

大豆连作微量元素营养研究^{*}

I. 连作对锌营养的影响

韩丽梅 邹永久 鞠会艳 王树起 杨振明 刘金萍

(中国人民解放军农牧大学 长春 130062)

摘 要

本文通过田间与盆栽对比试验及室内分析相结合的方法,研究了大豆连作胁迫下,土壤与植株锌营养变化特征。结果表明:不同生育期中各连作年限土壤有效锌总体高于正茬,但连作大豆植株吸收积累的锌却低于正茬,这种差异在大豆营养关键期“盛花—结荚—鼓粒期”表现极明显。此结果表明连作大豆生育状况差,根系吸收营养物质的能力弱,土壤锌的生物有效性并不高,因此,连作大豆要求有较高的锌供应水平才能满足需要。本研究为合理进行连作大豆锌营养调控、减轻障碍提供了科学依据。

关键词 大豆;连作—轮作;锌营养;积累特征;土壤生态效应

大豆连作(重迎茬栽培)是由于大豆价格的上涨,在市场经济的推动下,大豆面积不断扩大的必然结果。大豆连作导致产量降低(减产幅度在 15—30%),品质下降,病虫害加剧已为生产实践所证实。关于大豆连作减产障碍机制,国内外学者从土壤—植物两方面进行了不同程度的探索,但对连作胁迫下土壤与植株中微量元素营养变化规律的研究还不多。而微量元素是植物生长发育不可缺少的必需营养元素,土壤与植株中微量元素营养的丰缺不仅影响大豆的光合作用、呼吸作用、固氮作用以及蛋白质和核酸代谢等,而且影响大豆的抗病性及对不良环境的抵抗力和忍耐力。为此,我们从 1991 年开始对大豆连作胁迫下土壤与植株中微量元素的变化及引起变化的原因、变化与主要代谢过程的关系、调控方式等方面进行了研究探讨,试图探明连作胁迫下微量元素营养障碍问题,以便为连作大豆合理进行微量元素的营养调控、减轻障碍及有针对性地研究连作障碍问题提供依据。对已取得的结果将分题报道。本文仅就大豆连作胁迫下微量元素锌营养的变化做一探讨。

^{*} 总后军需部科研课题部分内容

收稿日期 1997-02-17

This paper was received on Feb. 17, 1997.

材料与amp;方法

本研究采用田间与盆栽同步对比试验和室内分析相结合的方法进行。试验设置在长春解放军农牧大学农科站。供试土壤为中层黑土,供试大豆品种为长农 5号。

田间试验自 1989年开始调整茬口,形成大豆连作 1—6年的不同处理,并以轮作大豆(正茬)为对照,茬口设计见表 1,于每年 4月下旬播种大豆,精量点播,播种量为 82.5kg/ha,播前各处理均施磷酸二铵 172.5kg/ha,尿素 22.5kg/ha(N:P₂O₅=1:2)作基肥,其它管理措施同大田。每年春播前用竹锹多点取不同处理耕层混合土样,风干过 20目尼龙筛备用。

盆栽试验用土取自田间试验相应茬口处理的耕层上,每盆装土 12.5kg,出苗后每盆定苗 3株。施肥和管理同田间试验,生育期据营养需要适量浇水。1994年盆栽试验分别于播前(4月 21日)、苗期(6月 13日)、盛花期(7月 13日)、结荚期(7月 25日)、鼓粒期(8月 22日)和成熟期(9月 29日)取根区土和植株。1995年盆栽试验分别于播前(4月 28日)、分枝期(7月 10日)、盛花期(7月 27日)、结荚期(8月 16日)、鼓粒期(9月 5日)、成熟期(10月 9日)取根区土和地上部植株。每处理 3盆,9株根土混合。植株用清水洗净按器官分开,85℃杀酶半小时,65℃烘干至恒重,粉碎过 40目尼龙筛,土壤风干过 20目尼龙筛。

