

少耕法与免耕法的起源及发展前景(综述)

赵化春 王晓丽 任 禾

(吉林省农科院情报所)

一、少耕法与免耕法的发展历史

众所周知,从有农业就有土壤耕作措施。从用木棒掘土发展到犁、耙、镇压及中耕等全套土壤耕作,即用机械的和物理的方法进行土壤耕作,这就是传统耕法。直到本世纪30年代,人们对犁耕仍然十分重视。主张犁耕者认为:犁耕可疏松心土,为根系伸展提供良好条件,改善土壤通气性,透水性,打破犁底层改善土壤排水性能。主张减少耕作的人则认为:作物根系穿插深度因土壤类型和作物品种而异,不取决于耕作深度,只要土壤排水性好不犁耕仍可提供合适的通气环境。过频的耕作会带来一系列弊端。

早在欧洲移民开发北美西部大陆过程中,由于盲目开荒毁坏了大片森林和草原,就破坏了生态平衡。近代采用的重型机具使土壤过度镇压,过频耕作又使土壤结构受到破坏,土粒过细导致了黑风暴危害。1934年席卷全美国的黑风暴刮走了肥沃表土3亿多吨,为此引起了各方面的关注。但减少耕作的尝试直到爱德华·福克纳(Edward Faulkner)于1913年出版《耕者的愚蠢》一书之前并未引起公众多大兴趣。免耕最早提出是美国的福克纳,他首次明确的反对进行土壤耕作。40年代末至50年代初期,随着农业生产的发展和大量生产实践表明,人们对于土壤过度耕作带来的粉碎土壤,破坏土壤结构,加速土壤有机质分解,引起水土流失等不利影响有所认识。加之,为减少能源消耗,节约人力投资,避免环境污染,福克纳的免耕观点逐渐为人们所重视。然而,早期没有找到一种能成功的取消传统犁地的耕作制度,关键是在除草方面遇到困难。直到2,4—2 氯苯乙酸(除草剂)的出现则开创了化学除草的新纪元。1945年布朗(B.A. Brown)和斯普拉格(M.A. Sprague)首先在牧场中采用免耕。1954年戴维森(J.H. Davidson)和巴罗斯(K.C. Barrons)研究用除草剂代替中耕。1957年出现新除草剂一莠去净,使免耕玉米面积逐年扩大。1966年之后开始推广百草枯对其后免耕农业的发展起到巨大推动作用。最初,除草剂是作为耕作添加剂使用,随着时间的推移和更多的高效除草剂的出现,农民开始减少播种前和出苗前的某些耕作。此外,还减少了作物生长过程中的中耕次数。目前,采用的喷洒—播种—收获系统主要是不耕(no tillage),草地播种(Sod Planting),直接播种(direct drilling)和窄槽播种(Slot planting)。近年来由于能源危机,高效低毒除草剂大量出现,免耕及少耕的优越性逐渐突出,致使少耕与免耕面积迅速增加。美国是世界上发展少耕免耕最早,推广面积最大的国家。美国采用少耕面积1963年为170万公顷,1972年为1100万公顷,1983年约4500万公顷。其中,免耕及少耕的玉米和大豆占全部免耕少耕的81%。70年代后期,随化学除草剂的发展,少耕和免耕方法已有几十个国家进行研究并大面积用于生产。

二、少耕法与免耕法的利弊

(一) 少耕法与免耕法的优越性

1. 少耕与免耕能有效地防止土壤侵蚀

防止土壤侵蚀是少耕与免耕的突出优点。L.L.Harrold进行21年的试验后指出,免耕可大大减轻连作玉米坡地上的土壤冲刷。常规耕作区每年水土流失量为23.92吨/公顷,免耕区为0.257吨/公顷。少耕与免耕最大特点是不搅动土壤,土壤常年有覆盖,减少了径流和地面水份蒸发。少耕和免耕有机质分解缓慢持久,有助于团粒结构形成和恢复,从而大大减轻土壤的风蚀和水蚀。Mcgregor研究表明,在高度侵蚀土壤上采用少耕法可使侵蚀量由17.5吨/公顷减少至1.8吨/公顷。美国俄亥俄州试验表明,在6%坡度地带7小时内降雨100毫米,传统耕法每亩地土壤流失3000公斤,而采用免耕法在坡度为21%的土地上水土流失量只有5公斤/亩。Harlla试验资料表明,农田坡度9%情况下,传统耕法土壤侵蚀损失量为1761公斤/公顷,而免耕区减少到27公斤。弗吉尼亚十年试验表明,在由于径流或溢流水而造成的土壤侵蚀或水土流失方面,少耕与免耕可较传统耕作减少90%以上。加拿大资料表明,在控制地表风运动方面免耕的有效性要比传统耕法高65倍。

