几种豆科植物的幼苗及叶的初始发育观察

齐东汇

2013.06.20

1．概述

为了了解植物复叶的发生情况，选择了几种豆科植物在小型容器中做培养观察。具体有：大豆属的黄豆和黑豆（*Glycine max*(Linn.)Merr.）、豇豆属的豇豆（*Vigna unguiculata*(Linn.)）、绿豆（*Vigna radiata*(Linn.)Wilczek.）、红小豆（*Vigna angularis*(Willd.)）以及菜豆属的大白芸豆（*Phaseolus lunatus* Linn.）。观察了从下种至幼苗长出两枚真叶为止的具体状态。在室内小型容器培养情况下，大约用了两个月左右的时间。

2．几点认识

2．1．关于子叶

在所观察的六种植物中，有‘子叶出土’和‘子叶不出土’两种情况。如豇豆属中，豇豆和绿豆是子叶出土，而同属的红小豆则为子叶不出土；大豆属的黄豆和黑豆是子叶出土，而菜豆属的大白芸豆则为子叶不出土（见图 1~图 6）。

图 1。 黑豆的子叶出土

图 2。黄豆的子叶出土

图 3。豇豆的子叶出土

图 4。绿豆的子叶出土

图 5。红小豆的子叶不出土

图 6。大白芸豆的子叶不出土

考虑直接观察子叶出土与子叶不出土情况，又选择同属的绿豆和红小豆做水发试验，可以比较清晰地看到，对于子叶出土的绿豆，其子叶下方的基茎（本文称位于子叶下方的幼苗茎体为“基茎”，以下均同）发育很快，并将子叶推出地面至一定高度，同时在基茎之下也逐渐形成了根部组织（见图 7）。

图 7。绿豆的水发幼苗

而对于子叶不出土的红小豆，其子叶下方的基茎很短，甚至没有发育，而子叶上方的 1 级茎（本文称位于子叶上方的幼苗茎体为“1 级茎”，以下均同）发育很快（见图 8），且还可以看出，子叶不出土的红小豆的幼苗根系要比子叶出土的绿豆幼苗根系显得茂盛和密集（见图 9）。

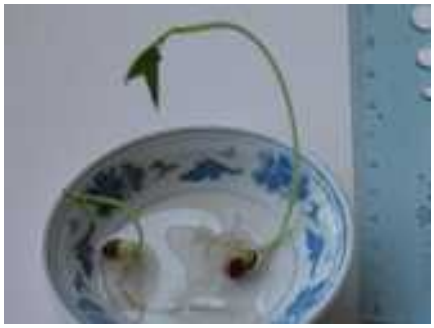

图 8。红小豆的水发幼苗

图 9。水发绿豆（上）与红小豆（下）全苗的比较

子叶不出土情况在常见植物中似不多见或不大引起人们的注意。不论子叶出土与不出土，对不同物种应该是各有不同的需要。大体型子叶留土（如大白芸豆），似有利于节省出土能量，也有利于防止土外自然环境（包括昆虫等动物）的袭扰。但在实际观察中，也见有种子和子叶不大的豆科物种（如兵豆）也为子叶不出土的情况。

2.2．关于过渡叶

这里用“过渡叶”的名称来称谓从子叶到真叶的中间型的叶的形态。观察表明，上述培植的几个豆科物种，不论子叶出土或不出土，都存在有过渡叶的阶段表现，而且也都有着基本相同的过渡叶结构。

