

重迎茬大豆对土壤有机-无机复合胶体及土壤结构的影响^{*}

王兆荣¹ 刘世英¹ 谷思玉¹ 魏自民¹ 田中艳²
李云辉² 姜世波³ 陈仁忠³

(1 东北农业大学 资环系 哈尔滨 150030 2 安达农科所 3 绥化农科所)

摘 要

重、迎茬大豆对黑土和暗棕壤的影响为:有机质、重组有机质、复合有机质及复合度均为重、迎茬低于正茬,石灰性黑钙土则相反;复合体中不同结合态腐殖质及 E₄/E₆ 变化不尽相同;水稳性团聚体在三种土壤中重、迎茬呈下降趋势,重迎茬对土壤结构有损伤。

关键词 重、迎茬,大豆,土壤复合胶体,水稳性团聚体

大豆重、迎茬对土壤的影响,过去多侧重土壤养分的研究,所得结论为:重、迎茬引起土壤养分的偏耗(王英祥,1963;于广武,1989;王震宇,1991);对土壤水分物理性质研究较少,土壤有机无机复合胶体、土壤温度的变化未见报道。土壤肥力各因素的变化、失调,将引起大豆生理代谢和营养代谢发生异常,影响大豆对生态环境胁迫的应激能力。为此,我们对黑龙江省不同生态区部分土壤类型,大豆重、迎茬对土壤肥力诸因素的影响作了较全面的研究,为解决大豆重、迎茬问题提供科学依据,本文先就重、迎茬大豆对土壤有机无机复合胶体和土壤结构的影响作如下报道

材料与方法

1 供试材料

供试土壤采自不同生态区重、迎茬大豆试验基点,田间试验采用大区对比法,不设重复,施肥、品种和管理同当地生产。

1.1 黑土(中南部生态区)采自绥化农科所,每区 12 行,行长 25m,行距 0.7m,每区面积 210m²,试验设正茬(玉米-玉米-大豆),迎茬(玉米-大豆),重茬 2 年(重 2,大豆-

^{*} 本研究为黑龙江省科委 1994-1996 年重大项目的一部分。

收稿日期 1998-09-30 Received on Sep. 30, 1998

大豆-大豆)重茬 3年(重 3,大豆-大豆-大豆-大豆)4个茬口,施底肥二铵 100.5kg/hm²,播种绥农 10号大豆。

1.2 石灰性黑钙土(中西部半干旱盐碱生态区),采自安达农科所重、迎茬大豆试验基点,正茬(玉米-玉米-大豆),迎茬(玉米-大豆),重 1年(大豆-大豆),重 2年(大豆-大豆-大豆)4个茬口。每区 15行,行长 30m,行距 0.7m,每区面积 315m²,施大豆专用肥 225kg/hm²作底肥,播种抗线 2号大豆。

1.3 暗棕壤(北部高寒生态区),采自黑河农科所重、迎茬大豆试验基点,正茬(小麦-小麦-大豆),迎茬(小麦-大豆),重 1年(大豆-大豆),重 2年(大豆-大豆-大豆)4个茬口,每区 15条垄,区长 30m,宽 10.6m,每区面积 318m²,秋施二铵 150kg/hm²作底肥,播种黑河 1544号大豆。各生态区秋收后取根周围表层土样(每样为多点混合平均样)供测定用,供试土壤基本性质见表 1

2 方法

有机无机复合胶体采用超声波分散,重液法分离;不同结合态腐殖质用改进法^[1];E₄/E₆值为在分光光度计上在波长 465nm和 665nm下分别测定松结态和稳结态腐殖质中胡敏酸的光密度值。有机质用重铬酸钾-浓硫酸氧化法;水稳性团聚体用筛选法(FT-3型电动团粒分析仪)。

表 1 供试土壤基本性质
Table 1 The basic properties of the tested soil

土壤 Soil (地点 Location)	有机质 O. M %	全氮 Total N %	全磷 Total P %	缓效钾 Slowly- avail. K mg/kg	碱解氮 Alk. N mg/kg	速效磷 Avai. P mg/kg	速效钾 Avai. K mg/kg	pH	CaCO ₃ %
黑土 Black soil (绥化 Suihua)	3.84	0.194	0.080	1022.1	146.0	68.5	86.7	6.82	-
石灰性黑钙土 Calcareous chernozem (安达 Anda)	2.91	0.171	0.054	473.5	169.6	24.3	130.6	8.11	6.00
暗棕壤 Dark blown forest soil (黑河 Heihe)	3.58	0.242	0.070	680.7	210.0	40.0	129.0	5.50	-

