

嫩江县不同种植模式对土壤肥力影响的研究

张 哲¹, 麻 琳², 魏 丹¹

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与资源环境研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江国家级现代农业示范区, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 由于不合理的耕作和施肥, 嫩江县土壤肥力减退、耕地质量下降, 酸化现象日趋严重, 已成为影响黑龙江省粮食安全潜在的重要问题及土壤综合生产潜力下降的重要因子。为了培肥土壤, 改善耕地质量, 通过调查和田间试验方法, 研究了嫩江县不同种植模式对土壤肥力的影响。结果表明: 与春耙茬和原垄种的耕作方式相比, 嫩江县深松耕作方式能够改善土壤理化性质, 增加土壤通气透水性, 显著降低土壤容重, 促进大豆生长发育, 提高大豆产量。该区域原垄种及秋耙茬+重茬产量最低, 仅为 913.88~1 285.47 kg·hm⁻², 比其它种植模式产量低 8%~38%, 同时呈现连作时间越长产量越低趋势。大西江农场浅翻深松种植模式的产量为 2 080.34 kg·hm⁻², 为该地区最高。

关键词: 肥力提升; 耕作方式; 种植模式

中图分类号: S344

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2012)12-0034-05

黑龙江省是中国著名的“北大仓”, 现有黑土耕地占全省黑土总面积的 75%。嫩江县位于黑龙江省西北部, 地跨 E 124°44'30"~126°49'30", N 48°42'35"~51°00'05"。属中温带大陆性季风气候, 平均气温 -0.1℃, 无霜期 80~130 d, 年降水量 550~600 mm, 年积温 1 600~2 500℃, 具有雨热同季的气候条件^[1]。嫩江面积 150 hm², 耕地 40 万 hm²。开发历史短, 土壤自然肥力较高, 肥沃的黑土极适宜大豆、小麦、玉米、甜菜和马铃薯等作物生长, 是全国著名的麦豆主产区, 重要的商品粮基地县。素有“北国粮仓”之誉, 1997 年嫩江县被中国农学会特产经济专业委员会命名为“中国大豆之乡”^[2]。多年来, 由于过度开垦和掠夺式经营, 以及不合理的耕作、施肥与施药, 农田土壤逐年退化, 使土地可利用性及环境调控能力下降, 粮食生产呈下降态势, 严重威胁着这一区域农业的可持续发展。

针对土壤自然肥力较高的嫩江县黑土区存在的由于不合理的利用、土壤自然生产力受到制约、肥力下降明显、土壤综合生产能力下降等问题, 为了维持和提高黑土的生产力, 保护和合理利用高肥

力黑土, 在嫩江县高肥力黑土区引进、消化先进适用的新技术^[3], 通过田间试验方法, 进行综合技术的优化集成与效果展示, 提出了适宜嫩江县土壤肥力提升的种植模式^[4], 对改善黑土质量, 实现黑土资源的有续利用, 提高当地农作物产量和品质, 保障粮食生产具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为北豆 10 号(硼钼肥种衣剂拌种), 深松机械为 LSX-1-45 悬挂式深耕单铧犁。

1.2 方法

1.2.1 嫩江县种植模式调查 为明确嫩江县农业生产中存在的问题, 对嫩江县 4 个乡镇(平原)和农垦九三分局 4 个农场的 15 个不同点次进行了田间调查。调查的主要内容有: 耕作方式、施肥方式和种植制度。

1.2.2 土壤耕作技术研究 2008 年采取大区对比法, 以原垄种为对照, 设置耙茬、浅翻深松和振动深松等耕作方式^[5]。每个处理(耕作方式)2 000 m²。2009 年设置 3 个处理, 分别为原垄种、耙茬和浅翻深松。

1.2.3 测定项目与方法 土壤物理、化学性质均采用常规分析方法进行测定。

大豆产量指标于大豆成熟期, 采集植株样品, 进行产量相关指标的测定。包括: 株高、百粒重、单株荚数、单株粒数和单株粒重。调查数据采用 DPS 和 Excel 进行分析。

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41170245); 农业部现代化产业技术体系资助项目(CARS-04-01A)

第一作者简介: 张哲(1982-), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 硕士, 研究实习员, 从事土壤与肥料研究。E-mail: yssgss@live.cn。

