

大豆断根发根的解剖学研究

桂明珠 马和平 张福顺

(东北农学院)

摘 要

通过大豆断根处理后发根的解剖学观察,结果表明:大豆根的初生木质部为4原型,侧根发生于对着木质束的中柱鞘细胞;根茎转位区侧生根发生部位和过程与侧根相似;茎的不定根由射线薄壁细胞分化而成。断根处理与对照发根规律基本一致,不同断根处理根系形成有明显差异,适宜的断根处理可改善根系生长状态与吸收条件。

关键词 大豆;断根;发根;解剖

长期以来,国内外大豆单位面积产量一直没有突破性进展。近年,日本进行大豆断根去尖高产栽培技术试验,获得5250 kg/公顷水平。尽管目前仍处于试验阶段,但引起人们的关注。我们参照日本断根技术原理,结合黑龙江省自然条件及农村实际情况,针对断根栽培技术的基础理论进行系统研究,为此项技术尽快开发利用提供依据。本文是综合研究的一部分,重点研究断根后发根的解剖学问题。

关于大豆根系发育的研究,国内外学者已有不少报道。王金陵教授50年代进行了大豆根系发育的实地研究,阐明了发育特点及其动态变化^[1]。(日)田中典幸(1964,1974)对豆科植物根系形态发生进行系统研究,提出豆科根系分三种类型,其中大豆属中间型(基部肥大型),并指出大豆发根特点^[2,3]。王馥兰等(1964)对几种食用豆类营养器官解剖观察,其中对大豆根解剖结构进行了描述^[4]。B. E. Caldwell的《大豆的改良生产和利用》一书中对大豆根尖发育及侧根发生等进行了描述^[5]。但迄今为止,在外界条件影响下根系发生,特别是断根处理后根系发生及其解剖结构尚未见报导。为此,本文拟就大豆断根后根系发生特点进行解剖学研究。

材 料 与 方 法

试验于1986—1988年进行。前两年侧重于断根适期、部位及处理后发根规律的观察(其结果将另文报道)。在此基础上,1988年以“棵半斤”品种为材料,利用室内气培

法催芽,当胚根伸长达15—25cm时,从主根成熟区、根茎转位区和下胚轴区分别切取0.5cm左右小段,用FAA固定液固定,用石蜡法包埋,旋转切片机切片,厚为10—12 μm ,番红—固绿滴染,树脂封固;开花初期另取茎基部的不定根,将其分割1.5—2.0cm茎段,用FAA固定,滑走切片机切片;厚约15—20 μm ,番红—固绿滴染制成永久切片。切片用OLYMPUS产BH-2型研究显微镜观察并显微照相。

观察结果

(一) 大豆主根解剖结构

室内催芽4—5天左右,在其伸长胚根的粗细交界部位以下,产生根毛的部位常为根的初生构造,其结构特点是:表皮一层,排列紧密,细胞近方形,切片上常看到向外突出的根毛;皮层较厚,约14—15层薄壁细胞组成,有细胞间隙。皮层细胞中间大,向内外逐渐变小。横切面观察,内皮层细胞排列不甚整齐,凯氏带结构亦不明显;维管柱(中柱)特征较明显,中柱鞘细胞较小,由1—3层薄壁细胞组成。初生木质部有4束,呈十字形排列,属4原型,较稳定(图版I.1)。初生韧皮部亦为4束,位于两木质束之间。根的中央前期有部分薄壁细胞组成髓部。大豆根的初生构造部位可产生一级侧根和进行次生长。

(二) 主根成熟区的侧根发生

1. 侧根发生位置:观察表明,大豆主根成熟区侧根发生部位是对着初生木质束的中柱鞘细胞活动结果。不同部位同一切片上可见到1、2、3个乃至4个侧根。无论切片上有几条侧根均各自对着一个木质束,无一例外(图版I.5—8,图版II.12—14)。

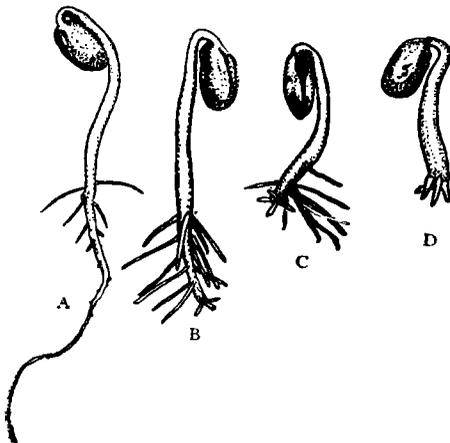


图1 不同断根部位侧根发生图示
Table 1 Developing lateral root at different cut root part
A—对照; B—下部断根; C—粗细交界处断根; D—上部断根。

