

旋耕对改善土性和大豆增产效应的研究

徐文富 潘万清

(黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所)

提 要

在我省南部黑土地地区旱作条件下,玉米和谷茬种大豆轮作环节上,旋耕比翻耕更好的疏松了表土,并使下层保持紧实,这种“上虚下实”的耕层构造,使之干旱时期土壤保水较多和多雨时期贮水较多,相伴以土壤中有有效氮、磷的增加。旋耕土壤水肥状况的改善,促进了大豆出苗和生长,植株经济利用水分,抗旱性增强,产量提高。旋耕的作业次数少,节约油料,成本降低和工效显著提高,因此,在我省旱作条件下,某些轮作环节上以旋耕代替翻耕不仅完全可行而且经济有效。通过中间试验明确了旋耕技术适应地区和推广范围,而在生产条件下示范试验,确定了进行旋耕之后具有显著的经济效益和社会效益。

当前世界上许多国家都在研究和采用旋耕技术,一些国家已在果树和蔬菜整地上广泛使用各种小型旋耕机,民主德国和联邦德国把旋耕播种技术成功的用于谷物生产之中,我国水田旋耕整地约有两千余年历史,但在文献中对旋耕效果记载甚少,而旋耕可否进行旱田耕作更缺乏系统的研究。为此1981—1985年间,在我省南部地区黑土旱作条件下,研究了旋耕与翻耕对土壤理化性质、大豆生育、产量和经济效益的影响,以确定在某些轮作环节上旋耕对旱地主要的有效性。

材 料 和 方 法

试验地土壤为重壤质平岗地黑土,0—30厘米耕层土壤容重1.15—1.30克/厘米³,田间持水量为26—28%,有机质含量2.28—2.36%,全氮量0.12—0.13%,全磷量0.08—0.111%,碱解氮14—16和有效磷含量4—5毫克/百克土。试验地前茬主要是玉米,也有部分谷茬。

指示作物大豆品种为“黑农26”和“黑农29”。

试验处理分:(1)翻耕:秋季以L—5—35五铧犁翻耕20—22厘米,并用圆盘耙

谭国强、陈绍嘉和宋立泉也参加部分研究工作。

本文于1986年12月23日收到。This paper was received on 23 Dec., 1986.

耙地两次，耖地一次；(2) 旋耕：秋季用 IGN—200 型旋耕机耕作 8—10 厘米。在1983 年旋耕方法辅助试验中，除上述处理外，增加春季旋耕 8—10 厘米和秋季旋耕 8—10 厘米并松土 20—22 厘米两个处理。

试验区设置分为两类。一为田间小区随机排列，重复 3 次，小区面积277.2—415.8 平方米；二为单区对比法设区，小区面积 672—5000 平方米。

1983—1985年间，先后在黑龙江省肇州、泰来、富锦和五常县农科所，海伦丰胜基点，泰来县克利和姜家乡，大庆市一牧场科研站等八处，于黑土、碳酸盐黑土、风砂土和草甸土四类土壤上，播种大豆和玉米两种作物，进行旋耕中间试验，以鉴定旋耕技术的地区适应性。并在泰来县碳酸盐黑土、草甸土和风砂土地带，大面积生产条件下进行旋耕示范试验，确定其实际应用的价值。

结 果 与 分 析

一、旋耕对改善土壤理化性质的作用

(一) 土壤容重

旋耕比翻耕的 0—10 厘米土层容重减少 0.02—0.13克/厘米³，而 10—20 厘米土层容重相反增加 0.03—0.09 克/厘米³，两种耕法整个 0—20 厘米土壤容重仍然保持平衡(表 1)。但是两种耕法下形成两类截然不同的耕层构造，旋耕之后具有“上虚下实”的耕层构造。

在辅助试验中两次测定结果平均，旋耕松土比旋耕处理 0—10 厘米容重减少0.07，10—20 厘米容重减少 0.04 和 0—20 厘米容重减少 0.06克/厘米³。旋耕松土不仅疏松了表土而且松动了下层土壤，使整个耕层变得疏松。

表1 土壤容重比较 (克/厘米³)
Table 1 Comparison between soil bulk densities (g/cm³)

