

大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究^{*}

IV. 重迎茬大豆的土壤养分与养分吸收

何志鸿¹ 刘忠堂² 韩晓增³ 许艳丽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; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所; 4. 黑龙江省农业科学院大豆研究所)

摘要 连续 8 年在黑龙江省 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, 根际土壤养分虽然在理论计算时, 会出现氮素营养亏缺, 但是生产实际中, 由于施肥的缘故, 大豆重迎茬并没有造成养分的明显偏耗, 不仅氮磷钾三元素如此, 硼、钼、锰、锌等微量元素也是不同轮作方式间没有明显的差异; 在不施肥的盆栽条件下, 大豆以及玉米、小麦重茬种植都比正茬轮作多消耗了土壤中的主要营养元素, 其中重茬大豆对全磷和速效钾的消耗高于重茬玉米、重茬小麦; 大豆重迎茬种植, 植株对营养的吸收能力发生了变化, 对于大多数营养元素、特别是对于氮磷钾三要素的吸收能力下降, 但是, 对于钙、镁、铁等微量元素的吸收量增加; 增施钾肥能显著地提高重迎茬大豆的产量。这一切都说明根际土壤养分的变化以及根对养分吸收能力减弱对重迎茬大豆的生长发育和产量有一定的影响, 但并不是大豆重迎茬减产的主要原因。

关键词 大豆; 重迎茬; 土壤养分; 吸收能力

中图分类号 S 565.1 S 606 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2003)02—0120—07

本文为黑龙江省科技攻关招标课题中关于大豆重迎茬与土壤养分和植株对养分的吸收部分, 旨在探讨营养元素与重迎茬大豆的关系, 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 II 报。

2 结果与分析

2.1 不同轮作体系土壤养分的收支平衡

2.1.1 不同轮作体系土壤养分理论概算

据已有的实验室分析结果, 不同作物体内所含有的氮磷钾等元素不同。这说明不同作物从土壤中吸取的营养元素数量不同。据此, 我们计算了原中科院黑龙江农业现代化研究所海伦试验站固定轮作

场圃一个轮作周期不同轮作方式土壤三元素的盈亏。

轮作试验采取贴近当前生产实际的栽培管理方式, 按大田生产常用量施入氮肥和磷肥。根据所施用的化肥中氮磷钾的含量计算三元素的投入量, 再根据作物的生物产量计算从田间取走量, 从而计算出三种营养元素的盈亏。结果如表 1。

由表 1 可以看出, 由于在生产实践中种植不同的作物, 施用不同种类和不同数量的化肥, 再加上各种作物的收获量也不相同, 所以, 不同轮作方式土壤中氮磷钾三种主要元素的盈亏情况有明显的差异。其中大豆重迎茬土壤氮素亏缺量最大, 磷素都有盈余, 钾素的普遍亏缺是由于施用的肥料之中没有钾元素的缘故。在氮素的亏缺中以重茬大豆最为严重, 迎茬大豆次之, 小麦—玉米—大豆轮作基本持平。

^{*} 收稿日期: 2002—11—20

课题来源: 本项研究为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。

表 1 不同轮作体系三年中土壤主要营养元素循环概算

Table 1 Budgetary estimation of major nutrition elements of soil in different rotation system kg/hm²

