

重迎茬对大豆产量与品质影响的研究^{*}

刘忠堂¹ 于龙生²

(1. 国家大豆工程技术研究中心, 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农技推广站, 哈尔滨 150001)

摘要 本研究采取在五 个生态区设置 9 圃固定轮作区与相应生态区生产地块调查相结合的方法, 研究大豆迎茬、重茬一年、二年、三年对大豆生育、叶面积指数、干物质积累、构成产量因子及产量与品质的影响。三年研究结果表明, 重、迎茬大豆均较正茬大豆减产, 减产幅度随重、迎茬年限增加而加剧。以迎茬减产最少为 6.1%, 重茬一、二、三年分别减产 9.9%, 13.8% 和 19%。不同生态区减产程度不同。重迎茬对大豆生育、干物质积累及构成产量因子的影响与对产量的影响有相同趋势。

重迎茬对大豆子实商品品质的影响较大, 主要是百粒重降低, 病粒率与虫食率增加, 使大豆商品品质降低。对化学品质的影响在本研究周期中 (指重茬三年) 未见明显变化。

关键词 大豆; 重迎茬; 产量; 品质

关于大豆重迎茬的研究, 国内外学者都做了不少的工作, 日本学者景三幸二^[5]对大豆连作障碍与白霉菌的关系进行了研究, 尾崎勋对大豆连作区孢囊线虫的变化进行了研究, 文安奎^[1]、王锡德^[2]、于广武^[3]等对大豆不同重迎茬年限的减产程度提出了研究报告, 徐永华^[4]等研究了大豆重迎茬对化学品质的影响。但这些研究常常是在一个地点不同年份, 或不同地点一年的研究或调查结论, 尚没有看到在不同地点设置固定轮作区, 进行多点多年系统研究的报导。本文报导了在黑龙江省五大生态区, 八个固定试验点, 进行九圃轮作, 研究不同重迎茬年限对大豆产量和品质影响的结果。

1 试验设计与方法

试验分别设在黑龙江省东部低湿区 (合江农科所、八一农大); 西部风沙干旱区 (嫩江农科所); 中西部盐碱土区 (盐碱土所); 北部高寒区 (中科院海伦试验站、黑河农科所); 中南部黑土区 (大豆所、绥化农科所)。各试验点均设立固定的 9 区轮作, 轮作方式同当地生产相一致。供试品种均为当地的主栽品种。试验采用大区对比法, 不设重复, 每区 12 行, 行长 30m, 行距 0.7m, 试验区面积为 2268.0m², 试验区种植密度、施肥量、田间管理与当地生产水平相一致。

^{*} 收稿日期 1999-01-14

Received on Jan. 14, 1999

同时选择与试验点生态区相应的 8 个市县,进行生产地块调查。生产地块调查在东部低湿区(富锦、虎林)、西部风沙干旱区(龙江)、中西部盐碱土区(安达)、北部高寒区(海伦、讷河、爱辉)、中南部黑土区(宾县) 8 个市县进行,采用对重茬、迎茬及正茬地块进行多点对比调查的方法,每个市县选择一个具有代表性的乡镇,每乡选生产力水平上、中、下的三个村,每村选重茬、迎茬地块各 5—8 块,取相邻栽培管理水平相近的正茬为对照,每个地块对角线采 5 点,每点 2m^2 实测产,取 10 株考种。

干物重采用烘干法测定,蛋白质和脂肪的分析采用 8100 型近红外分析仪测定,数据的统计分析在长城 586 微机上进行。

2 结果与分析

2.1 重迎茬对大豆干物质生产积累和产量的影响

2.1.1 重迎茬对产量的影响

通过在五个生态区设立固定的轮作区进行试验及对 8 个市县进行生产地块调查,不同生态区正茬、迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年的产量,及重迎茬的减产幅度见表 1。

从表 1 可见,重迎茬大豆均较正茬大豆减产,轮作区试验平均正茬产量为 $132.3\text{kg}/\text{hm}^2$,迎茬减产 6.1%,重茬一年减产 9.9%,重茬二年减产 13.8%,重茬三年减产 19.0%。