表 1 大豆连作茬口设计
Table 1 The design of stubble of the experiment plots

年代 Year	试 验 区 号 The number of the experiment plots								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989	菜地	菜地	菜地	菜地	大豆	大豆	玉米	大豆	菜地
	V S	V S	V S	V S	SS	SS	MS	SS	V S
1990	小麦	小麦	大豆	大豆	小麦	大豆	大豆	小麦	小麦
	W S	W S	SS	SS	W S	SS	SS	W S	W S
1991	小麦	小麦	小麦	大豆	大豆	大豆	小麦	大豆	大豆
	W S	W S	W S	SS	SS	SS	W S	SS	SS
1992	大豆	大豆	大豆	大豆	小麦	大豆	小麦	小麦	大豆
	SS	SS	SS	SS	W S	SS	W S	W S	SS
1993	大豆	小麦	小麦	大豆	大豆	大豆	大豆	小麦	大豆
	SS	W S	W S	SS	SS	SS	SS	W S	SS
1994	大豆	小麦	大豆	大豆	小麦	大豆	大豆	大豆	大豆
	SS	W S	SS	SS	W S	SS	SS	SS	SS
1995	大豆	大豆	小麦	大豆	大豆	大豆	大豆	大豆	大豆
	SS	SS	W S	SS	SS	SS	SS	SS	SS

To te "V S" represents vegetable soil, "SS" represents soybean soil, "W S" represents wheat soil, "M S" represents maize soil

土壤有效锌采用 0.005mol/L DTPA- CaCl₂- TEA(pH7.3)浸提,原子吸收分光光度法测定^[1-4]。植株锌采用浓 HNO₃- HClO₃ 消煮,原子吸收分光光度法测定^[2]。其它分析常规法

结果与分析

1 大豆连作不同年限土壤有效锌变化特征

我国土壤含锌量为 3—790mg/kg,平均为 100mg/kg。土壤锌含量的高低主要取决于成土母质的种类、成分和机械组成,其次的影响因素是有机质含量。土壤中的锌以不同的形态存在,不同形态的锌对植物的有效性不同,土壤全锌不能反映土壤对植物的供锌水平,通常用有效锌含量作为土壤对植物锌营养的供应指标。

田间试验(图1)表明,不同年份连作大豆与正茬相比,播前土壤有效锌含量表现为连作一年均低于正茬,规律明显。其它各连作年限因不同年份或总体都高于正茬或总体都低于正茬,规律不甚相同。这与于广武研究的连作均低于正茬的结果不一致^[5]。大豆是锌反应比较敏感的作物,连作一年降低主要反映大豆对锌营养的单一消耗,因此在生产上应注意施用锌肥以满足连作一年大豆锌营养需求。其它各连作年限土壤有效锌的变化则与连作胁迫下土壤物理、化学、生物学性质即土壤微生态环境的复杂变化有关。

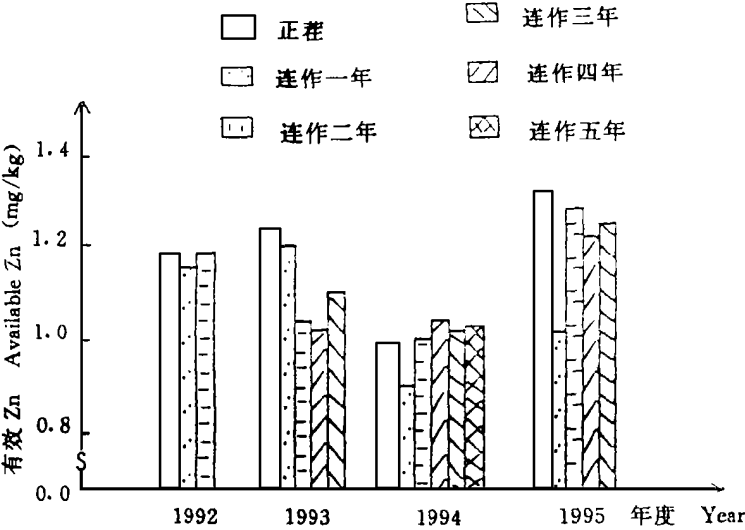


图 1 大豆连作不同年限土壤有效锌变化特征

Fig. 1 The kinetic characters of soil available Zn of soybean continuous cropping in different tested years

