

科研报告

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

何志鸿¹, 刘忠堂², 许艳丽³, 韩晓增³, 徐永华⁴

(1. 黑龙江省科技厅, 哈尔滨 150001; 2. 国家大豆工程技术研究中心 哈尔滨 150086; 3. 中国科学院黑龙江农业现代化研究所 哈尔滨 150040; 4. 黑龙江省农业科学院大豆研究所, 哈尔滨 150086)

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, 减产明显, 且随重茬年限的增加而加剧。大豆重迎茬减产程度受气象条件及生态环境影响, 通过农艺措施调控, 可以减缓产量的损失。短期重迎茬对大豆脂肪、蛋白质含量无明显影响, 三年以上的长期重茬脂肪含量降低、蛋白质含量增加。

关键词: 大豆; 重迎茬; 产量; 品质

中图分类号: S 565.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2003)03-0001-04

Study on the Reason Reducing Production of Soybeans Cultured Continuously and the Way to Get More Output

I. Yield and Quality

HE Zhi-hong¹, LIU Zhong-tang², XU Yan-li³, HAN Xiao-zeng³, XU Yong-hua⁴

(1. Science and Technology Department of Heilongjiang Province, Harbin 150001; 2. National Research Center of Soybean Engineering and Techniques of China, Harbin 150086; 3. Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Harbin 150040; 4. Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: The experiments had been carried out by 8 years in 9 rotation nurses with 9 plots and series of field experiments in 5 ecological regions of Heilongjiang province since 1993. In the same time, the investigation was made in soybean fields. The result showed that: the yield was reduced significantly when the soybean was cultured continuously and alternately. And the more continuous time, the more yield reduces. The degree to reduce yield of continuous and alternate soybeans was effected by climate and eco-environment. The yield reduce can be weakened by agronomic methods. There was no significant effect on oil and protein content of seeds in the soybeans cultured continuously and alternately for a short period. When the continuous crops was more than 3 years the oil would be reduced, and the protein would be increased.

Key words: soy bean; continuous and alternate culture; yield; quality.

重迎茬是我国大豆主产区, 特别是黑龙江省生产中愈来愈严重的一个问题, 引起了各级领导机关和科

^{*} 收稿日期: 2003-01-23
基金项目: 黑龙江省科技攻关招标课题, 主持人江修业; 黑龙江省科技攻关重大项目(G94B05-04-01), 主持人刘忠堂、何志鸿、江修业; 国家“九五”重中之重科技攻关课题“大豆大面积高产综合配套技术研究开发与示范”03 专题(95-001-05-03)之 01 子专题, 主持人刘忠堂、何志鸿、许丽艳。

第一作者简介: 何志鸿(1942-), 男, 辽宁省黑山县人, 研究员, 主要从事大豆育种、栽培研究和科技管理。

研单位的极大重视。本课题是在黑龙江省政府和国家科技部支持下,从 1993 年开始,先后确立为省和国家重点课题、重大课题、重中之重科技攻关项目,分三个阶段组织省属和中直科研单位,进行多学科、多部门的联合攻关。经过 8 年的共同努力,已经基本探明大豆重迎茬减产的原因,提出了减缓产量损失的 7 条农艺对策。在生产上大面积推广应用这些研究成果,取得了显著的经济效益和社会效益。

本文为其中关于大豆重迎茬的产量与品质部分,旨在探讨重迎茬种植对大豆产量和品质的影响,不同生态区之间的差异,以及几种因素对于重迎茬大豆减产的作用。

1 研究方法

1993 年列为黑龙江省科技攻关计划重点课题,主要在中国科学院黑龙江农业现代化研究所及其海伦试验站和部分合作单位以及该所农村基点进行;1994~1996 年列黑龙江省科技攻关重大课题,由全省十多个科研、教学、推广单位的一百多名科技人员分工合作、联合攻关。研究课题设立重迎茬对大豆产量和品质的影响、原因与机理、农艺对策、轮作体系和技术示范 5 个专题 13 个子专题,在全省 5 个生态区设立 9 区固定轮作场圃 9 个和田间试验区多处,并辅以必要的框区和盆栽试验,进行必要的实验室试验分析研究,同时在 24 个主产县(市、农场)进行大面积的生产调查;1996~2000 年列入国家“九五”重中之重

