

大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究^{*}

V. 重迎茬大豆的水分问题

何志鸿^{1, 2} 刘忠堂^{2, 3} 韩晓增⁴ 许艳丽⁴ 祖伟⁵

(1. 黑龙江省科技厅, 哈尔滨 150001; 2. 国家大豆工程技术中心, 哈尔滨 150050;
3. 黑龙江省农业科学院, 哈尔滨, 150086; 4. 中国科学院东北地理农业生态研究所,
哈尔滨 150040; 5. 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要 通过连续8年在全省5个生态区9个9区固定轮作场圃综合试验, 试验区专项研究, 框区、盆栽试验, 实验室分析, 以及大量的大面积生产调查, 发现大豆重迎茬种植, 土壤水分有一些不利的变化, 但其程度低于重茬玉米、重茬小麦, 某些时期重茬大豆耕层土壤的水分含量还会高于正茬轮作。这说明土壤水分没有明显恶化, 不是造成大豆重迎茬减产的一个重要原因。

关键词 大豆; 重迎茬; 水分

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2003)03-0197-05

本文为大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究的第五报, 旨在探讨土壤水分对重迎茬大豆的影响和重迎茬对土壤水分的影响, 及其在造成重迎茬大豆减产的诸多原因中的地位与作用。

1 研究方法

同前报。

2 结果与分析

2.1 大豆重迎茬对土壤水分的影响

2.1.1 重迎茬当年土壤水分状况

不同轮作方式的大豆土壤的田间持水量, 因土壤类型或气候生态区而表现不同, 而且耕层的不同深度(层次)也有所不同。除个别外, 总体的趋势是南部地区(包括中南部的绥化地区和西南部的安达地区)大豆重迎茬种植, 使土壤田间持水量下降。但是, 在作物生育中后期降雨充沛、热量资源也较为充足、作物生长繁茂、健壮的中南部的绥化黑土地地区耕层的下部(15cm—30cm)重迎茬大豆土壤田间持水量较正茬大豆土壤田间持水量明显降低, 而西南部较为干旱、盐碱较重的安达黑钙土地区, 则是耕层的

上层(0cm—15cm)重迎茬大豆土壤田间持水量较正茬低得明显。北部高寒的黑河暗棕壤, 重迎茬大豆土壤田间持水量较正茬大豆土壤略有上升(表1)。可见, 重迎茬种植大豆对于土壤田间持水量的影响不能一概而论, 不同的地区、不同的土壤、不同的生态条件有不同的表现。

2.1.2 轮作周期中土壤水分状况

2.1.2.1 不同轮作体系对土壤含水量的影响

作者测定了同一轮作场圃不同轮作处理生育期间从播种(5月10日)至雨季来临之前(7月10日)0cm—60cm各层的土壤含水量, 结果如表4。在三年一个周期的最后一年生育期间, 土壤表层(0cm—10cm)、耕层(10cm—20cm)、耕层下层(20cm—40cm)和深层(40cm—60cm)的平均含水量, 重茬种植的大豆、玉米、小麦之间略有差异, 但并不明显, 而且都与小麦—玉米—大豆正茬轮作无明显差异(表2)。如果强调这种差异的话, 基本的趋势为重茬玉米土壤含水量最低, 重茬小麦次之, 重茬大豆各层土壤含水量反倒偏高。这是由于重茬大豆植株生长发育差、吸水能力低的缘故。可见, 在年降水500mm左右、且多集中在作物生长旺盛时期的地区, 大豆重茬种植不会造成土壤水分亏缺。即重迎茬大豆减产

^{*} 收稿日期: 2002-12-18

项目来源: 本研究为1993年黑龙江省科技攻关招标课题。

作者简介: 何志鸿(1942—), 男, 研究员, 主要从事大豆育种、栽培研究和科技管理。

的主要原因不可能是土壤水分亏缺。

表 1 不同轮作方式大豆土壤的田间持水量(%)