2 大豆连作不同生育期土壤有效锌的变化特征

图2表2表明,大豆连作不同生育期土壤有效锌的变化趋势与正茬相同,生育期有效锌高于播前,且在生长关键期的苗期和结荚期出现峰值。在连作胁迫下不同生育期土壤有效锌(除1995年盆栽连作一年分枝期和盛花期略低于正茬外)总体高于正茬。连作年限间无明显升降趋势,表现为:1994年连作1年>连作3年>连作2年,1995年为连作2年

> 连作 3年> 连作 1年。

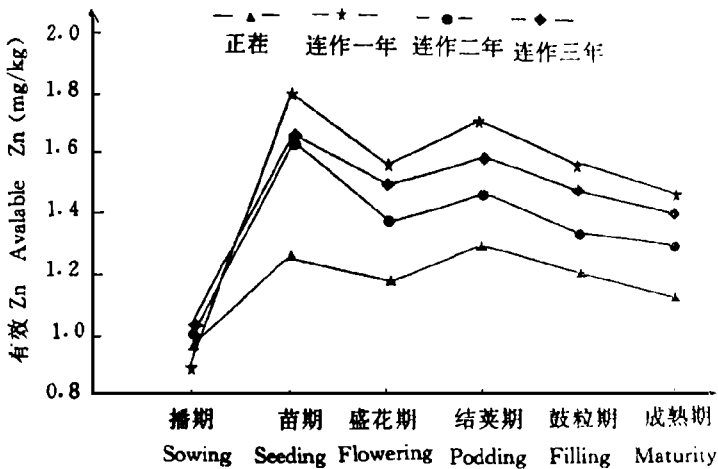


图 2 大豆连作不同生育期土壤有效锌变化特征 (1994年盆栽)

Fig. 2 The kinetic characters of soil available Zn in soybean continuous cropping during different growth stages(1994 pot exp)

表 2 大豆连作不同生育期土壤有效锌及 pH变化状况 (1995年盆栽)

Table 2 The soil available Zn and pH changes of soybean continuous cropping in different soybean growth stages

连作年限 Continuous cropping years	播期 Sowing		分枝期 Branching		盛花期 Flowering		结荚期 Podding		鼓粒期 Filling		成熟期 Maturity	
	Zn	pH	Zn	pH	Zn	pH	Zn	pH	Zn	pH	Zn	pH
	(mg /kg)		(mg /kg)		(mg /kg)		(mg /kg)		(mg /kg)		(mg /kg)	
正茬	1.301	6.61	1.395	6.52	1.793	6.43	2.916	6.39	2.641	6.46	2.211	6.50
Soybean rotation 连作一年	1.013	6.43	1.319	6.36	1.762	6.30	3.086	6.20	2.800	6.34	2.623	6.41
Soybean soybean 连作二年	1.270	6.40	2.039	6.29	2.760	6.22	3.469	6.18	3.250	6.32	2.850	6.37
For 2 years												
连作三年	1.220	6.36	1.455	6.27	1.819	6.24	3.088	6.15	3.010	6.31	2.821	6.34
For 3 years												

在施肥、管理等条件一致的情况下,生育期土壤有效锌的盈亏一般取决于大豆的吸收和连作胁迫下土壤微生态环境的变化。虽然连作大豆由于生育状况差,根系吸收能力弱,有可能导致土壤有效锌的积累,但笔者认为,更主要的原因是连作胁迫形成的土壤微生态环境,有利于土壤锌有效性的提高。土壤中交换态、氧化锰结合态和有机态的锌为有效或较为有效的形态^[6]。它们在土壤中的含量随pH降低和有机质含量的增加而提高^[6,7]。在本研究的大豆连作试验中,土壤有机质的含量呈现降低趋势^[9],因此,大豆连作土壤中有效态锌的提高便与土壤的pH变化密切相关。据于广武等(1993)研究,连作使耕层土壤pH降低,正茬pH为6.88,而连作4年pH值为6.54,降低了0.34个pH单位^[5]。我们的研究结果也表明,连作胁迫加剧了阴阳离子吸收的不平衡,使根系向土壤中分泌酸性物