因此,从大豆主根上往往有4行纵列侧根分布,其原因就在于此。根据初生木质束与侧根位置一致性,可从主根表面上侧根生长位置,判断出大豆根初生木质束的方位。

2. 侧根发生过程:观察表明,侧根是对着木质束外侧中柱鞘细胞恢复分生能力后而产生的,属内生源。具体过程如下:

(1) 侧根原基形成:形成前产生原基的中柱鞘细胞与其他部位的具明显区别,细胞核明显,原生质变浓,染色也较其它部位的中柱鞘细胞深,这是分裂前的征兆。首先,细胞径向伸长,并进行多次平周分裂,致使该群细胞形成半圆形突起,产生侧根原基(图版I.1—4)。

(2) 侧根分化期: 在侧根原基基础上, 细胞不断行平周与垂周分裂, 使原基不断扩大同时, 细胞不断分化、伸长, 由于各细胞分裂方向分化速度不同、形态上可辨出根冠、分生区和伸长区。在此过程中主根内皮层细胞参与形成侧根表皮和皮层一部分。侧根分化期逐渐穿过内皮层、皮层(图版 I. 5—8)。

(3) 侧根形成期: 室内培养 7—10 天左右(断根后 3—5 天), 侧根不断分化, 侧根中原始输导组织与主根输导系统相连接。侧根突破表皮伸出表面并不断伸长, 以行使根的生理机能。大豆侧根由母体伸出表面过程中, 在表皮以内较细, 突破表皮后骤然变粗, 这一结果与前人工作相吻合^[5]。推测与侧根在皮层组织中的压力有关(图版 I. 9, 图版 II. 15)。

侧根的构造与主根基本相似, 初生木质部亦多为 4 原型, 但偶尔发现有 3 或 5 原型的。

(三) 大豆根茎转位区解剖及其侧生根发生

1. 大豆根茎转位区解剖: 据观察, 大豆根茎转位区位于根和下胚轴交界处, 即胚根粗细变化明显的部位, 其长度约 0.5—1.0 cm 左右。解剖结构最显著的特点是木质部的动态变化。根的初生木质部呈十字形排列。在向茎过渡中, 首先木质束均纵向一分为二, 接着已分开的木质束分别向左、右旋转直至 180°, 然后两个相邻的 1/2 木质束彼此逐渐靠拢, 并移至初生韧皮部下方, 最后形成原生木质部在内, 后生木质部在外的典型茎的外韧维管束(图版 I. 1—3)。

2. 转位区侧生根发生: 根茎转位区往往有大量侧生根发生。据追踪观察表明, 该区侧生根亦对着原生木质束, 相当于中柱鞘部位发生的。并与一级侧根形成过程基本相似(图版 II. 10—15)。观察还表明, 该区同一切面上产生 3、4 条侧生根的比率较高。

(四) 大豆不定根发生

在大豆胚轴和基部茎上常发生不定根。利用培土、断根等措施可促进不定根产生。在侧根发生之前茎上没有根原基存在。据观察大豆茎不定根是由近形成层的射线薄壁细胞恢复分裂能力分化形成的(图版 II. 16—18)。不定根分化过程亦与侧根相似。当不定根维管分子分化时, 不定根原基基部薄壁组织分化成管状分子与茎的原有维管分子连接一起, 构成新的输导系统^[7]。

(五) 断根与对照根发根比较

从解剖学观察, 大豆断根处理与对照根发生, 侧根、转位区侧生根及茎部不定根等形成过程基本相似, 无明显差异。

从切片观察, 断根处理较对照根产生的侧根粗大, 并同一切片侧根数比率较大。更重要是断根处理改变了根系生长状态; 其一, 切面或近切面处常产生 2—4 条粗大侧根; 其二, 促进根茎转位区侧生根增加; 其三, 促进下胚轴或基部茎上不定根产生。

不同部位断根发根效应是不同的。一般趋势是: 细断(近根尖处), 发根较快, 但根较纤细; 中断(粗细交界处), 发根数略少于细断, 但发出的侧根较粗壮, 且同一切面侧根比率较大; 粗断(近下胚轴处)发根较慢, 虽侧生根也较粗壮, 但数量较少。

综上所述,大豆育苗移栽以中断较为适宜。它扩大了根的表面积,增加了根量,改变了根系在土壤中分布,有利于对养分吸收。

讨 论

以往学者认为,植物侧根起源于中柱鞘细胞,具体发生部位因不同原型而异,3、4原型植物,侧根是对着木质束的中柱鞘细胞发生。本试验观察,大豆为4原型,侧根位置与上述相符。大豆主根4原型较稳定,侧根除4原型外,还有3原或5原型结构。这在其他植物,如苹果也有类似报道。变化原因尚不清楚,有待进一步探讨。

大豆根茎转位区的侧生根发生,以往少见报导。观察表明,与侧根发生位置相似,不论初生木质束分叉或旋转角度多大,侧生根均产生于变化着的原生木质束尖端的部位。因此,侧生根在轴器官表面也呈四纵行排列。观察发现此部发根较为活跃。