Table 1 Field water—holding capacity of soils with different rotation types

| 轮作方式 Rotation type | 黑土(绥化) | | | 黑钙土(安达) | | | 暗棕壤(黑河) | | |
|--------------------------|-----------------------------|---------|------------|--------------------------|---------|------------|--------------------------------|---------|------------|
| | Black soil in Suihua region | | | Chernozem in Anda region | | | Dark palm soil in Heihe region | | |
| | 0—15cm | 15—30cm | 平均 Average | 0—15cm | 15—30cm | 平均 Average | 0—15cm | 15—30cm | 平均 Average |
| 正茬 NR | 33.91 | 40.24 | 37.08 | 42.56 | 35.95 | 39.26 | 33.29 | 30.81 | 32.05 |
| 迎茬 AP | 33.40 | 34.27 | 33.84 | 35.39 | 35.68 | 35.54 | 37.55 | 35.41 | 36.48 |
| 重一 CP2 | — | — | — | 37.59 | 32.96 | 35.28 | 34.82 | 32.54 | 33.68 |
| 重二 CP3 | 33.90 | 34.69 | 34.30 | 40.41 | 37.10 | 38.76 | 35.29 | 32.66 | 33.98 |
| 重三 CP4 | 35.08 | 37.65 | 36.37 | — | — | — | — | — | — |

注:摘自 G94B—05—04—01 课题 02—1 子专题东北农业大学总结报告; From report of Northeast Agricultural University
NR= Normal rotation, AP= Alternate planting CP2=Continuous Planting for 3years, CP3= Continuous Planting for 4 Years and so on.

表 2 不同轮作体系第三年生育期间土壤水分(%)

Table 2 Water content of growing period in
3 rd year of rotation types

| 轮作方式 Rotation method | 茬口类型 Type of stubble | 土壤层次(cm)Administrative layer of soil | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 0—10 | 10—20 | 20—40 | 40—60 |
| 麦米豆 WCS 正茬轮作 NR | | 24.45 | 28.38 | 29.75 | 27.05 |
| 麦豆豆 WSS 大豆重茬 SCP | | 25.64 | 28.22 | 30.14 | 27.98 |
| 麦米米 WCC 玉米重茬 CCP | | 24.38 | 27.18 | 28.80 | 27.56 |
| 麦麦麦 WWW小麦重茬 WCP | | 24.93 | 27.55 | 29.77 | 28.17 |

注:根据 G94B—05—04—01 课题 04 专题海伦试验站结果整理。
According to the result of Experimental Station at Hailun
C= Corn, S= Soybean, W= Wheat; NR= Normal rotation, CCP
= Corn planted continuously, SCP= Soybean planted continuously,
WCP= Wheat planted continuously.

2.1.2.2 不同作物重茬对土壤水分的影响

我们在小麦茬上分别连续种植大豆、玉米、小

麦,三年后,于秋季在作物收获后测定土壤水分。结果如表 3。

从表 3 可见:第一、重茬种植大豆较正茬大豆土壤最大吸湿量、凋萎湿度、饱和含水量有所下降,但前二者主要是 20cm—40cm 深层土壤下降、表层反倒略有增加,田间持水量、尤其是 0cm—20cm 耕层田间持水量有所增加。重茬玉米和正茬玉米相比较与大豆的情况相似,也是土壤最大吸湿量、凋萎湿度、饱和含水量下降,但是田间持水量不是增加、而是下降。重茬小麦较正茬小麦土壤最大吸湿量和凋萎湿度略有上升,田间持水量、饱和含水量明显下降。可见重茬种植改变了土壤水分状况,不只是大豆如此,玉米、小麦也是如此。第二、重茬种植三种作物,重茬大豆土壤含水量较重茬玉米、重茬小麦略有增加,田间持水量和饱和含水量较高,凋萎湿度、

表 3 不同作物对土壤水分性质的影响(%)

