

大豆根系生长和活性特点的研究*

孙广玉 何庸 张荣华 张代平

(黑龙江省农垦科学院,佳木斯市,154007)

提 要

本试验利用框架剖面法测定了大豆根系的生长动态和根系活性变化。结果表明:大豆根系生长过程呈S型曲线变化,形成慢生长(V_e-V_3),快速生长(V_3-R_5)和衰老(R_5),三个阶段,高峰值出现在 R_4-R_5 阶段。根系活性变化与根系生长特点相似, R_1 时期之前根系活性逐渐增强, R_2 时期之后根系活性下降。根系活性变化比根系生长提前。

关键词 大豆;根系;根系活性

大豆高产研究过程中,人们对地上部尤其是叶片的研究积累了许多资料^[3],提出大豆高产栽培的管理指标^[2],但根系生长动态方面的研究进展不大^[13]。随着大豆产量水平的提高和科学技术的提高,人们逐渐将大豆根系特点作为重要的指标加以探讨^[8,9,10,11,12,13]。Weaver, E. 在论述作物根系重要性时提出:“要科学地理解作物生产,必须全面认识作物根系”^[7,13]。大豆生产中的施肥、灌溉和中耕管理等农艺措施直接作用于大豆根系,影响着大豆根系的生长发育及吸收转化功能。因此,根系生长和根系活性的变化影响着大豆产量的高低。本文着重研究了大豆根系的生长和活性变化特点,旨在为大豆生产提供技术指标和科学依据。

材料与方法

本试验于1992—1994年在黑龙江省农垦科学院试验区进行,土壤为草甸黑土、前茬为小麦。据前人研究结果,大豆根系90%以上分布在0—40cm土层内,因此根系生长框架设计为:50×50×50cm正方形钢筋框,框中间是10×10×10cm细钢丝网格,用于测定根系生长进度和根系活性;在试验的前一年秋季,将框架单个和成对埋在试验区,做法是先将深层土壤回填到框架中,注水后适当振捣,使紧实度接近田间状况,然后回填上层土壤压平供翌年试验用。供试品种为合丰25号(1992—1993年)和垦农4号(1993—1994年)。

* 本文于1995年2月24日收到。

This paper was received on Feb. 24, 1995.

施肥水平为 $150\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 磷酸二铵。5月20日左右播种,在单个埋置的钢筋框中心穴播4粒大豆,成对埋置的钢筋框在主框中心播4粒大豆,副框不播种(用于辅助测定 R_1 时期之后远距离根系)。两片真叶展开时留2株大豆供试验用。播种同时埋置宽高厚为 $40 \times 40 \times 15\text{cm}$ 玻璃箱(箱体底部半封闭),土壤回填方法与框架相同,紧靠上口玻璃壁播2粒大豆,出苗后留一株供试验用,直接观察生长前期根系伸长速度和根系走势。

在大豆出苗期(V_e)、真叶期(V_c)、第1复叶期(V_1)、第2复叶期(V_2)、第3复叶期(V_3)、开花初期(R_1)、结荚初期(R_3)、鼓粒初期(R_5)和鼓粒末期(R_7),从土壤中取出钢筋框架和玻璃箱,每次取3个放在暗处快速冲洗,取出大豆根系,摘除根瘤后用 α -萘胺氧化法测定根系活性。同时记载根系长度、根系生长量等各项指标。大豆各生育期按 Fehr 等人(1977)的方法记载^[11]。

试验结果与分析

1. 大豆根系的生长特点

大豆根系的增重过程可用三次多项式($\hat{y}=ax^3+bx^2+cx+d$)进行描述。三年两个品种的试验结果表明:利用三次多项式来描述根系增重过程基本相似(图1),拟合得非常好,均呈S型曲线变化。从三年结果分析,品种之间(1992年与1994年)根系变化没有明显差异。自出苗(V_e)开始,根系重量增加比较缓慢,以后增加速度加快呈直线上升,达到最大值以后,根系重量开始下降。1992年根系干重(\hat{y})与出苗天数(x)之间的关系为 $\hat{y}=0.2658-8.437 \times 10^{-3}x+5.618 \times 10^{-3}x^2-4.667 \times 10^{-5}x^3$, $r=0.9972^{**}$; 1993年为 $\hat{y}=0.2408-7.405 \times 10^{-2}x+3.471 \times 10^{-3}x^2-2.331 \times 10^{-5}x^3$, $r=0.9894^{**}$; 1994年为 $\hat{y}=0.2178-0.1826x+1.376 \times 10^{-2}x^2-0.172 \times 10^{-4}x^3$, $r=0.9885^{**}$ 。根系干重随着时间的变化过程同大豆地上部干重及籽粒增重过程基本相似^[5,6]。按图1所示,大豆根系增重过程大致分为三个生长阶段:(1)慢增重阶段(V_e-V_3)。此段时间内,根系干重平均日增长量为 0.0179g ;(2)快速增重阶段(V_3-R_5)。根系干重以直线形式增加,直线方程拟合结果为 \hat{y} (根干重, g) = $0.1418x-2.627$ (两个品种三年平均值), $r=0.9767^{**}$,其中直线方程的斜率为根系平均日增加量,即每天根系增重平均为 0.1418g ,比慢增重期提高了7.94倍;(3)根系停止增重到衰老期(R_5-R_8)。从 R_5 时期根系重量达到一生中最大值,随着生殖器官的发育和籽粒的成熟根系逐渐衰老,部分根系死亡。

