

大豆高产与土壤肥力条件的关系

叶敏林 姜国庆 陈双全

(牡丹江农场管理局科学研究所)

摘 要

牡丹江垦区白浆土在已耕面积中占70%以上。白浆土有机质质量差,虽然有机质和全量养分含量较高,但矿化率和供肥能力低,导致大豆产量不高不稳。我们的试验研究表明,通过秸秆还田和种植绿肥更新土壤有机质,并配合深松白浆层进行改土培肥后,即使有机质含量没有多少增加,甚至低于对照,土壤肥力却发生了很大变化。主要表现在:1. 物理性状改善;2. 生物活性提高;3. 养分转化效率增强,因而生产能力得到了显著提高,大豆增产35.6%,比单施等量化肥增产28.1%。由此可见,单纯土壤有机质量的多少并不能作为大豆高产的关键依据。增施新鲜有机物质,不断进行土壤有机质的更新,提高有机质活性,改善土壤结构,增强养分转化释放效率,乃是获取大豆高产的主要肥力指标。

白浆土是牡丹江垦区的主要土类,在已耕地中占70%以上。试验研究结果表明,白浆土土性不良,有机质质量差,供肥能力低,生产力不高,一般产量仅200斤左右。经改土培肥以后,有机质得到更新,肥力条件改善,生产性能提高,增产显著。我们从1978年起陆续布置试验,微区、小区施用绿肥秸秆和深松白浆层,经三年轮作后,大豆增产21—27%,配合增肥灌水措施,大豆亩产354.6斤,增产72.7%。盆栽试验,施用绿肥加磷肥,比对照增产89.5%,比单施磷肥增产29.4%。大面积改土试验示范区,5年间秸秆还田4次,复种绿肥2次,1983年大豆亩产287.3斤,比对照增产25.7%。配合深耕加厚活土层的处理,亩产310斤,增产35.6%,比单施等量化肥增产28.1%(表1)。将田间试验示范区的土进行盆栽,当年不施化肥的改土各处理,大豆增产31.7—33.9%,加施化肥后,改土深松区比对照施化肥增产35.5%。八五七农场十二队5号地麦秸还田复种绿肥深松改土,1983年大豆亩产366.8斤。云山农场八队8号地麦秸还田复种绿肥,大豆亩产456.9斤,都获得了大豆的高产。

在探讨提高大豆产量措施中,一般都对土壤养分状况给予特别的注意,并着重有机质的高指标。我们的研究结果认为大豆高产与土壤有机质含量高低有关,但更重要的是土壤有机质的活性状况和养分循环转化效率的强弱。对上述试验和生产地号的分析测定可以明显看出,改土培肥后,即使有机质和氮磷全量没有多少增加,甚至低于对照值,但生产能力得到了显著提高。这是因为新鲜有机物质绿肥和秸秆的C/N合适(平均为30),活性强,腐解较快,年分解率平均在70%左右(61.5—77.6%),同时还起到激发土壤有机质分解的作用,促进土壤有机质的更新,加强了土壤的矿质化过程,矿化率提高(达1.97,比对照高65.5%),速效养分增加,从而导致土壤有机质虽略有下

本文于1984年7月19日收到。

降,但极大地增强土壤养分转化效率和供肥能力的良好效果。上述试验示范区5年6次施入秸秆和绿肥的干物质量,若按纯积累计算,应增加土壤有机质1.4%左右。实际结果反比对照低0.07—0.09%,全氮和全磷基本相同,而速效养分明显增多,水解氮增加11.5—41.6%,速效磷增高68.2%至1.45倍,大豆产量比对照增加25.7—35.6%(表1)。八五七农场十二队6号—4(坝外地),土壤有机质高达6.59%,全氮0.316%,全磷0.18%;5号改土地有机质仅4.22%,全氮和全磷分别少0.09%和0.033%,但在栽培措施相同条件下,5号地大豆产量却比6号—4高出9.3%。

表1 不同处理的大豆产量及土壤养分
Table 1 The yields of soybean and nutrients of soil in different treatments