Tabla 3 The effect of different crops on the character of soil water

| 水分性质 Water character | 土壤含水量 | | | 最大吸湿量 | | | 凋萎湿度 | | | 田间持水量 | | | 饱和含水量 | | |
|-------------------------|---------------|-------|---------------|----------------------------------|-------|---------------|------------------|-------|---------------|----------------------|-------|---------------|--------------------------|-------|---------------|
| | Water content | | | Maximum water absorbing capacity | | | Wilting humidity | | | Field water capacity | | | Saturation water content | | |
| 土层(cm) Layer | 0—20 | 20—40 | 平均 Average | 0—20 | 20—40 | 平均 Average | 0—20 | 20—40 | 平均 Average | 0—20 | 20—40 | 平均 Average | 0—20 | 20—40 | 平均 Average |
| 大豆正茬 SNR | — | — | — | 8.4 | 8.9 | 8.7 | 15.1 | 16.0 | 15.6 | 47.3 | 42.6 | 45.0 | 64.2 | 57.3 | 60.8 |
| 大豆重茬 SCP | 26.9 | 30.1 | 28.5 | 8.6 | 8.5 | 8.6 | 15.5 | 15.3 | 15.4 | 48.9 | 42.6 | 45.8 | 61.1 | 53.6 | 57.4 |
| 小麦正茬 WNR | — | — | — | 8.2 | 8.6 | 8.4 | 14.8 | 15.5 | 15.2 | 51.6 | 49.1 | 50.4 | 60.8 | 57.1 | 59.6 |
| 小麦重茬 WCP | 25.8 | 28.8 | 27.3 | 8.5 | 8.6 | 8.6 | 15.3 | 15.5 | 15.4 | 47.7 | 42.2 | 45.0 | 55.7 | 54.7 | 55.2 |
| 玉米正茬 CNR | — | — | — | 8.4 | 8.8 | 8.6 | 15.1 | 15.8 | 15.5 | 47.4 | 44.3 | 45.9 | 57.9 | 52.8 | 55.4 |
| 玉米重茬 CCP | 26.2 | 29.8 | 28.0 | 8.2 | 8.7 | 8.5 | 14.8 | 15.7 | 15.3 | 45.5 | 42.8 | 44.2 | 55.8 | 50.8 | 53.3 |
| 休闲地 Fallow | — | — | — | 8.5 | 8.9 | 8.7 | 15.3 | 16.0 | 15.7 | 48.0 | 43.2 | 45.6 | 72.8 | 58.0 | 65.4 |

注:据 G94B—05—04—01 课题 04 专题海伦试验站结果整理。According to the result of Experimental Station at Hailun.
SNR= Normal rotation soybean, SCP= Soybean planted continuously; WNR= Normal rotation wheat, WCP= Wheat planted continuously, CBR
= Normal rotation corn, CCP= Corn planted continuously.

最大吸湿量没有明显差别(表 3)。由此得知, 重迎茬种植大豆不仅不会使土壤水分状况变劣, 反倒较重茬种植玉米、小麦在一定程度上改善了土壤的水分状况。

2.1.2.3 不同前茬对播前土壤水分的影响

在同一茬口(小麦茬)上种植不同作物, 第三年再种植大豆, 播种前测定不同茬口耕层土壤水分, 见表 4 不同前茬土壤后茬作物播前含水量

Table 4 Water content before planting in different stubbles

| 测定层次 Layer | 4 月 20 日 | | | 4 月 30 日 | | | 5 月 10 日 | | | 平均 Average | | |
|---------------|----------|------|-------|----------|------|-------|----------|------|-------|------------|------|-------|
| | 大豆 | 玉米 | 小麦 | 大豆 | 玉米 | 小麦 | 大豆 | 玉米 | 小麦 | 大豆 | 玉米 | 小麦 |
| | Soybean | Corn | Wheat | Soybean | Com | Wheat | Soybean | Corn | Wheat | Soybean | Com | Wheat |
| 0cm—10cm | 32.2 | 30.1 | 29.7 | 30.9 | 27.1 | 27.1 | 26.4 | 26.1 | 24.7 | 29.8 | 27.8 | 27.2 |
| 10cm—20cm | 32.1 | 33.0 | 30.6 | 32.1 | 31.7 | 31.3 | 30.4 | 29.9 | 30.7 | 31.5 | 31.5 | 30.9 |
| 平均 Average | 32.2 | 31.6 | 30.2 | 31.5 | 29.4 | 29.2 | 28.4 | 28.0 | 27.7 | 30.7 | 29.7 | 29.0 |

注: 摘自 G94B—05—04—01 课题 04 专题海伦试验站结果。From the result of Experimental Station at Hailun.