通过对海伦、龙江、安达、虎林、富锦、讷河、爱辉、宾县 8 个市县 1900 多个地块的三年生产地块调查,迎茬减产 10.7%、重茬一年减产 15.9%、重茬二年减产 21.4%、重茬三年减产 31.1%,生产地块调查同固定轮作区试验结果趋势一致,迎茬减产幅度低于重茬。

不同生态区的固定轮作区试验表明,北部高寒区重迎茬减产幅度最小,正茬产量为 $138.7\text{kg}/\text{hm}^2$,迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年分别减产 3.7%、7.8%、11.5%、15.3%;中西部盐碱土区减产幅度最大,正茬产量为 $117.9\text{kg}/\text{hm}^2$,迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年分别减产 9.8%、13.6%、16.7%、23.6%。生产地块调查结果表明:北部高寒区重迎茬减产幅度最小,迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年分别减产 9.0%、12.9%、18.9%、31.9%。西部风沙干旱区重迎茬减产幅度最大,迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年分别减产 12.3%、21.6%、26.5%、38.6% (见表 1)。

综合三年固定轮作区试验与生产地块调查结果,重迎茬大豆均较正茬大豆减产,减产幅度随着重茬年限的增加而增大,不同生态区间比较,以北部高寒区、东部低湿区减产幅度最小,中西部盐碱土区、西部风沙干旱区减产幅度最大。

2.1.2 重迎茬对大豆干物质生产积累的影响

各生态区试验结果表明,重迎茬障碍大豆植株的生长发育,株高、茎粗、叶面积系数、干物质生产积累均低于正茬大豆,叶面积系数的大小表示进行光合作用绿色面积的多少,直接影响干物质的生产积累量及产量。以叶面积系数为例,不同生态区重迎茬大豆的叶面积系数均低于正茬大豆,合江所 96 年迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年大豆结荚期叶面积系数比正茬分别降低 0.5647、0.6871、0.9652、1.2354。不同生态区重迎茬大豆的叶面积系数的减少幅度 (见表 2)。

表 1 重迎茬对大豆产量的影响

Table 1 The influence of successire and altertrate cropping on soybean yied

生态区 Ecologic region	地点 Ploce	正茬		迎茬		重一		重二		重三	
		Do rnal cropping		Alternate cropping		Two years continuaus		Three year continuous		Four geos continuous	
		单产	单产	减产%	单产	减产%	单产	减产%	单产	减产%	单产
		Yield per	Yield per	Reduced	Yield per	Reduced	Yield per	Reduced	Yield per	Reduced	Yield per
东部低湿区 The low - wet region in east	试验 Test	2449. 5	2334. 0	4. 7	2280. 0	6. 9	2140. 5	12. 6	2013. 0	17. 8	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		2259. 0	8. 4	2116. 5	13. 8	1951. 5	20. 7	1719. 0	29. 9	
中南部黑土区 The black earth region in south- middle	试验 Test	2209. 5	2097. 0	5. 1	1990. 0	9. 9	1914. 0	13. 4	1825. 5	17. 4	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		2737. 5	9. 5	2631. 0	15. 1	2310. 0	25. 3	2109. 0	30. 0	
西部干旱区 The dry region in west	试验 Test	1414. 5	1293. 0	8. 6	1221. 0	13. 7	1191. 0	15. 8	1095. 0	22. 6	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		1885. 5	12. 3	1602. 0	21. 6	1470. 0	26. 5	1234. 5	38. 6	
盐碱土区 he saline- alkaling soil region in middle- west	试验 Test	1768. 5	1593. 0	9. 8	1527. 0	13. 6	1470. 0	16. 7	1347. 0	23. 6	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		1312. 5	32. 3	1488. 0	26. 5					
北部高寒区 The highaltitude - cold region in North	试验 Test	2080. 5	2002. 5	3. 7	1918. 5	7. 8	1842. 0	11. 5	1762. 5	15. 3	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		2335. 5	9. 0	2187. 0	12. 9	2001. 0	18. 9	1999. 5	31. 9	
平均 M exn	试验 Test	1984. 5	1863. 0	6. 1	1788. 0	9. 9	1711. 5	13. 8	1608. 5	19. 0	
	生产调查* Inv estigation of p rduction		2254. 5	10. 7	2110. 5	15. 9	2001. 0	21. 4	1765. 5	31. 1	

