

大豆连作微量元素营养研究^{*}

II. 连作对钼营养的影响

韩丽梅 鞠会艳 邹永久 傅慧兰 阎 飞 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钼营养的变化特征。结果表明:不同连作年限播前土壤有效钼的含量低于正茬。不同生育期各连作年限土壤有效钼的变化趋势和植株钼的积累特征与正茬相似,但含量低于正茬,且在盛花期土壤有效钼降到钼营养临界值(0.1mg/kg)附近,结荚期低于临界值。结荚期连作大豆土壤和植株钼营养与根瘤固氮、植株氮营养及产量间相关显著或极显著。上述结果说明,连作胁迫导致的钼营养亏缺可能是连作大豆产量降低的一个重要原因。此外,本文还探讨了连作大豆土壤有效钼降低的原因。

关键词 大豆;连作-轮作;钼营养;积累特征;土壤生态效应

大豆是对钼反应敏感的作物,钼是大豆硝酸还原酶和固氮酶的重要组成成分,与大豆的氮磷及碳水化合物的转化或代谢有密切关系。为此,我们从 1991 年开始对连作胁迫下钼营养的变化特征、钼营养与主要代谢过程的关系及钼营养调控进行了研究,旨在为连作大豆钼营养调控、减轻连作障碍提供理论依据。

材料与方法

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^[1]。土壤有效钼用 Tamm 溶液(草酸-草酸铵 pH3.3)浸提-极谱法测定^[2-5]。植株钼采用干灰化-极谱法测定^[2-5],固氮酶采用乙炔还原气相色谱法^[6-7]测定。其它分析常规法^[2]。

* 总后军需部科研课题部分内容

收稿日期 1997-04-21

This paper was received on April 21, 1997.

结果与讨论

1 大豆连作不同年限土壤有效钼变化特征

土壤中的钼主要来源于含钼矿物,其含量和分布与土壤形成的各个环节有关。我国土壤的全钼含量为 $0.11\sim 6.0\text{mg/kg}$,平均为 1.7mg/kg ^[8]。但土壤的全钼含量只能反应钼的潜在供应水平,通常以能为植物直接吸收的有效钼含量作为土壤供钼能力的标志。

田间试验(图1)表明,大豆连作播前土壤有效钼含量虽然不同年份测值间有些变异,但总的规律是正茬大于连作,连作年限中以一年为最低,其它各连作年限间呈低水平波动。

大豆连作土壤有效钼含量的减少,一方面是由于连作对土壤钼营养的单一消耗,另一方面是由于连作胁迫形成的土壤微生态环境不利于土壤钼有效性的提高。大豆是对钼缺乏反应敏感的作物,因此生产上应注意结合土壤的供钼水平,调控连作大豆的钼营养,以减轻连作障碍。

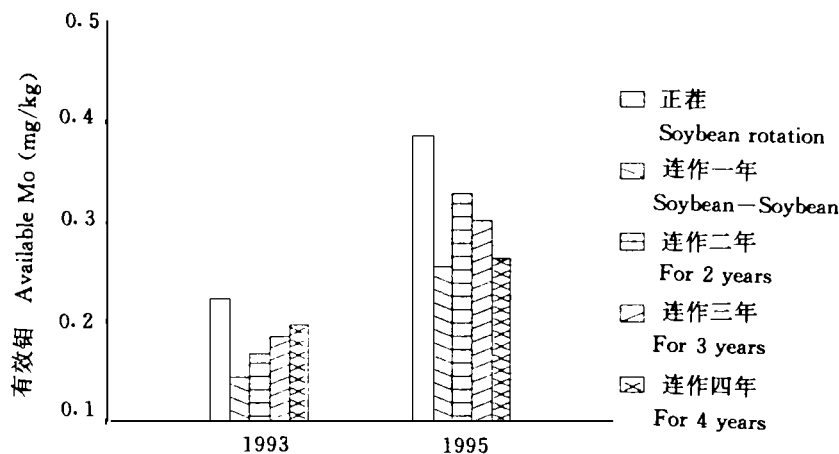


图1 大豆连作不同年限土壤有效钼变化特征

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

2 大豆连作不同生育期土壤有效钼的变化特征

由图2可见,大豆连作不同生育期土壤有效钼变化趋势与正茬相似,均呈“V”字型变化,但含量低于正茬,盛花期连作一年土壤有效钼含量降至钼营养临界值(0.1mg/kg)以下,连作二年、三年接近临界值,结荚期连作一、二、三年均降至临界值以下,整个生育期土壤有效钼含量连作年限间表现为连作一年 < 连作三年 < 连作二年。