通讯作者: 魏丹(1965-), 女, 黑龙江省嫩江县人, 博士, 研究员, 从事植物营养与土壤肥料研究。

2 结果与分析

2.1 种植模式调查分析

嫩江县大西江农场、鹤山农场、嫩江农场和七星泡农场在轮作体制上要比非农场地区合理一些(见表 1),嫩江县及周边农场种植大豆采取的耕作方式主要有:秋翻秋起垄、秋耙茬秋起垄、浅翻深松平播后起垄、秋耙茬平播后起垄、春耙茬平播后起垄和原垄种 6 种类型^[6]。其中农场大部分采取秋整地方式,包括秋季浅翻深松、秋翻地和秋

耙茬等方式,而且采取秋起垄。而嫩江县地方则以耙茬、深翻和原垄种等整地方式为主^[7],只是近几年才开始采用大型农机具进行浅翻深松整地,而且采用平播后起垄的方式,还有部分耕地仍旧采取春耙茬和原垄种的方式。在肥料施用上,农场尿素和磷酸二铵的施用量要明显高于非农场地区,农场施肥氮磷总纯养分含量在 120 kg·hm⁻²左右,而非农场地区则在 90~103 kg·hm⁻²。钾肥施用量较小,农场大部分采用秸秆粉碎还田^[8]。

表 1 嫩江县种植模式调查分析

Table 1 Investigation and analysis of planting modes in Nenjiang county

编号 No.	地点 Site	耕作方式 Tillage pattern	种植制度 Planting system	养分投入 Input of the nutrition						种植模 式应用 年限 Years of applying the mode
				氮肥 Nitrogen	磷肥 Phosphorus	钾肥 Potassium				
				fertilizer	fertilizer	fertilizer				
				种类 Type	养分 N 用量/ g·kg ⁻¹ Nutrition	种类 Type	养分 P ₂ O ₅ 用量/ g·kg ⁻¹ Nutrition	种类 Type	养分 K ₂ O 用量/ g·kg ⁻¹ Nutrition	
					N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
1	大西江农场	秋耙茬	垄三连作 5 a	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	14.0	2 a
2	大西江农场	秋深松浅翻平播起垄	垄三栽培	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	14.0	3 a
3	大西江农场	浅翻深松平播起垄	重茬	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	14.0	2 a
4	鹤山农场	秋耙茬平播起垄	迎茬	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	生物钾	2.0	2 a
5	鹤山农场	秋耙茬秋起垄	垄三	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	生物钾	2.0	2 a
6	鹤山农场	秋翻秋起垄	麦茬垄三	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	生物钾	2.0	3 a
7	伊拉哈镇	浅翻深松平播起垄	65 cm 双行	尿素	45.50	磷酸二铵	57.5	硫酸钾	12.5	1 a
8	伊拉哈镇	春耙平播起垄	重茬 7 a	尿素	40.00	磷酸二铵	55.2	氯化钾	24.0	1 a
9	前进镇	秋耙茬	垄三连作 5 a	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	40.0	2 a
10	前进镇	原垄种	垄三栽培	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	40.0	3 a
11	前进镇	浅翻深松平播起垄	重茬	尿素	41.38	磷酸二铵	48.0	硫酸钾	40.0	2 a
12	长福镇	秋耙茬平播起垄	迎茬	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	硫酸钾	30.0	2 a
13	嫩江县园区	秋耙茬秋起垄	垄三	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	生物钾	2.0	2 a
14	嫩江农场	秋翻秋起垄	麦茬垄三	尿素	54.50	磷酸二铵	65.4	硫酸钾	30.0	3 a
15	七星泡农场	浅翻深松平播起垄	65 cm 双行	尿素	45.50	磷酸二铵	57.5	硫酸钾	25.0	1 a

2.2 不同种植模式对土壤理化性质的影响

对所调查的 15 个点采集的土样进行了土壤理化性状分析(见表 2)。固、液、气三相比不尽合理。由于全县今年夏秋大旱,所调查 15 个点的液相值仅在 7.52%~15.44%,液、气比严重失衡。土壤容重在 1.05~1.43 g·cm⁻³,大部分地块偏高。

从土壤养分分析看(见表 2),多年坚持秸秆还田、深松整地的地块,土壤通气透水性好,微生物活动旺盛,有机物分解彻底,释放出来的氮较

多^[9]。土壤速效磷含量均在高水平,最高值在 182.5 mg·kg⁻¹,最低也在 58.8 mg·kg⁻¹,比正常值高 2~6 倍。连年大量使用磷肥,磷素在土壤中积累,应适当减少磷肥施入。土壤速效钾在中等水平,应补充钾肥。所调查各点的土壤 pH 在 5.8~6.5,土壤显微酸性。为防止土壤继续酸化,应合理施用化肥,增加有机肥料。