轮作形式 Rotation Model	营养元素盈亏 * Profit or lost of element								
	氮 N			磷 P ₂ O ₅			钾 K ₂ O		
	投入	带走	盈亏	投入	带走	盈亏	投入	带走	盈亏
	Input	Take out	Balance	Input	Take out	Balance	Input	Take out	Balance
麦米豆正茬轮作 W—C—S Rotation	310. 8	308. 0	+ 2. 8	76. 8	44. 3	+ 32. 5	0. 0	132. 5	— 132. 5
豆麦豆迎茬种植 S—W—S Alternate	407. 4	481. 1	— 73. 7	76. 8	54. 0	+ 22. 8	0. 0	168. 6	— 168. 6
豆米豆迎茬种植 S—C—S Alternate	404. 3	425. 4	— 21. 1	90. 0	54. 6	+ 35. 4	0. 0	147. 0	— 147. 0
豆豆豆重茬种植 S—S—S Continuous	416. 9 (81. 0)	501. 3 (165. 4)	— 84. 4 (— 84. 4)	90. 0	50. 1	+ 39. 9	0. 0	147. 2	— 147. 2
麦麦麦重茬种植 W—W—W Continuous	277. 2	199. 2	+ 78. 0	50. 4	32. 6	+ 17. 8	0. 0	119. 1	— 119. 1
米米米重茬种植 C—C—C Continuous	391. 5	349. 5	+ 42. 0	90. 0	59. 1	+ 30. 9	0. 0	147. 2	— 147. 2

摘自 G94B—05—04—01 课题 04 专题. 营养盈亏= 种植投入量—收获带走量。+ 代表盈余, — 代表亏缺。

括弧内的数字为去掉共生固氮量之后氮素的纯投入和带走的数量

S= soybean, W= wheat, C= com. + means surplus, — means wane.

从表 1 还可以看到, 都是重茬种植, 大豆带走的氮最多、玉米次之、小麦最少。但是大豆有独特的共生固氮体系, 可提供其需氮量的三分之二, 因此真正自土壤中带走的氮素只有 167. 1kg/hm², 在三种重茬种植的作物中耗氮量最少。

如果不施肥, 重茬种植玉米、小麦、大豆都会出现氮素营养亏缺。由于大豆有独特的共生固氮能力, 可以提供其需氮量的 2/3, 所以重茬大豆氮的亏缺量最少(三种作物分别为 349. 5、199. 2 和 165. 4 kg/hm²)。生产实践以及模拟生产条件下的轮作试验中, 重茬大豆氮素亏缺量最大, 原因在于氮肥的施用数量偏低: 虽然从表 1 结果看到, 带走和投入的氮的数量都是大豆最多, 但是, 大豆的氮的投入量中算入了共生固氮量(按带走氮量的 2/3 计算为 335. 9kg), 如果将其扣除, 三年中通过施肥投入的氮只有 81. 0kg/hm²(实际上每年施用磷铵 150kg/hm², 折合纯氮 27kg/hm²), 远小于对重茬玉米(每年施用磷铵 150kg/hm² 和尿素 225 kg/hm², 折合纯氮 130. 5kg/hm²)、重茬小麦的氮的投入量(每年施用磷铵 84kg/hm² 和尿素 168kg/hm²)。即在氮的投入量上, 玉米、小麦是过量投入, 大豆是缺口投入。取走量大、投入量不足, 连年种植大豆(重迎茬)必然会造成土壤氮素亏缺。

2. 1. 2 不同轮作体系土壤养分实际状况

我们对上述试验场圃不同轮作方式各处理三年后土壤氮磷钾三要素的实际状况进行了分析测定。结果与上述的理论计算不同: 与试验前相比, 各处理土壤的全氮、速效氮、速效钾都有所下降, 但速效钾的下降幅度远远小于理论计算值, 全磷、全钾没有降

低, 速效磷反倒有所增加, 与表 1 的结果相差很大。这表明土壤并不是一个简单、孤立的营养存储器, 而是一个作物—土壤—微生物的有机体系。简单的加减所得到的结果, 没有考虑到作物对微生物的影响, 微生物对养分的转化和活化作用以及在环境因素的作用下、不同土壤层次之间养分的移动, 不同作物以及同一作物不同轮作方式下对于肥料的利用率, 未能反映不同轮作体系土壤养分动态变化的实际情况, 只表明一种趋势和可能。