质,致使 pH降低 表 2反映出不同连作年限、不同生育期区土壤有效锌与根区土壤 pH呈显著负相关 ($n=24, r=-0.488, P_{0.05}=0.404$),这充分说明,在施肥、耕作、管理相同的条件下,大豆连作胁迫,使土壤 pH降低,是导致土壤有效锌增加的一个最重要原因。有关 pH降低是否受连作大豆锌营养胁迫的影响还有待进一步研究。

3 大豆连作不同生育期锌积累特征

判断土壤有效锌营养丰缺与否最准确的指标应当是大豆植株本身的反应。图 3表明,不同连作年限、不同生育期大豆植株吸收积累锌明显低于正茬,尤以营养生长和生殖生长并进的盛花—结荚—鼓粒期差异明显,而连作年限间差异不明显。此结果表明,连作胁迫虽然提高了土壤锌的有效性,但由于连作大豆植株生育不良,根系吸收养分能力弱,使土壤锌的生物有效性降低。

在植物生育过程中,锌在 40多种酶中起着辅基或辅因子的作用,又非专一地间接影响着 50多种酶的活性。锌不仅积极参于光合作用、呼吸作用、氮素同化及蛋白质及核酸的代谢,还参于生长素的合成,并与植物的抗逆性有密切关系^[8]。连作胁迫使植株体内锌营养不足,无疑是导致连作大豆植株生长受阻、光合效率降低、氮磷代谢受到影响、抗逆性降低、病虫害加剧、产量降低(表 3)的一个重要原因。有关锌营养不足在大豆连作中造成的障碍率还有待进一步探讨。

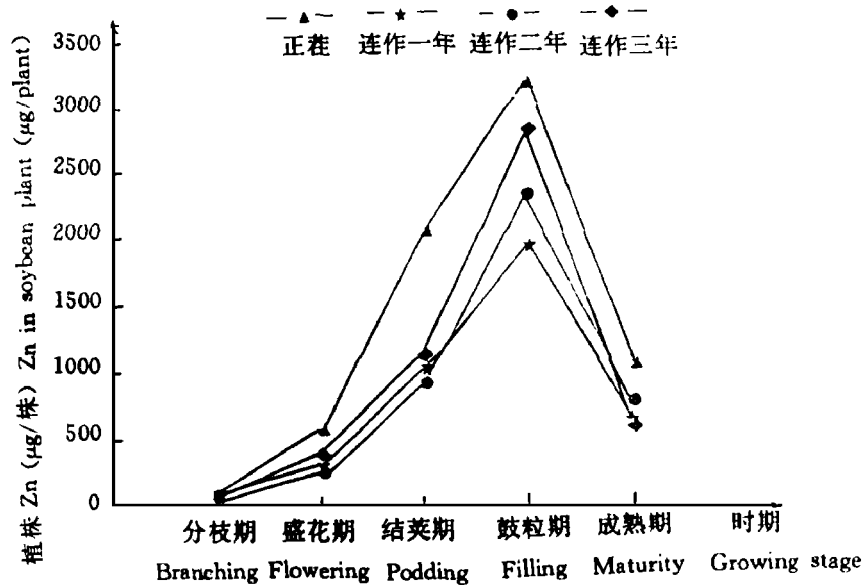


图 3 大豆连作植株锌积累特征 (1995年盆栽)

Fig. 3 The accumulative characters of Zn in soybean monocropping (1995. pot exp.)