土壤有机质虽然较高,但和高肥力黑土开垦初期相比,是降低的趋势。应通过秸秆还田,保持和提高土壤有机质含量。

表 2 嫩江县不同种植模式土壤理化性质分析

Table 2 Analysis on soil physical and chemical characteristics of different planting modes in Nenjiang county

编号 No.	地点 Site	固相/ % Solid phase	液相/ % Liquid phase	气相/ % Gas phase	容重/ g·cm ³ Bulk density	田间持 水量/ % Field capacity	土壤 孔隙度/ % Soil porosity	全氮/ % Total N	全磷/ % Total P	全钾/ % Total K	速效 氮/ mg·kg ⁻¹ Available N	速效 磷/ mg·kg ⁻¹ Available P	速效 钾/ mg·kg ⁻¹ Available K	有机 质/ % Organic matter	pH
1	大西江农场	62.67	13.71	23.62	1.43	30.43	37.33	0.227	0.182	2.670	242.2	110.5	353.0	4.28	5.84
2	大西江农场	60.89	12.76	26.35	1.41	18.21	39.11	0.188	0.177	3.258	209.7	97.3	323.0	4.09	6.01
3	大西江农场	56.12	11.58	32.30	1.21	35.70	43.88	0.340	0.240	2.958	323.8	78.0	243.3	7.20	6.09
4	鹤山农场	54.13	12.95	32.92	1.29	38.32	45.87	0.271	0.218	2.737	246.8	113.8	191.4	4.71	6.15
5	鹤山农场	45.14	8.50	46.36	1.10	40.83	54.86	0.222	0.181	2.785	243.3	108.3	200.6	4.50	5.80
6	鹤山农场	56.63	7.52	35.85	1.30	32.93	43.37	0.229	0.168	3.083	233.1	77.9	178.8	4.46	6.10
7	伊拉哈镇	60.87	12.33	26.80	1.39	28.29	39.13	0.188	0.161	2.818	211.8	88.0	174.9	3.97	6.18
8	伊拉哈镇	40.06	12.00	47.94	1.05	43.39	59.94	0.185	0.174	2.964	216.3	73.3	129.6	4.00	6.01
9	前进镇	49.17	10.53	40.30	1.21	40.13	50.83	0.178	0.148	3.320	191.8	72.4	229.6	3.45	6.26
10	前进镇	54.70	13.00	32.30	1.32	33.31	45.30	0.181	0.158	2.757	203.0	102.5	332.7	3.88	6.42
11	前进镇	44.44	11.00	44.56	1.09	42.15	55.56	0.162	0.142	3.224	180.6	58.8	237.0	3.49	5.96
12	长福镇	49.11	10.95	39.94	1.18	38.04	50.89	0.184	0.159	2.546	220.5	80.5	177.0	4.33	5.95
13	嫩江县园区	43.88	11.80	44.32	1.06	37.74	56.12	0.191	0.167	2.802	174.7	182.5	241.9	3.11	5.92
14	嫩江农场	53.04	15.44	31.52	1.05	41.26	46.96	0.214	0.196	2.887	233.8	82.8	173.2	4.70	6.40
15	七星泡农场	40.20	12.00	47.80	1.06	42.41	59.80	0.237	0.189	3.286	259.0	105.4	240.5	5.00	6.18

2.3 不同种植模式对大豆产量的影响

从表 3 可以看出,调查地区大豆产量为 913.88~2 080.34 kg·hm⁻²,平均产量只有 1 466.6 kg·hm⁻²,整体水平偏低。该区域原垄种及秋耙茬+重茬产量最低,仅为 913.88~1 285.47 kg·hm⁻²,比其它种植模式产量低 8%~38%,同时呈现连作时间越长产量越低的趋势^[10]。如前进镇科技园秋耙茬+垄三连作 5 a 模式,产量

仅为 913.88 kg·hm⁻²,产量低于其它种植模式,并且差异达到显著水平。大西江农场浅翻深松种植产量为 2 080.34 kg·hm⁻²,为该地区最高,与其它种植模式相比同样达到显著差异。鹤山农场第四管理区的秋耙茬平播起垄+迎茬与秋耙茬秋起垄+垄三栽培的栽培模式产量分别为 1 905.13 kg·hm⁻²和 1 893.16 kg·hm⁻²,二者产量虽然有差别,但是差异不显著。

表 3 嫩江县不同种植模式对大豆产量的影响

Table 3 The effect of different planting modes on soybean yield in Nenjiang county

