

大豆连作土壤盆栽大豆根腐病及生长发育状况

刘金波^{1,2}, 许艳丽¹, 李春杰¹, 刁琢^{1,3}

(¹中国科学院东北地理与农业生态研究所, 黑龙江 哈尔滨, 150081; ²中国科学院研究生院, 北京, 100049; ³东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨, 150030)

摘要:根腐病是引起大豆连作障碍的主要原因。对取自海伦农业生态试验站长期定位试验区大豆连作 16 a、轮作和休闲 3 个小区大豆田耕层土壤, 采用盆栽方法, 探讨长期连作对大豆根腐病及生长发育的影响。分别于大豆播种后 20、30 和 55 d 取样调查大豆根腐病发病程度、株高和鲜重, 并分别在 20 d 和 55 d 时调查病原菌和胞囊数量。结果表明:大豆连作 17 a 土壤盆栽大豆根腐病发病程度略低于轮作, 两者之间差异不显著, 轮作高于休闲, 两者相比差异显著。播种 55 d 后休闲大豆株高最高, 与大豆连作 17 a 和轮作比差异显著; 其次为轮作, 大豆连作 17 a 株高最低。休闲鲜重最高, 其次为轮作, 连作 17 a 最低, 但 3 者之间无明显差异。从大豆根中共分离出镰孢菌和腐霉菌 2 种病原菌, 镰孢菌分离频率明显高于腐霉菌, 连作 17 a 和轮作无明显差异。轮作大豆根上胞囊数量高于大豆连作 17 a, 差异显著, 休闲土盆栽大豆未发现胞囊。因此, 大豆长期连作土壤盆栽大豆根腐病与轮作无明显差异, 但连作 17 a 大豆生长发育状况较轮作稍差。

关键词:大豆; 连作; 根腐病; 生长发育

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2008)05-0806-05

Effect of Long Term Soybean Monoculture on Soybean Root Rot and Soybean Growth and Development in Pot Experiment

LIU Jin-bo^{1,2}, XU Yan-li¹, LI Chun-jie¹, DIAO Zhuo^{1,3}

(¹Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Harbin 150081; ²Graduate School, CAS, Beijing 100049; ³Northeast Agricultural University, The College of Agriculture, Harbin 150030, Heilongjiang, China)

Abstract: Soybean root rot was the main cause of soybean monoculture obstacle. By pot experiment with soils from soybean monoculture 16 years (S-S...-S), Wheat-Corn-Soybean rotation (W-C-S) and fallow arable layer soils in Hailun Agricultural Ecology Experimental Station, the research was carried to probe the effect of soybean monoculture on soybean root rot and plant growth. Soybean root rot severity, plant height and fresh weight were detected after sowing 20 d; pathogens and Cyst quantity were respectively surveyed after sowing 20 d and 55 d. The results showed that, soybean root rot severity in S-S...-S was lower than W-C-S, and no significant differences between them, but significant differences were found between W-C-S and fallow. Plant height was the highest in fallow, which were significantly different to S-S...-S and W-C-S. After sowing 55 d, the plant height was the highest in fallow, has significant differences to S-S...-S and W-C-S; the plant height of W-C-S was the second and in S-S...-S was the lowest. Fresh weight was the highest in fallow, W-C-S...W-C-S was the second and S-S...-S was the lowest, but there were no significant differences among them. Two genus pathogens of *Fusarium* spp. and *Pythium* spp. were isolated in soybean root. *Fusarium* spp. had higher isolation frequency than *Pythium* spp., but no difference between S-S...-S and W-C-S. The cysts quantity of W-C-S...W-C-S on soybean root was higher than S-S...-S, and significant differences were found between them, but no cyst was found in fallow. In short, soybean root rot of potted soybean plants were no significant differences between S-S...-S and W-C-S soil, but the growth and development of soybean in S-S...-S were slightly inferior to W-C-S...W-C-S.