2. 免耕与少耕可显著地节省燃料及能源

少耕及免耕减少机械作业次数,则显著地节省了油料及能源。据我国东北、西北及华北的试验资料综合分析,少耕法比传统耕法耗油减少21—68%。能源消耗原垄种比平播减少85.3%,搅麦茬比平翻减少38.8%,深松耙茬比平翻减少36.4%。Renoll Siemaus认为,各种形式的少耕法其燃油消耗只为传统耕作的50%。R.E菲利普斯资料表明,免耕玉米与传统耕法相比平均每公顷节省机械制造维修能量175.9兆焦,节省耕地作业能量933.9兆焦,节省耙地能量343.3兆焦。免耕玉米可比传统耕法节能7%,免耕大豆可节能18%。将美国免耕的玉米、大豆按65%计算,则每年节省的能量相当于15亿升柴油。我国的试验表明,采用少耕法可比传统耕法平均减少耗油30%以上。吉林省5年的试验表明,少耕原垄耕法每公顷可节油35.25公斤,耙茬耕法节油18.6公斤。

3. 少耕与免耕的增产节支作用

少耕与免耕不仅具有保持水土,节能省油等优点,而且有增产节支作用。美国弗吉尼亚连续13年试验表明,免耕玉米产量比传统耕作增产16%。J.G.Ryder在俄亥俄州试验表明,不同耕法的玉米产量以少耕法为最高,平均每亩增产17公斤。在试验区坡度为3%情况下,少雨年份少耕法比传统耕法增产23%,雨水适合年份产量差异不大。美国弗吉尼亚10年的玉米免耕试验表明,其增产幅度为13.7—39.0%。J.P.吉尔在印第安纳州试验,于2130公顷面积上,连续7年试验结果表明,免耕玉米其生产成本较传统耕作降低17—20%,增加利润6.55美元。我国东北、西北及华北各地区机械化少耕试验小麦、玉米比传统耕法增产11%左右,免耕大豆增产12.5%,水稻增产6.1%。吉林省的资料表明,采取少耕法其大豆、玉米、谷子等作物增产幅度为2.0—8.5%。少耕原垄耕法机耕费34.35元/公顷,耙茬耕法48.75元/公顷,而传统耕法为64.05元/公顷。

（二）少耕与免耕存在的问题

研究与生产实践证明，少耕与免耕存在三个主要问题，即是杂草滋生、病虫害蔓延和地温降低。

美国及加拿大的资料证明，免耕往往由于残茬覆盖地面致使春季土温低，抑制作物发芽。R. E. 菲利普斯指出，春季地表下2.5厘米处的土温免耕者较传统耕作低6℃之多，免耕的玉米苗常比传统耕法少10—15%。G. J. 吉尔报道，美国玉米带南部免耕的玉米播种期通常比传统耕法晚7—10天。众所周知，收获后土壤耕翻和清除残茬是防治病虫害的重要措施。而免耕往往造成病虫害严重发生，尤其是地下害虫如：金针虫、地老虎和蛴螬等更为严重。加拿大的研究表明，在感染大斑病的玉米茬上用免耕法连作玉米是不高明的。免耕或少耕处理往往由于在多雨年份土壤湿度过大，或在干旱半干旱地区土壤过干等原因致使除草剂不能奏效，造成田间杂草滋生，影响作物产量。免耕与少耕为控制杂草和病虫害而需要大量施用农药和除草剂。R. E. 菲利普斯认为，免耕玉米要比传统耕作多用50%左右的农药，对环境造成严重污染。另外，免耕与少耕通过播种机一次施肥往往因施肥量过大而致伤苗。

三、少耕与免耕的适用条件

研究表明，少耕或免耕特别适合于风沙干旱地区，水土流失严重的丘陵地带以及抢农时的多熟区。免耕及少耕的应用效果因作物种类、前作、土壤类型、地形、降水量及温度等条件而异。美国、英国和加拿大等国的试验表明，在丘陵地带或干旱区免耕种植大豆、玉米比传统耕法效果好。在自然条件好的地区效果较差。在土壤湿度大，排水不良的粘性土壤及有机质含量低的砂土上免耕效果不佳。俄亥俄州12年的试验表明，在排水差的粘土上免耕玉米产量比传统耕法低30%。免耕因其避免了土壤翻耕失水，残茬覆盖减轻了水份蒸发和地表径流，为此，更适用于干旱、半干旱地区。在这类地区免耕与少耕成功与否在于能否采用特别的免耕播种机，适宜的除草剂和早熟抗病虫优良品种。美国的免耕与少耕推广受地理因素影响。美国免耕主要集中在马里兰州到肯塔基西部一条狭长纬度带，由中心向四周渐少。这是因为越向西水分变率梯度越大，使用除草剂灭草安全系数大大降低，影响免耕的推广。另外，免耕的覆盖物不利地温提高，在较严寒的北部免耕亦受阻。而越向南则由于生长期长为杂草繁殖提供了有利条件，也不利于少耕及免耕的推广。

