

机械化少耕技术研究

徐文富 谭国强 杨香久

(黑龙江省农科院耕作栽培所)

一、目的

目前世界上许多国家都在研究和推广机械化少耕技术,少耕已成为当今世界耕作的发展方向。1980—1982年间,我们在我省南部黑土地地区旱作条件下进行田间试验,研究了不同的少耕方法与耕翻对土壤理化性质、作物生育产量和经济效益的影响,以便提出黑土地带最经济有效的土壤耕作方法。

二、试验设计

供试土壤为壤质的中厚的平地黑土。

指示作物是玉米龙单1号和3号。

试验处理:1981—1982年在所内试验处理分(1)耕翻:春季或秋季用五铧犁平翻20—22厘米,翻后用圆盘耙耙两次;(2)耙茬:春季或秋季以缺口耙与圆盘耙耙地8—12厘米;(3)扣垄:春季或秋季用七铧犁起垄耕深达12—14厘米;(4)除茬:春季刨茬原垄播种;(5)留茬:秋季留茬翌年春季带茬播种(1981年);(6)旋耕:秋季以IGN-200旋耕机耕作10—12厘米(1982年)。1980年在呼兰县大用公社沈八大队点上进行试验仅耕翻和耙茬两个处理。

试验小区设置:1981—1982年小区随机排列,重复三次,小区面积168—231平方米,而1980年大区对比试验面积8400平方米。

三、试验条件

试验年间作物生育期的气温和降雨量有明显变化。根据黑龙江省气象台和我所气象

站观测资料分析,同历年相比1980年气候接近正常年,各月平均气温接近一致,仅5月雨量少些和6、7与9月降雨多些;1981年5—6月气温相近,雨量减少,8月气温低2.3度,降雨量多110毫米,出现春季较为干旱,初秋低温多雨特点和1982年5—7月气温增加0.7—2.1度,降雨量减少23.2—69.2毫米,8月气温增加1.4度,雨量增加87.2毫米,出现夏季炎热而严重干旱,初秋高温多湿的现象。

试验地土壤质地为重壤质土,0—30厘米土壤容重1.15—1.30克/立方厘米,田间持水量26—27%,有机质2.28—2.36%,全氮量0.12—0.13%,全磷量0.086—0.111%,碱解氮14—16和有效磷4—5毫克/百克土。

栽培管理措施按当地一般要求进行。4月下旬到5月上旬用龙江1号、24行条播机或BZ₆播种机播种,行株距为70×40或70—25厘米;施用种肥和追施尿素每亩30斤,人工除草和机械趟地各两次,9月中旬至10月初人工收获。

四、试验结果

(一) 耕法对土壤理化性质的影响

1. 土壤容重

根据1981年两次和1982年3次测定结果平均容重材料(见表1)。

注:1981—1982年由徐文富主持和执行本项研究,1980年由谭国强主持和杨香久执行本项课题研究工作。

表 1

土壤容重变化 (克/立方厘米)1981—1982平均

层 次 (厘米)	处 理					
	耕 翻	耙 耱	扣 耱	除 耱	留 耱	旋 耕
0—10	1.166	1.122	1.180	1.150	1.105	1.127
10—20	1.270	1.326	1.321	1.260	1.215	1.307
0—20	1.218	1.244	1.251	1.205	1.160	1.217

0—10 厘米表土容重,除扣耱区外,少耕各区比耕翻减少 0.02—0.06 克/立方厘米,而 10—20 厘米土层容重,除留耱和除耱区外,少耕各区较耕翻增加 0.04—0.05 克/立方厘米。因此,少耕各区中,除耱和留耱两区整个耕层比耕翻疏松,扣耱区表土与耕翻一致,但下层紧实,而耙耱与旋耕则较耕翻土壤上层疏松下层紧实,形成“上虚下实”的耕层构造。

2. 土壤温度

表 2

土壤温度变化(度)

(1982、3 次调查平均)

层 次 (厘米)	处 理				
	耕 翻	耙 耱	扣 耱	除 耱	旋 耕
5	18.80	18.77	18.83	18.93	18.76
10	17.33	17.40	17.83	17.50	17.47
15	16.40	16.67	16.57	17.40	16.67
20	15.50	15.73	15.60	—	15.87
平均	17.01	17.14	17.21	—	17.19

3. 土壤水分

干旱时期少耕各区土壤保水能力明显增强。1981—1982 年 5 月上旬到 6 月上旬,扣耱比耕翻的 0—20 厘米土层贮水量增加 3—4 毫米,0—100 厘米土层贮水量增加 4—10 毫米;耙耱较耕翻的上述各层依次增加 4—9.5 毫米和 2—11 毫米,除耱较耕翻的上述各层相应增加 4—9.5 毫米和 3—11 毫米(见表 3)。

