

免耕农艺的理论与实践 (述评)

何 烈 勋

(省农业科学院耕作栽培所)

一、前 言

美国从五十年代开始研究免耕法,到六十年代前半期开始在生产中用免耕法生产谷物。由于免耕法在很多情况下得到了比较满意的结果,引起了广泛的重视。一九六六年亚利斯——卡梅公司生产了免耕播种机,更促进了免耕法的推广应用。肯塔基、俄亥俄与佛吉尼亚等十几个州的统计数字表明,应用免耕法的农田面积一九六九年为 246,500 英亩,一九七一年扩大到 1,026,000 英亩。二年的时间增加三倍多,可见发展的速度是很快的。

我国东北地区的农民过去采用的耢扣耕法是属于少耕体系的。其特点是:(1)以垄作为基础,垄台和垄沟分别进行管理,定期

轮换;(2)在三或四年的轮作周期中浅耕一次或二次,并且实行耕播结合,基本耕作的次数很少;(3)在一年一熟农田上每年畜力中耕二到三次。

在春旱时,多为耢种。春季墒情好、雨水合适,则多扣种,是因时制宜的。伴随着形成了一套轮作施肥制度。

耢扣耕法不仅是属于少耕体系的,有些技术环节同免耕法相似。例如,在春旱土壤风蚀严重的地方农民为了保墒保土保苗,耢种谷子或耢种小麦时,有时采用带耢播种方法(俗名“靠山耢”),这与免耕耢地直接播种有些相似。因此,对于黑龙江省改革耕作制度来说,进一步深入总结本地的少耕经验,吸收国外免耕法经验,结合各种土壤等条件的需要,充实新的内容。从而建立新的机械

表 1 不同耕法机械或畜力进地次数

作 业 项 目	美 国			我 国 黑 龙 江 省	
	常规耕法	少 耕 法	免 耕 法	平翻耕法	耢扣耕法
型 田	1	1	0	1	0 或 1
耙	2 或以上	0 或 1	0	2 或 3	0
播 种	1	1 或 0*	1	1	1 或 0*
喷 药	0 或 1	0 或 1	1	0 或 1	0
中 耕	2 或以上	1 或 2	0	2	2 或 3
收 获	1	1	1	1	1
合 计	7 或以上	4 或 5	3	7 或以上	4 或 5

* 注:耕播结合减少一次。

化耕作体系,是很有意义的。

人类农耕技术的历史发展随着生产力水平的提高,由少耕转向多耕、精耕;当人们在实践中逐渐认识了多耕的不利作用的一面,随着科学技术的发展,而其有利的一面又可以用生物的和化学的因素加以代替之后,又由多耕转向少耕甚至免耕。以至不断的发展。这是人的主观认识和事物发展的客观规律在正反经验中渐趋一致的辩证逻辑。在新的特定条件下,由多耕转向少耕甚至免耕并不是历史的简单的反复,而是标志着人类对农耕技术、植物生育、土壤肥力和气候影响的相互关系的认识水平,将要提高到一个新的高度。少耕或免耕农艺的研究将使耕作学和农业土壤学的发展进入了一个新的阶段——即把用地和养地合理地统一起来,在提高单产、总产的前题下,不断提高土地生产率的同时,又不断提高土壤肥力的阶段。

二、免耕农艺的产生和发展

1. 免耕农艺出现的时间和背景

美国在二十世纪初大型拖拉机投入生产使用之后,大平原被开发利用,旱地农业迅速发展,农业随着机械化程度的提高也出现了新的问题。在有了高效率的机械之后,草原被大量开垦。由于自然植被的破坏,在1934年~1940年期间,西南部地区出现尘暴,造成了很大的灾难。一般耕地因为机具多次作业对土壤产生了破坏作用,也出现了严重的水土流失。1969年俄亥俄州顺坡向种植的耕翻玉米地每市亩损失土壤1.17吨,而在暴雨情况下每市亩损失土壤更高达3.67吨。在5%坡度而又无残茬覆盖的土地上,降雨量由地面迳流而流失的比率达45.3%,土壤损失为每市亩2.07吨。1964年俄亥俄州常规耕法玉米地因风蚀损失土壤每市亩0.475吨。土壤因风、水的侵蚀而导致肥力下降,生产能力减低,成为农业上的一个重要问题,引起了广泛的注意。1935年美国土壤保持协会成立,开始了水土保持的科学研究