编号 No.	地点 Site	耕作方式 Tillage pattern	种植模式 Planting mode	株高/ cm Plant height	荚数/ 个·株 ⁻¹ Pod number	籽实/ 茎秆 Ratio of seed to stem	百粒重/ g 100-seed weight	产量/ kg·hm ⁻² Yield
1	大西江农场 9 队,4-1 号地	秋耙茬	垄三连作 5 a	41.4	13	0.986	15.03	1285.47 i
2	大西江农场 9 队,3-2 号地	秋深松浅翻平播起垄	垄三栽培	52.5	12	0.702	17.83	1426.50 g
3	大西江农场 1 队,8 号地	浅翻深松平播起垄	重茬	75.4	21	0.670	15.33	2080.34 a
4	鹤山农场第四管理区,6-3 号地	秋耙茬平播起垄	迎茬	59.1	14	0.768	18.30	1905.13 b

续表 3

Continuing Table 3

编号 No.	地点 Site	耕作方式 Tillage pattern	种植模式 Planting mode	株高/ cm Plant height	荚数/ 个·株 ⁻¹ Pod number	籽实/ 茎秆 Ratio of seed to stem	百粒重/ g 100-seed weight	产量/ kg·hm ⁻² Yield
5	鹤山农场第四管理区,8-1 号地	秋耙茬秋起垄	垄三栽培	59.6	12	0.806	15.13	1893.16 b
6	鹤山农场第四管理区,7-1 号地	秋翻秋起垄	麦茬垄三	65.0	13	0.709	16.10	1858.55 c
7	伊拉哈镇古城村园区	浅翻深松平播起垄	65 cm 双行	76.7	14	0.592	16.47	1618.38 e
8	伊拉哈镇古城村南地连片种植	春耙平播起垄	重茬 7 a	59.4	11	0.464	15.03	1161.11 j
9	前进镇科技园区	秋耙茬	垄三连作 5 a	55.2	11	0.742	15.03	913.88 m
10	前进镇科技园区	原垄种	垄三栽培	52.0	10	0.739	16.40	994.45 l
11	前进镇科技园区	浅翻深松平播起垄	重茬	52.4	13	0.742	16.33	1029.17 k
12	长福镇	秋耙茬平播起垄	迎茬	50.9	14	0.662	16.63	1190.60 j
13	嫩江县园区	秋耙茬秋起垄	垄三栽培	50.3	14	0.702	18.67	1361.54 h
14	嫩江农场	秋翻秋起垄	麦茬垄三	57.7	14	0.768	14.23	1483.76 f
15	七星泡农场	浅翻深松平播起垄	65 cm 双行	55.2	11	0.860	15.53	1797.01 d

注:产量纵列以不同字母表示在 0.05 水平的显著差异(n=15)。
Note:The different letters in yield column mean significant difference at 0.05 level.

2.4 不同种植模式对土壤微生物菌量的影响 菌分布比例上存在较大差异,长期连作导致真菌
由表 4 可看出,不同模式下细菌、真菌、放线 数量增加,细菌和放线菌变化规律不明显。

表 4 不同种植模式对土壤微生物菌量影响

Table 4 The effect of different planting modes on amount of soil microorganism bacteria

编号 No.	地点 Site	种植模式 Planting mode	细菌×10 ⁶ Bacteria	真菌×10 ³ Fungi	放线菌×10 ⁴ Actinomycetes
1	大西江农场 9 队,4-1 号地	垄三连作 5 a	5.337	7.015	3.611
2	大西江农场 9 队,3-2 号地	垄三栽培	1.217	7.331	3.810
3	大西江农场 1 队,8 号地	重茬	2.300	4.333	3.701
4	鹤山农场第四管理区,6-3 号地	迎茬	1.700	3.333	2.670
5	鹤山农场第四管理区,8-1 号地	垄三	8.670	5.672	9.670
6	鹤山农场第四管理区,7-1 号地	麦茬垄三	7.333	3.670	9.000
7	伊拉哈镇古城村园区	65 cm 双行	2.531	2.100	8.670
8	伊拉哈镇古城村南地连片种植	重茬 7 a	4.467	7.673	5.300
9	前进镇科技园区	垄三连作 5 a	2.167	1.400	1.567
10	前进镇科技园区	垄三栽培	3.567	1.670	9.333
11	前进镇科技园区	重茬	6.200	2.567	3.798
12	长福镇	迎茬	7.800	2.537	5.550
13	嫩江县园区	垄三	6.025	6.370	1.117
14	嫩江农场	麦茬垄三	1.667	2.657	9.467
15	七星泡农场	65 cm 双行	3.367	7.343	9.700