但在多雨时期,1981—1982 年 7 月上旬至 8 月上旬,不同少耕法土壤吸水分能力有明显差异,扣耱比耕翻的 0—20 厘米土层贮水量增加 1—2 毫米,0—100 厘米土层贮水量减少 1—7 毫米;除耱原耱较耕翻的耕层减少 0.5—1.0 毫米和 1 米土层增加 1.5—4.5

在 1982 年试验中,于玉米苗期进行 3 次土壤温度观测,每次连续观测 3 天,每天测定 3 次(8、12 和 20 点),每次观测 5、10、15 和 20 厘米 4 层,计算观测平均地温表明,不同耕法之间各观测时期和土层地温变化不太显著,但在多数情况下少耕各区地温有增加的趋势。耙耱、旋耕和扣耱区比耕翻增加 0.1—0.5 度,而除耱原耱区较耕翻增加 0.15—1.00 度(见表 2)。

毫米,而耙耱比耕翻的上述土层相应减少 0.5—1.5 毫米和 2.5—7 毫米。在湿度较大的条件下,除耱耕层吸水较少,扣耱 1 米土层吸水较少,而耙耱耕层和 1 米土层均吸水较少。

全年平均数值,少耕各区土壤贮水量略高于耕翻处理,0—20 厘米耕层少耕比耕翻增加 1.7—3.3 毫米,0—100 厘米土层少耕较耕翻增加 0.0—3.2 毫米,因此,少耕调节土壤水分的良好作用表现在耕层土壤范围之内。

4. 土壤养分

根据 1981 年 7 月 7 日测定结果,耕翻处理 0—30 厘米土层碱解氮为 13.16 毫克/百

表 3

土壤贮水量变化(毫米)

(1981—1982 平均)

调 查 日 期	0—20 厘米				0—100 厘米			
	耕 翻	耙 耨	扣 耨	除 耨	耕 翻	耙 耨	扣 耨	除 耨
5/5	52.5	57.5	56.5	56.5	286.0	297.0	290.0	297.0
15/5	55.5	59.5	59.5	60.0	301.5	302.0	306.5	305.0
25/5	43.5	53.0	56.5	53.0	294.5	295.0	304.5	296.5
5/6	48.0	52.5	51.0	48.5	270.0	279.0	280.5	274.0
15/6	45.0	44.5	48.5	45.5	271.5	266.0	275.5	268.5
25/6	43.0	43.5	47.5	45.0	254.0	249.5	261.0	259.5
5/7	45.0	45.0	46.0	44.5	266.0	259.5	264.5	256.0
15/7	38.5	37.0	40.5	38.5	245.0	238.0	243.0	246.5
25/7	54.0	53.5	54.0	53.0	247.0	242.0	240.0	245.0
5/8	46.5	47.0	48.0	49.0	243.5	241.0	243.0	239.0
25/8	53.0	53.5	55.0	54.5	260.0	262.0	264.5	265.5
5/9	52.0	50.5	53.0	54.0	276.0	274.0	275.0	282.0
15/9	56.5	58.0	59.5	59.0	280.0	284.5	284.5	278.5
25/9	50.5	52.5	54.0	54.0	274.5	280.0	282.5	280.5
平均	48.8	50.5	52.1	51.1	269.3	269.3	272.5	271.0

克土；而耙耨、扣耨、除耨和留耨各区该层碱解氮相应为 16.50；15.98；14.41 和 14.41 毫克/百克土，少耕较耕翻的耕层有效氮提高 9.5—25.4%。耕翻处理 0—30 厘米土层有效磷含量 5.05 毫克/百克土，而耙耨、扣耨、除耨和留耨各区该层有效磷相应为 6.52、5.10、6.05 和 4.66 毫克/百克土，留耨比耕翻降低 7.7%，除耨与耕翻一致，扣耨与耙耨较耕翻提高 19.8% 和 29.1%。

又据 1982 年 3 次采土测定结果平均，耕翻处理 0—30 厘米土层硝态氮含量为 6.2 毫克/百克土，耙耨、扣耨、除耨和旋耕区上述层次硝态氮含量相应为 6.9、6.5、7.2 和 7.6 毫克/百克土，少耕比耕翻耕层硝态氮相对增加 4.8—22.6%。

(二) 耕法对田间杂草状况的影响

据 1981 和 1982 年在玉米开始铲趟之前调查，耕翻玉米田间方米内杂草数为 199—471 株；耙耨为 361—1006 株；扣耨为 559—905 株和除耨 306—950 株。各少耕区田间杂草数量比耕翻地显著增加，耙耨区增加 1.1—1.7 倍，扣耨区增加 0.9—2.1 倍和除耨区增加 0.7—1.0 倍。