工作。1943年爱得华·福克洛发表了《犁耕者的愚昧》一书,对犁耕进行了批判,认为没有一个人曾经为犁耕找到一个科学的理由。虽然他未曾进行耕与不耕的比较试验,但他确认犁耕是造成土壤侵蚀的重要原因。

基于上述原因和问题的提出,美国农民在二十世纪五十年代开始注意最少耕作法,并进而在生产中研究种床的化学整备和免耕工艺。由于免耕法的研究取得了令人满意的结果,所以到了六十年代前半期就开始在生产中试用免耕法生产谷物了。生产实践进一步证明,免耕法与常规耕法比较,不仅谷物产量在多数情况下略高,而且对控制土壤侵蚀有十分明显的效果。同时,由于秸秆、残茬和覆盖作物的有效利用,还可以缓慢地增加土壤有机质。特别是免耕法的耕作程序大为减少,劳动生产率高,设备投资和能源消耗相应减少,经济上非常有利,因此,1966年免耕播种机出现之后,免耕法就做为农作物生产的新工艺而逐步扩大推广了。

2. 免耕农艺在美国的发展状况

在美国实行免耕法的地方,田间作业已减少到种、管、收三个项目,比起常规耕法又前进一步。除收获外,常规耕法作业五次,所需动力为3.2~4.85小时/马力/市亩;免耕法作业二次,所需动力仅为0.1~0.3小时/马力/市亩。免耕法应用的作物除玉米、大豆和小麦外,还有高粱、糖甜菜、烟草和棉花等,蔬菜作物有青椒、黄瓜、西瓜和西红柿。免耕法种烟草不仅烟叶产量高,而且品质也好;但在有的地方用免耕法种糖甜菜则比常规耕法减产,每市亩减产328~656斤,减产比率为5~10%。

肯塔基州南部玉米带的农民做了玉米耕法对比试验,试验在玉米两年轮作的大田连续进行了八年,结果如表2。

从表2资料看出:田块1的试验结果,与常规耕法比较免耕法:三年增产,一年减产。四年总产量常规耕法为每市亩2875市斤,免耕法为3148市斤,免耕法增产273市斤,比率为9.5%。田块2的结果免耕法三

表 2

两块二年轮作玉米地耕法对比试验纪录

年代及气候特点	田 块 1	田 块 2
1962 常年雨量	免耕玉米产量 907.7 常规对照产量 856.6 (单位: 市亩市斤, 下同)	红三叶干草产量 576.6
1963 四、七月严重干旱 五月二十一日霜害	大麦产量 403.6 胡枝子采种秋季康拜因直接收获	免耕玉米产量 733.1 常规对照产量 856.6
1964 常年雨量	免耕玉米产量 906.1 常规对照产量 675.4	大麦产量 387.1 胡枝子采种秋季康拜因收获
1965 雨量偏多	大麦产量 461.1 胡枝子采种秋季康拜因直接收获	免耕玉米产量 1079.0 常规对照产量 972.0
1966 极度干旱和高温	免耕玉米产量 387.1 常规对照产量 428.3	小麦产量 462.6 胡枝子采种秋季康拜因收获
1967 雨量偏多	小麦产量 480.4 免耕复种大豆产量 302.4	免耕玉米产量 963.7 常规对照产量 980.2
1968 中等干旱	免耕玉米产量 947.2 常规对照产量 914.3	小麦产量 391.4 免耕复种大豆产量 498.2
1969 雨量偏少	小麦产量 418.1 免耕复种大豆产量 413.6	免耕玉米产量 881.3 常规对照产量 889.6