结果与讨论

1 重、迎茬大豆对土壤有机质的影响

从表 2可见,黑土和暗棕壤有机质含量为重、迎茬低于正茬,重、迎茬种植大豆对土壤有机质产生了明显的正激发效应,加速了有机质的代谢;黑钙土则相反,重、迎茬呈上升趋势。

表 2 重、迎茬大豆对土壤有机质的变化

Table 2 The change of soil organic matter of soybean continuous and alternate cropping			
茬口 Crop succession	黑土(绥化) Black soil (Suihua) %	石灰性黑钙土(安达) Calcareous chernozem (Anda) %	暗棕壤(黑河) Dark brown forest soil (Heihe) %
正茬 Rotation	3. 71	3. 12	3. 87
迎茬 Alternation	3. 62	3. 25	3. 71
重 1 Continuous 2 years	-	3. 16	3. 42
重 2 Continuous 3 years	3. 69	3. 14	3. 70
重 3 Continuous 4 years	3. 64	-	-

2 土壤有机无机复合胶体的变化

有机无机复合胶体是土壤肥力的基础物质,复合胶体的形成是土壤肥力的提高过程^[2]。重、迎茬种植大豆,黑土和暗棕壤的重组有机质、重组含量、复合有机质均为重迎茬低于正茬(见表 3),与有机质的变化一致;黑土重组有机质、复合有机质量还表现为重 3<重 2。这表明在黑土上多年连作大豆,表现明显的正激发效应,降低了土壤复合有机质的

表 3 重、迎茬大豆土壤有机无机复合胶体的变化

Table 3 The change of soil organo- mineral complexes of soybean continuous and alternate cropping					
土壤 Soil (地点 Location)	茬口 Crop succession	重组有机质 Heavy fraction organic matter %	重组含量 Heavy fraction content %	复合有机质 Complex organic matter %	复合度 Complex degree %
黑土 Black soil (绥化) (Suihua)	正茬 Rotation	3. 65	97. 34	3. 55	95. 69
	迎茬 Alternation	3. 55	96. 85	3. 44	95. 03
	重 2 Continuous 3	3. 61	95. 75	3. 45	93. 77
	重 3 Continuous 4	3. 57	96. 24	3. 44	94. 51
石灰性黑钙土 Calcareous chernozem (安达 Anda)	正茬 Rotation	3. 08	94. 25	2. 90	92. 95
	迎茬 Alternation	3. 18	96. 41	3. 07	94. 46
	重 1 Continuous 2	3. 09	97. 07	3. 00	94. 94
	重 2 Continuous 3	3. 07	95. 91	2. 94	93. 63
暗棕壤 Dark brown forest soil (黑河 Heihe)	正茬 Rotation	3. 80	97. 56	3. 71	95. 87
	迎茬 Alternation	3. 64	96. 75	3. 52	94. 88
	重 1 Continuous 2	3. 34	97. 52	3. 26	95. 32
	重 2 Continuous 3	3. 51	97. 38	3. 42	92. 43

能力,不利于土壤有机无机复合胶体的形成和积累。黑土和暗棕壤复合度的变化也相似,即从正茬至迎茬,重茬呈下降趋势,黑土下降 1. 9个百分点,暗棕壤下降 3. 4个百分点,这与暗棕壤活性胡敏酸多,易分解有关。土壤复合度的下降意味着复合有机质量占土壤有机质总量的比例下降,土壤系统内稳性的降低将对土壤结构、孔隙等物理性质产生不良影响。石灰性黑钙土复合胶体变化与黑土和暗棕壤相反,重组含量、复合有机质及复合度均为重、迎茬高于正茬,与石灰性黑钙土有机质的变化规律一致,看来在碱性反应并含有石

灰的黑钙土上,重、迎茬种植大豆对土壤有机质及其复合有负激发作用。

3 重迎茬大豆对复合体中不同结合态腐殖质的影响

复合体中不同结合态腐殖质含量的多少,对土壤养分的供储能力、结构的稳定性至关重要。从表 4可见,黑土复合体中松结态腐殖质含量,为重、迎茬高于正茬,且重 3>重 2,重迎茬种植大豆活化了土壤腐殖质,有利于有机质的分解和营养的释放,连作时间越长越明显;稳结态腐殖质含量为重茬>正茬,重 3>重 2;紧结态腐殖质则呈相反变化趋势,即重茬<迎茬<正茬,且重 3<重 2。在黑土上连作大豆时间越长,对牢固结合的腐殖质活化的越多,促使其由紧结态向松稳二态转移,削弱了土壤肥力的后劲。

