,酸蚀5 min 的种子发芽孔不

明显,而酸蚀30 min 和60 min 的种子发芽孔暴露程度没有差异,都能清晰可见。种脐处栅栏层的腐蚀程度随处理时间的增加而加重(图3-1,2,3)。



1,2,3 野生大豆种子经过5、30、60 min 酸处理后种脐和发芽孔(80×);4、5、6 为5、30、60 min 酸处理后栅栏层表面形状(2000×)
1,2,3 Hilum and micropyle of *Glycine soja* after 5,30,60 min acid treatment(80×);4,5,6 Shape of palisade after 5,30,60 min acid treatment (2000×)

图3 不同酸蚀时间野生大豆种子表面扫描电镜照片

Fig. 3 Scanning electron micrographs of the acid etched seed coat of *Glycine soja*

2.3 酸处理种子的发芽

野生大豆种子经过不同的酸蚀处理时间,其发芽势、发芽率和发芽指数同对照比较,都有不同程度的增加。三项指标在酸处理15~20 min 时段内增速最快,酸蚀20 min 的种子与酸蚀15 min 相比,发芽势增加了39.00%,发芽率增加了41.67%,发芽指数增加了18.88,最终发芽率达到93.67%。酸蚀30 min 的种子除发芽指数外,发芽势和发芽率在所有处理中最高(表1)。说明酸蚀20~30 min,能有效打破大部分野生大豆种子种皮不透水的障碍,从而使种子吸胀迅速萌发整齐。发芽势和发芽率在酸蚀处理3 min 后开始有波动的下降,发芽指数在酸蚀处理40 min 后开始有波动的下降,但是它们的下降幅度不是很大,缓中有降。综上所述,野生大豆种子酸处理的最适时间为20~30 min。

表1 不同酸蚀处理时间对野生大豆种子萌发的影响

Table 1 Effect of different acid etched time on seed germination of *Glycine soja*

处理时间 Treatment time/min	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	发芽指数 Germination index
0	1.67	4.00	0.65
5	12.00	14.33	5.61
10	29.67	37.00	12.19
15	48.00	52.00	18.49
20	87.00	93.67	37.37
25	94.67	98.00	40.37
30	95.33	98.67	41.11
40	95.00	98.33	43.78
50	93.67	97.00	42.60
60	93.33	97.33	40.15
80	93.00	96.33	41.06
100	93.67	95.67	41.72
120	94.33	95.33	40.86

3 结论与讨论

自然界具有许多种皮不透水而不能吸胀发芽并保持原来大小状态的种子称为硬实^[13]。硬实种子因为种皮的不透水性而形成种子的休眠。关于种皮

不透水性的观点可分为两种:一种认为种子表面存在的由疏水物质组成的蜡质,角质层或角化层随着种子成熟度而增厚,难以透水^[13-15];另一种认为这种高度不透性与栅栏层结构和细胞层里有酚醌类物

质存在有关^[5-6],栅栏层中的明线被认为是最不能渗透的区域^[8]。

野生大豆种子的吸水性证明:在酸蚀打破种皮不透水障碍后,野生大豆种子能进行发芽前吸胀准备阶段,并且吸水率增速与浓硫酸处理种子的时间成正比。因此,野生大豆种子属于典型的硬实,而酸蚀时间是打破种皮不透水障碍的关键。

野生大豆种子表面角质层和栅栏细胞层的不规则六边形蜂房状结构相互重叠,构成了阻挡水分进入的第一道障碍(图2-1,4)。在用浓硫酸侵蚀后角质层几乎全部被破坏,使原本被角质层掩盖的发芽孔清晰呈现出来(图2-1,2,3),存在少量白色膜状角质层残留物附着在野生大豆种子表面,酸蚀时间越长,残留物越少。酸蚀对栅栏层基本没有作用,与未经任何处理的野生大豆种皮表面对照只有不规则六边形的边界界限变得模糊(图2-4,5,6)。

野生大豆种脐是由栅栏层,管胞横条和星状组织构成(图2-6)。其对列栅栏层为两层栅栏细胞组成,厚度超过种皮的单层栅栏细胞层,管胞横条和星状组织比柱状细胞层致密,但与栅栏细胞比相对疏松(图2-7,8),与柱状细胞层特殊的渐变矮细的结构相互联系,有利于水分的输送。但观察种脐表面没有角质层和表皮的存在,且粗糙,带有不规则的龟裂。浓硫酸侵蚀后,种脐完全消失,原有的脐沟和龟裂均有不同程度的加深加宽,以酸蚀60 min种子最为严重(图3-3)。