关于大豆不定根产生过程亦与侧根基本一致。植物不定根发生部位,有的学者认为,双子叶植物幼小茎上的不定根普通由束间薄壁组织产生;较老茎上的不定根则由靠近形成层的维管射线产生〔6〕。本试验观察,大豆不定根发生于射线薄壁细胞部位,不定根形成过程中其输导系统与茎原有输导系统对应连接,原射线薄壁细胞有的分化成与茎垂直的管状分子,以适应不定根吸收后的输导作用。

大豆断根与对照根发根机理基本相似,解剖结构无明显差别。其主要区别表现在发根的速度、数量和侧根的粗度不同。不同部位断根处理有不同发根趋势,适宜的断根处理可促进侧根发根速度、侧根粗度,增加根表面积和根量,并改变根系在土壤中分布,这样更有利于吸收0—30cm耕层的养分。

参 考 文 献

- 〔1〕 王金陵等:1982,《大豆》黑龙江科学技术出版社
- 〔2〕 田中典幸:1964,《日作纪》33:17—24
- 〔3〕 田中典幸:1974,作物の根に关する研究《日作纪》:43,291—316
- 〔4〕 王馥兰等:1964,几种食用豆类植物营养器官内部结构的初步探讨《东北农学院学报》(2)
- 〔5〕 B. E. 考德威尔,1980《大豆的改良生产和利用》农业出版社
- 〔6〕 K. 伊稍(李正理译):1973,《种子植物解剖学》上海人民出版社
- 〔7〕 李正理、张新英:1983,《植物解剖学》,高等教育出版社

A ANATOMIC STUDY ON CUT AND DEVELOPING ROOT OF SOYBEAN

Gui Mingzhu Ma Heping Zhang Fushun
(Northeast Agricultural Collage)

Abstract

Cut and developing root of soybean was observed for anatomic study. The results showed that the primary xylem of root was tetrarch. The lateral root developed in pericycle cell towards woody bundle of primary xylem. In region and process the lateral root developed in root-stem transition region was similar to the lateral root developed in main root. The adventitious root of stem differentiated from ray parenchyma cell. There were no difference between treatment and CK in anatomy, but obvious difference was observed in morphology. Root state in soil was changed by treatment of root cutting. The surface-area and weight of the soybean roots was increased. The lateral root changed thicker and the root-system distributed shallower in the soil. Therefore, more soil nutritions can be absorbed in 0—30 cm of the plough layer.

Key words: Soybean, Cutting root, Developing root, Anatomic

图 版 说 明

lr. 侧根 lateral root; rp. 根原基 root primordium;
ar. 不定根 adventitious root; px. 原生木质部 Protoxylem;
rpc. 射线薄壁细胞 ray parenchyma cell, per. 中柱鞘 Pericycle;
vc. 维管柱 vascular cylinder; pi 髓 pith; co. 皮层 cortex.

图 版 I Plate I

1. 大豆初生根构造, 示皮层, 中柱。×60

The structure of soybean primary root cortex, pericycle. ×60

2. 大豆根茎转位区, 示分叉两束木质部。× 80
The root-stem transition region, the two bundle of each xylem × 80
3. 茎结构。× 25
The structure of stem. × 25
4. 大豆主根, 示侧根原基。× 100
The main root of soybean, the lateral root primordium. × 100
5. 两个侧根原基均位于木质束的顶端。× 80
The two lateral primordium in the tip of woody bundle. × 80
6. 三个侧根原基位于木质束顶端。× 60
The three lateral primordium in the tip of woody bundle. × 60
7. 根原基没有突破表皮。× 60
No root primordium out of epidermis. × 60
8. 侧根原基分化出根冠和分生组织等, 即将突破表皮形成侧根。× 60
The lateral root split up root tap and meristem, and it is to be out of epidermis. × 60
9. 侧根伸出表皮后即变粗, 并与主根形成联接系统。× 60
After stretching epidermis, the lateral root get wide and connect with the main root. × 60

图 版 I Plate I

10. 根茎转位处放大的根原基细胞。× 100
The primordium cell of enlargement in root-stem transition region. × 100
- 11—14. 根原基在根茎转位区长大的过程。× 60, × 25, × 25, × 25
The growing process of root primordium in root-stem transition. × 60, × 25, × 25, × 25
15. 侧生根突破表皮后变粗。× 60
After stretching the lateral root get wide. × 60
16. 大豆茎的不定根发生部位。× 25
The place of adventitious root. × 25
17. 不定根与茎的输导系统连接。× 25
The adventitious root in connection with the system of transportation of stem. × 25
18. 大豆老不定根在次生木质部中分布情况。× 60
The state of the old adventitious root in secondary xylem. × 60