处 理 Treatment	产量(斤/亩) Yield (jin/mu)	产比 (%)	有机质(%) Organic matter	全氮(%) Total N	全磷(%) Total P ₂ O ₅	水解氮(ppm) Acid-hydrolyzed N	速效磷(ppm) Available P ₂ O ₅
对 照 CK	228.6	100	4.73	0.246	0.155	40.9	7.04
化 肥 Commercial fertilizers	253.9	111.1	4.57	0.246	0.157	49.7	8.72
厩 肥 Manure	239.5	104.7	4.35	0.239	0.169	56.0	11.77
改 土 Soil reclamation	287.3	125.7	4.63	0.246	0.152	45.6	17.27
改土深松 Soil reclamation and deep tillage	310.1	135.6	4.66	0.246	0.152	57.9	11.84

注:1.田间试验示范,以下同。厩肥区在1979、1983年春各施厩肥亩2吨。改土为1979年麦秸还田亩300斤,复种民豌豆、油菜绿肥鲜产亩4515斤,79年玉米秸还田亩900斤,81年麦秸还田亩350斤,82年麦秸还田亩320斤,复种绿肥鲜产亩2076斤。深松在78年和82年进行,深松30厘米。除对照区外,各处理每年施等量化肥。

2.农化分析为常规法,其中水解氮是0.5N H₂SO₄浸提液,速效磷用0.2N HCl浸提液。1983年4月27日分析。

影响大豆产量的高低,是土壤肥力诸因素相互作用的综合结果。经过改土培肥以后,能较好地解决白浆土水、肥、气、热协调供应的矛盾,从而提高了生产性能。在改土培肥措施中,主要是通过秸秆还田和种植绿肥,更新土壤有机质,并深松加厚活土层,使土壤肥力发生了有利的显著变化,其突出变化表现在三个方面。

一、物理性状改善

土壤物理性状中的紧实度和土壤结构,对土壤的水、气、热状况和生物活动条件直

接起着制约作用，是土壤肥力的重要因素。从表 2 中看出，施厩肥每亩二吨（5 年两次）的处理，上层（0—20 厘米，下同）容重为 1.11 克/立方厘米，与对照差别不大。施用新鲜有机质（5 年中秸秆还田 4 次，复种绿肥 2 次）改土加深松的处理，容重 1.01 克，比对照降低 0.13 克，下层（20—30 厘米，下同）容重 1.18 克，比对照低 0.21 克。土壤结构也有明显改善，在孔隙组成中，非毛管孔隙显著增加，通气性增强。秸秆绿肥改土深松区直径 1—3 毫米水稳性团粒增多 51.8%，上层总孔隙比对照高 5.9%，下层总孔隙增多 7.2%。其中非毛管孔隙上层为 16.1%，占总孔的 26%，对照仅为 3.9%，占总孔的 7%。下层非毛管孔 8.9%，占总孔的 15.9%，对照为 1.4%，只占总孔的 3%。施厩肥效果较差，非毛管孔隙上层为 8.4%，占总孔的 15%，下层 6.1%，占总孔的 11%，高于对照，低于秸秆绿肥改土。从土壤固、液、气三相比的动态变化看，对照经常处于失调状态，上层一般为 1:0.8:0.5，下层为 1:0.9:0.2，气相太少。厩肥区稍好于对照，而以秸秆绿肥改土区比较协调，上层为 1:0.8:0.8，下层为 1:0.7:0.5。

表 2 改土对土壤物理性状的影响
Table 2 The effect of soil reclamation on the physical properties of soil

