

# 大豆连作对土壤纤维素酶活性的影响<sup>\*</sup>

傅慧兰 战景仁 周曰哲 杨振明

(中国人民解放军农牧大学 长春 130062)

## 摘 要

试验结果表明,大豆连作土壤中纤维素酶活性的变化是:播期、成熟期的变化趋势基本一致,以连作 2 年酶活性最低。而结荚期酶活性则以连作二年酶活性最高,出现了与播期、成熟期截然不同的变化趋势,结荚期酶活性几乎都高于播期、成熟期。经相关分析表明,播期、成熟期纤维素酶活性变化与土壤有机碳和 pH 呈显著正相关。

关键词 大豆连作;纤维素酶

目前,已有较多文献从不同角度对大豆连作栽培所造成减产的原因进行了分析和研究<sup>[6,7,8]</sup>。但说法不一,没有定论。我们从 1991 年开始对大豆连作土壤障碍因素进行了多方面的研究,作者在大豆连作土壤酶活性变化方面已有专门报道<sup>[1,2,5]</sup>。本文对大豆连作土壤纤维素酶活性变化进行了分析和探讨。鉴于国内还未见有文献报道,为此,将试验结果初步分析如下,旨在通过试验为进一步揭示连作生物障碍产生机理,提供参考依据。

## 材料与方 法

### 1 试验材料

试验采用盆栽和田间小区对比同步进行。供试土壤为黑土,大豆品种为“长农 5 号”。试验区农业技术措施同大田,播量 5.5kg/亩,施磷酸铵 11.5kg/亩,尿素 1.5kg/亩,  $p_2O_5$ :N 为 2:1。试验小区设 3 次重复,试验为 6 个处理:正茬(麦-麦-豆)、重 1(豆-豆)、重 2(豆-豆-豆)、重 3(豆-豆-豆-豆)、重 4(豆-豆-豆-豆-豆)、重 5(豆-豆-豆-豆-豆-豆),每处理 3 点,每点 6 株根土混合。盆栽装土 12.5kg/盆,每盆定苗 3 株,试验为 4 个处理即正茬、重 1、重 2、重 3,每处理取 3 盆 9 株根土混合。分别于播期、结荚期、成熟期,取根区土样。土壤的基本农化性状是 pH 6.68,有机碳: 15.87g/kg,全氮: 1.30g/kg,全磷: 0.49g/kg,水解氮 123.8mg/kg,速效磷: 31.2mg/kg,速效钾 172mg/kg。

### 2 分析方法

纤维素酶采用蒽酮比色法,有机碳采用丘林法,pH 采用 pH S-2C 型酸度计法

\* 收稿日期 1997-03-24

Received on March 24, 1997

表 1 大豆连作土壤纤维素酶活性变化(田间)

Table 1 The change of soil cellulolytic enzyme activity in soybean continuous cropping( Field)

处理 Treatments	生育期 Date ( M · D )	酶活性(葡萄糖 mg/g) Enzyme activity	处理 Treatments	生育期 Date ( M · D )	酶活性(葡萄糖 mg/g) Enzyme activity
正茬 ( CK ) Soybean rotation	播期	0.400	重 3年 For 3 years	播期	0.285
	结荚期	0.391		结荚期	0.428
	成熟期	0.356		成熟期	0.331
重 1年 Soybean- Soybean	播期	0.341	重 4年 For 4 years	播期	0.353
	结荚期	0.388		结荚期	0.370
	成熟期	0.342		成熟期	0.325
重 2年 For 2 years	播期	0.281	重 5年 For 5 years	播期	0.396
	结荚期	0.450		结荚期	0.377
	成熟期	0.304		成熟期	0.353