表 2 的结果中, 尤为重要的是全氮和速效氮降低的幅度, 不同轮作方式(正茬轮作、迎茬、重茬)之间无明显的差异。也就是说, 虽然在理论计算时, 连续种植大豆会造成养分偏耗、出现土壤养分亏缺, 但是实际上, 重迎茬大豆并没有造成养分的严重偏耗。不仅氮磷钾三元素如此, 硼、钼、锰、锌等微量元素也是不同轮作方式间没有明显的差异。

进一步分析表 2 的结果可知, 豆麦豆、豆米豆和豆豆豆三种轮作方式的区别在于第二年种植的作物不同, 第一、第三年的作物是相同的、都是大豆。因此, 表 2 所反映出的速效氮的差异, 主要的应当是第二年种植不同作物及其对后作的影响所造成的, 而不应当认为主要是由于第三年重迎茬种植大豆所造成的。由于玉米耗氮最多、大豆次之、小麦最少, 所以才出现土壤速效氮含量豆米豆轮作最低、豆麦豆轮作最高、豆豆豆重茬种植居二者之间。豆米豆和豆麦豆两种迎茬种植方式土壤速效氮平均值为 205. 3mg/kg, 与麦米豆正茬轮作(199. 6mg/kg)、豆豆豆重茬种植(200. 4mg/kg)极为接近, 它们之间的差值分别为 + 4. 9 mg/kg 和 — 0. 8mg/kg, 远小于米

豆、麦豆两种迎茬方式之间的差值(20.2 mg/kg),可见大豆重迎茬种植并没有比大豆正茬轮作多消耗土壤中的速效氮。至于表1在三年的一个轮作周期中大豆重迎茬的种植方式较麦米豆正茬轮作多取走了土壤的氮素,造成了明显的氮素亏缺,主要是由于第一年的大豆生长发育好、产量高,取走的氮素多的缘故。

表2 不同轮作体系三年后土壤主要营养元素状况

Table 2 Status of major elements of soil after different rotation circle

轮作形式 Rotation model	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P ₂ O ₅ (g/kg)	全钾 Total K ₂ O (g/kg)	速效氮 Quick acting N (mg/kg)	速效磷 Quick acting P ₂ O ₅ (mg/kg)	速效钾 Quick acting K ₂ O (mg/kg)
试验前土壤 Base	3.12	1.71	25.00	333.20	68.00	209.00
麦米豆正茬轮作 W—C—S Rotation	2.59	1.76	25.20	199.60	87.40	189.00
豆麦豆迎茬种植 S—W—S Alternate	2.43	1.71	25.50	219.80	85.60	203.00
豆米豆迎茬种植 S—C—S Alternate	2.71	1.75	25.10	190.80	87.10	176.00
豆豆豆重茬种植 S—S—S Continuous	2.65	1.73	25.20	200.40	90.50	196.00
麦麦麦重茬种植 W—W—W Continuous	2.31	1.74	24.90	234.20	83.40	205.00
米米米重茬种植 C—C—C Continuous	2.85	1.75	25.00	180.50	86.30	161.00

注: G94B—05—04—01 课题 04 专题中科院黑龙江农业现代化所海伦试验站试验结果。
S= soybean, W= wheat, C= com

2.1.3 轮作体系中不同作物对土壤养分的实际消耗

为了精确地求得种植不同作物土壤养分的实际消耗,我们设计了不施肥的盆栽试验。结果表明种植大豆、玉米、小麦三种作物土壤中的氮磷钾含量都降低。如果把这种降低视为被种植的作物所消耗,则其中对全氮的消耗量三种作物几乎相同,大豆对全磷的消耗量高于玉米、小麦。从对速效养分的消耗看,大豆对速效氮磷的消耗量高于小麦、低于玉米,其中对速效氮的消耗量接近而略高于小麦,对速

效磷的消耗量接近而略高于玉米;对速效钾的消耗量比玉米、小麦都高(表3)。

故,至于第三年,无论是重茬还是迎茬,大豆的生长发育都不如正茬,产量也不如正茬,所以从土壤中取走的氮素不如正茬大豆那样多。比较不同作物重茬种植对土壤中速效氮的消耗,从表2也可以看出,耗氮最多的不是重茬大豆而是重茬玉米,对速效磷、速效钾的消耗亦是如此。