处 理 Treatment	土 深 (cm) Depth of herizon	容 重 (g/cm ³) Volume weight	团粒水稳性 (%) Water stable aggregates	孔隙组成 (%) Composition of porosity			固：液：气 solid：liquid： gaseous phase
				总孔隙 Total porosity	毛管孔 Capillary porosity	非毛管孔 non-capillary porosity	
对 照 CK	0—20	1.14	20.1	56.3	52.4	3.9	1:0.8:0.5
	20—30	1.39		48.9	47.5	1.4	1:0.9:0.2
厩 肥 Manure	0—20	1.11	6.4	57.1	48.7	8.4	1:0.9:0.4
	20—30	1.20		54.7	48.6	6.1	1:0.9:0.3
改 土 Soil reclamation	0—20	1.03	25.7	62.3	43.1	14.2	1:0.8:0.8
	20—30	1.25		54.4	46.1	8.3	1:0.8:0.4
改土深松 Soil reclamation and deep tillage	0—20	1.01	33.5	62.2	46.1	16.1	1:0.8:0.8
	20—30	1.18		56.1	47.2	8.9	1:0.7:0.5

注：1933 年 6 月 10 日测定，其中三相比为 7 月 28 日测定。

由此可见，在土壤连续施用新鲜有机质后，土壤物理性状得到很大的改善，容重降低，松紧度比较适宜，团粒结构增加，孔隙组成和三相比比例比较协调，这不仅对促进土壤生物学过程和养分转化有良好作用，而且有利于大豆根系的生长。结荚期测定大豆根干重，比对照增加 79.3% 至 1 倍，比厩肥区多 28.1—43.8%。

二、生物活性提高

土壤中微生物状况与土壤养分转化效率有着密切的相关性，而不同的环境条件又制

约着微生物的活动强度。白浆土土质粘板，通透性差，本地区气候冷凉，高温期短，以致微生物数量既少，活性也很低，耕层土壤呼吸强度仅 30—50 毫克 CO₂/百克土。由于微生物的旺盛活动需要定量的氧，并依靠有机质作为能源，所以连续进行秸秆还田和翻压绿肥，就能改善土壤的通气性，不断为土壤微生物提供大量可给碳源，从而极大地激发土壤生物学过程，促使微生物活性的增强（表 3）。

表 3 改土与土壤微生物活性的关系（盛花期）

Table 3 The effect of soil reclamation on the activity of microorganisms in soil (at full blooming)

处 理 Treatment	田 间 In field experiment		盆 栽 In pot experiment		
	CO ₂ 毫克/百克土 mg/100 g soil	比率 (%)	CO ₂ 毫克/百克土 mg/100 g soil	比 率 (%)	纤维分解率 (70天) The rate of decomposition of fiber (70 days)
对 照 CK	39.1	100	59.6	100	
化 肥 Commercial fertilizers			73.0	122.5	39.2
厩 肥 Manure	43.3	110.7	74.0	124.7	61.4
改 土 Soil reclamation	52.1	133.2	79.0	132.2	55.6
改土深松 Soil reclamation and deep tillage	47.7	122.0	90.4	151.7	65.0

表 3 表明，在盆栽条件下，改土深松区土壤的呼吸强度为 90.4 毫克 CO₂/百克土，比对照提高 51.7%，比厩肥区土壤高出 21.7%。纤维分解率比对照高 25.8%。田间试验的土壤呼吸强度，厩肥区比对照大 10.7%，秸秆绿肥改土区高 22—33.2%。施用新鲜有机物质改土后，明显提高了土壤的生物学效应。

改土培肥还显著促进大豆根瘤菌的活性。据田间结荚期测定，秸秆绿肥改土深松区株根瘤数比对照增加 41.5%，鲜重提高 1 倍。盆栽试验，施用绿肥后根瘤生长良好，配合化肥则效果更佳。盛花期测定，绿肥加磷肥处理，有效瘤比对照增加 1.6 倍，比单施绿肥和磷肥分别多 10.8% 与 30.6%。单株固氮量 42.6 毫克，比对照增多 32.1%，比绿肥和磷肥分别高 12.4% 与 9%（表 4）。

表 4 不同处理对大豆根瘤状况的影响（盆栽·盛花期）

Table 4 The effect of different treatments on the nodulation of soybean (in pot experiment at full blooming)