## 结果与讨论

田间试验表明(表 1),大豆连作不同年限不同生育期土壤中纤维素酶活性在播期、成熟期的变化基本一致,酶活性由高至低的变化是:正茬>重 5>重 1>重 4>重 3>重 2,以重 2重 3酶活性最低,而结荚期酶活性由高至低的变化是:重 2>重 3>正茬>重 1>重 5>重 4,以重 2重 3酶活性最高,表现出与播期、成熟期截然不同的变化趋势,且结荚期酶活性几乎都高于播期和成熟期。据我们已报道的文献<sup>[1 2 5]</sup>,可看出连作大豆土壤中有代表性的酶类(脲酶、磷酸酶、过氧化氢酶、转化酶),在不同连作年限不同生育期中酶活性均以重 2重 3结荚期酶活性最低,与 4种酶类比较,纤维素酶在播期、成熟期酶活性变化与 4种酶类是一致的,而结荚期酶活性却出现与 4种酶类相反的趋势,作者认为结荚期酶活性增高的原因可能有如下两个方面:

### 1 与连作土壤中大豆残体积累有关

一般来说,大豆连作其残体积累要比正茬多得多,而残体(根茬、落叶、杂草等)都含有大量的纤维素和半纤维素。这些物质均可成为对作物有潜在影响的土壤中微生物腐生活动的基质,基物的确切性质和基物上的微生物群都将决定作物最终是受益还是受害。这些大量存在的作物残体在土壤温度、水分适宜的时候,土壤中纤维分解菌会大量的繁殖活动,从而使纤维素酶活性增强,加速了土壤中纤维素的分解。在分解过程中,一方面可释放出大量的碳素,另一方面当土壤中氧气含量十分有限时,纤维素可被有效地转化成一些有机酸(Lynce Gunn 1978)。乙酸是土壤中纤维素的主要发酵产物之一,同时,由于豆科植物本身的固氮作用以及连作胁迫下土壤有机酸的大量产生和积累,使土壤 pH 明显下降<sup>[5]</sup>。尤其在连作两年的结荚期 pH 下降幅度最大。据文献报道,乙酸只在 pH 低于中性以下时,才对幼苗产生毒害作用。这些毒素的产生,也可作为一些微生物活动的基质,使土壤中的微生物种群发生改变,即真菌增加,细菌减少,有益的微生物减少<sup>[7]</sup>。有证据表明,乙酸作

为残体腐解后作物受害的主要原因之一是不容忽视的 (Tang & Waiss, 1978 & Wallace & Elliott, 1979) 由此可见,结荚期纤维素酶活性增强的原因与微生物种群的变化和土壤中纤维素大量分解所产生的有机酸以及有毒物质的积累是密切相关的。

## 2 与连作大豆根系分泌物的产生和积累有关

在连作胁迫下,尤其是在连作二年的结荚期,由于土壤中有机残体的大量腐解,促进了纤维分解菌的生命活动,使大豆根系分泌物大量增加,有机酸积累增多,土壤 pH 明显下降。这种变化了的环境更加适应了纤维分解菌的繁殖和活动,致使结荚期纤维素酶活性增高,结荚期酶活性的增高,加重了大豆的环境胁迫,使大豆根系毒害作用加重,从而使根系的固氮能力减弱,植株全氮积累显著减少。试验表明,正茬结荚期植株全氮为 2.111,连作两年结荚期为 1.539,连作两年大豆植株全氮积累与正茬相比,减少了 27%。据文献报道<sup>[6]</sup>,大豆连作开花期根系分泌物的分泌量最大,而这些物质正是土壤微生物繁殖所必需的碳、氮源及生长素。刘增柱还认为,大豆连作使土壤微生物总数比正茬少,由高肥的“细菌型”土壤向低肥的“真菌型”土壤转化。由此可见,结荚期酶活性的提高,与植物对根细胞的生理活动,根的生长所起的毒害作用是不可估量的。

对于播期、成熟期酶活性与结荚期酶活性出现不同的变化趋势,作者认为播期、成熟期、酶活性低的原因是:播期正是早春季节,此时土壤温度低,水分较少,土壤 pH 变化小,微生物活动和有机残体分解刚刚开始。而成熟期则是大豆生育后期,此时,虽然土壤温度、水分都较适宜,但随着成熟期的到来,根分泌物大量减少,微生物繁殖活动的基质和营养物质也逐渐减少,pH 有所回升(见表 2)。土壤中纤维分解菌也因环境条件和营养条件的变化而使活动变弱,有机残体腐解也趋于下降,造成播期、成熟期酶活性出现下降趋势,尤其在连作二年时表现更为明显。经相关分析表明,播期、成熟期纤维酶活性与土壤有机碳呈显著正相关  $r = 0.734^*$ ,与土壤 pH 呈正相关  $r = 0.627^*$  ( $n = 12 - 2$   $r_{0.05} = 0.576$   $r_{0.01} = 0.708$ )