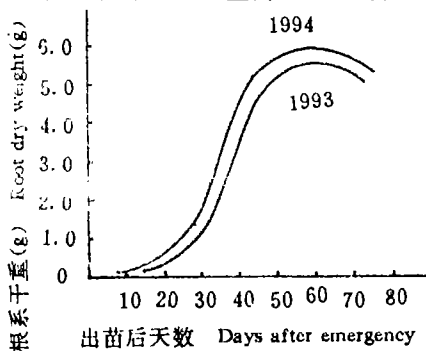


图1 大豆根系干重的变化曲线

Fig 1. Changes of root dry weight of soybean

为了进一步分析大豆根系的生长特点,我们将玻璃箱观测结果(V_e-V_3)和框架测定结果(V_3-R_5)列入表1,在出苗(V_e)至 V_2 阶段,大豆根系主要以分生为主,即增加根系数量是根系变化的主要特征。同时,地上部生长速度慢于根系生长^[9,11,13]。 V_2 时期以后,根数量逐渐增加,主根伸长速度加快,二级侧根和三级侧根也逐渐增加。

表 1 大豆各生育时期根系长度变化
Table 1 Soybean root lengths at different growth stages

生育时期 Growth stage	主根 长度 (cm)	数量 (条)	一级侧根 最长侧根 长度(cm)	侧根累计 长度(cm)	最长二级 侧根长度 (cm)	最长三级 侧根长度 (cm)
Vc	17	开始分生	开始分生	开始分生	—	—
Vc	25	85	14	238	开始分生	—
V ₁	35	114	23	1311	4	开始分生
V ₂	39	151	33	1620	17	3
V ₃	42	156	35	2052	20	11
R ₁	51	170	46	2834	27	17
R ₃	—	—	60	—	30	18
R ₅	—	—	70	—	35	21

2. 大豆根系活性的变化

大豆根系活性变化与根系生长过程相似(图 2),但不完全相同。在大豆生长前期(Vc-V₃),大豆根系活性为慢增强,平均每日吸收活性增加量为 $0.363\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 干重。在 V₃-R₁ 之间,随着大豆的生长发育,根系活性迅速增强,根系活性与出苗后天数之间呈直线相关,三年两个品种的模拟方程为 $\hat{y}(\text{根系活力}) = -165.52 + 9.42x$ (x 为 V₃ 后的天数), $r = 0.9786^{**}$ 。方程斜率 9.24 表示根系活性的日平均增加量。自大豆开花(R₁)以后,根系活性随着时间的推迟而逐渐下降。同根系的增重过程一样,我们同样将大豆根系活性的变化分为三个阶段:慢增强阶段(Vc-V₂);快速增强阶段(V₃-R₁);活性降低阶段(R₁-成熟)。

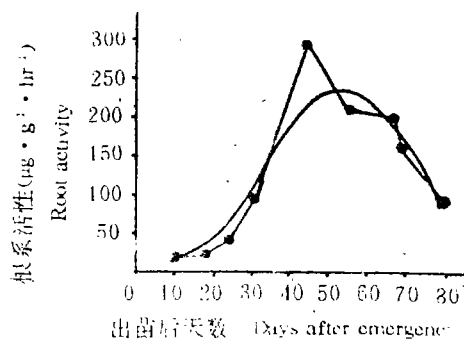


图 2 大豆根系活性的变化曲线

Fig. 2 Changes of soybean root activity

3. 大豆根系生长与根系活性之间的关系

大豆根系活性表示根系代谢的强弱。在大豆幼苗期(Vc-V₃),根系生长与根系活性之间处于同步增加(强)阶段。在此期间,大豆地上部光合产物和根系吸收的矿质元素一部分供给根系生长和根系分生。V₃-R₁ 时期,根系生长量和活性均随着时间呈直线上升,从两者的直线模拟方程(根系干重—时间及根系活性—时间)加以比较,根系活性上升的速度(9.24)明显高于根系生长(0.1418, $P < 0.01$)可以看出:根系生长过程滞后于根系活性。

R_1 时期之前,根系生长和根系活性之间呈显著的正相关关系: \hat{y} (根系干重, g) = $-0.0298 + 0.0195x$ (x 代表根系活性), $r = 0.9979^{**}$ 。随着根系活性的增强,根系生长速度增加,即根系活性的增强为根系生长提供了必要条件,加快了大豆根系对矿质元素和水分吸收,对某些生长物质如细胞分裂素、ABA 的合成有一定的促进作用。同时,根生长为地上部及时供给所需的矿质元素和一些还原性物质(NADH 和 NADPH),增强了根系活性。 R_1 时期以后,根系生长仍呈直线上升,而根系活性开始下降。产生这种现象可能的原因:一是 R_1 时期正处于大豆生殖生长开始阶段,地上部光合产物形成再分配,转移到生殖器官;二是地上部向根系运输的还原性物质和活性物质逐渐减少。