科技攻关项目“大豆大面积高产综合配套技术研究开发与示范”课题,在前期的 5 个生态区 9 个固定轮作试验场圃,由中国科学院黑龙江农业现代化研究所、黑龙江省农业科学院、东北农业大学、黑龙江八一农垦大学等单位进一步进行研究的基础上,又增加了 6 个县(市、农场)作为核心试验基点、17 个县(市、农场)作为重点示范区,通过招标,聘请中国农业大学、中国科学院沈阳应用生态研究所、中国农业科学院生防所、解放军军需大学和沈阳农业大学参加根际分泌物和根际微生物以及生物防治方面部分内容的研究工作,采取试验场圃定点观测调查、实验室分析测试、中试车间开发生产、试验区试验示范、生产田推广应用相结合的方法进行研究与开发。

2 结果与分析

2.1 重迎茬大豆的产量和品质

2.1.1 重迎茬大豆的产量 通过盆栽试验、固定轮作场圃田间试验以及大量的生产调查,均可以看出大豆重迎茬种植,植株生长发育不良,致使产量降低、品质变劣。大豆重迎茬种植减产 6.1%~31.5%,重茬重于迎茬,重茬年限增多、减产幅度加大。三种方法虽然在数值上有所差别,但是趋势一致,且数量级相近。基本趋势是迎茬减产 5%~10%,重茬一年减产 10%~15%,重茬二年减产 15%~20%,重茬三年以上减产 20%~30%;从田间试验结果可以看出无肥减产重于有肥(见表 1)。

表 1 重迎茬对大豆产量的影响

| 种植方式 | 无肥盆栽试验 | | 无肥田间试验 | | 有肥盆栽试验 | | 有肥固定试验场圃 | | 生产调查 | |
|------|--------|-------|-----------------------|--------|--------|--------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | 产量 | 减产百分比 | 产量 | 减产百分比 | 产量 | 减产百分比 | 产量 | 减产百分比 | 产量 | 减产百分比 |
| | (g/盆) | (%) | (kg/hm ²) | (%) | (g/盆) | (%) | (kg/hm ²) | (%) | (kg/hm ²) | (%) |
| 正茬 | 11.3 | CK | 2260.5 | CK | 53.3 | CK | 1984.5 | CK | | CK |
| 迎茬 | 45.4 | 14.8 | 1863.0 | 6.1 | 2254.5 | 10.7 | | | | |
| 重茬一年 | — | — | 1788.0 | 9.9 | 2110.5 | 15.9 | | | | |
| 重茬二年 | 9.5 | 15.29 | 1889.0 | 16.43 | 41.0 | 23.1 | 1711.5 | 13.8 | 2001.0 | 21.4 |
| 重茬三年 | | 37.2 | 30.3 | 1608.5 | 19.0 | 1765.5 | 31.1 | | | |
| 重茬四年 | 9.4 | 16.71 | 1734.0 | 23.29 | 37.4 | 29.8 | — | — | — | — |

注:据 G94B05—04—1 课题之 01—01、01—04 子专题、02—1、02—4 子专题和 95—001—05—3—1 子专题之 2—7 招标内容整理。

2.1.2 重迎茬大豆的品质 从化学品质(主要是蛋白质、脂肪含量)和外观品质(或称商品品质)两个方面进行研究,结果如下:①化学品质:方差分析结果表明,不同轮作方式间大豆化学品质差异不显著,而年度间大豆蛋白质和脂肪含量的差异多为显著或接近显著。这表明,一般情况下,大豆重迎茬所造成的根际土壤微环境的差异虽能对蛋白质和脂肪含量产生一定的影响,但是在迎茬和短期重茬的情况下,这

种影响没能使大豆的蛋白质和脂肪含量出现明显的差异。年度间差异显著,说明不同年度生育期间的温度、降水量与分布形式以及光照等气象因素的差异,对大豆蛋白质和脂肪的含量有较大的影响。从表 2 的结果可以看出,迎茬和短期重茬对大豆蛋白质和脂肪的含量没有明显的影响,三年以上的长期重茬,大豆的蛋白质含量明显增加,脂肪含量明显减少。②外观品质:病粒率、虫食率、完全粒率等外观