表 2 大豆连作土壤有机碳与 pH 变化(田间)

Table 2 The changes of soil organic carbon and pH in soybean continuous cropping (Field)

处理 Treatments	生育期 Date (M. D)	有机碳 Organic (g/kg)	pH	处理 Treatments	生育期 Date (M. D)	有机碳 Organic (g/kg)	pH
正茬 (CK) Soybean rotation	播期	15.28	6.48	重 3年 For 3 years	播期	14.58	6.19
	结荚期		6.33		结荚期		6.14
	成熟期	16.11	6.44		成熟期	15.52	6.12
重 1年 Soybean-Soybean	播期	15.26	6.44	重 4年 For 4 years	播期	15.60	6.27
	结荚期		6.11		结荚期		6.28
	成熟期	15.66	6.16		成熟期	15.77	6.33
重 2年 For 2 years	播期	15.29	6.31	重 5年 For 5 years	播期	15.79	6.44
	结荚期		6.00		结荚期		6.34
	成熟期	15.25	6.06		成熟期	15.81	6.38

## 小 结

大豆连作土壤中纤维素酶活性在不同连作年限不同生育期中,连作与正茬相比,以连作 2 年结荚期酶活性最高,而播期、成熟期则以连作 2 年最低。由此可见,结荚期酶活性高原因可能与连作大豆残体积累和连作根系分泌物的产生、积累有关。而播期、成熟期酶活性下降,其原因可能是由于播期不产生分泌物和成熟期根分泌物大量减少,土壤 pH 较高。同时,也说明这两个时期的环境和营养条件都不利于纤维分解菌的繁殖、活动,使酶活性下降。由于大豆连作胁迫下产生的障碍因子很多,其机理也很复杂,有些问题还待于今后进一步探讨和研究

## 参 考 文 献

- [1] 傅慧兰等, 1996, 大豆连作对土壤酶活性的影响, 植物营养与肥料学报, 2(4): 374- 377
- [2] 傅慧兰等, 1996, 大豆连作土壤障碍因素的研究, II 连作土壤酶活性与肥力因素间的相关性分析, 大豆科学, 15(4): 332- 338
- [3] 严旭升编, 1988, 土壤肥力研究法, 农业出版社
- [4] 北京农业大学植物生态病理教研室编译, 1990, 植物根际生态学与根病生物防治进展, 中国人民大学出版社
- [5] 傅慧兰等, 1997, 大豆连作土壤 pH 与酶活性, 大豆科学, 16(2)
- [6] 刘增柱等, 1990, 大豆连、轮作土壤微生物生态分布与大豆孢囊线虫群体动态的研究, 大豆科学, 9(3): 206-212
- [7] 杨庆凯等, 1994, 黑龙江省大豆重迎茬问题及对策, 大豆科学, 12(3): 237- 242
- [8] 于贵瑞等, 1988, 大豆向日葵作物连作障碍与轮作效应机理的研究初报, 生态学杂志, 7(2): 1- 8

## THE EFFECT OF SOYBEAN CONTINUOUS CROPPING ON SOIL CELLULOLYTIC ENZYME ACTIVITY

Fu Huilan Zhan Jingren Zou Yuezhe Yang Zhenming

(University of Agricultural and Animal Science of PLA, Changchun 130062)

### Abstract

The soil cellulolytic enzyme activity of soybean continuous cropping in different continuous cropping years and different growth stages was studied by field experiments. The results show that the change of sowing time is nearly consistent with mature period and the soil cellulolytic enzyme activity is the lowest in soybean following soybean for 2 years. In contrast with it, the soil cellulolytic enzyme activity of podding stage is the highest in soybean following soybean for 2 years and it is almost higher podding stage than that of sowing time, mature period. At last, by the correlation analysis, we found that the change of soil cellulolytic enzyme activity in sowing time, mature period is significantly positive correlation with soil organic carbon and pH

**Key words** Soybean continuous cropping; Cellulolytic enzyme