2.2.1．黄豆和黑豆的过渡叶

观察可知，大豆属的黄豆和黑豆有着基本相同的过渡叶叶形和结构（见图 10、图 11）。

图 10。 黄豆的过渡叶

图 11。黑豆的过渡叶

①长在一级茎顶对生的两过渡叶中轴连线与在基茎顶的双子叶中轴连线呈 90°转角；

②两过渡叶叶柄基部两侧，各长有一枚托叶，托叶基部着生，狭卵形，端尖，上部稍外翻，表面无毛或被细毛，背面可见有浅色的纵向脉纹（见图 12）；

图 12。 黄豆的过渡叶托叶

③过渡叶叶柄不长，前后连接处（前面与叶片相连，后面与茎相连）为亮绿色。夜间在暗黑条件下，可见叶片以前段为关节有明显的下垂运动，但叶柄相对后段的运动却不明显；

④过渡叶叶片园卵形，端园，中间稍内凹，基部园收至柄；全缘，沿缘布有指向叶尖的短毛；叶两面有指向叶尖的疏细毛（黑豆的毛较黄豆要密）；

⑤基出五脉，两条侧脉稍细（见图 13、图 14）。

图 13。 黑豆的过渡叶叶形

图 14。黄豆的过渡叶叶形

2.2.2. 豇豆、绿豆和红小豆的过渡叶

同属于豇豆属的这三个种，其过渡叶结构和叶形有着较为明显的区别。

2.2.2.1．豇豆的过渡叶

①属于子叶出土的豇豆，两过渡叶对生于子叶上方的 1 级茎顶，其两过渡叶中轴连线与在基茎顶的双子叶中轴连线呈 90°转角（见图 15）；

图 15。豇豆的过渡叶

图 16。豇豆的过渡叶托叶

②过渡叶叶柄短，园截面，亮绿色，上表面有微毛，似整体为叶枕结构，但在夜间暗黑处观察，两过渡叶无明显反应动作；

③在两过渡叶对生的茎周两侧，各生有 1 片托叶，绿色，长三角形，端尖，

基着，无毛（见图 16）；

④过渡叶卵形，端钝，基部园收至柄，稍有偏斜，质感较厚，全缘，各处无毛，见图 17；

图 17。豇豆的过渡叶叶形

图 18。绿豆的过渡叶

⑤基出五脉，两侧脉近缘且稍细。

2.2.2.2.绿豆的过渡叶

①属于子叶出土的绿豆，两过渡叶对生于子叶上方的 1 级茎顶，其两过渡叶中轴连线与在基茎顶的双子叶中轴连线呈 90°转角（见图 18）；

②过渡叶叶柄短，D 型截面，平面部分向上并被有白色短毛，上表面紫色，下表面亮绿色，夜间在暗黑处观察，可见其两过渡叶呈整体上翻状态（见图 19）；

图 19。暗黑处绿豆过渡叶上翻

图 20。绿豆的过渡叶托叶

③在两过渡叶对生的茎周两侧，各生有 1 片托叶，绿色，长卵形，端细尖，基着，背面有疏毛（见图 20）；

④过渡叶长卵形，绿色，端钝尖，基部园收至柄，全缘，沿缘有短毛，叶两面布有短毛（见图 21）；

图 21。绿豆的过渡叶叶形

图 22。. 红小豆的过渡叶

⑤基出三脉。

2.2.2.3．红小豆的过渡叶

①属于子叶不出土的红小豆，其对生的两片过渡叶长在 1 级茎顶（图 22）；

②过渡叶叶柄较长，分为三段：前段（与叶片相连）和后段（与茎相连）的长度都不大，近园截面，亮绿色，上表面有疏短毛。在夜暗时观察，其后段关节使叶柄向上转动，前段关节使叶片向下转动（见图 23）；

图 23。暗黑处红小豆过渡叶的状态　图 24。红小豆的过渡叶托叶

③在两过渡叶对生的茎周两侧，各生有 1 片托叶，绿色，长卵形，端尖，基着，上端两面有疏短毛，背面可见有纵脉纹，见图 24；.

④过渡叶心形，端钝尖，基部园收并稍内凹至柄；叶两面无毛，全缘，沿缘有短毛（见图 25）；

图 25。红小豆的过渡叶叶形

⑤基出五脉。

2.2.3 大白芸豆的过渡叶

①大白芸豆为菜豆属子叶不出土植物。也有着长在 1 基茎顶的对生过渡叶（见图 26）；

图 26。大白芸豆的过渡叶　　图 27。大白芸豆过渡叶的小托叶

②过渡叶较大且有长柄，柄明显地分为三段：与叶片连接的前段短，近园截面，亮绿色，上表面有微毛；柄中段较长，C 截面，绿色有纵棱和微毛；与茎

连接的后段短，近园截面，亮绿色，上面有短毛；

③在过渡叶叶柄的前段与中段交界处，从柄宽的中线两侧，向前（叶片方向）生有一对小托叶，绿色，披针形，上部翘起，缘有微毛（见图 27）；

④在两过渡叶对生的茎周两侧，各生有 1 片托叶，绿色，基着，长条形，端有 2~3 裂，裂片长三角形，无毛（见图 28）；

图 28. 大白芸豆的过渡叶托叶

图 29. 大白芸豆在暗黑时的状态

⑤过渡叶卵形，端尖，基部宽且其中间有深而宽的内凹，叶深绿色，全缘，沿缘有细短毛，叶两面密被细短毛；叶面多皱曲，基出五脉明显，两侧脉为近缘脉；

⑥观察夜间在暗黑情况下，过渡叶柄绕基部关节上翘；叶片绕自身关节上翻，可明显看出其叶柄上的两个关节的作用(见图 29)

2.2.4 几种过渡叶的结构比较

上述几种过渡叶主要结构特征的比较情况列于表 1.