不同酸蚀时间处理几乎将种皮的角质层完全破坏,对栅栏层表面侵蚀不明显,而对种脐具有明显的效果,随着处理时间延长种脐的被腐蚀程度加重,种子的发芽率也随之改变,30 min酸处理后种子发芽率比处理5 min的种子要多出84.34个百分点。所以推断:引起野生大豆种皮不透性除角质层起到阻挡部分水分的作用外,更主要的原因是栅栏层马氏细胞镶嵌排列连接致密,种脐是野生大豆种子吸收水分的主要通道。自然状态下野生大豆籽粒全部吸水发芽需要5~7年时间^[16]。酸蚀加速了野生大豆的吸水过程,主要是通过腐蚀种脐栅栏层,让原有的脐沟和龟裂的裂缝加宽加深,从而使水分更容易进入种子。

关于明线产生机制的说法有很多种^[17-20],符近等^[21]将国际上的各种观点大致归为2类:(1)认为栅栏细胞化学组成的改变(或不连续性)引起了明线的产生;(2)认为细胞显微结构的变化改变了光的折射而造成这种特殊的光学现象。结合试验的结果和相关文献报道^[4]推测:野生大豆种子的明线不

是由存在于栅栏层外其他高度不透细胞层形成,而是栅栏细胞顶端复杂的细胞腔和不均匀加厚的细胞壁共同作用形成,属于第二类原因。但是最终定论还需要其他相关试验结果来证明。

在发芽试验中,发芽势、发芽率和发芽指数三项指标并没有因为处理时间的延长一直增加,而是呈现出先增加后降低的趋势。野生大豆种子在成熟过程中受到多个生态因子的影响,形成硬实的程度有不同。随着酸蚀时间增加,种皮障碍逐渐被打破,在20 min以后大部分种子都能吸水萌发。但从酸蚀40 min开始野生大豆种子被浓硫酸侵蚀的严重,甚至失活,出现只吸胀不发芽和发芽后子叶上有酸蚀斑现象,造成三项指标下降。因此用浓硫酸处理野生大豆种子的适宜时间为20~30 min。这与乔亚科等^[22]用浓硫酸处理野生大豆种子适宜时间为8~10 min的研究结果不同。出现差异的原因可能是野生大豆种子来源地和试验方法存在差异造成的,但本试验更接近自然状态下野生大豆的生长条件,对今后野生大豆的保护和利用能提供更有利的依据。

参考文献

- [1] 王金陵. 大豆的分类问题[J]. 植物分类学报, 1976, 14: 22-29. (Wang J L. Soybean classification problem[J]. Journal of Systematics and Evolution, 1976, 14: 22-29.)
- [2] 李向华, 王克晶, 李福山, 等. 野生大豆(*Glycine soja*)研究现状与建议[J]. 大豆科学, 2005, 24(4): 305-309. (Li X H, Wang K J, Li F S, et al. Research progress of wild soybean(*Glycine soja*) and suggestions for improving its effective utilization and protection[J]. Soybean Science, 2005, 24(4): 305-309.)
- [3] 张义君. 野生大豆和栽培种大豆种子形态和种皮结构的比较研究[J]. 种子, 1985(4): 26-27. (Zhang Y J. Research on comparison of seed morphology and testa structure between wild soybean and cultivated soybean[J]. Seed, 1985(4): 26-27.)
- [4] B. Г. 亚历山大罗夫(王凯基等译). 植物解剖学(下册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1964: 176-187. (B. Г. Александров. Plant anatomy(second volume)[M]. Beijing: People's Education Press, 1964: 176-178.)
- [5] Werker E, Dafni A, Negbi M. Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 1973, 66: 223-232.
- [6] Werker E, Marbach I, Mayer A M. Relation between the anatomy of the testa, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*[J]. Annals of Botany, 1979, 43: 765-771.
- [7] 王伏雄, 胡玉熹. 植物学名词解释—形态结构分册[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 92. (Wang F X, Hu Y J. Botanical glossary-morphological structure volume[M]. Beijing: Science Press, 1982: 92.)
- [8] K·伊稍(李正理译). 种子植物解剖学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1973: 318-321. (Katherine E. Anatomy of seed plants[M]. Shanghai: Shanghai People's Press, 1973: 318-321.)

[9] Cavazza L. Recherches sur l'imperméabilité des graines dures chez les Légumineuses [J]. Schweiz. Bot. Gesell. Ber, 1950, 60: 596-610.