3 结论与讨论

嫩江县农场种植模式较为合理,多采用轮作迎茬等种植制度,而非农场区域多采用连作制度。该地区原垄种、秋耙茬+连作种植模式产量最低为 $913.88 \sim 1285.47 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比其它种植模式产量低 $8\% \sim 38\%$,同时呈现连作时间越长产量越低趋势^[11]。该区域浅翻深松+迎茬模式产量较高,是该区域大豆生产的较为适宜的种植模式。

嫩江县有部分耕地仍旧采取春耙茬和原垄种的方式,而深松整地能够改善土壤理化性质,增加土壤通气透水性,促进微生物活动,提高产量。原垄种土壤物理性质表现较差,该处理会使土壤物理性质逐渐恶化^[12]。耙茬处理由于耙茬只有 10 cm 左右,不能深入土壤,对打破犁底层没有作用。

在土壤肥力较高的嫩江县,深松处理都能显著降低土壤容重,能明显改善土壤的疏松程度,保持土壤水分。盛花期和结荚期浅翻深松处理大豆株高、地上鲜重、根鲜重,叶绿素等指标均高于耙茬和原垄种^[13]。表现为明显的增产效果,浅翻深松好于振动深松。

可见,深松处理能够改善土壤物理性质,促进大豆生长发育,提高大豆产量,是嫩江高肥力黑土区大豆生产的适宜耕作方式。

参考文献:

- [1] 钦绳武,顾益初.潮土肥力演变与施肥作用的长期定位试验初报[J].土壤学报,1998,35(3):367-375.
- [2] 曾德超.机械土壤动力学[M].北京:北京科学技术出版社,1995:14-20.
- [3] 刘杏兰,高宗,刘存寿,等.有机-无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J].土壤通报,1996,33(2):138-147.
- [4] 刘子雄,朱天辉,张健.不同退耕还林模式下土壤微生物区系分析[J].南京林业大学学报:自然科学版,2005,29(4):32-39.
- [5] 路浩,王海泽.盐碱土治理利用研究进展[J].现代化农业,2004(8):10-12.
- [6] 吕彪.麦秸覆盖对盐渍土肥力及作物产量的影响[J].土壤学报,2005,37(1):52-55.
- [7] 唐继伟,林治安,许建新,等.有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用[J].中国土壤与肥料,2006(3):44-47.
- [8] 张崇邦,张忠恒.东北黑钙土土壤有机质与酶活性动态关系的研究[J].土壤肥料,2000(5):28-30.
- [9] 张锐.有机肥在改良盐渍土中的作用[J].土壤肥料,1997(4):11-15.
- [10] 杨万勤,王开运.土壤酶研究动态与展望[J].应用与环境生物学报,2002,8(5):564-570.
- [11] 吕小荣,努尔夏提·朱马西,吕小莲.我国秸秆还田技术现状与发展前景[J].现代化农业,2004(9):41-42.
- [12] 林艳玲,崔文华.大兴安岭岭东黑土区农业生态环境与土地生产力的演化[J].内蒙古农业科技,2006(2):51-58.
- [13] 孙传生,张力辉.吉林黑土区水土流失及其防治对策[J].水土保持研究,2004(3):102-113.

Study of Different Plant Modes on Soil Fertility Improvement in Nenjiang County

ZHANG Zhe¹, MA Lin², WEI Dan¹

(1. Soil Fertilizer and Resource Environment Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Heilongjiang National Modern Agriculture Demonstration Zone of Heilongjiang, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Due to unreasonable cultivation and fertilization pattern, soil fertility reduction, land quality declination and soil acidification serious in Nenjiang county, which became important factors for threatening integrated potential productivity and food security of Heilongjiang province. In order to fertility soil and improve land quality, the effect of different plant modes on soil fertility was studied in Nenjiang county through investigation and field experiment. The results showed that compared to the cultivation patterns of spring harrowing and original ridge tillage, the subsoiling pattern was beneficial to improve soil physical and chemical properties, improve water permeability and soil aeration, decrease soil bulk density obviously, accelerate soybean growth and increase soybean yield. The yield of the original rage and harrow stubble in autumn+ continuous planting were the lowest, $913.88 \sim 1285.47 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, lower than others by $8\% \sim 38\%$, and the longer of the continuous cropping, the lower of the yield. The yield of subsoil planting in Daxijiang Farm was the highest, was $2080.34 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$.

Key words: soil fertility; tillage pattern; plant mode