综合表1、表2、表3的结果可以得知,就理论计算而言,重迎茬种植大豆有养分偏耗,但这并不是大豆重迎茬所特有的现象,玉米、小麦重迎茬同样会出现养分偏耗。在生产实践中,由于采取了施用农肥或化肥等项措施,可以在一定程度上对消耗的养分予以补偿,所以没有表现出养分的偏耗。现在,施肥已经是主产区大豆生产的常规措施,所以,养分偏耗已经不是重迎茬大豆减产的主要原因了。

表3 不同作物对土壤主要营养元素的消耗

Table 3 The expense of major nutrition elements of soil for different crops

分析项目 Item	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P ₂ O ₅ (g/kg)	全钾 Total K ₂ O (g/kg)	速效氮 Quick acting N (mg/kg)	速效磷 Quick acting P ₂ O ₅ (mg/kg)	速效钾 Quick acting K ₂ O (mg/kg)
基础肥 Base	1.60	1.77	23.40	142.8	190.0	189.5
大豆 Soybean	1.52(0.08)	1.55(0.22)	23.90(—0.50)	125.0(17.8)	159.4(30.6)	154.0(35.5)
玉米 Corn	1.51(0.09)	1.60(0.17)	23.40(0.00)	114.2(28.6)	156.4(33.6)	164.7(24.8)
小麦 Wheat	1.51(0.09)	1.59(0.18)	23.20(0.20)	128.5(14.3)	185.8(4.2)	185.3(4.2)

注: 据 G94B—05—04—01 课题 02—4 子专题整理。括弧内为实际消耗量, 负值表示该元素含量增加。

2.2 重迎茬大豆对土壤养分的吸收

2.2.1 重迎茬大豆对土壤养分的吸收能力

植物体内的营养元素来自于根从土壤中的吸收。因此,测量植株体内营养元素的含量,可以反映出作物对土壤养分的吸收情况。大豆重迎茬种植与正茬相比较,体内氮、磷、钾、硼、铜、锌、锰的含量降

低,而且重茬较迎茬严重,其中收获期氮素含量迎茬较正茬减少0.61个百分点,下降了21.03%,重茬较正茬减少0.70个百分点,下降了24.28%;体内的钙、镁、铁含量增加,而且重茬较迎茬增加得更多(表4)。即重迎茬种植的大豆对于大多数营养元素、特别是对于氮磷钾三要素的吸收能力下降,但是,对于

钙、镁、铁等微量元素的吸收增加。可见大豆重迎茬钾等多种元素的含量下降。种植, 植株对营养的吸收能力发生了变化, 体内氮磷

表 4 不同茬口大豆植株体内主要营养元素的含量

Table 4 The content of nutrition elements in soybean plants in different stubble

茬口 Stubble	正茬 Normal rotation		迎茬 Alternate		重茬一年 2 Years continuous		重茬二年 3 Years continuous	
时期 Phase	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting
植株干重(g) Weight of dry plant	6. 42		7. 12		3. 83		5. 05	
氮 N (%)	3. 87	2. 89	3. 79	2. 28	3. 76	2. 19	3. 69	
磷 P ₂ O ₅ (%)	0. 80	0. 27	0. 77	0. 23	0. 72	0. 18	0. 78	
钾 K ₂ O (%)	1. 52	0. 90	1. 38	0. 78	1. 32	0. 75	1. 40	
钙 Ca (%)	1. 68		1. 88		1. 84		2. 20	
镁 Mg (%)	0. 66		0. 67		0. 75		0. 69	
硼 B (mg/ kg)	83. 70		82. 14		71. 98		81. 50	
铁 Fe (mg/ kg)	186. 59		198. 74		178. 67		251. 36	
锰 Mn (mg/ kg)	98. 89		67. 85		89. 46		96. 89	
铜 Cu (mg/ kg)	12. 35		11. 37		9. 79		11. 60	
锌 Zn (mg/ kg)	31. 78		30. 68		29. 91		28. 98	