表 1。　几种过渡叶的简要比较

属	大豆属	豇豆属	豇豆属	豇豆属	菜豆属
种	黄豆和黑豆	豇豆	绿豆	红小豆	大白芸豆
子叶	子叶出土	子叶出土	子叶出土	子叶不出土	子叶不出土
过渡叶总体	单叶对生	单叶对生	单叶对生	单叶对生	单叶对生
过渡叶叶形	园卵形，端园	卵形，端钝，稍偏斜	长卵形，端钝尖	心形，端钝尖	宽卵形，端尖
过渡叶叶柄	柄较短，前后接点亮绿色	柄短，园截面，全为亮绿色	柄短，C 截面，下表面亮绿色	柄较长，前后接点亮绿色，近园截面	柄长，前后接点亮绿色，近园截面
过渡叶叶缘	全缘，沿缘有短毛	全缘，无毛	全缘，沿缘有短毛	全缘，沿缘有短毛	全缘，沿缘有短毛
过渡叶叶两面	有疏细毛（黑豆毛	无毛	有细短毛	无毛	密被细短毛

	较密）				
两过渡叶托叶总数	4	2	2	2	2
过渡叶托叶叶形	狭卵形，端尖	长三角形，端尖	长卵形，端细尖	长卵形，端尖	长条形，上端有裂
过渡叶托叶位置	叶柄基部两侧	茎周两侧	茎周两侧	茎周两侧	茎周两侧
过渡叶托叶着生	基部着生	基部着生	基部着生	基部着生	基部着生
过渡叶小托叶	无	无	无	无	有 2 片
过渡叶夜黑状态	叶片绕叶柄前段下垂	——	叶片绕叶柄上翻	叶柄绕基部上翻，叶片绕前段下垂	叶柄绕基部上翘，叶片绕前段上翻

从表 1 中我们看到，各种的过渡叶都属于单叶对生，除这个总体一致性以外，也都有一些各自的特殊点。值得注意的有以下两点：

1 大豆属的黄豆和黑豆，其每个过渡叶单叶都有两个托叶，且其均以基部着生在每个过渡叶叶柄基部两侧；而其它几种的每个过渡叶只有一个托叶（或者说是对生的两个过渡叶共同拥有对生的两个托叶），且该托叶是基部着生在与两过渡叶着生点相对的茎节两侧；

2 菜豆属的大白芸豆的过渡叶，除具有基部托叶以外，在每个叶柄与叶片相接处，还有两个小托叶，这种情况是其它各种所没有的。

2. 3. 关于真叶

本文重点不是讨论这几个物种的真叶结构。但涉及到过渡叶与真叶的结构比较，为此，仅对真叶的情况做简要说明。在表 2 中，给出了这几个物种发育完全的真叶有关结构的对比情况，这些情况都来源于各单个植株的培育观察。

表 2。几个种的真叶结构简要比较

属	**大豆属**	**豇豆属**	**豇豆属**	**豇豆属**	**菜豆属**
种	黄豆和黑豆	豇豆	绿豆	红小豆	大白芸豆
真叶总体形式	羽状复叶三小叶，互生	羽状复叶三小叶，互生	羽状复叶三小叶，互生	羽状复叶三小叶，互生	羽状复叶三小叶，互生
中间小叶叶形	叶形较大，长卵形	叶形较大，长卵形	叶形较大，长卵形	叶形较大，心形	叶形较大，长卵形
两侧小叶叶形	叶形较小，长卵形	叶形较小，偏卵形	叶形较小，偏卵形	叶形较小，偏卵形	叶形较小，偏卵形
叶柄结构	四个连接	四个连接	四个连接	四个连接	四个连接