利的土壤水分条件下的。

2.2 重迎茬大豆土壤水分动态

2.2.1 重迎茬大豆生育期间土壤水分动态变化

尽管图 1 左和右是两种不同的土壤类型, 而且大豆生育期间土壤水分变化折线形状很不相同, 但是有两点是基本相同的: 第一、无论是正茬还是重、迎茬, 生育期间土壤水分变化的趋势基本一致, 尽管

果如表 4。可以看出, 在前茬相同的情况下, 不同的前茬对于其后茬作物播种前耕层土壤水分影响不同。耕层上层(0cm—10cm)和全耕层(0cm—20cm)平均含水量都是大豆茬高于玉米茬和小麦茬, 而且后二者数值相当接近。耕层下层(10cm—20cm)土壤含水量与此略有不同, 大豆茬、玉米茬土壤含水量相同, 高于小麦茬。可见重茬大豆在初期是处在有

幅度上有所不同, 但是在生育进程之中, 各种轮作方式的土壤水分是同升、同降的; 第二、最初, 正茬土壤含水量高于其它几种茬口, 但是出苗以后, 直至成熟收获, 正茬大豆土壤含水量始终低于重、迎茬大豆土壤含水量。虽然数值差别不是很大, 但是这种趋势始终很明显。这可能与重迎茬大豆生长发育不良, 耗水量相对较小有关。

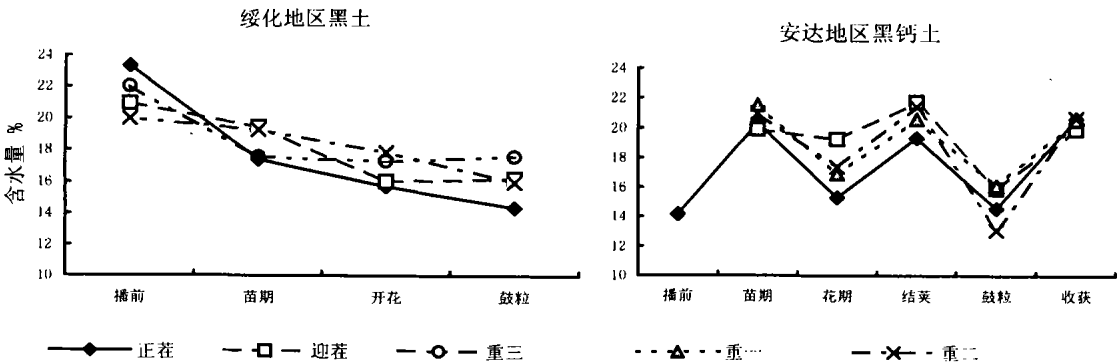


图 1 重迎茬大豆生育期间土壤水分动态变化(东农)

Fig. 1 Dynamic change of soil Water during growing period of continuous cropping soybeans(NAU)

2.2.2 主要旱田作物重茬种植生育期间土壤水分动态变化

比较固定轮作场圃中同一前茬重茬种植大豆、玉米、小麦生育期间的土壤含水量的动态变化(图 2)可以发现: 第一、三种作物在相同茬口上重茬种植四年, 生育期间从表层到深层, 各层次土壤的含水量消长趋势基本一致。第二、重迎茬种植的玉米、小麦、大豆生育进程中土壤含水量变化的趋势基本一致, 同一时期、同一土壤层次土壤含水量, 三种重茬种植的作物之间以及它们与三种作物正常轮作的处

理之间有些差异, 但是规律性不明显, 且差异也不够显著。第三、各土壤层次基本上都是播种前重茬大豆土壤含水量略高于重茬玉米、小麦, 播种至出苗阶段略低于重茬玉米、小麦, 后期又升高, 但分枝至开花期略低。第四、重茬大豆生育中期以后 20cm—40cm 和 40cm—60cm 土层土壤含水量明显低于玉米和小麦, 表明大豆利用土壤深层水分的能力较玉米、小麦强。第五、20cm 以下土层含水量变化较上一层后延 10—20 天。