Key words: Soybean; Monoculture; Root rot; Growth and development

收稿日期: 2008-04-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(kzcx2-yw-408); 国家“十一五”科技支撑资助项目(GA06B101); 中国科学院东北地理与农业生态研究所黑土生态重点实验室基金资助课题(HTST07); 黑龙江省“十一五”科技攻关资助项目(GA06B101-1-5)。

作者简介: 刘金波(1982-), 女, 在读硕士, 主要从事土壤微生物生态研究。E-mail: liujinbo529@163.com。

通讯作者: 许艳丽, 研究员, 博士生导师。E-mail: xyll@neigaehrb.ac.cn。

大豆连作引起的产量降低和品质下降是全球性难题,多年来国内外研究者不断探索连作障碍发生机制^[1-3]。20 世纪前期国外研究者认为,大豆产量在连作系统要小于在其它作物轮作 5 a 后种植大豆^[4],且轮作效应对产量的影响至少一部分是由特定土壤微生物干预的结果^[5];且大豆产量和种群数量之间的关系不受轮作次序和耕作系统的影响^[6],不同轮作系统土壤含水量不同对大豆株高、干物质积累和叶面积指数都有影响^[7]。80 年代以后我国研究者开始关注大豆连作障碍,许艳丽等将田间大豆连作定位区土壤灭菌后盆栽大豆,使大豆连作障碍现象消失,推断土壤中病原微生物、线虫等生物因素是产生连作障碍的主要原因^[8],国外研究者在连作大豆田施用 *Pythium* 特效杀菌剂后,连作障碍现象消失,因此认为由 *Pythium* 引起的土传病害是连作障碍主要原因,从植株和土壤中分离出 *Pythium* 中 2 种对大豆致病性强^[1,9-10]。近年研究者公认土传病虫害加剧是连作大豆减产的主要原因,并且根际分泌物影响土壤微生物变化^[11-13]。其中,大豆根腐病是引起连作障碍的主要原因之一^[14]。

我国研究者对连作后大豆根腐病和生长发育状况等进行了大量研究,但结果存在一定的差异^[15-18]。合理轮作可避免大豆连作障碍,但由于市场经济作用和适宜种植作物种类的限制,很多地区不能实现长期轮作^[18]。大豆根腐病常与胞囊线虫病复合侵染,大豆连作的前 2 a 土壤中胞囊数量急速增加,以后缓慢增加,7 a 后有下降趋势,14 a 后土壤中的胞囊数量在较高水平上趋于平衡^[19]。

目前报道关于大豆连作根腐病动态和生长发育状况主要是中短期连作(一般 < 10 a)^[15,20-21],但长期连作后大豆根腐病及生长发育情况还少见报道。针对这一问题在长期定位试验的基础上,取长期连作大豆田耕层土壤进行温室盆栽试验,研究长期连作后大豆根腐病及生长发育状况,进一步探讨长期后大豆根腐病与连作障碍的关系,为深入揭示连作障碍机制提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

大豆长期定位试验区位于中国科学院海伦农业生态试验站,该站地处东北黑土区中部,北纬 47°26',东经 126°38',作物有效生长季为 120 ~ 130 d,生长季节 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 2400 ~ 2500 $^{\circ}\text{C}$,年降

雨量 500 mm 左右^[22]。

长期定位试验区设于 1991 年,土壤类型为中厚黑土,小区长 10 m,宽 7.7 m,面积 77 m²。设置大豆长期连作、小麦-玉米-大豆轮作、迎茬、大豆短期连作等 18 个小区,和 1 个休闲区。每年都有各种豆茬出现,每个小区在一定年限都循环自成轮作系统。取 3 个小区:①大豆连作 16 年(S-S...-S);②轮作(小麦-玉米-大豆,W--C-S);③休闲(Fallow)。

1.2 研究方法

1.2.1 取样时间与方法 2006 年 10 月 18 日于大豆收获期,对大豆连作 16 a、轮作和休闲区耕层土进行取样,自然土过 2 mm 筛后在日光温室中直接播种大豆,并于播种后 20 d,35 d 和 55 d 分别取样调查,各 2 次重复。

1.2.2 调查内容 大豆根腐病发病级数并计算病情指数,调查株高和全株鲜重,并于第一次取样时对病根进行病原菌分离。

1.2.3 数据统计分析 采用 Excel,DPS 和 SAS 等软件进行绘图和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆根腐病发病情况