表 3 连作对大豆产量及产量构成因素的影响 (1995年盆栽)

Table 3 The effects of soybean continuous cropping constitutive factors of yield

连作年限 Continuous cropping years	株高 (cm) Plant height	株荚数 (个) Per plant	株粒数 (个) Seed plant	百粒重 (g) 100 seeds	盆栽产量 (g 盆) Poticulture yield	%
正茬 Soybean rotation	89. 8	26. 0	51. 4	20. 3	29. 4	100
连作一年 Soybean soybean	88. 1	22. 4	41. 6	17. 3	21. 9	74. 5
连作二年 For 2 years	86. 5	18. 0	39. 6	16. 8	19. 5	66. 2
连作三年 For 3 years	85. 3	21. 2	39. 8	16. 9	20. 0	67. 7

结 论

1 不同年份连作大豆与正茬相比 ,播前土壤有效锌连作一年均低于正茬 ,其它各连作年限因不同年份或总体高于正茬或总体都低于正茬 ,规律不甚一致 连作一年有效锌降低主要反映大豆对锌营养的单一消耗 ,其它连作年限土壤有效锌的变化则与连作胁迫引起的土壤微生态环境的复杂变化有关。

2 不同生育期中各连作年限土壤有效锌总体高于正茬 连作大豆生育期根区土壤有效锌与根区土壤 pH呈显著负相关 在施肥、栽培管理条件一致的情况下 ,连作胁迫引起的土壤 pH降低是土壤有效锌增加的一个重要原因。

3 连作胁迫虽然提高了生育期土壤锌的有效性 ,但由于连作大豆植株生育状况差 ,根系吸收锌营养能力弱 ,导致连作大豆不同生育期吸收积累锌低于正茬 ,尤其在盛花—结荚—鼓粒期差异明显 表明连作大豆土壤锌的生物有效性并不高 ,因此连作大豆要求有较高的锌供应水平才能满足营养需要 ,减轻锌营养障碍 ,提高产量。

参 考 文 献

[1] 中国土壤学会农业化学专业委员会编,1983,土壤农业化学常规分析方法,科学出版社

[2] 劳家桢等,1988,土壤农化分析手册,农业出版社

[3] J Sippola, R. Ervio, 1987,土壤微量元素的某些检测方法比较,土壤学进展,5: 56, 62

[4] 舒冬妮,1988,土壤中有实效 Zn、Cu元素分析方法的研究,农业环境保护,7(4): 36~ 37

[5] 于广武等,1993,大豆连作障碍机制研究初报,大豆科学,12(3): 237~ 243

[6] 蒋廷惠等,1989,土壤中锌、铜、铁、锰的形态与有效性的关系,土壤通报,20(5): 228~ 231, 207

[7] 蒋廷惠等,1993,土壤中锌的形态分布及其影响因素,土壤学报,30(3): 260~ 265

[8] 刘武定等,1995,微量元素营养与微肥施用,中国农业出版社

[9] 邹永久等,1996,连作对土壤腐殖质组分性质的影响,大豆科学,15(3): 235~ 241

THE STUDY ON Zn NUTRITION IN SOYBEAN CONTINUOUS CROPPING

I The Effect of Continuous Cropping on Zn Nutrition

Han Limei Zou Yongjiu Ju Huiyan Wang Shuqi
Yang Zhenming Liu Jingping

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

Abstract

The kinetic characters of Zn in soil and soybean plant under soybean, continuous cropping stress were investigated by pot experiments, field experiments and chemical analysis indoors. As far as the available Zn in soil of soybean continuous cropping is totally higher but the uptake and accumulation of Zn in soybean plant is lower than that of rotation in different soybean continuous cropping years and different growth stages, the variation is especially significant in the critical full blooming-podding-seed filling vegetative stage. The results indicate that biological availability of soil Zn is not high so that the continuous planting soybean causes poor growing conditions and malabsorption of nutrient elements by its roots. Therefore, soybean continuous cropping should require more supply of soil available Zn to meet its needs. The scientific grounds for reasonably regulating Zn nutrition of soybean continuous cropping and alleviating continuous cropping barriers are recommended by the study.

Key words Soybean; Continuous cropping-rotation; Zinc nutrition; Accumulative characters; Soil ecological effects