注: 据 G94B- 05- 04- 01 课题 02- 4 子课题整理。

表 5 不同茬口大豆植株体对主要营养元素的吸收量

Table 5 The content of nutrition elements in soybean plants of different stubble

茬口 Stubble	正茬 Normal rotation		迎茬 Alternate		重茬一年 2 years continuous		重茬二年 3 years continuous	
时期 Phase	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting	开花期 Flowering	收获期 Harvesting
植株干重(kg/ hm ²) Weight of dry plant	1729. 70	2733. 00	2029. 20	2559. 50	1091. 60	2074. 50	1439. 25	
氮 N(kg/ hm ²)	71. 06	79. 00	76. 91	58. 36	41. 04	45. 43	53. 1	
磷 P ₂ O ₅ (kg/ hm ²)	14. 69	7. 38	15. 62	5. 89	7. 86	3. 73	11. 23	
钾 K ₂ O(kg/ hm ²)	27. 81	24. 60	28. 00	19. 96	14. 41	15. 56	20. 15	
钙 Ca(kg/ hm ²)	30. 76		38. 15		20. 08		31. 66	
镁 Mg (kg/ hm ²)	12. 08		13. 60		8. 19		9. 93	
硼 B (mg/ hm ²)	153. 15		166. 68		78. 57		117. 30	
铁 Fe (mg/ hm ²)	341. 40		403. 28		195. 03		361. 77	
锰 Mn (mg/ hm ²)	180. 94		137. 68		97. 65		139. 45	
铜 Cu (mg/ hm ²)	22060		23. 07		10. 69		16. 70	
锌 Zn (mg/ hm ²)	58. 15		62. 26		32. 65		41. 71	

注: 据 G94B- 05- 04- 01 课题 02- 4 子课题计算整理。

开花期为全株干重及吸收的各种元素的全量, 收获期为子粒重量, 吸收量为子粒中各元素的重量。

2.2.2 重迎茬大豆对土壤养分的吸收量

由于重迎茬大豆生长发育较正茬大豆差、产量低, 再加上植株对土壤中的营养元素的吸收能力降低, 所以, 单位面积上重茬大豆吸收的各种营养元素的数量明显地低于正茬。即使是在体内所占的比例较正茬有所增加的钙、镁、铁等元素, 吸收的总量也没有比正茬大豆明显的增加。虽然开花期迎茬大豆

单位面积上吸收的氮、磷、钾等元素的数量高于正茬大豆, 但这只是开花期的暂时现象, 到了成熟收获期, 仍然低于正茬(表 5)。

2.3 重迎茬大豆的施肥效果

大豆重迎茬种植, 在满足磷的需求的前提下, 再施入氮肥, 无论重茬还是迎茬, 各种施氮量均有增产效果。满足氮的需求再增施磷肥和满足氮、磷的需

要再增施钾肥,也都有明显的增产效果(表6、表7)。

由于子实中高含蛋白质,大豆理应较玉米、小麦等作物需求的氮素更多。但实际上,种植大豆、乃至连续种植大豆,并没有过多地消耗土壤里的氮素(表2、表3)。这主要是由于大豆具有根瘤,根瘤菌能够固定空气中的氮,而且其中的一部分可以为大豆植株当年利用,同时也与植株中氮的含量降低等原因有关。在重迎茬种植的情况下,根际的微生态环境发生了变化、共生固氮能力明显下降(另文报道),此时增施氮肥,有利于向根提供充足而又方便吸收的氮源,促进植株的生长发育,因此,重迎茬大豆施用