年 度 Year	前 茬 Preceeding crops	0—10 厘 米 (cm)		10—20 厘 米 (cm)		0—20 厘 米 (cm)	
		翻 耕	旋 耕	翻 耕	旋 耕	翻 耕	旋 耕
		Plough	Rotary tillage	Plough	Rotary tillage	Plough	Rotary tillage
1981.	玉 米 (Corn)	1.16	1.03	1.25	1.28	1.21	1.16
1982.	玉 米 (Corn)	1.14	1.11	1.24	1.22	1.19	1.17
1982.	谷 子 (Grain)	1.12	1.04	1.22	1.30	1.17	1.17
1983.	谷 子 (Grain)	1.19	1.17	1.21	1.30	1.20	1.24
1983.	玉 米 (Corn)	1.19	1.15	1.26	1.29	1.23	1.22
1984	玉 米 (Corn)	1.15	1.17	1.22	1.23	1.19	1.20
1985.	玉 米 (Corn)	1.14	1.15	1.21	1.26	1.18	1.21
	平 均 (Average)	1.16	1.12	1.23	1.27	1.12	1.12

(二) 土壤水分

旋耕土壤“上虚下实”的耕层构造对调节土壤水分起到了良好作用。在干旱时期旋耕比翻耕 0—20 厘米土壤水分增加 0.7—1.5%，0—100 厘米土层增加 0.2—0.4%；在多雨时期旋耕较翻耕 0—20 厘米土壤水分增加 0.4—1.5%，0—100 厘米土层增加 0.3—0.5%，而全年平均旋耕比翻耕 0—20 厘米土壤水分增加 0.5—1.2%，0—100 厘米土层增加 0.2—0.5%（表 2）。

表 2 土 壤 水 分 比 较 (%)
Table 2 Comparison between soil water (%)

年 度 前 茬 Year Preceding crops	处 理 Treatment	干 旱 时 期 Dry period		多 雨 时 期 Rainy period		全 年 平 均 Average of the year	
		0—20 厘 米 (cm)	0—100 厘 米 (cm)	0—20 厘 米 (cm)	0—100 厘 米 (cm)	0—20 厘 米 (cm)	0—100 厘 米 (cm)
1982 玉 米 (Corn)	翻 耕 (Plough)	15.75	20.33	21.22	22.92	17.51	21.25
	旋 耕 (Rotary tillage)	16.45	20.32	21.62	22.51	18.17	21.14
1982 谷 子 (Grain)	翻 耕 (Plough)	16.88	20.66	21.23	23.16	18.62	21.73
	旋 耕 (Rotary tillage)	17.15	20.05	26.61	22.94	19.12	21.86
1983 谷 子 (Grain)	翻 耕 (Plough)	16.75	21.10	23.61	24.19	22.63	23.75
	旋 耕 (Rotary tillage)	17.59	20.99	23.93	24.43	23.07	23.98
1983 玉 米 (Corn)	翻 耕 (Plough)	18.64	21.59	24.30	24.73	23.09	24.05
	旋 耕 (Rotary tillage)	18.53	21.25	24.35	24.62	23.01	23.89
1984 玉 米 (Corn)	翻 耕 (Plough)	17.54	21.68	22.36	23.52	20.43	22.86
	旋 耕 (Rotary tillage)	19.01	22.07	22.91	24.00	21.40	23.3
1985 玉 米 (Corn)	翻 耕 (Plough)	17.63	22.62	23.60	24.61	20.93	23.58
	旋 耕 (Rotary tillage)	17.65	22.74	25.05	25.17	22.14	20.04
平 均 Average	翻 耕 (Plough)	17.20	21.33	22.72	23.86	20.55	22.87
	旋 耕 (Rotary tillage)	17.73	21.40	23.25	23.95	21.15	23.04

在旋耕方法试验中，全年 16 次测定结果平均，0—20 厘米和 0—100 厘米上层旋耕松土比旋耕水分分别增加 1.52% 和 0.06%。由此可见，旋耕和旋耕松土调节土壤水分效果主要表现在耕层土壤之中。

(三) 土壤养分

旋耕和翻耕两个处理，0—20 厘米土层速效氮含量互有增减，试验年间平均旋耕比翻耕增加 7.9%，而在多数情况下，上述土层速效磷含量旋耕较翻耕的增加 10.3—14.0%（表 3）。

在辅助试验中，据 7 月 11 日测定结果，旋耕松土 0—20 厘米土层硝态氮和铵态氮总

量为 10.5，而旋耕区为 13.6 毫克/百克土，可见旋耕松土使耕层土壤氮素明显降低。

表 3 土壤养分比较 (毫克/百克土)
Table 3 Comparison between soli nution (mg/100g soil)

年 度 Year	前 茬 Preceeding crops	速 效 氮* Available nitrogen		速 效 磷 Available phosphorus	
		翻 耕 (Plough)	旋 耕 (Rotary tillage)	翻 耕 (Plough)	旋 耕 (Rotary tillage)
1981	玉 米 (Corn)	14.97	13.01	8.38	6.20
1982	玉 米 (Corn)	9.30	8.00	—	—
1982	谷 子 (Grain)	9.30	9.50	—	—
1983	谷 子 (Grain)	5.90	14.50	—	—
1983	玉 米 (Corn)	13.80	13.60	—	—
1984	玉 米 (Corn)	10.85	10.91	9.40	10.72
1985	玉 米 (Corn)	18.41	19.12	8.81	9.72
	平 均 Average	11.79	12.72	8.86	8.88

* 1982—1983年为硝态氮十铵态氮总和，其他年为碱解氮。
The amountu of nitrogen in 1982—1983 is N-NO₃+N-NH₄. That in other years is N-Alkalized.