* 生产调查因生产上不可能同时出现正茬、迎茬、重一、重二、重三的连接地块,是不同地块重迎茬与条件相同的正茬比较,故产量的绝对值无法比较,只能采用与正茬减产的百分率做比较。

大豆植株的干物质积累是产量形成的基础,据各生态区试验点调查的干物质积累情况分析,正茬大豆的平方米干物质积累量显著高于迎茬,重茬一年、重茬二年、重茬三年大豆。以各点平均的鼓粒期干物质积累量为例,正茬大豆分别高于迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年大豆 46. 3g /m²、102. 3g /m²、126. 3g /m²、139. 6g /m²。各生态区中以西部风沙干旱区、中西部盐碱土区物质积累的减少幅度最大,,东部低湿区、中南部黑土区减少幅度最小(表 3)。

用 Logistic方程 $y= k / (1 + a e^{-bx})$ 可以很好地描述不同茬口大豆干物质积累的变化过程,式中 K 为理论干物质的最大积累量,x 为出苗后天数,a、b为方程参数,其中 a 为 x = 0时的最初积累量,b为干物质的相对增长量。东部低湿区正茬大豆干物质积累的

Logistic方程为: $y = 1154.9 / (1 + 98.6e^{(-0.0736x)})$ 余者类推。经检验各方程均达到 0.01 显著水平(表 4)。从表中可见,东部低湿区,重茬三年大豆的理论最大干物质积累量低于正茬大豆 $167.3\text{g}/\text{m}^2$,干物质的相对增长量低于正茬大豆的 $0.0048\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

表 2 重迎茬大豆叶面积减少幅度(%)

Thel 2 The reduction range of soybeans leaf area wnder successive and altenate Cropping				
生态区 Ecologic region	迎茬 Altrenate cropping	重一 Two years continuous	重二 Threc years continuous	重三 Four years contin uous
东部低湿区 The low- wet region in East	2.5- 7.2	3.8- 9.6	4.6- 9.8	6.5- 12.7
中南部黑土区 The black enrth region in middle- sowth	3.1- 6.5	5.2- 8.7	5.7- 12.1	7.2- 15.3
西部干旱区 The dry regioll in nrest	5.3- 8.5	7.7- 10.6	7.9- 15.4	9.6- 18.1
中西部盐碱区 The saline- alkaling soil region in west mlddle	6.2- 12.5	8.6- 15.1	9.9- 17.8	12.3- 19.4
北部高寒区 The nigh altitude Cold region in North	4.3- 9.1	7.2- 11.7	8.9- 14.6	11.2- 17.5

注:各生态区干质的积累量与产量的相关性均达到 0.01 的显著水平,平均相关系数为 0.9517

表 3 不同生态区重迎茬大豆干物质积累减少幅度(%)

Table 3 The reduction range of soybeans dry matter accumulation unees Successure and altornate corpping in different ecologic regions(%)				
生态区 Ecologic region	迎茬 Altrenate cropping	重一 Two years continuous	重二 Threc years continuous	重三 Four years contin uous
东部低湿区 The low- wet region in East	5.7- 18.6	7.3- 21.9	6.7- 25.8	9.8- 27.6
中南部黑土区 The black enrth region in middle- sowth	7.2- 21.5	6.7- 23.6	13.5- 28.9	18.2- 39.7
西部干旱区 The dry regioll in nrest	9.1- 18.3	12.5- 25.6	15.7- 27.7	21.6- 35.8
中西部盐碱土区 The saline- alkaling soil region in west mlddle	6.7- 17.6	10.2- 20.6	15.7- 27.1	17.1- 30.6
北部高寒区 The nigh altitude Cold region in North	8.5- 15.7	11.7- 19.3	16.9- 28.9	15.3- 32.7