我们在研究中发现,不同生育期土壤有效钼的变化曲线与pH值变化曲线相似(图3),且二者呈现极显著正相关($r=0.806^{**}$, $n=24$, $r_{0.01}=0.515$)。表明连作大豆土壤有效钼的降低与连作胁迫引起的pH值降低有密切关系。因此,连作大豆土壤有效钼的变化特征是大豆对土壤钼营养吸收消耗和连作胁迫引起的土壤微生态效应综合作用的结果。

前人的研究结果也证明, pH对土壤钼的可给性影响很大^[8 9]。在一定的 pH范围内, 当 pH上升一个单位时, MoO_4^{2-} 离子浓度增大 100倍 (Lovy, 1969)。这说明 pH降低, 钼的可给性降低。土壤中各种形态钼的转化与 pH值有关, 在酸性条件下, 钼酸盐易被还原成低价钼, 使钼的有效性降低。土壤固相对钼的吸附作用也与 pH有关, 当 pH降低时, 铁的氧化物、氢氧化物的水化物对钼酸根离子的吸附力增强, 且被吸附的钼与无定型铁含量之间呈现正相关。当氧化铁老化以后, 被吸附的钼酸根离子可聚合形成 $[\text{Mo}_7\text{O}_{24}]^{6-}$, 有效性降低。虽然 pH与有效钼的关系比较复杂, 但 pH的降低无疑是引起连作大豆土壤有效钼降低的一个重要原因。

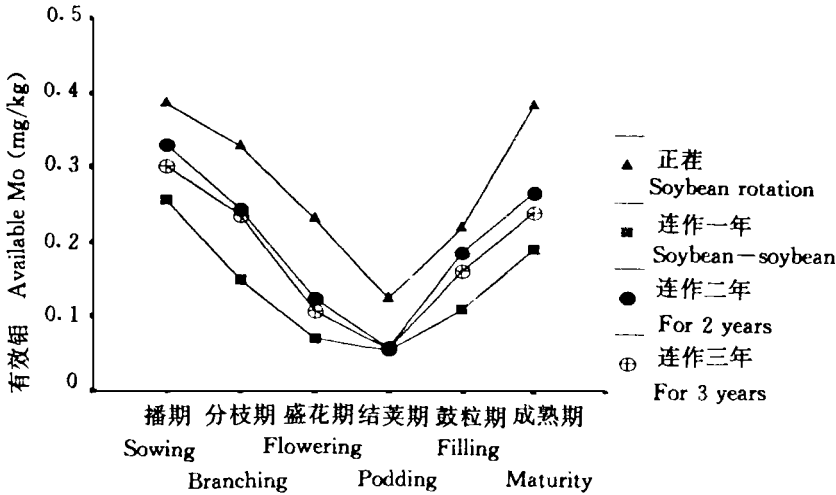


图 2 大豆连作不同生育期土壤有效钼变化特征 (1995盆栽)

Fig. 2 The kinetic characters of soil available Mo in soybean continuous cropping during different growth stages (1995, pot exp.)

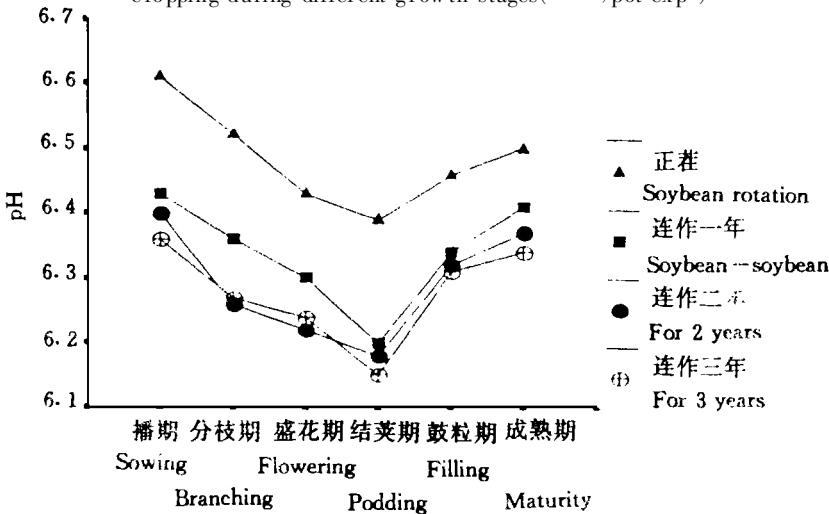


图 3 大豆连作不同生育期土壤 pH变化特征 (1995盆栽)

Fig. 3 The kinetic characters of pH in soybean continuous cropping during different growth stages (1995, pot exp.)