年减产, 一年增产。总产量常规耕法为 3700 市斤, 免耕法为 3657 市斤, 免耕法减产 43 斤, 减产比率为 1.16%。

免耕法碰到的主要困难是消灭杂草和病虫害。新耕作法常需几种药剂配合使用, 而且量大, 才能灭虫除草。

由于这方面提高了成本, 使新耕法的整个生产开支和传统耕作法相差无几。此外, 使用免耕法的田地, 地温较低, 对春季出苗有影响。

三、免耕农艺的内容
及其理论基础

免耕法不是农田作业的简单的减少, 更

不是回到粗放经营, 免耕法的实质是用生物的和化学的因素代替机械的作用, 表明农耕技术向高级发展。

1. 两种轮作形式下的免耕农艺

(1) 连作玉米的免耕农艺

连作玉米免耕农艺包括四个内容。即: 施肥、播种、喷药和收获。

第一是施肥。在晚冬或早春将磷钾肥撒施在结冻的或坚实的土壤上, 硝酸铵也是在这时施入。液态氨用做氮肥可在临播种前施入。

第二是播种。用带凹槽犁刀(即波状圆盘犁刀)的免耕播种机播种。播种同时施种肥, 在每个凹槽犁刀前施一窄带, 土壤杀虫剂与种肥混施效果也好。

第三是喷洒除莠剂。在播后立即喷洒。在施接触杀草剂时，注意掌握好足够的用水量 and 压力。

第四是收获。玉米收获后，将茎秆切碎并保留在土壤表面作为覆盖物。如果需要石灰，即在收获后施入。如果要种覆盖作物，就在收获前用飞机撒种。

(2) 玉米和谷物两年轮作或两年三作轮作形式是：春玉米加秋播小粒谷物，第二年夏播大豆或高粱、玉米，或种牧草。

春玉米的播种管理与上面说的相同。秋播小粒谷物有两种方法，一是在玉米收获前用飞机撒种，一是在玉米收获后播种。播种同时施氮磷钾肥，磷钾肥包括复种作物所需要的。

小粒谷物用康拜因收获，康拜因上要配备切碎草的装置，并能有效地将碎草撒布地面。在收获一开始立即进行复种作物的免耕播种。除莠剂在复种作物播种后出苗前喷洒。复种作物收获后残茬留在地面作为覆盖。复种作物收获时也要切碎茬杆，留茬高度根据防风和积雪的要求而定。

2. 免耕农艺的理论基础

免耕法从开始出现到现在，时间还比较短。有关这一项新农艺的理论基础的研究，目前还处在积累资料的阶段。据 S. 菲利普斯和 H. 杨介绍的资料来看，免耕法能增加土壤有机质，对防止土壤侵蚀有明显的效果，免耕地上作物根系比在常规耕法地上更为发达。

南卡罗林纳州所做的最少耕法与常规耕法对比试验，经过四年之后，前者的土壤有机质含量为 1.59%，后者仅为 1.28%。

俄亥俄州和肯塔基州耕法试验资料（表 3、4）表明，免耕法对防止风蚀、水蚀均有明显效果。不过免耕法应与覆盖作物配合起来，效果才更大。

为什么说免耕农艺的研究具有重大的理论和实践意义呢？

人所共知，土壤在野生植被影响下，土

表 3 不同耕法处理下的土壤侵蚀

耕 法 及 处 理		水 蚀 (英寸)	风 蚀 (吨/英亩)
免 耕	有覆盖	1.35	3.55
	裸 露	2.91	8.73
常规耕法	中 耕	1.79	16.48
	未中耕	2.19	20.92

表 4 吐丝期玉米根系的密度和容积
(1969~1970 年) 肯塔基大学

土 壤 深 度 (英寸)	耕 法	根 密 度 (每立方英寸 土体内根的 英寸数)	根 容 积 (占土壤 总容积的 %)
0~6	常规耕法	20.4	2.5
	免 耕 法	30.2	3.7
6~12	常规耕法	10.0	1.2
	免 耕 法	13.8	1.7
12~18	常规耕法	8.8	1.1
	免 耕 法	13.7	1.7
18~24	常规耕法	4.6	0.7
	免 耕 法	10.3	1.2