不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆 2 次重复结果表明,3 个轮作系统大豆根腐病发病动态变化规律相同,从大豆播种后 20 d 到 55 d 根腐病病情指数均呈上升趋势,由高到低为轮作 > 连作 17 a > 休闲(图 1)。轮作大豆根腐病病情指数与休闲相比异极显著($P < 0.01$),轮作大豆根腐病病情指数虽然一直高于大豆连作 17 a,但两者之间差异不显著($P > 0.05$)。

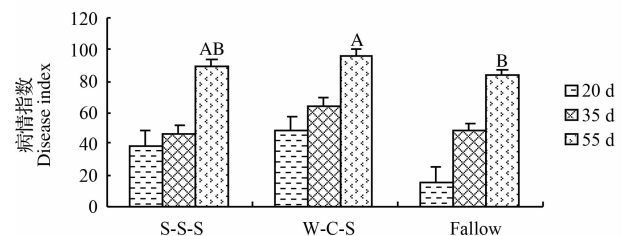


图 1 不同轮作系统大豆根腐病发病情况

Fig. 1 Soybean root rot dynamic under different soybean rotation systems

2.2 不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆株高

不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆株高调查结果

表明,3个轮作系统大豆株高动态变化规律相同,从播种20 d到55 d均呈上升趋势,不同轮作系统大豆株高由高到低为休闲>轮作>连作17 a(图2)。3次调查轮作株高均高于大豆连作17 a,55 d时轮作和大豆连作17 a株高相比差异显著($P < 0.05$)。

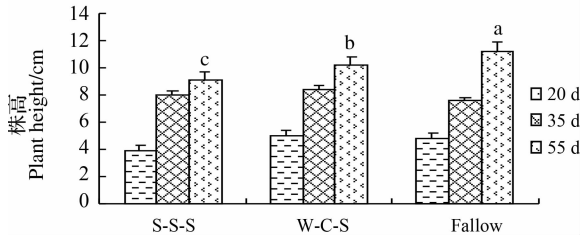


图2 不同轮作系统大豆株高

Fig. 2 Heights under different soybean rotation systems

2.3 不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆对大豆鲜重的影响

不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆结果表明,3个轮作系统大豆鲜重动态变化规律相同,从播种后20 d到55 d均呈上升趋势(图3)。休闲大豆鲜重最高,其次为轮作,再次为连作17 a,但从20 d到55 d各轮作系统大豆鲜重间均无显著差异($P > 0.05$)。

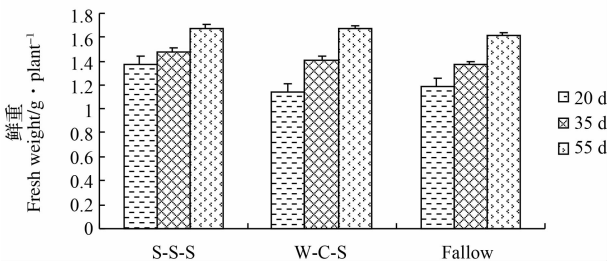


图3 不同轮作系统对大豆鲜重的影响

Fig. 3 Soybean fresh weight under different soybean rotation systems

2.4 不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆后根内病原菌分离

不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆后根内病原菌分离结果表明,不同轮作系统中都分离到两种病原菌,即镰孢菌(*Fusarium* spp.)和腐霉菌(*Pythium* spp.),其中镰孢菌分离频率均大于50.0%,腐霉菌分离频率均低于30.0%(图4)。镰孢菌为大豆根腐病的主要病原菌,休闲区镰孢菌分离频率最高,其次为轮作,连作17 a略低于轮作,且休闲镰孢菌分离频率与大豆连作17 a相比差异极显著($P < 0.01$),轮作和大豆连作17 a镰孢菌分离频率间无显著差异($P > 0.05$);腐霉菌分离频率由高到低为

轮作>大豆连作17 a>休闲。休闲中镰孢菌分离频率高,一方面原因可能是田间耕作过程中从其它耕作区携带过来部分病原菌,且土壤中本身就存在一定量的病原菌;另一方面原因与环境条件有关,在试验中发现休闲区大豆出苗率较低,一些种子刚发芽未长出就已经被病原菌侵染腐烂,可能当时日光温室中温度低且湿度大,利于病原菌生长,休闲区土壤长期没有寄主植物也没有其它拮抗菌的产生,因此土壤条件利于病原菌生长,一旦条件适合病原菌对寄主产生了较强的反应。