表 2 重迎茬对大豆化学品质的影响

| 种植方式 | 蛋白质 | | 脂肪 | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| | 含量(%) | 增减百分点 | 含量(%) | 增减百分点 |
| 正茬 | 38.68 | CK | 20.39 | CK |
| 迎茬 | 38.63 | -0.05 | 20.32 | -0.07 |
| 重茬一年 | 38.58 | -0.10 | 20.33 | -0.06 |
| 重茬二年 | 38.51 | -0.17 | 20.38 | -0.01 |
| 重茬三年 | 39.70 | +1.02 | 19.10 | -1.29 |

注:据 G94B05-04-1 课题之 01-02 子专题整理。

表现,是目前评价大豆商品品质的几项重要指标。表 3 的结果表明,重迎茬种植大豆的病粒率、虫食率增加,完全粒率和百粒重降低,且都是重茬重于迎

表 3 重迎茬对大豆外观品质的影响

| 种植方式 | 病粒率 | | | 虫食率 | | | 完全粒率 | | | 百粒重 | | |
|------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| | % | 增减百分点 | 相对值 | % | 增减百分点 | 相对值 | % | 增减百分点 | 相对值 | g | 增减百分比 | 相对值 |
| 正茬 | 1.8 | CK | 100.0 | 2.3 | CK | 100.0 | 95.9 | CK | 100.0 | 18.7 | CK | 100.0 |
| 迎茬 | 2.5 | +0.7 | 138.9 | 3.3 | +1.0 | 143.5 | 94.2 | -1.7 | 98.2 | 18.2 | -2.7 | 97.3 |
| 重茬 | 3.5 | +1.7 | 194.4 | 4.8 | +2.5 | 208.7 | 91.7 | -4.2 | 95.6 | 18.0 | -3.9 | 96.3 |

注:据 G94B05-04-1 课题之 01-04 子专题整理。

难以补偿缺株所造成的产量损失,而且这种变劣的产量构成因子更是直接造成减产的因素。比较表 3 的结果,可以看出两个问题:第一、产量构成因子变劣,重茬重于迎茬,长期重茬重于短期重茬;第二、在构成产量的诸因子中,单株荚数和粒数因重迎茬而变劣的程度最为严重,可以认为它们是重迎茬大豆减产的直接而主要的原因。

表 4 重迎茬大豆的产量构成因子(相对值)

| 种植方式 | 收获株数 | 单株荚数 | 每荚粒数 | 单株粒数 | 百粒重 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 正茬 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 迎茬 | 98.80 | 88.81 | 98.64 | 87.57 | 98.12 |
| 重茬一年 | 97.00 | 91.77 | 97.88 | 89.88 | 94.96 |
| 重茬二年 | 97.86 | 81.08 | 94.03 | 82.53 | 90.51 |
| 重茬三年 | 89.87 | 67.85 | 91.53 | 63.50 | 85.88 |

注:据 G94B05-04-1 课题之 01-04 子专题整理。

2.3 几个主要因素对重迎茬大豆减产的影响

2.3.1 大豆重迎茬减产的年际间变化 重迎茬大豆减产幅度,年度间变化很大。4 年中迎茬减产从 4.2%到 17.5%,相差 4 倍以上;短期重茬减产幅度,年度之间相差也达到 4 倍以上,长期重茬相差也超过 2 倍(见表 5)。不同的年份,大豆生育期间气温、

表 5 海伦地区不同年份大豆重迎茬的减产幅度

| 年度 | 正茬产量 (kg/hm ²) | 减产幅度(%) | | |
|------|-------------------------------|---------|------|------|
| | | 迎茬 | 重茬一年 | 重茬四年 |
| 1993 | 2529 | 5.9 | 9.9 | 17.0 |
| 1994 | 2800 | 4.2 | 29.4 | 41.1 |
| 1995 | 1626 | 17.5 | 19.8 | 21.6 |
| 1996 | 2390 | 4.8 | 6.9 | 25.5 |