暗棕壤松结态腐殖质也是重迎茬高于正茬;稳结态腐殖质在三类土壤中最低,正茬为 0.3%,迎茬为 0.2% (以碳计),分别占重组有机碳的 14.09% 和 9.48%,重 1 重 2仅为痕量(提取液略显淡棕色);紧结态腐殖质在三类土壤中最高,可达重组有机碳的 50% 左右,这与暗棕壤酸性反应有关,酸性条件可导致粘土矿物结晶边缘上正电荷增加,促进腐殖质与粘土矿物牢固结合^[3]。从松紧二态腐殖质的相对比例(I/III)看出,重、迎茬高于正茬,是重、迎茬活化稳结态腐殖质向松结态转化的缘故。

表 4 重、迎茬大豆对土壤复合体中不同结合态腐殖质的影响

Table 4 The affect of soybean continuous and alternate cropping on different combined humus on soil complexes

土壤 Soil (地点 Location)	茬口 Crop succession	总碳量 Total C %	松结态(I) Loosely combi- humus		稳结态(II) Stably combi- humus		紧结态(III) Tightly combi- humus		I / III		II / III	
			占 C%		占 C%		占 C%		占 C%		占 C%	
			%	占 C%	%	占 C%	%	占 C%	%	占 C%	%	占 C%
黑土 Black soil (绥化) (Suihua)	正茬 Rotation	2.21	1.00	47.17	0.57	26.89	0.55	25.94	1.82	1.04		
	迎茬 Alternation	3.06	1.04	50.49	0.50	24.27	0.52	25.24	2.00	0.96		
	重 2 Continuous 3	2.09	1.03	49.28	0.59	28.23	0.47	22.49	2.19	1.26		
	重 3 Continuous 4	2.07	1.06	51.21	0.66	31.88	0.35	16.91	3.03	1.89		
石灰性黑钙土 Calcareous chernozem (安达 Anda)	正茬 Rotation	1.79	0.52	29.05	0.71	39.66	0.56	31.29	0.93	1.27		
	迎茬 Alternation	1.84	0.82	44.57	0.68	36.96	0.34	18.47	2.41	2.00		
	重 1 Continuous 2	1.79	0.70	39.11	0.56	31.28	0.53	29.61	1.32	1.06		
	重 2 Continuous 3	1.78	0.41	23.03	0.56	31.46	0.81	45.51	0.51	0.69		
暗棕壤 Dark brown forest soil (黑河 Heihe)	正茬 Rotation	2.20	0.57	25.91	0.31	14.09	1.32	60.00	0.43	0.23		
	迎茬 Alternation	2.11	1.02	48.34	0.20	9.48	0.89	42.18	1.15	0.22		
	重 1 Continuous 2	1.94	1.03	53.09	痕量	-	0.91	46.91	1.13	-		
	重 2 Continuous 3	2.04	0.69	33.82	痕量	-	1.35	66.18	0.51	-		

石灰性黑钙土不同茬口间松紧二态腐殖质的变化规律不明显,但在三类土壤中,松结态腐殖质的绝对含量低于黑土和暗棕壤,这与土壤含有石灰有关,降低了腐殖质的活性;稳结态腐殖质含量为重、迎茬与正茬比较有下降趋势。

4 不同结合态腐殖质中胡敏酸的光学性质

胡敏酸的光学性质是评价腐殖质质量的重要依据^[4-5]。从表 5看出,黑土复合体的松

结态腐殖质中,胡敏酸(下称松结态胡敏酸)的 E_4/E_6 值表现为重、迎茬低于正茬,而稳结态腐殖质的胡敏酸(下称稳结态胡敏酸) E_4/E_6 值则为重、迎茬高于正茬,表明大豆重、迎茬可促进稳结态腐殖质的腐殖化降低,松结态腐殖质的芳构化程度有所提高。

暗棕壤松结态胡敏酸 E_4/E_6 值变化不规律;但稳结态胡敏酸的 E_4/E_6 重、迎茬明显高于正茬,重、迎茬大豆推进和激发了原有稳结态腐殖质的活化,且随时间的延长,稳定性急剧下降。

石灰性黑钙土,松结态胡敏酸 E_4/E_6 变化无规律;稳结态胡敏酸 E_4/E_6 为重 $2 < \text{重} 1 < \text{迎茬} < \text{正茬}$,重茬年限延长,腐殖化程度有提高趋势,有利于有机质的积累和养分的保持。

表 5 重、迎茬大豆对不同结合态腐殖质中胡敏酸光学性质的影响

Table 5 The affect of soybean continuous and alternate cropping on optical properties of different combined- HA