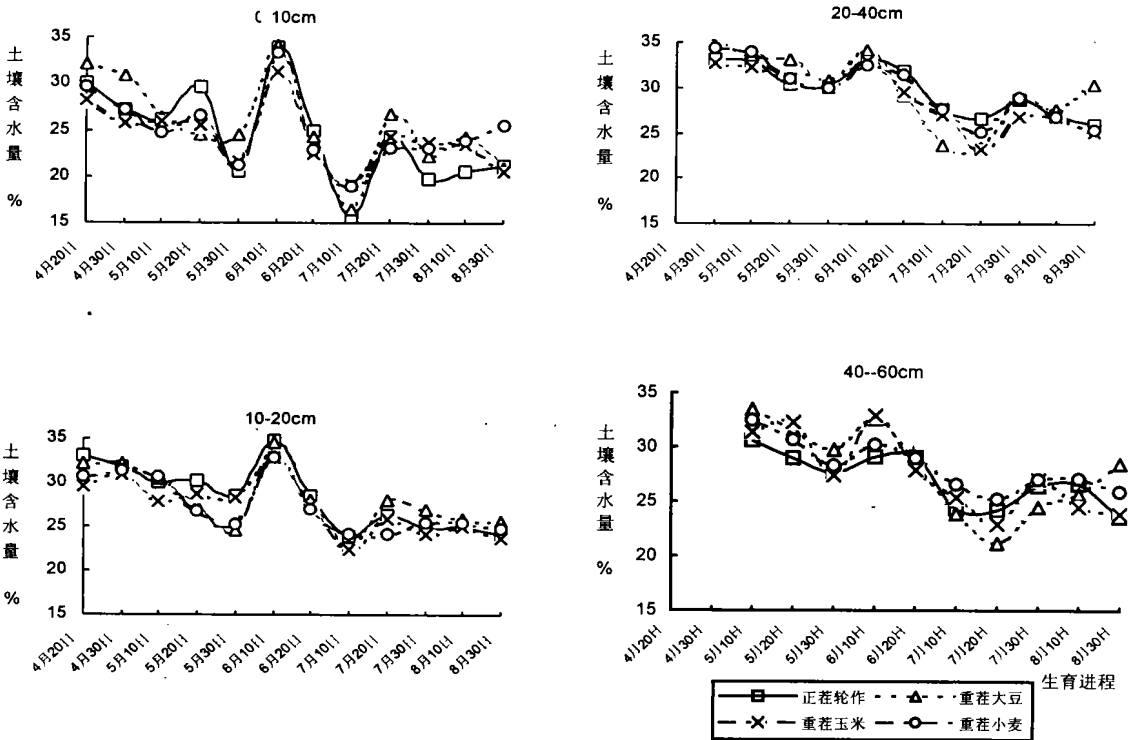


图2 不同作物重迎茬种植土壤水分动态变化(海伦)

Fig. 2 Dynamic change of soil water of different crops planted continuously and alternately(Hailun)

2.3 重迎茬大豆植株的水分代谢

从表 5 的结果可以看出重迎茬大豆的气孔阻力降低, 蒸腾强度增加, 基本上呈现重茬重于迎茬、长期重茬更甚于短期重茬的趋势。这表明重迎茬大豆的水分代谢能力增强。因此, 重迎大豆需水量要增加, 重迎茬大豆土壤的水分状况应该变坏。然而事实并非如此。这主要是由于重迎茬大豆生长发育较

差, 对土壤水分总消耗量并不明显增加, 所以重迎茬大豆土壤水分状况并没有变劣。气孔阻力降低, 蒸腾强度增加, 可能是生长发育较差的重迎茬大豆的一种生理补偿现象, 也可能是重迎茬种植使得作物的微生态环境发生变化, 引起大豆植株形态结构发生变化所致。

表 5 重迎茬大豆植株水分代谢

Table 5 Water metabolizing of continuous cropping soybeans scm⁻¹

| 土壤类型 Soil type | | 哈尔滨黑土 Black soil in Harbin region | | | | 齐齐哈尔黑钙土 Chemozem soil in Qiqihar region | | | | |
|------------------------------------|-------|--------------------------------------|----------|-------------|-------------|--|----------|-------------|-------------|-------------|
| 茬口 Stubble | | 正茬 NR | 迎茬 AP | 重茬一年 CP2 | 重茬二年 CP3 | 正茬 NR | 迎茬 AP | 重茬一年 CP2 | 重茬三年 CP4 | 重茬五年 CP6 |
| 气孔阻力 Resistance of stoma | 7月5日 | 4.59 | 1.80 | 1.84 | 1.25 | 1.12 | 1.46 | 1.34 | 1.93 | 1.40 |
| | 8月22日 | 3.39 | 2.79 | 3.07 | 2.69 | 3.61 | 2.76 | 2.83 | 1.90 | 2.28 |
| 蒸腾强度 Intensity of transpiration | 7月5日 | 4.75 | 11.32 | 11.44 | 13.56 | 11.15 | 14.83 | 14.89 | 14.93 | 13.81 |
| | 8月22日 | 2.14 | 3.33 | 3.42 | 3.95 | 3.51 | 3.54 | 4.52 | 6.22 | 5.02 |

注: 摘自 G94B-05-04-01 课题 02-1 子专题东北农业大学实验结果。From the result of Northeast Agricultural University
NR= Normal rotation, AP= Alternate planting CP2=Continuous planting for 3years CP3=Continuous planting for 4 Years and so on.