二、旋耕对大豆生育产量影响

(一) 大豆出苗和生长

表 4 大豆出苗和生长情况比较
Table 4 Comparison between seedling emergence and growth

年 度 前 茬 Year Preceeding crops	处 理 Treatment	出 苗 数 (株/米 ²) Shoot ing number (plant/m ²)	株 高 (厘米) Plant Height (cm)	单株叶面积 (厘米 ²) Single plant leaves area (m ²)	鲜 重 (克/株) Fresh weight (g/plant)	干 重 (克/株) Dry weight (g/plant)
1981 玉 米 (Corn)	翻耕 (Plough)	15.3	54.8	1471	—	15.1
	旋耕 (Rotary tillage)	18.7	57.3	1615	—	16.2
1982 玉 米 (Corn)	翻耕 (Plough)	23.1	39.8	559	19.6	5.0
	旋耕 (Rotary tillage)	26.2	38.2	550	20.3	5.1
1982 谷 子 (Grain)	翻耕 (Plough)	28.9	69.4	460	27.0	6.4
	旋耕 (Rotary tillage)	32.3	55.6	429	26.0	6.2
1983 谷 子 (Grain)	翻耕 (Plough)	23.4	24.1	348	10.9	2.25
	旋耕 (Rotary tillage)	24.1	23.2	357	11.8	3.40
1983 玉 米 (Corn)	翻耕 (Plough)	23.9	26.2	421	15.1	2.85
	旋耕 (Rotary tillage)	25.2	27.7	414	17.2	3.28
1984 玉 米 (Corn)	翻耕 (Plough)	24.2	69.4	1489	74.8	16.8
	旋耕 (Rotary tillage)	32.0	67.1	1566	66.8	15.4
1985 玉 米 (Corn)	翻耕 (Plough)	26.9	103.7	—	—	—
	旋耕 (Rotary tillage)	40.0	107.5	—	—	—
平 均 Average	翻耕 (Plough)	24.4	55.3	791	29.5	8.07
	旋耕 (Rotary tillage)	28.4	53.4	822	28.4	8.27

旋耕土壤水肥状况的改善促进了大豆的出苗和生长。旋耕比翻耕的大豆田间出苗数增加 9.6—22.2%，所有试验平均增加 16.4%。两个处理的大豆株高和叶面积互有高低，但是旋耕大豆的平均株高略低，而平均叶面积增加 3.9%，在多数情况下，旋耕大豆的地上部分单株鲜重增加 3.6—13.9% 和干重增加 2.0—15.1%（表 4）。

（二）大豆耗水量

在多数情况下，旋耕比翻耕大豆耗水量减少 2.0—4.2%，形成每公斤籽实需水量减少 8.3—13.9%，而 1 毫米降水所生产大豆籽实斤数增加 7.6—12.8%（表 5）。旋耕大豆更为经济有效的利用水分，所表现出抗旱能力的增加，对我省干旱地区大豆生产具有重要意义。