氮肥有明显的增产效果。

由表3可见大豆吸收的磷较玉米、小麦多,表4又显示出重迎茬种植大豆的吸磷能力有所下降,因此,在有充足的氮素供应的情况下,增施磷肥有明显的增产效果。

我们的研究结果表明,不仅对重迎茬大豆施用氮肥有增产效果,而且,使用方法不同,增产效果也有不同。同样施氮 $54\text{kg}/\text{hm}^2$,种肥和追肥各半,增产效果明显优于追肥占 $2/3$ 或全部追施。可见重迎茬大豆对氮素的需求较早,而且如果不补充氮素,在早期就开始出现氮素营养不足。

表6 重迎茬大豆施肥的增产效果(%)

元素用量 Dosage of element	N [*] (尿素)			P ₂ O ₅ ^{**} (重过磷酸钙)					K ₂ O ^{***} (硫酸钾)					
	27	54	81	32.7	65.5	98.2	130.9	163.6	37.4	74.7	112.1	149.4	186.8	224.1
迎茬 Alternate	35.63	44.63	52.98	16.63	36.54	58.94	62.50	45.48	10.58	22.66	27.80	29.84	33.24	34.13
重茬 Continuous	35.93	50.35	57.65	13.36	32.06	49.53	40.64	38.97						

注: 据 G94B-05-04-01 课题 02-4 子课题整理。
* 各处理均施入重过磷酸钙 $150\text{kg}/\text{hm}^2$, * 各处理均施入尿素 $60\text{kg}/\text{hm}^2$, *** 各处理均施入磷酸二铵 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

通常,黑龙江省、特别是黑土地,钾的含量丰富,供钾能力也较强,在正常情况下,向正茬大豆增施钾肥效果不明显。在干旱的情况下,向正茬大豆施用钾肥有良好的效果。试验结果表明,干旱处理(水量减少 $1/3$)的正茬大豆产量较正常水分条件下减产

16.48% ,而同样干旱处理,但施用了钾肥($0.15\text{g K}_2\text{O}/\text{kg}$ 土),仅减产 3.40% ,且差异不显著。在重迎茬的情况下增施钾肥,迎茬大豆增产 $10.5\%—22.6\%$,重茬大豆增产 $11.6\%—23.8\%$,效果显著(表7)。

表7 大豆增施钾肥的增产效果(%)
Table 7 The effect of potassium to soybeans

处理 Treatment	正茬 Normal rotation			重迎茬 Alternate and continuous	
	常规 Common	干旱 Dry	高氮磷 More P ₂ O ₅ & K ₂ O	迎茬 Alternate	重茬 Continuous
未施钾肥 No K ₂ O	CK	-16.5 ^{**}	CK	CK	CK
施用钾肥 K ₂ O	无显效 No effect	3.4	8.7 ^{**}	10.5—22.6 [*]	11.6—23.8 [*]

注: 据 G94B-05-04-01 课题 02-4 子课题整理。* 为差异显著, ** 为差异极显著。

由表7可见钾的特殊功能。即使是在土壤钾含量丰富、供应能力较强的地区,遇到某种胁迫或失衡情况,大豆对钾的需求增加,此时增施钾肥也会有增产效果。

在重迎茬条件下,为抵抗所出现的逆境胁迫,大豆根系有选择性地多吸收钙。由于细胞内高浓度的 Ca^{2+} ,使膜的流动性减小,影响根的吸收能力。磷素营养吸收不足,细胞原生质细胞液的缓冲能力下降,细胞膜对逆境的抗性降低;缺钾易使原生质膜失去具有保护作用的水合层,破坏膜结构,使根系受损,易感染病虫害;重迎茬种植的大豆对硼的吸收量降低,影响了根尖细胞的木质化,使根系易被病原菌和

害虫侵染、危害,加重病虫害的发生。可见根对营养元素吸收能力的变化是造成重迎茬大豆减产的一个原因。重迎茬大豆较正茬多消耗了土壤中的速效钾(表3),增施钾肥,能够及时补充前茬大豆所消耗的钾元素,为重迎茬大豆提供足够的钾,对根、茎的纤维素合成有促进作用,有利于维管束的发育、厚角组织细胞的加厚,促使植株健壮生长发育、增强对病虫害的抵抗能力,从而使重迎茬大豆产量增加。