注:据 G94B05-04-1 课题之 01-04 子专题整理。

茬。尤为严重的是病粒率和虫食率,虽然只增加了不到 5 个百分点,但是相对值却增加了 38.9%~108.7%,导致商品大豆降等降级,造成经济损失。

2.2 重迎茬大豆的产量构成因子

大豆重迎茬种植,病虫害加剧,部分幼苗死亡,使收获株数减少,是减产的原因之一。由于大豆具有较强的补偿机能,在正常情况下,少量的缺株,可以由其它植株多结荚、多结粒、或者子粒变大而得到补充,对最终的产量不会有太大的影响。然而,重迎茬种植的大豆生长发育不良,单株结荚数、每荚粒数和单株粒数以及百粒重均较正茬降低(见表 4),不仅

降水的数量以及时空分布不同,重迎茬大豆减产幅度不同,表明其受温度、水分的影响较大。进一步分析表 5 的结果,还可以发现正茬大豆高产的年份,重迎茬大豆减产轻;正茬豆低产年份,重迎茬减产严重。这说明,与大豆生长发育密切相关的气象条件,可以影响重迎茬大豆减产程度。

2.3.2 不同生态区大豆重迎茬减产的差异 表 1 关于重迎茬大豆的减产幅度是全省的平均结果。事实上,无论是固定轮作场圃的田间试验,还是大面积的生产调查,都看到了不同地区生态条件、生产水平以及大豆重迎茬减产幅度都有不同(见表 6),经方差分析不同生态区之间重迎茬大豆的减产幅度差异显著。这说明生态条件和生产力水平对重迎茬大豆的减产程度有显著地影响。总的趋势是生态条件不良、生产力水平较低的中西部盐碱土地区和西部风沙干旱地区大豆重迎茬减产严重,土壤肥力高、病虫害轻的北部高寒地区,土壤肥力较高、水分充足、生产力水平较高的东部低湿地区和水、气、热数量较为充足、分布较为合适、耕作栽培水平较高的中南部黑土地区,大豆重迎茬减产较轻。从北部高寒地区栽培管理较为粗放、减产却较轻来看,生态条件对重迎茬大豆的减产程度有较大的影响;而中南部黑土地区耕作、栽培、管理较为精细,虽然土壤基础肥力下降得较多,病虫害也较为频繁,但是重迎茬大豆减产程度却不比基础条件好的北部、东部地区严重,表明农艺措施、生产力水平对重迎茬大豆的产量及减产程度有重大影响。

2.3.3 品种对大豆重迎茬减产的影响 在同一条条件下, 比较了抗病性不同的品种, 结果发现, 大豆的抗病品种较感病品种重迎茬产量损失低, 在病害轻

发区, 抗大豆孢囊线虫的品种, 重迎茬种植并没有减产, 感病品种则减产, 而且重茬2年以上减产高达1/4以上; 在病害重发区, 重迎茬种植的大豆, 抗病品

表 6 不同生态区大豆重迎茬减产幅度 (%)

| 生态区 | 生态特点 | 迎茬 | 重茬一年 | 重茬二年 | 重茬三年 |
|---------|---|------|------|------|------|
| 东部低湿地区 | 地势低平、坡降小、地下水位高、田间排水不畅, 常有秋涝发生, 开发年限较短、土壤肥力较高, 但岗地白僵土肥力低、通透性差, 草甸土冷浆。机械化程度高。 | 9.0 | 14.7 | 20.6 | 31.7 |
| 北部高寒区 | 气温低、生育期短, 开发年限较短, 土壤肥力较高, 病虫害危害较轻。人少地多, 经营比较粗放。 | 9.0 | 12.1 | 24.0 | 28.9 |
| 中南部黑土区 | 光、温、水较为充足。土壤基础肥力较高, 但是开发年限较长, 下降得也较多。劳动力较为充足, 耕作栽培水平较高。 | 9.5 | 15.1 | 25.3 | 30.0 |
| 西部风沙干旱区 | 多风沙天气, 春季尤为严重, 干旱少雨, 土壤瘠薄, 孢囊线虫严重, 生产水平较低。 | 12.3 | 21.6 | 26.0 | 38.6 |
| 中西部盐碱土区 | 降水偏少, 土壤盐碱化严重, 孢囊线虫危害严重, 农业投入较低, 属于大豆低产区。 | 32.3 | 26.5 | — | — |