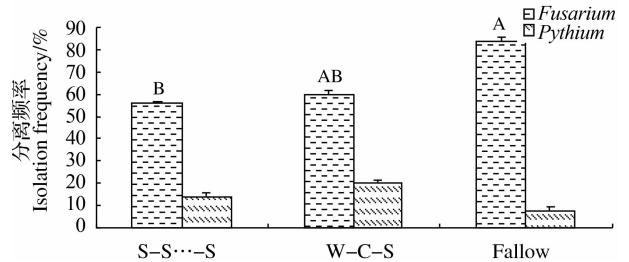


图4 不同轮作系统大豆根内病原菌分离频率

Fig. 4 Soybean root pathogens isolation ratio (%) under different soybean rotation systems

2.5 不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆根上胞囊数量

不同轮作系统耕层土壤盆栽大豆根上胞囊数量调查结果表明,只有轮作和大豆连作17 a大豆根上有胞囊出现,休闲区没有(图5)。轮作大豆根上胞囊数量最高,与大豆连作17 a和休闲相比差异显著($P < 0.05$)。

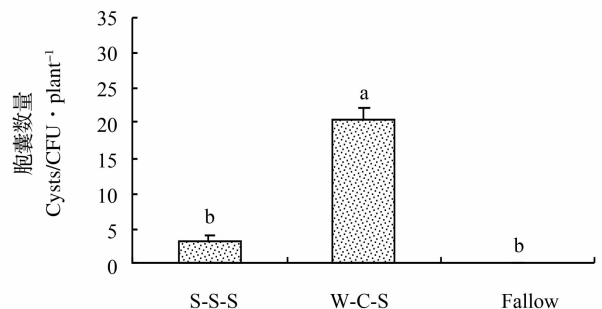


图5 不同轮作系统大豆根上胞囊数量

Fig. 5 Cysts quantity of soybean roots under different soybean rotation systems

3 讨论

研究表明:大豆连作17 a与轮作的根腐病发病程度之间无差异,但与休闲比均差异显著,与部分前人研究结论相同^[15,20]。

许艳丽等在同一大豆定位区研究表明,连作大豆在整个生育期间株高、地上部干物质积累均低于轮作大豆,且随着连作年限加长降低幅度加大^[21]。研究结果与此基本相同,即与轮作相比,大豆连作 17 a 株高和鲜重均较低,但两者之间差异不显著,且均低于休闲。有研究表明大豆收获时产量降低与播种后 40 d 的干重相关^[23],且长期连作后大豆根际土壤有机化合物的种类变化,对于大豆的生长发育及土壤微生物区系产生不利影响^[24]。镰孢菌为我国大豆根腐病主要病原菌,盆栽试验中分离的病原菌也以镰孢菌数量最多,除此之外还有少量腐霉菌。玉米和大豆长期连作后土壤中腐霉菌大量富集对大豆生长有影响^[25]。盆栽试验中轮作大豆根上胞囊数量远高于大豆连作 17 a,此结果与靳学慧等^[19] 研究结果相似。

另外,长期连作后大豆根腐病发病情况和生长发育状况受环境条件影响较大^[26]、与根际土壤真菌的优势种群^[27]、大豆残茬^[28]、培肥措施^[29] 等因素有关,由于在取样过程中受取样点和数量的限制、以及针对黑土区长期连作定位试验区 1 个大豆品种(黑农 35)开展的,且仅为 1 a 结果,结果的普遍性有待于进一步研究验证。