[10] 张义君,周琦霞. 豆科种子鉴别方法的研究 IV. 种子的内部结构[J]. 种子,1986(1):14-17. (Zhang Y J,Zhou Q X. Study on the identification of leguminous IV. The internal of structure of seed [J]. Seed,1986(1):14-17.)

[11] 张义君. 豆科种子鉴别方法的研究 II. 种子的外部特征[J]. 种子,1983(2):12-16. (Zhang Y J. Study on the identification of leguminous II. The external characteristics of seed [J]. Seed, 1983(2):12-16.)

[12] A. Fahn. (吴树明,刘德议译). 植物解剖学[M]. 天津:南开大学出版社,1990:464-471. (A. Fahn. Plant anatomy[M]. Nankai University Press,1990:464-471.)

[13] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:73-75. (Yan Q C. Seed science[M]. Beijing:China Agriculture Press, 2001:73-75.)

[14] Bewley J D, Black M. In: Seeds: Physiology of development and germination[M]. New York:Plenum Press,1994:199-257.

[15] 郭学民,徐兴友,孟宪东,等. 合欢种子硬实与萌发特性及种皮微形态与结构特征的研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2006,27(3):13-18. (Guo X M,Xu X Y,Meng X D,et al. Bourgeon characteristics of hard seed of Albizia julibrissin durazz and its testa micro-morphology and structure[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition), 2006, 27, (3): 13-18.)

[16] 李光发,黄文,曲刚,等. 野生大豆籽粒吸水性的探讨[J]. 大豆科学,1994,13(4):376-379. (Li G F, Huang W, Qu G, et al. Discussion on seed superabsorbent of wild soybean [J]. Soybean Science,1994,13(4).376-379.)

[17] Manning J C, Van Staden J. The development and ultrastructure of the testa and tracheid bar in *Erythrina lysistemon hutch.* (Leguminosac: Papilionoideae) [J]. Protoplasm, 1985, 129:157-167.

[18] Harris W M. On the development of macrosclereids in seed coat of *Pisum Sativum* L [J]. American Journal of Botany, 1983, 70(10): 1528-1535.

[19] Lyshede O B. Studies on mature seeds of *Cuscuta pedicellata* and *C. campestris* by electron microscopy [J]. Annals of Botany, 1992, 69:365-371.

[20] Martens H, Jakobsen H B, Lyshede O B. Development of the strophiole in seeds of White Clover (*Tri-folium repens* L.) [J]. Seed Science Research, 1995, (5): 171-176.

[21] 符近, 尤瑞麟, 顾增辉. 马占相思种子休眠的研究 [J]. 北京大学学报(自然科学版), 1997, 33(6): 756-762. (Fu J, You R L, Gu Z H. Seed Dormancy in *Acacia mangium* [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinesis, 1997, 33(6): 756-762.)

[22] 乔亚科, 李桂兰, 王文颇, 等. 不同处理方法和贮藏时间对野生大豆种子萌发的影响 [J]. 种子, 2003(3): 33-34. (Qiao Y K, Li G L, Wang W P, et al. Effect of different treatment methods and storage period on the germination of wild soybean [J]. Seed, 2003 (3): 33-34.)

TFC 系列土壤化肥速测仪

QSY 凯氏定氮仪

北京强盛分析仪器制造中心是国家投资、团中央创办的高新科技企业(0120663F),中心技术力量雄厚,产品自 1993 年至今一直被列入农业部推广项目。

仪器每次可同时测试多个样品,几滴药水十几分钟即可快速测定土壤、肥料、植株中氮、磷、钾、有机质、酸碱度、可溶性盐、腐质酸含量,识字即可操作,成本不到一元钱,田间地头随处可用。2004 年最新开发的 203 系列产品,大屏幕液晶中文菜单显示操作流程、测试状态、测试结果,可直接打印测试数据;仪器留有“升级”串行接口,“升级”后可以与计算机连接,并安装《土壤测试及配方施肥系统》软件,在计算机上对几十种农作物进行配方施肥计算,将结果存档、打印、发送电子邮件,实现信息化管理。另有 TFC-ZNS 型,1B 系列土肥测试仪。

凯氏定氮仪采用国际通用凯氏法主要测定土壤植株中氮含量。

该中心设有技术培训部,专家咨询热线,常年免费讲授测土配肥技术,随到随学,有专人负责售后服务。产品终身维修,自售出之日起一年内有质量问题以旧换新。

通讯地址:北京市前门东大街前门外国语学校内
(团中央大楼西侧)

办公地址:北京市前门东大街甲 12 号
邮编:100051 网址:www.qstry.com
电话:(010)67033803 67025912
传真:(010)65114456