3 讨论

3.1 以往的研究指出每生产 100kg 大豆需氮量较

生产同量水稻或玉米子实高 2—3 倍, 需磷、钾量高 0.5—1 倍。因此, 重迎茬种植大豆由于过多的消耗造成土壤养分亏缺的说法, 很容易被人们所接受。本研究结果表明大豆重迎茬种植, 根际土壤养分的变化有两种情况: 一是在不施任何肥料的盆栽条件下, 重迎茬种植出现对养分的过多消耗, 造成土壤养分亏缺。但这并不是重迎茬大豆所特有的现象, 重茬玉米、重茬小麦都存在同样的问题。虽然大豆需氮量高于许多作物, 但是大豆却有独特的共生固氮机能, 成熟植株全氮量的 1/4—2/3 来自共生固氮, 所以, 一般情况下, 短期重迎茬种植大豆, 虽然消耗氮素较多、但不会严重亏缺, 如果长期重茬, 共生固氮能力下降, 则会造成氮素的严重亏缺。二是在模拟生产条件下的试验研究和大豆生产实践中, 是施肥的, 重迎茬种植时, 前茬多消耗的营养元素得以补充, 可以减轻甚至弥补氮素的不足, 因此, 并没有显现出明显偏耗。尽管如此, 增施肥料对重迎茬大豆的生长、发育以及产量还是有益的。这是因为目前生产实践中大豆的施氮水平较低, 往往不能完全弥补种植大豆对土壤氮素的消耗; 二是因为在大豆植株全氮之中, 来自肥料、土壤和根瘤的氮素所占的比例为 1:3:6, 而重迎茬大豆根瘤活性减弱以及植株生长发育不如正茬大豆、根的吸收能力有所减弱(另文报道), 根瘤的固氮量和从土壤中吸收的氮的数量都不如正茬大豆, 再加上前茬大豆的吸收减少了土壤中可利用的养分, 所以, 增施肥料对重迎茬大豆有较明显的增产效果。总之, 在生产实践当中, 由于使用肥料, 重迎茬种植的大豆并不会因为对某种养分的过度消耗而形成养分亏缺。也就是说, 土壤养分有一定的影响, 但养分问题不是大豆重迎茬减产的主要原因。然而, 由于常用的化肥主要是氮、磷、钾三种大量元素, 以及重迎茬大豆根系发育较差、对养分的吸收能力减弱, 又由于生理胁迫等原因, 促使大豆增加了对一些元素、特别是微量元素的需求, 因此, 应当注意补充微量元素或者使用有机农肥。

3.2 在 2.1 不同轮作体系土壤养分的收支平衡一节中, 包括一个计算结果(表 1)和两个试验结果(表 2、表 3)。三个结果不仅不一致, 而且有很大的差别。这是因为表 1 是按同一比例计算不同轮作体系、不同茬口的大豆从土壤中取走某一元素数量的。由表 4 可知, 重迎茬大豆植株对氮素等营养元素的吸收能力降低、吸收量减少, 因此表 1 中重迎茬大豆对于氮素取走量的计算偏高; 又由于共生固氮能力的变化, 土壤微生物对氮素的硝化、反硝化、氨化作用, 以及

施肥对营养元素的补充等因素, 影响了氮素等营养元素投入量和盈亏量计算的准确性, 所以, 表 1 的理论计算得出的氮素亏缺只是一种推测, 表示一种趋势和可能性, 表 2 和表 3 的结果才真实地反映了重迎茬大豆等作物对土壤中主要营养元素的实际消耗情况。