致谢:感谢中国科学院海伦农业生态试验站崔云旺站长在采样过程中的帮助,感谢研究生马丽丽、刘海龙和魏巍等在试验和调查过程中的协助。

参考文献

- [1] Kageyama K, Ui T, Narita Y. Influence of *Pythium* spp. on the injury by bean monoculture [J]. Annals Phytopathology Society of Japan, 1981, 47:320-326.
- [2] 王德身,李哲,于希臣. 几种旱田作物在轮作中的地位研究[J]. 辽宁农业科学, 1991 (3):1-6. (Wang D S, Li Z, Yu X C. Several species dry farmland crops position in rotation. [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 1991 (3):1-6.)
- [3] 刘忠堂,何志鸿,祖伟,等. 重迎茬对大豆产量影响及机理的研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(2):153. (Liu Z T, He Z H, Zhu W, et al. Effect of soybean continuous cropping and alternate cropping soybean on the yield of soybean and mechanism study [J]. Soybean Science, 2001, 20(2):153.)
- [4] Porter P M, Lauer J G, Lueschen W E, et al. Environment affects the corn and soybean rotation effect[J]. Agronomy Journal, 1997, 93:619-626.
- [5] Porter P M, Chen S Y, Reese C D, et al. Population response of soybean cyst nematode to long term Corn- Soybean cropping sequences in Minnesota [J]. Agronomy Journal, 2001, 93:619-626.
- [6] Pedersen P, Lauer J G. Influence of rotation sequence on the optimum corn and soybean plant population [J]. Agronomy Journal, 2002, 94:968-974.
- [7] Pedersen P, Lauer J G. Soybean growth and development response to rotation sequence and tillage system [J]. Agronomy Journal, 2004, 96:1005-1012.
- [8] 许艳丽,王光华,韩晓增. 连作大豆生物障碍研究[J]. 中国油料, 1997, 19(3):46-49. (Xu Y L, Wang G H, Han X Z. Study on biological barrier in continuous soybean [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1997, 19(3):46-49.)
- [9] Kageyama K, Ui T. *Pythium* species isolated from bean plants and soils in the experimental plots of monoculture and rotation [J]. Annals Phytopathology Society of Japan, 1981, 47:313-319.
- [10] Kageyama K, Ui T, Narita Y, et al. Relation of *Pythium* spp. to monoculture injury of soybean [J]. Annals Phytopathology Society of Japan, 1982, 48:333-335.
- [11] 许艳丽,刘爱群,韩晓增,等. 黑龙江省黑土区不同茬口对不同生长发育及产量和品质影响的研究[J]. 大豆科学, 1996, 15(1):48-55. (Xu Y L, Liu A Q, Han X Z, et al. Study of the influence on yield and quality of soybean by different rotation system in chernozemic soil area of north east of China [J]. Soybean Science, 1996, 15(1):48-55.)
- [12] 何志鸿,刘忠堂,许艳丽,等. 大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究 I. 重迎茬对大豆产量与品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2003(3):1-4. (He Z H, Liu Z T, Xu YL, et al. Study on the reason reducing production of soybeans cultured continuously and the way to get more output I. Yield and quality [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2003(3):1-4.)
- [13] 邹莉,袁晓颖,李玲,等. 连作对大豆根部土壤微生物的影响研究[J]. 微生物学杂志, 2005, 25(2):27-30. (Zou L, Yuan X Y, Li L, et al. Effects continuous cropping on soil microbes on soybean roots [J]. Journal of Microbiology, 2005, 25(2):27-30.)
- [14] 苗淑杰,乔云发,韩晓增. 大豆连作障碍的研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3):203-206. (Miao S J, Qiao Y F, Han X Z. Review of researches on obstacles of continuous cropping of soybean [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(3):203-206.)
- [15] 文景芝,张明厚. 重迎茬大豆根腐病的发生与防治[J]. 大豆通报, 1996, 3:5-6. (Wen J Z, Zhang M H. Continuous cropping and alternate cropping soybean root rot occurrence and control [J]. Soybean Bulletin, 1996(3):5-6.)
- [16] 马汇泉,郑桂萍,赵九洲,等. 大豆连作障碍及产生机理[J]. 土壤, 1997(1):46-48. (Ma H Q, Zheng G P, Zhao J Z, et al. Soybean monoculture obstacle and mechanism [J]. Soil, 1997(1):46-48.)
- [17] 王向东,梁秀凤,丁晓敏,等. 大豆根腐病的识别与防治技术[J]. 大豆通报, 2006(1):22-23. (Wang X D, Liang X F, Ding X M, et al. Identification and control in soybean root rot [J]. Soybean Bulletin, 2006(1):22-23.)