本研究中土壤有机质对土壤钼的可给性也有一定影响,连作大豆土壤有机质含量呈现降低趋势。土壤有机质在分解时既可释放出有机残体中的钼增加有效钼含量,又可产生各种有机化合物(有机酸、醇、酚等),调节钼的可给性。据研究报道,醇类、酚类、醇酸类及一价有机酸可与钼形成水溶性的络合物,这种络合物可与土壤中的金属离子形成不溶性的盐类,在酸性条件下避免因钼的大量固定而失效^[10]。由于连作大豆土壤有机质的降低不如 pH 降低表现明显,因此可认为 pH 对连作大豆土壤有效钼的影响占主导地位。

3 大豆连作不同生育期钼积累特征

由图 4 可见,连作大豆不同生育期钼的积累特征与正茬相似,但含量低于正茬,尤其在盛花至成熟期差异明显。连作年限间在鼓粒和成熟期表现出差异。表明随着连作大豆土壤有效钼的降低,植株吸收积累钼也相应减少,这与前人研究的“植株钼含量的高低与土壤基质中钼的可给性有密切关系”的结果一致。结荚期至成熟期连作大豆植株钼的变化状况反映钼营养优先在根瘤中累积,从而导致地上部植株和种子中含钼量降低 (Ishizuka, 1982)^[11]。

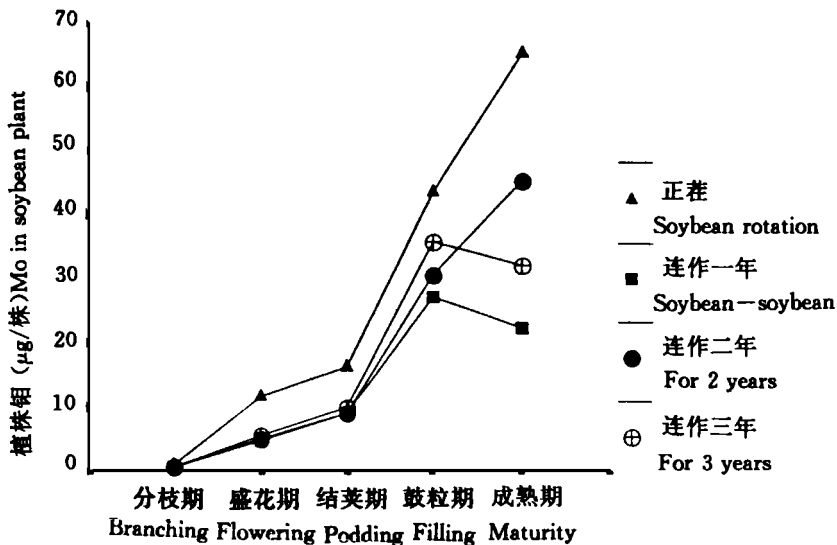


图 4 大豆连作植株钼积累特征 (1995盆栽)

Fig. 4 The plant accumulative characters of Mo in soybean continuous cropping (1995, pot exp.)

4 结荚期连作大豆钼营养与氮营养及产量的关系

由表 1 表 2 可见,结荚期连作大豆土壤有效钼的含量与根瘤固氮量、植株钼的积累量及产量均呈现显著或极显著正相关。植株钼的积累量与根瘤固氮量、植株氮积累量及产量也呈现显著正相关。钼是大豆固氮酶和硝酸还原酶的重要组分,大豆植株需氮量的 1/2 - 3/4 是靠根瘤固氮获得的^[12]。结荚期是根瘤固氮的盛期,也是大豆对钼营养需求的关键期。连作胁迫引起的土壤和植株钼营养的降低尤其是花荚期钼营养的亏缺,直接影响了根瘤的固氮作用和植株的氮营养和氮代谢,氮营养和氮代谢的异常势必导致植株生长受阻,产量降低。因此对连作大豆有针对性地进行钼营养调控是极其必要的。

表 1 结荚期连作大豆钼营养与氮营养及产量的关系 (1995,盆栽)

Table 1 The relation of Mo nutrition with nitrongen nutrition and yield during podding stage under soybean continuous cropping condition (1995, pot exp.)

处理 Treatment	土壤有效钼 Soil available M o (mg /kg)	地上部植株总钼 (μ g /株) Shoot plant total Mo (μ g /plant)	固氮酶活性 (乙烯 ml/小时) N ₂ - fixing activity (C ₂ H ₂ ml /h)	固氮量 (mg /株·天) N ₂ - fixing amount (mg /plat. day)	地上部植株总氮 (mg /株) Shoot plant total N (mg /plant)	盆栽产量 (g /盆) Potculture yield (g /pot)
正茬 Soybean rotation	1. 124	16. 332	0. 072	26. 26	678. 5	29. 43
连作一年 Soybean- soybean	0. 054	9. 197	0. 042	16. 46	454. 9	21. 93
连作二年 For 2 years	0. 059	9. 198	0. 030	18. 06	439. 4	19. 47
连作三年 For 3 years	0. 056	10. 000	0. 032	16. 24	536. 7	20. 03