处 理 Treatment	有效瘤数 (个/株) effective nodules (plant)	比率 (%)	有效瘤占总瘤数 (%) effective nodules in total nodules	固氮量 (毫克/株) The amount of n.trogen fixed by nodules (mg/plant)	比率 (%)
对 照 CK	30.8	100	42.1	32.3	100
磷 肥 P	61.4	199.3	60.1	39.1	121.2
绿 肥 Green manure	72.4	235.1	59.3	37.9	117.4
绿肥加磷肥 P+green manure	80.2	260.4	70.4	42.6	132.1

注：盆土中混施化肥 P_2O_5 20毫克/百克土，绿肥（民豌豆、油菜 1：1）风干重 8.3 克/公斤土。

三、养分转化效率增强

在评价土壤有机质的作用时，有机质的活性状况处于重要的位置，而土壤易氧化有机质可以在一定程度上反映有机质的活性。绿肥和作物秸秆是活性强的能源物质，翻压以后，使土壤有机质得到更新，有机质的活性度提高，养分释放率增大，速效养分增多（表 5）。

从表 5 可见，各处理的有机质量虽然低于对照，但易氧化有机质数值却高于对照 0.1—0.39%，特别是秸秆和绿肥改土使土壤有机质的活性度明显增高。秸秆和绿肥的主要作用不仅在于提供养分，改良土壤结构，而且对土壤有机质还起了激发分解的效应，增强了土壤养分的释放强度。养分释放率：氮增大 17% 左右，磷提高 67.8—84.5%，磷的释放效应最为突出。无措施的对照区由于矿化效率低（仅 1.19），有机质虽保持较高水平，但养分释放少，速效养分低。化肥、厩肥和改土区的养分状况好于对照，其中尤以秸秆绿肥改土区的效果为最好，有机质矿化率比对照高 65.6%，水解氮百克土多 0.36—0.61 毫克，速效磷多 1.14—1.39 毫克，提高 78.1—95.2%。盆栽试验也表现了类似的结果。

在一定条件下，作物吸收氮磷量的多少还可以表明土壤供应养分的能力。据大豆各生育期植株中氮磷量的测定，单位面积的总量各处理比对照均显著增高。成熟期分析结果，化肥和厩肥区比对照的植株氮增多 12% 左右，磷分别提高 13% 和 19.7%；秸秆绿肥改土区氮高出 26.8—31.2%，磷多 39.4—43.1%（表 6）。这不仅是由于改土后作物根系生长良好，根瘤固氮率高，吸收利用养分量增多，而且也是土壤矿化效率提高，

养分释放强度大，供肥能力增强的结果。

表 5

不同处理的土壤有机质活性与养分释放率

Table 5

The releasing rate of nutrient and activity of organic matter in the soil in different treatments

处理 Treatment	有机质 (%) Organic matter	易氧化有机 质 (%) Easy oxidizing organic matter	有机质活性度 (%) The activity of organic matter	养分释放率 The rate of nu- trient release in the soil		全氮 (%) Total N	全磷 (%) Total P ₂ O ₅	水解氮 (ppm) Acid-hydro- lyzed N	速效磷 (ppm) Available P ₂ O ₅
				N	P ₂ O ₅				
对照 CK	4.63	2.52	54.4	1.65	0.84	0.246	0.173	49.6	14.6
化肥 Commercial fertilizers	4.61	2.62	56.8	1.85	1.03	0.249	0.183	47.7	20.6
厩肥 Manure	4.35	2.63	60.5	2.05	1.58	0.235	0.183	50.3	25.9
改土 Soil reclamation	4.48	2.78	62.1	1.93	1.41	0.229	0.184	44.2	25.0
改土深松 Soil reclama- tion and deep tillage	4.53	2.91	64.2	1.90	1.55	0.234	0.201	46.7	28.5

注：1983年8月分析。
养分释放率=速效量÷全量×100

表 6

不同处理的大豆植株氮磷量 (斤/亩)

Table 6

The amount of nitrogen and phosphorus in soybean plant in different treatments (jin/mu)