注:表中数据为 1994- 1996 年三年调查结果。

2.2 重迎茬条件下产量构成因子变化规律的研究

重迎茬大豆产量因子变化规律比较复杂,总的来看,迎茬和不同重茬年限的大豆在株

高、茎粗、收获株数、株荚数、株粒数、百粒重等几项指标均较正茬大豆呈下降趋势(表 5)

表 4 不同茬口大豆干物质积累 Logistic 方程参数

Table 4 The parameter of logistic equation about soybean dry matter accumulation hndes different cropping Inamer

生态区 Ecologic region	茬口 Cropping	k	s	b	y
东部低湿区 The low- wet region in East	正茬 Normal cropping	1154.9	98.6	0.0736	0.9635
	迎茬 Altrenate cropping	1121.5	94.7	0.0732	0.9251
	重一 Two years continuous	1065.3	91.4	0.0713	0.9546
	重二 Threc years continuous	1001.6	85.2	0.0702	0.9436
	重三 Four years continuous	987.6	81.3	0.0688	0.9811
	正茬 Normal cropping	1023.5	95.3	0.0756	0.9741
	迎茬 Altrenate cropping	976.3	91.6	0.0732	0.9543
	重一 Two years continuous	948.9	89.7	0.0711	0.9807
中南部黑土区 The black enrth region in middle- south	重二 Threc years continuous	954.8	87.5	0.0726	0.9356
	重三 Four years continuous	921.8	84.1	0.0697	0.9681
	正茬 Normal cropping	876.2	85.3	0.0715	0.9558
	迎茬 Altrenate cropping	852.1	78.5	0.0688	0.9814
北部高寒区 The nigh altitude Cold region in North	重一 Two years continuous	835.4	75.2	0.0697	0.9541
	重二 Threc years continuous	812.9	74.6	0.0654	0.9289
	重三 Four years continuous	800.7	72.6	0.0647	0.9587

注: r为方程相关系数

从表 5 中可见,随着重茬年限增加,大豆株高变矮,百粒重下降,迎茬、重茬一年与正茬比减少幅度较小,而重茬二年、重茬三年的减少幅度较大,调查重茬二、三年的大豆在生育过程中根部病虫害较重,缺苗较多。

从各生态区看,中南部黑土区、北部高寒区、中西部盐碱土区、东部低湿区、株高、株荚数、株粒数等产量构成因子随重茬年限增加而呈下降趋势。重茬年限越长,下降幅度越大。重迎茬大豆的产量因子变化规律同产量的变化规律相一致。

2.3 重迎茬对大豆品质的影响

2.3.1 重迎茬对大豆外观品质的影响

表 5 重迎茬大豆产量因子变化情况

Table 5 The change of soybean yield ta actors in succesive and alternate cropping

年份 Years	茬口 Cropping	收获株数 (株 /m ²) Humher of plant per m ² harvested	株高 (cm) Plant height (cm)	单株荚数 (个) Pod per plant	单株粒数 (个) seed fer plant	百粒重 (g) weight of 100 seeds
1994	正茬 Normal cropping	20.9	98.5	30.7	72.3	19.9
	迎茬 Altrenate cropping	20.6	94.5	26.9	63.1	20.7
	重一 Two years continuous	19.5	94.8	29.2	70.4	19.4
1995	正茬 Normal cropping	24.2	79.3	35.6	74.9	19.5
	迎茬 Altrenate cropping	24.4	79.7	31.0	63.5	18.2
	重一 Two years continuous	24.6	75.7	32.8	64.7	18.0
1996	重二 Threc years continuous	23.8	66.3	27.2	58.9	17.6
	正茬 Normal cropping	22.7	79.3	30.2	65.2	17.7
	迎茬 Altrenate cropping	22.7	73.3	27.7	59.1	17.2
	重一 Two years continuous	21.8	69.7	26.6	56.0	16.9
	重二 Threc years continuous	22.1	67.7	25.9	51.3	15.7
	重三 Four years continuous	20.4	63.1	20.5	41.4	15.2