表 2 结荚期连作大豆钼营养与氮营养及产量的相关性

Table 2 The relation of Mo nutrition with nitrogen nutrition and yield during podding stage under soybean continuous cropping condition

项目 Items	地上部植株总钼 Shoot plant total Mo	固氮酶活性 N ₂ - fixing activity	固氮量 N ₂ - fixing amount	地上部植株总氮 Shoot plant total N	盆栽产量 Potculture yield	备注 Note
土壤有效钼 Soil available Mo	0. 991 [*]	0. 946	0. 992 [*]	0. 913	0. 959	r ² = 4
地上部植株总钼 Shoot plant total Mo	1	0. 946	0. 968	0. 957	0. 960	r _{0.05} = 0. 950 r _{0.01} = 0. 990

结 论

1 大豆连作导致播前土壤有效钼的含量低于正茬(轮作大豆)。不同生育期各连作年限土壤有效钼的变化特征及植株钼的积累特征与正茬相似,但含量低于正茬,且在盛花期土壤有效钼降至钼营养临界值(0. 1mg /kg)附近,结荚期低于临界值。

2 结荚期连作大豆土壤和植株钼营养与根瘤固氮、植株氮营养及产量间相关显著或极显著。连作胁迫引起的土壤和植株钼营养的降低尤其是花荚期钼营养的亏缺,直接影响了根瘤固氮作用和植株的氮营养及氮代谢,进而导致植株生长受阻,产量降低。因此,据栽培地区土壤的供钼水平合理调控连作大豆的钼营养对减轻连作障碍是极其必要的。

3 连作大豆土壤有效钼的变化特征是大豆对钼的吸收消耗和连作胁迫引起的土壤微生物生态效应综合作用的结果。在施肥、耕作栽培等条件一致的情况下,连作胁迫引起的pH降低是导致土壤有效钼降低的一个重要原因。

参 考 文 献

- [2] 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
- [3] 方耀星等, 1988, 土壤有效钼及植株全钼的示波极谱法测定, 土壤通报, (1): 43- 46
- [4] 朱端卫, 1988, 土壤和植物中钼分析方法进展, 土壤学进展, (2): 7- 10
- [5] 李淑筠, 1990, 极谱法测定土壤和植株钼的条件选择, 华北农学报, 5(4): 88- 92
- [6] 温永淦, 汤健发, 1978, 用乙炔还原法测定满江红的固氮酶活性, 植物学报, 20(3): 273- 275
- [7] 常从云等, 1989, 大豆-根瘤菌共生固氮乙炔还原活体测定方法的研究, 大豆科学, 8(4): 357- 367
- [8] 刘武定等, 1995, 微量元素营养与微肥施用, 中国农业出版社, 53- 61
- [9] 王敬国, 1995, 植物营养的土壤化学, 北京农业大学出版社, 173- 176
- [10] 何念祖, 孟赐福, 1987, 植物营养原理, 上海科学技术出版社 286- 290
- [11] [德]H^{*} 马斯纳著, 曹一平等译, 1991, 高等植物的矿质营养, 北京农业大学出版社, 189- 194
- [12] 朱兆良, 文启孝, 1992, 中国土壤氮素营养, 江苏科学技术出版社, 134- 140

THE STUDY ON TRACE NUTRIENT IN SOYBEAN CONTINUOUS CROPPING

II . THE EFFECT OF CONTINUOUS CROPPING ON MO NUTRITION

Han Limei Ju Huiyan Zou Yongjiu Fu Huilan Yan Fei Liu Jinping

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

Abstract

The kinetic characters of Mo nutrition under stress caused by continuous cropping soybean were investigated by pot experiment, field experiment and chemical analysis. The results indicated that the contents of available Mo in presowing soil with different continuous cropping years were lower than that with rotation. The fluctuate trend of available Mo and its accumulation characters in different growth stage of soybean under continuous cropping, were similar with those in rotation, however, the content of Mo was lower when compared with that in rotation. The content of available Mo with continuous cropping decreased nearly to the critical value (0.1mg/kg) in full blooming stage, and even lower in podding stage. Mo nutrition in soil and plant at podding stage was correlated significantly or highly significantly with nitrogen fixation of root nodule, nitrogen nutrition of plant and yield. These results illustrated that the deficient of Mo nutrition resulting from stress caused by continuous cropping may be one of the important reasons for the decrease of yield for continuous cropping soybean. Furthermore the reasons for available Mo decreasing in soil were also discussed.

Key words Soybean; Continuous cropping - rotation; Molybdenum nutrition; Accumulation character; Soil ecological effects