3 结论

3.1 重迎茬种植大豆对于土壤田间持水量的影响
不能一概而论, 不同的地区、不同的土壤、不同的生态条件有不同的表现。

3.2 在三年一个周期的最后一年生育期间, 重茬种植的大豆、玉米、小麦之间土壤含水量虽然略有差异, 但并不明显, 而且都与小麦—玉米—大豆正茬轮作无明显差异。

重茬种植三种作物, 重茬大豆土壤含水量较重茬玉米、重茬小麦略有增加, 田间持水量和饱和含水

量较高, 凋萎湿度、最大吸湿量没有明显差别。重迎茬种植大豆不仅不会使土壤水分状况变劣, 反倒较重茬种植玉米、小麦在一定程度上改善了土壤的水分状况。可见, 在年降水 500mm 左右、且多集中在作物生长旺盛时期的地区, 大豆重茬种植不会造成土壤水分亏缺。

3.3 重迎茬大豆的气孔阻力降低, 蒸腾强度增加, 基本上呈现重茬重于迎茬、长期重茬更甚于短期重茬的趋势, 表明重迎茬大豆的水分代谢能力增强。然而, 重迎茬大豆土壤的水分状况并没有明显变坏, 这主要是由于重迎茬大豆生长发育较差, 对土壤水分总消耗量并不明显增加的缘故。气孔阻力降低, 蒸腾强度增加, 可能是生长发育较差的重迎茬大豆的一种生理补偿现象, 也可能是重迎茬种植使得作物的微生态环境发生变化, 引起大豆植株形态结构发生变化所致。

参 考 文 献

1 何志鸿, 刘忠堂, 胡立成, 等. 大豆重迎茬减产的主要原因及农艺对策[J]. 大豆通报, 1998, 3: 4-5.
2 杨庆凯, 刘忠堂, 何志鸿. 黑龙江大豆重迎茬产生和危害的规律性[J]. 大豆通报, 1998, 3: 3.
3 Zu Wei, Liu Zhongtang, He Zhihong et al. Study on the yield reduction mechanism of soybean planted under continuous and every second year cropping conditions[J]. Journal of Northeast Agricultural University. 1998, Vol. 5(2): 81-95.
4 许艳丽, 韩晓增主编. 大豆重迎茬研究[M]. 哈尔滨, 哈尔滨工程大学出版社, 1995.
5 韩晓增, 许艳丽主编. 大豆重迎茬减产控制与主要病虫害防治技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 1999.
6 申茂向主编. 农作物优质高产研究与实践[M]. 哈尔滨, 黑龙江人民出版社, 2000.

STUDY ON THE REASON REDUCING PRODUCTION OF SOYBEAN PLANTED CONTINUOUSLY AND THE WAY TO GET MORE OUTPUT

V. Water of Soil Planted Soybeans Continuously and Alternately

He Zhihong¹ Liu Zhongtang² Han Xiaozeng³ Xu Yanli³ Zu Wei⁴

(1. Science and Technology Department of Heijongjiang Province, Harbin, 150001; 2. National Research Center of Soybean Engineering and Techniques of China, Harbin, 150086; 3. The Northeast Ecological Institute of Geography and Agricultural, CAS, Harbin, 150040; 4. The Northeast Agricultural University of China, Harbin, 150030)

Abstract A series of experiments had been carried out by 8 years in 9 rotation nurses with 9 plots in 5 ecological regions of Heilongjiang Province since 1993. In the same time, the investigation was made in soybean fields. The results showed that, when soybean was planted continuously, the soil water would become adverse somewhere. But it was not severity too much, and the degree was some lower than that of corn and wheat planted continuously. The amount of soil water in continuous cropping soybeans was higher than that in normal rotation also. All of this showed that when soybeans were planted continuously, the soil water didn't become poor distinctively. It would not effect on growing and developing of soybeans significantly, and was not one of the important reasons to reduce output of soybeans planted continuously and alternately.

Key words Soybean; Planted soybean continuously and alrernatly; Water