土壤 Soil (地点 Location)	茬口 Crop succession	松结态 Loosely combined- HA E_4/E_6	稳结态 Stably combined- HA E_4/E_6
黑土 Black soil (绥化) (Suihua)	正茬 Rotation	3.30	2.73
	迎茬 Alternation	3.08	2.76
	重 2 Continuous 3	3.18	2.83
	重 3 Continuous 4	3.09	2.88
石灰性黑钙土 Calcareous cherno zem (安达 Anda)	正茬 Rotation	5.58	3.90
	迎茬 Alternation	5.12	3.83
	重 1 Continuous 2	5.08	3.68
	重 2 Continuous 3	5.70	3.48
暗棕壤 Dark brown forest soil (黑河 Heihe)	正茬 Rotation	3.33	3.58
	迎茬 Alternation	3.45	3.93
	重 1 Continuous 2	3.41	7.00
	重 2 Continuous 3	3.31	-

5 重组有机质、复合有机质等与土壤有机质的相关性分析

对三类土壤、4个茬口分析表明(图 1 图 2),重组有机质、复合有机质与土壤有机质均成极显著正相关,相关系数依次为 0.9914^{**} 、 0.9889^{**} ($p < 0.001$, $r = 0.8233$);复合体中松结态腐殖质与土壤有机质有较好的正相关关系,相关系数为 0.5318 ,接近于 5% 的正相关 ($r = 0.5760$);松结态胡敏酸的 E_4/E_6 值与土壤有机质呈极显著负相关,相关系数为 -0.9167^{**} ,这表明随着有机质含量的增加,松结态腐殖质的腐殖化度降低,趋于活化。

6 重、迎茬大豆土壤结构的变化

从表 6 看出, $> 0.25\text{mm}$ 的水稳性团聚体,黑土茬口间变化在 $86\% - 90\%$,重茬明显低于正茬,且重 3 (86.3%) $<$ 重 2 (87.5%); $< 0.25\text{mm}$ 微团聚体含量则为重 $3 >$ 重 $2 >$ 正茬 $>$ 迎茬。一般认为 $2 - 0.5\text{mm}$ 之间的团聚体在农业上最有价值,这类团聚体含量正茬

最高 (43. 5%),重 3最低 (37. 4%),迎茬与重 2介于之间。这说明重、迎茬大豆对土壤结构有损伤,重茬年限越长,水稳性团聚体降幅越大。

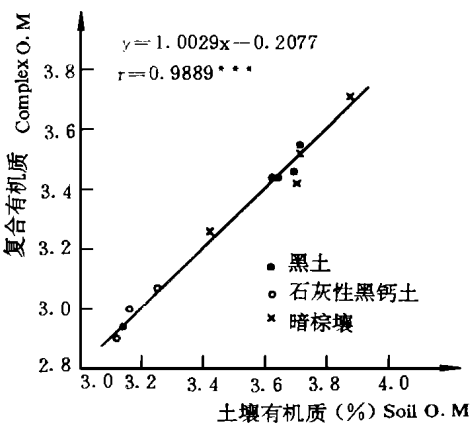
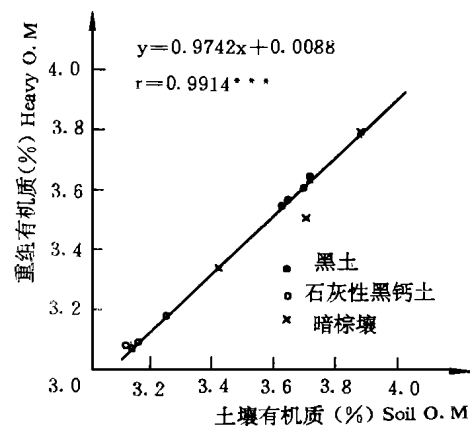


图 1 重组有机质与土壤有机质的相关性

Fig. 1 The correlation of heavy fraction organic matter and soil organic matter

图 2 复合有机质与土壤有机质的相关性

Fig. 2 The correlation of complex organic matter and soil organic matter

表 6 重、迎茬大豆土壤水稳性团聚体的变化

Table 6 The change of the soil waterstable aggregate under soybean continuous and alternate cropping