然而，一旦经过一次认真的中耕除草之

后，无论何种耕法的田间杂草数量均显著减少，例如 1982 年第二次铲趟前(6 月 13 日)调查，耕翻处理方米内杂草数 22.0 株，耙耨区为 29.0 株，扣耨区为 21.5 株，除耨区为 22.8 株和旋耕区为 16.0 株，各区杂草变动在 16—29 株/平方米之间，不同耕法地上杂草数量差异不大，因此，少耕田间杂草较多不会成为推行少耕法的主要障碍。

(三) 耕法对玉米生育产量的影响

1. 玉米出苗和生长

耙耨和扣耨两区玉米出苗比耕翻处理略低，相对减少 4.8—7.7%，而除耨区较耕翻玉米出苗数明显提高，相对增加 13.1%。尽管如此，不同耕法地上玉米定苗后留苗密度接近一致(见表 4)。

耙耨和扣耨两区玉米株高比耕翻区的略有增加(增加 4.7—8.2 厘米)，但其单株叶面积较耕翻的玉米降低(降低 59—129 平方厘米)，而除耨原茎较耕翻玉米株高增加 11.1 厘米和单株叶面积增加 43 平方厘米。

据 1982 年 7 月 20 日调查，耕翻处理玉米 0—30 厘米土层单株根系干重 21.1 克，而耙耨和旋耕区玉米相应为 25.5 和 23.6 克，耙耨和旋耕比耕翻区玉米根系依次增加

表 4

玉米 生 长 状 况

(1981—1982 平均)

处 理	出 苗 数 (株/平方米)	密 度 (株/平方米)	株 高 (厘米)	单 株 叶 面 积 (平方厘米)	叶 面 积 指 数
耕 翻	9.50	4.92	111.6	2613	1.31
耙 茬	8.77	4.92	116.1	2554	1.28
扣 垄	9.04	5.08	119.8	2487	1.28
除 茬	10.74	5.08	122.7	2656	1.37

20.9%和 11.8%。

2. 玉米耗水量

不同耕法玉米地总耗水量差异不大, 变

动在 496.5—507.5 毫米之间, 与耕翻处理玉米相比, 除茬和耙茬的玉米分别增加 0.3% 和 0.8%, 而扣垄的玉米减少 1.3% (见表 5)。

表 5

玉米 耗 水 量

(1981—1982 平均)

处 理	苗期 1 米 贮 水 量 (毫米)	成 熟 期 1 米 贮 水 量 (毫米)	生育期从 1 米土层 耗 水 量 (毫米)	生育期 降 水 量 (毫米)	生育期总耗水量		玉米子实产量 (公斤)	单位子实耗水量 (水分公斤/公斤子实)
					(毫米)	(公斤/亩)		
耕 翻	294.5	271.5	- 23.0	480.0	503.0	335350	342.6	978.3
耙 茬	304.0	276.5	- 27.5	480.0	507.5	338350	353.3	957.7
扣 垄	298.0	281.5	- 16.5	480.0	496.5	331017	355.5	931.1
除 茬	303.0	278.5	- 24.5	480.0	504.5	336550	323.3	1041.0

但是, 由于在大体相同的耗水量下所生产玉米子实产量不同, 计算出来的形成每公斤玉米子实的耗水量也有差异。耕翻处理形成 1 公斤玉米子实需要消耗 978.3 公斤水分, 耙茬和扣垄两区玉米这个耗水量相应减少 20.6 和 47.2 公斤, 而除茬原垄播种玉米相反增加 64.7 公斤水分。

这个事实说明, 耙茬和扣垄两区玉米抗旱能力较强, 更经济有效的利用了水分资源, 有利于这个地区生态平衡。

3. 玉米产量

1980 年在有耕翻基础的玉米茬地上, 耕翻处理玉米亩产 380 公斤, 而耙茬播种玉米亩产 383.3 公斤, 耙茬仅比耕翻玉米增产 1%,

两者产量十分接近。

1981—1982 年试验结果表明, 不同耕法下玉米产量有所变化, 留茬比耕翻玉米减产 6.3% (1981), 除茬比耕翻玉米减产 5.6%, 旋耕与耕翻玉米产量基本一样 (1982), 只有耙茬和扣垄两区玉米比耕翻处理增加 3.1% 和 3.8% (见表 6)。但经变量分析结果证明, 两年试验处理之间产量差异均不显著。

(四) 耕法对经济效益的影响

扣垄比耕翻区耕作次数减少 2 次, 亩耗油量节省 1.07 公斤/亩, 耕作消费降低 64%, 功效提高 124%, 两年平均亩收入增加 3.29 元, 纯收益提高 3.05 元和百斤子实成本降低 0.13 元, 而耙茬较耕翻区上述指标相应减