3.3 研究大豆重迎茬问题, 应当遵循如下三条原则: 一是试验、研究条件尽量与生产实际相接近, 以便研究结果对于生产实践更具有较强的指导意义、参考价值。因此, 我们的主试验和许多辅助试验、特别是 9 圃固定轮作区是施肥的, 施用的肥料的种类和数量、方法基本上与当前生产施肥水平相同。二是把重迎茬大豆放在轮作体系中来研究, 不仅考虑种植大豆的当年, 也考虑了其前茬, 考虑了一个轮作周期的变化与结果。三是将大豆重迎茬的结果与其它作物重迎茬相比较, 判定哪一种作物重茬后果更为严重。基于上述的原则, 根据试验结果, 我们认为, 土壤养分的变化以及根对土壤养分的吸收能力减弱, 对重迎茬大豆产生了不良的影响, 但不是造成重迎茬大豆减产的主要原因。

参 考 文 献

1 王金陵主编. 大豆[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1982
2 王金陵, 杨庆凯, 吴忠璞主编. 中国东北大豆[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1999.
3 吉林省农业科学院主编. 中国大豆育种与栽培[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
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 王振宇, 王英祥, 陈祖仁. 重茬大豆生长发育障碍机制研究初报[J]. 大豆科学, 1991, 10(1): 31—36.
7 刘元英, 罗盛国, 刘淑娟. 连作胁迫下大豆对营养元素的吸收[J]. 东北农业大学学报, 1997, 28(3): 209—215.
8 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.
9 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.
10 许艳丽, 李兆林, 韩晓增, 等. 连作大豆生物障碍研究[J]. 中国油料, 1997, 19(3): 46—49.
11 闫洪鑫, 刘英华, 张雷, 等. 黑龙江省北部高寒地区大豆重迎茬缓解剂筛选研究[J]. 大豆科学, 1997, 16(4): 355—359.
12 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.
13 杨庆凯, 刘忠堂, 何志鸿, 等. 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.

- 14 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.
- 15 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.
- 16 韩丽梅, 鞠慧艳, 邹永久, 等. 大豆连作微量元素营养研究 II. 连作对钼营养的影响[J]. 大豆科学, 1998, 17(2): 135—140.
- 17 韩晓增, 许艳丽. 大豆重迎茬植株 N、P、K 含量与积累特征研究[J]. 农业现代化研究, 1996, 17(3).
- 18 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.

STUDY ON THE REASONS OF REDUCING GRAIN YIELD IN SOYBEAN PLANTED CONTINUOUSLY AND THE WAYS TO GET MORE OUTPUT

IV. Soil Nutrition and Absorbability in Continuous and Every Other One Year Copping Soybean

He Zhihong¹ Liu Zhongtang² Xu Yanli³ Han Xiaozeng³ Xu Yonghua⁴

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

Abstract The experiments on continuous and every other one year cropping soybean in 5 ecological regions of Heilongjiang Province had been carried out for 8 years since 1993. In the same time, the investigation was made in soybean fields. The result showed that: according to theoretics, soil of nutrition in continuous and every other one year cropping soybean would be expended unilaterally. But, in the practice of production, there was not unilateral expending significantly when soybeans were planted continuously and alternatively. It was not only for N, P and K, but also for B, Mo, Mn, Zn, etc. The amount of element and microelement took from soil was not significant different among rotation patterns. In potting experiment without fertilizer, main nutritional elements were expended in continuous cropping soybean maize and wheat than that in normal rotation. Among them, the amount of whole phosphorus and quick acting potassium, expended in continuous—alternate soybeans, was more than that in continuous—alternate corn and wheat.

The ability to absorb nutrition was changed, when soybeans were planted continuously and alternately. The ability to absorb most elements, especially, to absorb nitrogen, phosphorus and potassium was reduced. But the ability to absorb calcium, magnesium, iron etc was increased. To apply potassium could increase the output of soybeans in continuous and every other one year cropping soybean.

All of those abovementioned showed it was an important reason to reduce output of continuous—alternate soybeans the amount of soil nutrition around roots was changed and the absorbability of nutrition was reduced.

Key words Soybean; Continuously and alternately planting; Soil nutrition; Ability of absorb