处理 Treatment	分枝期		盛花期		结荚期		鼓粒期		成熟期	
	At branching		At full blooming		At pod formation		At pod filling		At ripening	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
对 照 CK	1.63	0.15	4.23	0.68	9.39	1.63	11.13	2.52	16.29	3.55
化 肥 Commercial fertilizers	2.07	0.43	7.85	1.54	13.77	2.66	15.73	3.40	18.35	4.01
厩 肥 Manure	2.74	0.42	8.37	1.48	15.75	2.78	17.06	3.74	18.14	4.25
改 土 Soil reclamation	2.57	0.41	8.54	1.51	15.86	2.73	18.04	4.01	20.66	4.95
改土深松 Soil reclamation and deep tillage	2.71	0.44	8.75	1.72	16.98	3.10	20.58	4.69	21.38	5.03

综上所述,大豆的产量与土壤肥力水平密切相关,而土壤肥力是土壤水、肥、气、热协调供应能力的体现,其高低取决于土壤的物质基础和性质。有机质是土壤的重要物质基础,但白浆土土性不良,有机质质量差,虽然有机质和全量养分含量较高,其可供生产利用的部份却是很低的。因此,单纯以有机质含量的多少并不能反映白浆土肥力的实质,也就不能作为能否获取大豆高产的唯一肥力依据。不断更新土壤有机质,提高有机质活性,改善土壤结构(气孔占15—17%),增强微生物活动强度和养分释放率(养分释放率在2%左右),乃是提高土壤养分转化循环效率,获得大豆高产的主要土壤肥力指标。在措施方面,轮作周期中坚持实行秸秆还田和种植绿肥,就能达到上述的良好土壤条件。

参 考 文 献

- [1] 王金陵主编:1982,大豆,黑龙江科学技术出版社。
- [2] 汤树德:1980,作物秸秆直接还田的土壤生物学效应,土壤学报,第17卷2期,172—181页。
- [3] 叶敏林等:1982,白浆土地区绿肥的营养特性及其肥效,土壤通报,第2期,30—32页。
- [4] 姚贤良:1981,土壤物理条件对植物生长的影响及其调节,土壤学进展,第6期,2—15页。
- [5] 李庆远:1978,国外农业化学的研究动态,土壤农化,第1期,1—17页。

启 事

本刊编辑部,从1985年6月份开始办理订购《大豆科学》第3卷合订本(精装),只收工本费,每本5.50元。(邮寄费在内)。欲购者,请预先来信联系,我们将按先后顺序给予答复,得到可以订购答复后再寄订购款给我们。共计有几十本,数量不多,请速联系。

来信请寄:哈尔滨市南岗区学府路50号

黑龙江省农业科学院《大豆科学》编辑部

电话:62495、63495 转《大豆科学》编辑部

《大豆科学》编辑部

THE RELATIONSHIP BETWEEN HIGHER YIELD OF SOYBEAN AND CONDITION OF SOIL FERTILITY

Ye Minlin Jian Gaoqing Chen Shuangchuan

(The Agricultural Institute of Mudanjiang Farm Bureau)

Abstract

Lessive covers 70 per cent and more in the Mudanjiang reclamation area. Even though the content of organic matter and total nutrients in the soil is rather high, the ratio of mineralization and supply of nutrients in the soil are rather low because of poor soil structure and poor quality of soil organic matter. The results of our investigation showed that returning wheat straws and corn stalks into the soil, planting green manuring crops and conducting deep tillage of podzolic horizon resulted in significant changes in soil fertility, that is: the improvement of physical properties, biological activities, and high efficiency of nutrient transformation in the soil, which enhance the obvious increase of productivity of the soil. Furthermore, soybean yield was increased by 28.1% compared with equivalent nutrients in commercial fertilizers to be applied. It is concluded that the amount of organic matter isn't served as the key for obtaining higher yield of soybean. On the contrary, applying fresh organic materials to renew soil organic matter and increase its activities, improving soil structure and mineralization ratio of soil nutrients are the main indicators of soil fertility for obtaining higher yield of soybean.