表 6 重迎茬对大豆商品品质的影响

Table 6 Influence on grality of soybean of succesire and alternate cropping

地点 Place	正茬 Normal cropping			迎茬 Altrenate cropping			重茬 Two years continuous		
	百粒重 Weight of 100 seeds	病粒率 Rate of diseasd	虫食率 Rate of insect damoged	百粒重 Weight of 100 seeds	病粒率 Rate of diseasd	虫食率 Rate of insect damoged	百粒重 Weight of 100 seeds	病粒率 Rate of diseasd	虫食率 Rate of insect damoged
讷河 Nehe	17.4	0.14	1.43	17.2	0.28	2.40	16.9	0.67	4.03
海伦 Hailuan	19.6	3.97	1.20	18.8	5.80	2.83	19.0	7.03	4.73
富锦 Fujin	18.6	0.90	0.61	18.3	1.30	1.60	18.0	1.80	5.75
虎林 Huluon	18.2	0.73	2.73	17.6	1.60	3.60	17.2	2.13	4.20
龙江 Longjiang	19.5	3.93	5.23	18.5	4.70	5.63	18.7	6.70	5.40
宾县 BienXan	19.0	1.05	2.75	18.5	1.50	3.75	18.4	3.65	4.80
平均 Mean	18.7	1.79	2.33	18.2	2.5	3.30	18.0	3.50	4.82

表 7重迎茬对大豆化学品质的影响

Table 7 The influence on chemical quality of soybean peeds
by successive and alenrnate cropping

项目 Item	正茬 Normal cropping	迎茬 Alternate cropping	重一 Years continuous	重二 Threc years continuous	重三年以上 Four years continuous
蛋白质 (%) Protein	38.68	38.63	38.58	38.15	39.70
脂肪 (%) Oil	20.39	20.32	20.33	20.38	19.40

表 8 各地区轮作方式间大豆化学品质的方差分析结果

Tbale 8 The results of analysis of rariance about chemical quality of
soybean wnees crop rotations in each yrgion

地点 Place 品种 Varoety	海伦 Hailuen 黑农 35 Hainong 35	佳木斯 Jamusi 合丰 35 Hefeng 35	密山 Mishan 垦农 4 Kennong 4	绥化 Suein ua 绥农 10 Sueinong 10	齐齐哈尔 Qiqihar 合丰 25 Hefeng 25
蛋白质 Protein					
种植方式均方 The mean square of cropping pattern	0.550	0.195	1.286	1.103	0.675
F- 值	1.45	0.17	0.83	0.67	6.13 [*]
概率 Probability	0.324				0.036
年度间均方差 Amnwie mean rariance	2.603	1.760	11.297	8.679	2.744
F- 值	6.89	1.53	7.33 [*]	5.28 [*]	24.92 [*]
概率 Probability	0.027	0.321	0.032	0.058	0.002
机误方差 Error	0.378	1.153	1.541	1.645	0.110
脂肪 Oil					
种植方式均方 The mean square of cropping pattern	0.253	0.546	0.096	0.248	0.256
F- 值	0.55	1.97	0.24	0.16	0.58
概率 Probability		0.263			
年度间均方差 Amnwie mean rariance	2.078	2.029	1.546	7.832	2.822
F- 值	4.48	7.32	3.91	5.14	6.35 [*]
概率 Probability	0.064	0.046	0.094	0.061	0.042
机误方差 Error	0.464	0.277	0.395	1.524	0.445

重迎茬大豆由于病虫害严重,生育较差造成大豆籽粒变小,病粒率、虫食率显著增加。

商品质量显著降低。富锦、虎林、讷河、龙江、海伦、宾县 6 个市县调查结果,迎茬百粒重平均为 18.2g,比正茬降低了 2.7%;重茬百粒重平均为 18.0g,比正茬降低了 3.7%。重迎茬大豆的病粒率、虫食率都显著增加,迎茬的病粒率、虫食率分别比正茬增加了 39.7%、41.6%;重茬的病粒率、虫食率分别比正茬增加了 95.5%、106.8% (表 6)