壤中的营养物质是逐渐增加的，土壤物理性是逐渐改善的。因此，在土地多的地方人们就普遍采用撂荒休闲的办法以恢复土壤肥沃性。然而撂荒休闲毕竟是比较原始的办法，人们在长期实践中不断改进保持和增进土壤肥力的方法。例如施用有机肥和化肥，种植绿肥，实行草田轮作等等。这些方法都具有各自的效果。但是，能不能找到更经济有效的办法来解决这个问题呢？能不能使耕地土壤肥力的自身变化像自然土壤一样成为缓慢的增进过程呢？这是人们长期向往的一个目标。

建国之初，我们曾在 1954 年进行过草田

轮作试验,1962~1964年又曾进行过绿肥轮作试验。试验结果证明,不论牧草、绿肥都具有明显的增进地力的作用,但牧草绿肥的实际应用必须首先解决与粮食争地的矛盾。如果能够在农田中加入牧草绿肥而又不单独占地,这个问题就迎刃而解了。免耕农艺很可能提出了一个经济而又合理的解决这个问题的途径。因此,个人认为免耕农艺的理论基础今后应从以下两方面进行研究。

一是基于农田合理生态系的观点,研究在免耕农艺影响下,碳素和氮素循环的规律(土壤作为界面包括地上和地下),解决用地与养地高度合理结合的新途径。

二是深入研究一年生和多年生草本植物根系对土壤物理性质的影响。探讨利用植物根系的新陈代谢代替机械耕作的原理和应用技术。

四、黑龙江省耕作技术的 历史发展及今后的研 究方向

从一九四九年,我省国营农场就开始引入苏式机械农具,在广大农村则引用苏式畜力牵引的半机械化农具。新机具的引入推动了耕作技术研究工作。自1950年以来,针对深耕整地、轮耕、垄平作等主要问题进行了长期的和系统的研究。辽宁、吉林、黑龙江都立足于本省的特点取得了各自的研究成果,并在生产中有成效地应用。

从我省的具体发展过程来看。广大农村自引入苏式半机械化农具之后,随即出现了固有耕作经验与新农具的矛盾。尤其是在北部低温冷凉和土壤侵蚀比较严重的地区(如克拜

地区),新农具及平翻耕法出现了与大田中耕作物不相适应的问题。1955年进行了全省范围的调查研究,总结了各地几年的实践经验,初步提出了新旧结合的新耕作制度,和各种作物新农具耕作栽培技术。这次总结根据群众经验和科研结果,已经明确提出了新农具必须与固有经验相结合的原则,并具体肯定了玉米、高粱、谷子原垄耙耱或搂耱播种的技术方法。随着科研工作的进展,1961年肯定了固有耕法中以垄作为基础的优点,并根据当时生产条件提出了继承和改革的办法。1963年提出了机械化的垄平结合的“翻扣耙耕作制”。在此期间,农机科研部门陆续设计了垄作七铧犁和垄平兼用的龙江一号播种机。翻扣耙耕作制的建立及其相应的机具设计制造成功,促进了我省农业机械化的发展。

翻扣耙耕作制的研究虽然吸取了固有经验中的少耕的优点,但对少耕的原理尚缺少系统的研究,对农民抗御风蚀,保土保苗的经验缺乏深入总结,而如何增进地力的问题则更有待进一步研究解决。现在国家给我省已经引入美国七十年代的农业机械。今后我省耕作技术的研究方向,应当在固有经验——即最少耕作法的基础上,加上农田化学管理,覆盖作物、残茬及秸秆利用等内容,进行研究。进一步深入总结本地经验,把外国技术中能够为我所用的东西和本地经验条件结合起来,以提高产量,加速我省现代化耕作制度的建立,农业机械化区划,和耕作技术的发展。

(本文所用美国资料均转引自
S、H 菲利浦斯与 H、M 杨
合著《免耕农艺》1973年版)