表 5 大豆耗水量比较
Table 5 Comparison between water consumption of soybean

年 度 Year 前 茬 Preceding crops	处 理 Treatment	一米土层贮水量 Water storage in 1m soil (毫 米) (mm)		生育期 降水量 Growing period rain fall (毫米) (mm)	大豆耗 水量 Water consum- ed by soyb- ean (毫米) (mm)	籽实产量 Yielding (公斤/ 亩) (kg/mu)	每公斤籽实需水量 Water needed for one kg seed		毫米降水 生产籽实 1mm rain fall produces seed (斤) (jin)	
		幼苗期 Seedling period	成熟期 Ripening period					(毫米) (mm)	(公斤) (kg)	
1982 玉 米 (Corn)	翻耕(Plough)	285	280	420.6	425.6	139.4	3.65	2033	0.66	
	旋耕(Rotary tillage)	274	287	420.6	407.6	135.0	3.02	2013	0.64	
1982 谷 子 (Grain)	翻耕(Plough)	291	266	420.6	445.6	177.4	2.51	1673	0.83	
	旋耕(Rotary tillage)	285	272	420.6	433.6	194.0	2.24	1493	0.92	
1983 谷 子 (Grain)	翻耕(Plough)	309	314	453.1	448.1	143.7	3.12	2080	0.63	
	旋耕(Rotary tillage)	393	314	453.1	435.1	158.4	2.75	1833	0.70	
1983 玉 米 (Corn)	翻耕(Plough)	310	323	453.1	440.1	140.6	3.13	2087	0.62	
	旋耕(Rotary tillage)	312	312	453.1	453.1	156.5	2.90	1933	0.69	
1984 玉 米 (Corn)	翻耕(Plough)	273	282	611.7	602.7	201.8	2.99	1993	0.66	
	旋耕(Rotary tillage)	281	287	611.7	605.7	218.4	2.77	1847	0.71	
1985 玉 米 (Corn)	翻耕(Plough)	267	311	738.8	694.8	144.1	4.82	3213	0.39	
	旋耕(Rotary tillage)	268	326	738.8	680.8	164.1	4.15	2767	0.44	
平 均 (Average)	翻耕(Plough)	289.2	296.0	516.3	509.5	157.8	3.27	2480	0.63	
	旋耕(Rotary tillage)	268.0	299.5	516.3	502.7	171.1	2.97	1981	0.68	

（三）大豆产量

旋耕比翻耕提高了大豆的产量，五年进行 7 个试验平均，旋耕大豆亩产 324.3 斤，较翻耕大豆亩产 299.4 斤增产 8.3%，其增产幅度达到 8.2—14.3%（表 6）。在同样时间和试验条件下，进行 5 个试验平均，旋耕玉米亩产 922.1 斤，仅比翻耕玉米增产 4.4%，由此可见，旋耕对大豆较对玉米更为有效。

不旋同旋耕方法试验结果表明，秋季旋耕的效果良好，秋旋大豆亩产 316.7 斤比春

表6 大豆产量比较(斤/亩)

Table 6 Comparison between soybeen yield (jin/mu)

年度 Year	前 花 Preceeding crop	产 量 (Yielding)		增 减 产 量 Increase or decrease of yield	
		翻 耕 (Plough)	旋 耕 (Rotary tillage)	(斤/亩) (Jin/mu)	(%)
981	玉 米 (Corn)	280.0	304.1	24.6	8.6
1982	玉 米 (Corn)	278.7	270.0	-8.7	-3.1
1982	谷 子 (Grain)	354.0	388.0	34.0	9.4
1983	谷 子 (Grain)	287.0	316.7	29.7	10.2**
1983	玉 米 (Corn)	281.1	313.0	31.9	11.4*
1984	玉 米 (Corn)	403.6	436.8	33.2	8.2
1985	玉 米 (Corn)	211.4	241.6	30.3	14.3
	平 均 (Average)	299.4	324.3	24.9	8.3

* 表示产量差异显著。 ** 表示产量差异高度显著。
* Means yield difference is remarkable ** Means yield difference is highly remarkable.

旋耕大豆亩产 271.8 斤增产 16.5%，而旋耕松土大豆亩产 320.2 斤，仅较秋旋大豆增产 1.1%。因此，秋旋效果明显高于春旋，而旋耕松土并未比其秋季旋耕更大幅度的增产。

三、旋耕的经济效益

旋耕不仅增加了大豆产量，而且提高了经济效益。根据测定翻耕作业 4 次，亩耗油量 16.8 公斤，机耕费每亩 0.61 元，每班次耕作 67 亩；旋耕作业 1 次，亩耗油量 1.20 公斤，机耕费每亩 0.43 元，每班次耕作 96 亩，旋耕比翻耕减少 3 次作业，耗油量节省 21.6%，成本降低 29.5% 和工效提高 43.3%。但是，旋耕松土作业 2 次，亩耗油量 2.40 公斤，机耕费每亩 0.86 元，每班次耕作 48 亩，旋耕松土较翻耕虽减少 2 次作业，但耗油量增加 42.9%，成本提高 41.0% 和工效降低 28.4%。

四、旋耕中间试验和生产示范效果

旋耕中间试验结果证明，旋耕土壤表土疏松、大土块少、平整细碎，整地质量较好；八个试验平均旋耕大豆亩产 223.8 斤比翻耕大豆（202.4 斤/亩）增产 10.6%，而旋耕仅较翻耕玉米增产 2.4%；旋耕比翻耕的亩耗油量节省 0.7—1.5 公斤，成本降低 10.0—46.2% 和工效提高 25—50%。这种耕法不仅适应于哈尔滨地带黑土，而且适用于我省中部和北部黑土麦豆产区，西部干旱的碳酸盐黑土和风砂土杂粮产区以及西部和东部的草甸土杂粮和麦豆产区推广应用。