土壤 (地点)	Soil (Location)	茬口 Crop succession	各级团聚体含量 (%)					> 0.25	2- 0.5
			The content of the soil watrestable aggregate fraction					mm	mm
			5- 2mm	2- 1mm	1- 0.5mm	0.5- 0.25mm	0.25mm	%	%
黑土 Black soil (绥化) (Suihua)	正茬 Rotation	2.1	6.8	36.7	44.6	9.8	90.2	43.5	
	迎茬 Alternation	2.3	5.2	32.3	50.8	9.4	90.6	37.5	
	重 2 Continuous 3	1.9	5.1	33.5	47.0	12.5	87.5	38.6	
	重 3 Continuous 4	1.8	4.6	32.8	47.1	13.7	86.3	37.4	
石灰性黑钙土 Calcareous chemozem (安达 Anda)	正茬 Rotation	2.6	5.1	17.3	26.7	48.3	51.7	22.4	
	迎茬 Alternation	3.0	4.2	17.5	24.2	51.1	48.9	21.7	
	重 1 Continuous 2	1.7	4.9	15.1	25.2	53.1	46.9	20.0	
	重 2 Continuous 3	2.1	2.5	13.0	26.0	56.4	43.6	15.5	
暗棕壤 Dark brown forest soil (黑河 Heihe)	正茬 Rotation	1.9	7.2	27.1	40.2	23.6	76.4	34.3	
	迎茬 Alternation	1.6	6.8	26.9	40.9	23.8	76.2	33.7	
	重 1 Continuous 2	3.2	5.6	27.8	39.4	24.0	76.0	33.4	
	重 2 Continuous 3	2.2	6.2	29.3	38.6	23.7	76.3	35.5	

石灰性黑钙土 > 0.25mm 的团聚体变化在 43% - 51% , 低于黑土和暗棕壤。 > 0.25mm 2- 0.5mm 的团聚体在茬口间排序为重 2 < 重 1 < 迎茬 < 正茬; < 0.25mm 的微团聚体含量则为重 2 > 重 1 > 迎茬 > 正茬; 暗棕壤 > 0.25mm 的团聚体介于黑土和石灰性黑钙土之间, 变化在 76% - 76.4% ; 茬口间变化为重、迎茬略低于正茬, < 0.25mm 的微

团聚体则相反,重、迎茬略高于正茬

结 语

综上所述,大豆重迎茬对不同土壤的有机无机复合胶体影响不尽相同。在黑土和暗棕壤生态区,重迎茬种植促进了土壤有机质的分解,土壤肥力的基础物质—有机复合体呈下降趋势。土壤重组有机质、复合有机质及复合度均表现为重迎茬低于正茬,土壤复合有机质的能力受到削弱;石灰性黑钙土呈相反变化,有机质、复合有机质及复合度均为重迎茬高于正茬,可能与土壤呈碱性反应,富含石灰有关。黑土复合体中松结态腐殖质为重迎茬高于正茬,且重 3> 重 2,紧结态腐殖质则为重迎茬低于正茬。从松紧比(I/III)和稳紧比(II/III)看出,重茬时间越长,腐殖质由紧结态向松、稳二态转化的越多,对保持土壤肥力后劲不利。黑土复合体中稳结态胡敏酸的 E_4/E_6 值为重、迎茬呈上升趋势,说明大豆重迎茬可导致腐殖化程度降低,腐殖质的复杂性下降,影响土壤系统的内稳性。大豆重迎茬对三种土壤的水稳性团聚体均有不同程度的损伤,将影响土壤中的水气协调;养分积累与消耗的协调。因此,为保护土壤肥力资源,实现农业的可持续发展,不宜进行大豆多年连作。

参 考 文 献

- [1] 傅积平等, 1983,太湖地区水稻土复合胶体特性,土壤学报, 20(2): 112- 127
- [2] 陈恩凤等, 1984,土壤肥力实质的研究, I 黑土,土壤学报, 2(3): 229- 237
- [3] 蒋剑敏等, 1984,砂姜黑土与风化煤复合,土壤学报, 21(4): 410- 417
- [4] 彭福泉等, 1985,我国几种土壤腐殖质性质的研究,土壤学报, 22(1): 64- 73
- [5] Chen Y. et al., 1997 Information provided on humic substances by E_4/E_6 ratio. Soil Sci., Soc. Am. J., 41: 352- 358

INFLUNCE OF SOYBEAN CONTINUOUS AND ALTERNATE CROPPING ON SOIL ORGANO- MINERAL COMPLEXES AND SOIL STRUCTURE

Wang Zhaorong¹ Liu Shiying¹ Gu Siyi¹ Wei Zimin¹ Tian Zhongyan²
Li Yunhui² Jiang Shibo³ Chen Renzhong³

(1 Northeast Agricultural University Harbin 150030 2 Anda Rresearch Institute
of Argriculture Science 3 Suihua Research Institute of Argriculture Science)

Abstract

The affect of soybean continuous and alternate cropping on soil fertility was studied in this experiment. The results shows that organic matter, heavy fraction organic matter, complex organic matter and complex degree of Black soil and Dark brown forest soil