表 6

玉米 的 产 量 (公斤/亩)

(1981—1982)

处 理	1981		1982		两 年 平 均	
	亩 产 量	百 分 比	亩 产 量	百 分 比	亩 产 量	百 分 比
耕 翻	339.7	100.0	345.5	100.0	342.6	100.0
耙 茬	350.4	103.2	356.2	103.1	353.3	103.1
扣 垄	331.9	97.7	379.0	109.7	355.4	103.8
除 茬	319.8	94.1	326.7	94.6	324.7	94.4
留 茬	318.4	93.7	—	—	—	—
旋 耕	—	—	342.9	99.3	—	—

表 7

耕法的经济效益

(1981—1982)

处	理	耕 作 次 数	耗油量 (公斤/亩)	功 效 (亩/班次)	标 准 亩 折核系数	耕作消费 (元/亩)	其它消费 (元/亩)	总 消 费 (元/亩)	收 入 (元/亩)	纯 收 入 (元/亩)	子实成本 (元/百斤)
耕	翻	4	2.00	67	2.3	0.73	11.57	12.30	69.46	56.22	1.80
耙	耢	2	0.61	153.8	0.7	0.22	11.57	11.79	70.65	58.31	1.67
扣	耢	2	0.69	142.5	0.8	0.25	11.57	11.82	71.08	59.27	1.67
除	耢	0	0	—	—	0.86	11.57	12.43	64.64	52.21	1.92

少 3 次, 节省 0.98 公斤, 降低 70%, 提高 79%, 增加 2.14 元, 提高 2.10 元和降低 0.13 元 (见表 7)。

除耢原耢播种处理耕作次数和耗油量降低到零, 但因用人工刨耢而消费增加和因产量减少而收入降低 4.82 元, 亩纯收益降低 4.00 元, 百斤子实成本增加 0.12 元。

留耢播种的耕作次数, 亩耗油量和耕作消费均降低到零, 并且总消费减少 1.36 元, 但因产量较低每亩收入减少 4.25 元和收益减少 2.89 元。

旋耕较耕翻的耕作次数少 3 次, 耗油量省 0.48 公斤/亩, 耕作消费低 30% 而功效高 43%。其每亩收入、纯收益和子实成本两个处理接近。

五、结 语

(一) 在我省南部黑土地带旱作条件下, 采用耙耢和扣耢等少耕法改善了土壤理化性质。少耕比耕翻更有效的疏松了表土, 并使下层土壤趋于紧实, 形成了“上虚下实”的耕层构造, 在这种耕层构造下, 使其春季土壤温度趋于增高, 干旱时期耕层和 1 米土层贮水量增加和多雨时期降低以及耕层土壤有效氮、磷含量提高。

(二) 少耕田间杂草数量成倍增加, 但经过一次耕除草后, 无论何种耕法的田间草数均显著减少, 不同耕法田间杂草数量差异不大, 因此, 田间杂草较多不会成为推行少耕法的障碍。

(三) 在不同少耕法中, 除耢保苗最好, 耙耢和扣耢处理低些, 但未影响到定苗株数。耙耢与扣耢两区玉米植株较高, 叶面积较小, 而除耢原耢处理株高和叶面积均较对照增加。

(四) 不同耕法玉米地总耗水量差异不大, 变动在 496.5—507.5 毫米之间, 但因生产量不一, 耙耢和扣耢两区比耕翻处理玉米形成每公斤子实的需水量减少, 而除耢原耢播种玉米相反需水量增加。

(五) 不同耕法之间玉米产量有所变化, 除耢和留耢原耢播种表现减产, 耙耢和扣耢两区表现增产, 旋耕与耕翻处理玉米产量基本一样, 变量分析结果表明, 试验处理之间产量差异皆不显著。

(六) 除耢和留耢原耢播种两区土壤耕作次数和亩耗油量缩减到最低限度, 但前者除耢用工过多而使消费骤增, 后者产量降低而收入和收益减少, 生产子实成本增加; 旋耕较耕翻区的耕作次数、亩耗油量、耕作消费减少, 机耕效率提高, 其收入收益和子实成本两者相似; 耙耢和扣耢两区比耕翻处理耕作次数、亩耗油量、耕作消费和生产子实成本降低, 而机耕效率、每亩收入和亩纯收益提高。

因此, 在我省南部黑土地带旱作条件下, 某些轮作环节上播种玉米时, 用缺口耙或圆盘耙耙耢 8—12 厘米或以七铧犁扣耢耕作 12—14 厘米代替五铧犁耕翻 20—22 厘米的基本土壤耕作最为经济有效。