在大面积生产条件下，采用旋耕整地技术，同样取得良好效果。泰来县近几年使用 IGN—200 型旋耕机 30 台，旋耕整地面积 10.12 万亩。据在碳酸盐黑土、草甸土和风砂土上，大面积生产条件下示范试验的结果，旋耕大豆平均亩产 222.6 斤，比翻耕的 199.2 斤增产 23.4 斤，相对增产 11.8%。旋耕较翻耕的亩耗油量减少 0.83 公斤，成本降低 0.82 元，机耕效率提高 46%。在上述 10 万亩地上进行旋耕的结果，共省油 83 吨，增产大豆 234 万斤，收入提高 93.6 万元。旋耕机的体型小，机动灵活，无论水田或旱田，

也无论大田或菜园，各类边角零星地块，皆能进行耕作作业。因此，旋耕技术特别适于实行农业生产责任制承包的农户使用，深受我省广大农村干部和群众的欢迎。

结 论

一、旋耕显著的改善了土壤的物理化学性质。旋耕比翻耕的 0—10 厘米土壤容重减少 0.02—0.13 克/厘米³，而 10—20 厘米土层容重相反增加 0.03—0.09 克/厘米³，形成了“上虚下实”的耕层构造。在这种情况下，旋耕较翻耕的干旱时期耕层土壤水分增加 0.7—1.5%，多雨时期土壤水分增加 0.4—1.5%，而全年平均增加 0.5—1.2%。与此同时，旋耕 0—20 厘米土层有效氮比翻耕的增加 7.9% 和在多数情况下有效磷提高 10.3—14.0%。

二、旋耕促进了大豆出苗、生长和增产。旋耕较翻耕大豆田间出苗数增加 9.6—22.2%；单株叶面积增加 3.9% 和干重增加 2.0—15.1%；大豆产量提高 8.2—14.3%。

三、旋耕增加了大豆产量，且使经济效益提高。旋耕比翻耕减少 3 次作业，耗油量节省 21.6%，成本降低 29.5%，工效提高 43.3%。因此，在我省南部黑土地区旱作条件下，玉米和谷茬播种大豆轮作环节上，以旋耕代替翻耕不仅完全可行而且经济有效。

四、旋耕中间试验结果确定，这种耕法适于在我省南部、中部和北部黑土麦豆产区，西部干旱的碳酸盐黑土和风砂土杂粮产区以及西部和东部的草甸土杂粮和麦豆产区推广应用。

五、近几年来泰来县使用 IGN—200 型旋耕机 30 台，旋耕整地面积 10 余万亩，由于采用旋耕技术，可以省油 83 吨，增产大豆 234 万斤和收入提高 93.6 万元。旋耕机的体形小，机动灵活，解决了种植专业户地块小、茬口多、整地难的问题，特别适于实行农业生产责任制承包的农户使用，取得十分显著的经济效益和社会效益。

参 考 文 献

- 〔1〕 Малогабаритные почвообрабатывающие фрезы В. Н. Ефимов. «зарубежом с/х» 1966. №6. 28—31.
- 〔2〕 Применение минимальной обработки почвы В некоторых странах—А. В. Еленев «За рубежом с/х» 1974. №6. 1—4.
- 〔3〕 Земледелие Без плуга—Г. Кент. «Москва “Колос” » 1930.

EFFECTS OF ROTARY TILLAGE ON IMPROVING SOIL FEATURES AND INCREASING SOYBEAN YIELD

Xu Wenfu Pan Wanqing

*(Tillage and Cultivation Research Institute of Heilongjiang
Academy of Agricultural Sciences)*

Abstract

Under dry condition of southern black soil regions of our province and the rotation system of corn, wheat and soybean, rotary tillage loosens. The topsoil better than plough tillage does and keeps the subsoil tight. This kind of "upper loose and lower tight" arable layer structure keeps more water and stores more water in rain season, at same time makes it possible to increase the mount of available phosphorus and nitrogen in soils. The improvement of water and manure in rotary tillage soil provates soybean germinating and growing and makes plants use water economically, increases soils ability of drought resistance, saves up oil, reduces production costs and increases effects. Therefore, under dry conditions of our province, using rotary tillage instead of ploughing tillage to some rotation systems, not only is feasible, but also economic and effective. Rotary tillage technique adapt regions and extension range have been determined through middle-stage experiments, and that rotary tillage has prominent economic and social effects has been determined through trial under production conditions.