- [18] 李春格,李晓鸣,王敬国.大豆连作对土体和根际微生物群落功能的影响[J].生态学报,2006,26(4):1144-1150. (Li C G, Li X M, Wang J G. Effect of soybean continuous cropping on bulk and rhizosphere soil microbial community function[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(4):1144-1150.)
- [19] 靳学慧,辛惠普,郑雯,等.长期轮作和连作对土壤中大豆胞囊线虫数量的影响[J].中国油料作物学报,2006,28(2):189-193. (Jin X H, Xin H P, Zheng W, et al. The influence of soil on the long-term rotation and continuous cultivation on soybean cyst nematode[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2006, 8(2):189-193.)
- [20] 林蔚刚,胡立成,董丽华.连作对大豆生长发育及根际病虫害影响的初步分析[J].黑龙江农业科学,1997(1):10-14. (Lin W G, Hu L C, Dong L H. The primary analysis on affect of continuous cropping on growth and root disease and insect of soybean[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1997, (1):10-14.)
- [21] 许艳丽,刘晓冰,韩晓增,等.大豆连作对生长发育动态及产量的影响[J].中国农业科学,1999,32(增刊):64-68. (Xu Y L, Liu X B, Han X Z, et al. Effect of continuous-cropping on yield and growth-development of soybean[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1999, 32 (Supplement):64-68.)
- [22] 金剑,王光华,刘晓冰,等.东北黑土区高产大豆R5期根系分布特征[J].中国油料作物学报,2007,29(3):266-271. (Jin J, Wang G H, Liu X B, et al. Characteristics of root distribution at R5stage in high yielding soybean in black soil [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29(3):266-271.)
- [23] Puricelli E C, Faccini D E, Orioli G A, et al. Spurred Anoda (*Anoda cristata*) competition in narrow- and wide-row soybean (*Glycine max*) [J]. Weed Technology, 2003, 17:446-451.
- [24] 何志鸿,刘忠堂,许艳丽,等.大豆重茬减产的原因及农艺对策研究-重茬大豆的根际土壤有机化合物[J].黑龙江农业科学,2003(5):1-5. (He Z H, Liu Z T, Xu Y L, et al. Study on the reason reducing production of soybeans planted continuously and the way to get more output-organic compound of rhizosphere soil[J]. Heilongjiang Agricultural Science, 2003(5):1-5.)
- [25] Zhang B Q, Yang X B. Pathogenicity of *Pythium* populations from corn-soybean rotation fields[J]. Plant Disease, 2000, 84:94-99.
- [26] Cichy K A, Snapp S S, Kirk W W. *Fusarium* root rot incidence and root system architecture in grafted common bean lines[J]. Plant Soil, 2007, 300:233-244.
- [27] 王震宇,王英祥,陈祖仁.重茬大豆生长发育障碍机制初探[J].大豆科学,1991,10(1):31-36. (Wang Z Y, Wang Y X, Chen Z Y. Preliminary study of soybean growth and development obstacle mechanism in soybean- soybean cropping [J]. Soybean Science, 1991, 10(1):31-36.)
- [28] 刘春红,敖奎.大豆残茬对后茬大豆生长发育的影响[J].黑龙江农业科学,2003(6):15-17. (Liu C H, Ao K. The Influence of the soybean stubble on the growth and development of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Science, 2003(6):15-17.)
- [29] 张红梅,张鸿雁,肖立杰.不同培肥措施对大豆生长发育影响的研究.吉林农业科学,2004,29(3):23-25. (Zhang H M, Zhang H Y, Xiao L J. Effect of fertility raising practices on growth and development of soybean [J]. Journal of Jilin Agricultural Science, 2004, 29(3):23-25.)

欢迎订阅 2009 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊,是中国自然科学核心期刊,中国科学引文数据库来源期刊及国内外多家权威数据库收入期刊源。主要刊登有关大豆的遗传育种,品种资源,生理生态,耕作栽培、病、虫、杂草防治,营养施肥,生物技术、食品加工、药理研究和工业用途等方面的科研报告,学术论文,国内、外研究进展评述,研究简报,学术活动简讯、新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

国内外公开发行,双月刊,16开本,每期180页。国内每期订价:10.00元,全年60.00元,邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00美元(包括邮资),全年60美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行,北京399信箱。国外代号:Q5587。

本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告,广告经营许可证号:2301004010071。

地址:哈尔滨市南岗区学府路368号《大豆科学》编辑部。

邮编:150086

电话:0451-86668735

E-mail:dadoukx@sina.com