2.3.2 重迎茬对大豆化学品质的影响

大豆的化学品质主要指籽粒中蛋白和脂肪的含量。经过三年试验,分析看出:在不同生态区不同轮作方式下,大豆蛋白质和脂肪的含量与正茬大豆有些不同,但没有明显的规律。将各试验区结果平均以后,不同轮作方式间蛋白质和脂肪的含量几乎没有什么差别 (表 7)。

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 (表 8)。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,但在迎茬和短期重茬的情况下,这种影响没能使大豆蛋白质和脂肪的含量出现明显的差异。而不同年份生育期间的温度、降水量和光照的不同,对大豆蛋白质和脂肪的含量有较大的影响。

3 结论

通过在黑龙江省五大生态区连续三年的试验研究及大面积生产地块调查,结果表明:

3.1 固定轮作区试验表明:重迎茬大豆均较正茬大豆减产,减产幅度随着重茬年限的增大而增大,全省平均正茬产量为 132.3 kg/hm^2 ,迎茬减产 6.1%,重茬一年减产 9.9%,重茬二年减产 13.8%,重茬三年减产 19.0%。生产地块调查表明:迎茬平均减产 10.7%,重茬一年平均减产 15.9%,重茬二年减产 21.4%,重茬三年减产 31.1%,与轮作区试验结果趋势一致。不同生态区间比较,西部风沙干旱区、中西部盐碱土区减产幅度较大,东部低湿区、北部高寒区减产幅度较小。

3.2 重迎茬影响大豆植株干物质的生产与积累,正茬大豆的干物质积累量显著高于迎茬、重茬一年、重茬二年、重茬三年大豆的干物质积累量,而重茬大豆又低于迎茬大豆。不同生态区间比较,西部风沙干旱区、中西部盐碱土区减少幅度较大,东部低湿区、中南部黑土区减少幅度较小。

3.3 从产量构成因子来看,重迎茬大豆的产量因子均较正茬大豆呈下降趋势,重茬年限增加,降低严重。

3.4 重迎茬大豆百粒重下降,病粒率、虫食率增加,商品质量显著降低。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。

参 考 文 献

1 文安奎,试述减轻大豆重迎茬减产的途径与前景,大豆通报,1994,(2): 27-28

2 王锡德,大豆重迎茬与效益农业,大豆通报,1994,(5): 19

- 3 于广武,大豆重迎茬问题的研究及保产剂系列产品应用效果,大豆通报, 1995, (6): 8- 9
- 4 徐永华,大豆重迎茬对大豆化学品质的影响,大豆科学, 1997, 16(4): 319- 326
- 5 景三幸二,大豆连作障碍和腐霉菌属的关系,日本植物病理学会报, 1982, 48(3): 333- 335

STUDY ON THE INFLUENCE OF SUCCESSIVE AND ALTERNATE CROPPING ON SOYBEAN YIELD AND QUALITY

Liu Zhongtang Yu Long sheng

(*The National Center of Soybean Engineering Technology, Harbin 150086*)

Abstract The study was conducted at nine fixed rotation plots in five ecologic regions. The purpose is to study the influence of soybean alternate, two, three and four years successive cropping on soybean growth, leaf area index, dry matter accumulation, yield characters yield and pod quality. The results of three years show that the soybean yield of successive and alternate cropping decreased in comparison with that of normal on more cropping. The more the years of successive and alternate cropping the more the soybean yield reduction. Yield reduction of alternate, tow, three and four years successive cropping are seperately 6. 1, 9. 9, 13. 8 and 19% less than normal rotation. The yield reduction of alternate cropping is the least among them. The level of yield reduction is various in different ecologic regions. The influnce trend of successive and alternate cropping to soybean growth, dry matter accumulation, yield characters is the same as those to yield. Successive and alternate cropping have a significant effect on soybean commodity quality, such as, lower 100- seed weight, higher percent disease seeds and damaged seeds by insects, which cause commodity quality of soybean to become lower. The obvious influence of successive and alternate cropping on chemical quality had not been found in this study.

Key words Soybean; Successive and alternate cropping; Yield; Quality