种只是轻微减产, 而感病品种却是严重减产(见表7)。这一结果表明, 通过选用抗病品种, 可以减轻重迎茬大豆的产量损失。

表 7 对大豆孢囊线虫不同抗性的品种重迎茬种植的相对产量

| 地区类型 | 品种类型 | 正茬 | 迎茬 | 重一 | 重二 | 重三 |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 轻发区 | 抗病 | 100.00 | 117.56 | 103.81 | 116.96 | 111.75 |
| | 感病 | 100.00 | 111.41 | 92.30 | 73.68 | 74.65 |
| 重病区 | 抗病 | 100.00 | 104.95 | 98.09 | 95.91 | 99.90 |
| | 感病 | 100.00 | 56.41 | 64.21 | 78.94 | — |
| 平均 | 抗病 | 100.00 | 111.26 | 100.95 | 106.44 | 105.83 |
| | 感病 | 100.00 | 93.08 | 78.26 | 76.31 | 74.65 |

注: 据 G94B—05—04—01 课题 02—5 子专题整理。

2.3.4 前茬对大豆重迎茬减产的影响 表 8 的结果显示, 不同前茬对重迎茬大豆的减产幅度有影响。比较不同前茬的迎茬和重茬大豆 4 年(1993~1996 年)平均减产结果, 不难发现, 前茬为玉米的迎茬大豆减产幅度高于前茬为小麦的迎茬大豆, 而重茬种植, 第 3 年的重茬大豆减产幅度与第 1 年种植的玉米、小麦关系不大。这表明重迎茬大豆的减产与前一年的茬口有关: 大豆茬之后再种植大豆(重茬), 减产最为严重, 小麦茬之后种植大豆(迎茬)减产最轻。

表 8 不同前茬与重迎茬大豆的减产幅度 %

| 前茬 | 迎茬 | | 重茬 | |
|----|-------|------|----------|-------|
| | 种植方式 | 减产幅度 | 种植方式 | 减产幅度 |
| 小麦 | 小麦—大豆 | 7.85 | 小麦—大豆—大豆 | 16.48 |
| 玉米 | 玉米—大豆 | 8.28 | 玉米—大豆—大豆 | 16.48 |

注: 据 G94B—05—04—01 课题 04 子专题中国科学院黑龙江农业现代化研究所试验结果整理、改制。

3 结论

3.1 大豆重迎茬种植, 产量降低、品质变劣, 而且产量的降低和商品品质的变劣重茬重于迎茬, 重茬年

限愈长愈为严重; 短期重迎茬对大豆的化学品质没有明显的影响, 重茬 3 年以上, 蛋白质含量增加, 脂肪含量降低。

3.2 大豆重迎茬产量降低, 在产量构成因子中, 主要是由于单株荚数降低、粒数减少所至。

3.3 不同生态区由于生态条件与生产水平不同, 重迎茬大豆减产幅度不同, 生态条件良好、生产水平高的地区减产幅度显著地低于生态条件恶劣、生产水平低的地区。

3.4 年度之间减产幅度差异显著, 说明气象条件对重迎茬大豆的减产幅度有重要影响。不同抗病性的品种以及不同前茬减产幅度不同, 表明通过农艺措施可以有效地减缓重迎茬大豆的产量损失。

参考文献:

[1] 许艳丽, 韩晓增. 大豆重迎茬研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1995.

[2] 韩晓增, 许艳丽. 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.

[3] 申茂向. 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.

[4] 刘忠堂, 于龙生. 重迎茬对大豆产量与品质影响的研究[J]. 大豆科学, 2000, 3(19): 229-237.

[5] 许艳丽, 李兆林, 韩晓增, 等. 大豆重茬障碍研究进展, II. 大豆重茬障碍机制[J]. 大豆通报, 2000, (5): 11-12.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 赵桂范, 连成才, 王成, 等. 农艺措施对重迎茬大豆生育及产量影响的研究[J]. 大豆科学, 1998, 17(3): 248-255.

[9] 徐永华, 何志鸿, 刘忠堂, 等. 重迎茬对大豆化学品质的影响[J]. 大豆科学, 1997, 16(4): 319-327.

[10] 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, 5 (2): 81-95.