结 论

1. 大豆根系生长过程呈 S 型曲线(Sigmoid curve)变化。根系增重过程可分为慢增重阶段、快速增重阶段和停止增重至衰老期三个阶段。 V_e — V_2 阶段,大豆根系以分生为主; V_2 时期以后,根系干量的增加主要以数量增多和伸长为主。

2. R_1 时期之前,根系活性随着出苗后天数逐渐增强,平均日增加量为 $9.24 \mu\text{g} \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,开花期(R_1)根系活性达到最大值; R_1 时期之后,根系活性逐渐下降。

3. 根系生长和根系活性之间的关系是互相协调发展的。 R_1 时期之前,二者呈显著的正相关关系。 R_1 — R_2 时期,根系活性开始下降,而根系干重继续增加。 R_2 时期之后,二者均开始下降。

参 考 文 献

- [1] 王金陵, 1992, 大豆根系的初步研究,《王金陵大豆论文集》,东北林业大学出版社, PP238~241
- [2] 李奇真等, 1989, 夏大豆的生理基础及高产栽培技术研究, 中国农业科学, 22(4)
- [3] 费家骅等, 1986, 中国夏大豆栽培与综合利用, 山东科学技术出版社
- [4] 龚振平、沈昌蒲, 1991, 大豆肥田机制的研究, I. 大豆根系变化动态, 东北农学院学报, Vol. 22, 29~35
- [5] 孙广玉, 1989, 大豆鼓粒特点的研究, 中国油料, (3), PP33~37
- [6] 孙广玉等, 1993, 大豆子叶对植株生长发育及产量的影响, 中国油料, (4), PP19~20
- [7] Russell, E. W., 1979, 土壤条件与植物生长, 科学出版社
- [8] Bohm, W., et al. 1977, Agron. J., 59:299-302
- [9] Gardner, F. P., et al. 1985, Physiology of Crops Plants, the Iowa State University Press, Ames, Iowa
- [10] Kaspar, T. C., C. D. Stanley, and H. M. Taylor, 1978, Agron. J., 70:1105-1107
- [11] Stanley, C. D., Kaspar, T. C., and H. M. Taylor, 1980, Agron. J., 72:341-346
- [12] Reicosky, D. C., et al. 1972, Agron. J., 54:292-297
- [13] Russell, R. S., 1977, Plant Root Systems, Their Function and Interaction With the soil. McGraw-Hill, London. pp298

STUDIES ON GROWTH AND ACTIVITIES OF SOYBEAN ROOT

Sun Guangyu He Yong Zhang Ronghua Zhang Daiping

(Heilongjiang Academy of Land Reclamation and Agricultural Science, 154007)

Abstract

Root growths and root activities of soybean [*Glycine max*(L.)] were investigated by using the framed monolith and pinboard method from 1992 to 1994. Root growth of soybean like that of seed filling is referred to as sigmoid curve, and is divided into three stages: slow growing stage (V_e-V_3), rapid growing stage (V_3-R_5) and senescence stage (after R_5). Root activities of soybean are similar to root growth.

Key words *Glycine max* (L.); Root growth; Root activity

征 订 启 事

《中国农学通报》是经国家科委批准,农业部中国农学会主办,我国著名作物育种家、中国科学院院士庄巧生研究员任主编,国内外公开发行的农业综合性学术期刊。主要报道国内外农业各学科的研究报告、研究简报;有较高理论水平和应用价值的专题综述;刊登种植业、养殖业的农业实用技术和农产品贮藏加工业等方面的新技术、新方法和新产品介绍;提供国内外最新农业科技信息和动态。

《中国农学通报》为双月刊,逢双月 25 日出版,16 开本,56 页,每期定价 3.00 元,全年共 6 期,合计 18.00 元。本刊由中国农学会编辑出版部自办征订、发行。本刊承办广告业务,欢迎涉农企业刊登广告,具体广告业务请与本刊广告部联系。欲订者请将订购款从邮局或银行转帐,寄至:北京市农展馆南里 11 号农业部内中国农学会编辑出版部(开户银行:北京农行朝阳支行,帐号:873—66—66,户名:中国农学会),邮政编码:100026,电话:(010)64194480。

《世界农业》(月刊)是由中华人民共和国农业部主管,中国农业出版社编辑出版专门介绍国外农业的综合性刊物,广泛介绍世界各国农林牧副渔各业的最新成果、经验及发展动向,为我国农业现代化服务。

《世界农业》主要栏目辟有:农业经济、农村金融、国外考察、国外通讯、各学科专题论述、农业科研机构、农业教育、中外合作、国际会议、国际经贸与市场、科技动态、各地报刊文章选登、世界农业统计资料、信息桥等,并承担中外广告业务。

本刊为月刊,每月 10 日出版,16 开本,每期 64 页,定价 5.00 元,全国各地邮局均可订阅,代号 82—130,国外总发行为中国出版对外贸易总公司(北京 782 信箱)。