	点全为亮绿色	点全为亮绿色	点全为亮绿色	点全为亮绿色	点全为亮绿色
各小叶叶缘	全缘，沿缘有长白毛	全缘，无毛	全缘，沿缘有短白毛	全缘，沿缘有短毛	全缘，沿缘有微短细毛
各小叶叶两面	有疏白毛	无毛	疏被短白毛	疏被粗短毛	有极疏的短毛
总体托叶数	2	2	2	2	2
总体托叶位置	叶柄基部两侧	茎周两侧	茎周两侧	茎周两侧	茎周两侧
总体托叶着生	基着	盾着	盾着	盾着	基着
总体托叶叶形	长三角形	卵形	稍偏宽卵形	条状，上部渐尖	三角形
中小叶小托叶数	2	2	2	2	2
中小叶小托叶形	细披针形	长卵形，端尖	长卵形，端细尖	长卵形，端尖	细披针形
侧小叶小叶托数	2	2	2	2	2
侧小叶小托叶形	细披针形	短柄勺形	长卵形	长卵形，端尖	细披针形

2.3.1．几个培育物种真叶结构的共同特点（见图 30~35）：

1. 总体都是羽状复叶三小叶及互生结构；
2. 每枚真叶叶柄基部或茎周两侧都长有一对托叶；
3. 发育完全的情况下，复叶的中间小叶叶柄基部都有一对小托叶，并呈斜向前伸出状态；
4. 发育完全的情况下，复叶的两个侧小叶叶柄基部，各有一个小托叶，并呈斜向后伸出状态；
5. 发育完全的情况下，复叶的所有关节部位（包括复叶的叶柄基部及各小叶叶片基部）都呈近园截面，亮绿色，似为叶枕结构。

图 30. 黄豆的真叶结构

图 31. 黑豆的真叶结构

图 32. 红小豆的真叶结构

图 33. 绿豆的真叶结构

图 34. 豇豆的真叶结构

图 35. 大白芸豆的真叶结构

2.3.2 几个培育物种真叶结构的比较

由表 2 知，除了种间结构的一般性区别以外，有两个较为明显的差异应引起注意：

1 大豆（黄豆和黑豆）真叶与其他几种的真叶虽然都有两个托叶，但该两托叶的着生位置是在真叶叶柄基部两侧（这种情况与其过渡叶的托叶是完全相同的），而且是属于基部着生；其它几种的每个真叶也都具有两个托叶（这与该种的过渡叶不同，该种过渡叶是两个过渡叶共有两个托叶），但该两托叶是着生在离开叶柄基部的茎周两侧，且除大白芸豆以外，都是属于盾状着生（“盾着”是《中国植物志》用语，表示在茎上的托叶着生点不是在托叶的基部，而是在近基部的上方某处，这使得托叶下方产生一个不宽的弧形翅边或翅缘）。

2 豇豆属的豇豆真叶两侧小叶的小托叶，其形状与其它几种该处的小托叶有明显的不同，其小托叶叶形似“短柄勺”，而其它种此处的小托叶多为披针形。

3.有关复叶叶形发育的其它观察事实与思考

观察可知，大豆属的野大豆（*Glycine soja* Sieb.*et* Zucc.）也为子叶出土且在 1 级茎上生有单叶对生的过渡叶（见图 36）。

图 36. 野大豆的过渡叶。

在豆科植物中，车轴草属的白花车轴草（*Trifolium repens* Linn.），其叶形也是羽状复叶三小叶结构，但它在子叶出土情况下，其过渡叶仅是一枚单叶，该单叶过渡叶长在基茎上，随后，同样在基茎上才生出真叶，直到基茎上生出6~7 枚真叶后，此单叶过渡叶才干枯凋落（见图 37、38）；

图 37。 白车轴草的过渡叶

图 38. 长出第一枚真叶的白车轴草

上述情况，不论是单叶过渡叶还是对生单叶过渡叶，都可以说是“一级过度”，即仅经 1 次过度即可形成真叶。也有许多更为复杂的复叶叶形，要经过多次过渡才能形成最终的真叶叶形，如豆科中的兵豆（*Lens culinaris* Medic.），合欢（*Albizzia julibrissin* Durazz.），含羞草（*Mimosa pudica* Linn.）以及蒺藜科的蒺藜（*Tribulus terrester* Linn.）等等；

是不是非单叶的复杂叶形都必须要经过过渡叶才能形成？从已观察到的有些事实来看，并非如此。如酢浆草科酢浆草属的酢浆草（*Oxalis corniculata* Linn.）,也是由三小叶组成的复叶，它的真叶生成就完全没有过渡叶阶段，而是在子叶出土后 3~4 天，就在基茎上生出第一枚真叶（图 39）。

图 39. 酢浆草的第一枚真叶。

这些事实表明，复叶的发育生成情况是多种多样的。有逐渐生成的情况，也有一次发生的情况。