四、少耕法与免耕法的发展前景

人类耕作制度的发展和演变经历了撩荒耕作制，休闲耕作制，轮种耕作制和集约耕作制四个阶段。耕作制度的发展和演变总是继承了原来耕作制度中的合理部分逐步提高使之与新的生产条件、社会经济条件相适应。总的趋势是随着生产力的提高由少耕转向多耕、精耕细作；而从实践中又认识到多耕的不利作用，又由多耕转向少耕。在新的特定条件下由多耕转向少耕，绝不是历史的简单反复，而是上升到一个更高的阶段。学者们认为，评价一个耕作制度是否合理应该从三方面来考察：是否充分利用当地的自然条件、生产条件和社会经济条件并与之相适应；是否作到用地养地相结合，不断提高土壤肥力达到高产程

度；是否作到不断提高劳动生产率，降低成本提高经济效益。

当前，在全世界范围内其耕作制度发展存在两个明显趋向：一是种植制度上熟制由少到多；二是在耕作次数上由多到少。这是因为由于人口增加，土地面积减少，对粮食及饲料的要求不断增加，迫使人们在扩大耕地和提高单产外积极发展多熟制；另一方面为减少能源消耗，保持水土，降低成本，则寻求新的耕法代替传统耕法即推广少耕和免耕。

（一）国外少耕免耕发展概况

从70年代开始，随化学除草剂的发展，少耕和免耕法在世界上已有几十个国家进行研究并大面积用于生产。美国首先在玉米、高粱和 大豆等中耕作物上应用，以后扩展到棉花、烟草和麦类。1979年美国免耕面积占全国耕种面积的14%，1989年占26%。美国的免耕与少耕发展迅速原因是农田土壤侵蚀严重。美国农业部资料表明，自美洲大陆耕种以来表土已损失30%左右。田纳西州每年每公顷损失5.7吨表土，密苏里州损失11.4吨。美国有1.72亿公顷耕地，其中0.72亿公顷发生水蚀，0.3亿公顷发生风蚀。原因之二是美国能源危机日益严重，农村劳力紧张，迫切需要采用一种耗能少节省劳力的耕作方法。美国玉米生产中投入的总能量由1945年到1980年增加216%，燃油增加47%。化学除草剂的广泛应用成为免耕法发展的主要技术保证。现在，美国的化学工业为农业提供了100多种性能优良、选择性强的高效除草剂。在美国以及其它一些农业先进国家由于土壤侵蚀及水土流失问题日益严重，农业能源和农村劳力紧张，费用不断上涨，为免耕和少耕发展提供了必然性。据统计1988年美国免耕面积526.5万公顷，少耕面积3969万公顷。R.E.菲利普斯预测，美国到2000年采用免耕法种植的作物面积将达6200万公顷，约占全部农田面积的45%。玉米、大豆、高粱、小麦等主要作物采用免耕面积将占65%以上。美国农业部预测到2010年免耕面积将占全部农田的50%，少耕面积将占90%以上。1985年英国的秋播作物有60%以上采用了少耕法。目前，玉米有50%采用少耕，每年以8%的速度推广少耕法。澳大利亚少耕面积占耕地的3%，巴西有2.5%的大豆采用少耕法。日本、伊朗和菲律宾等国在水稻田推广了免耕法。苏联的研究资料表明，在苏联几乎所有地区，在物理性能良好的黑钙土，熟化良好的轻质土上，免去中耕用高效除草剂除草是完全可行的。大量试验表明，少耕法及免耕法在苏联有着广阔的发展前景。近年，美国、比利时、西德、意大利、荷兰、加拿大、英国、日本及捷克等国家少耕与免耕技术发展较快。

（二）少耕与免耕在我国的发展前景

依据少耕及免耕的适用条件，以及我国各地区的土壤、气候等自然条件、生产条件和经济条件，预计少耕和免耕，尤其是少耕法在我国将有较大发展。首先是在东北、西北和华北地区将有所发展。这些地区年降水量一般为500—700毫米，降雨集中在7—9月份，春季干旱少雨。在这些地区采用深松为主，松翻直播相结合的少耕体系提高其土壤渗水速度，做到蓄水保墒是十分必要的。80年代初期吉林省少耕推广面积已达235.1万公顷，东北三省总计达3186.2万公顷。我国黄河中游7个省区有43万平方公里的地方水土流失严重，强化耕作是重要原因之一。在这些地方避免或减少采用翻耕土壤的耕法，而以推广耙茬播种

（下转第92页）

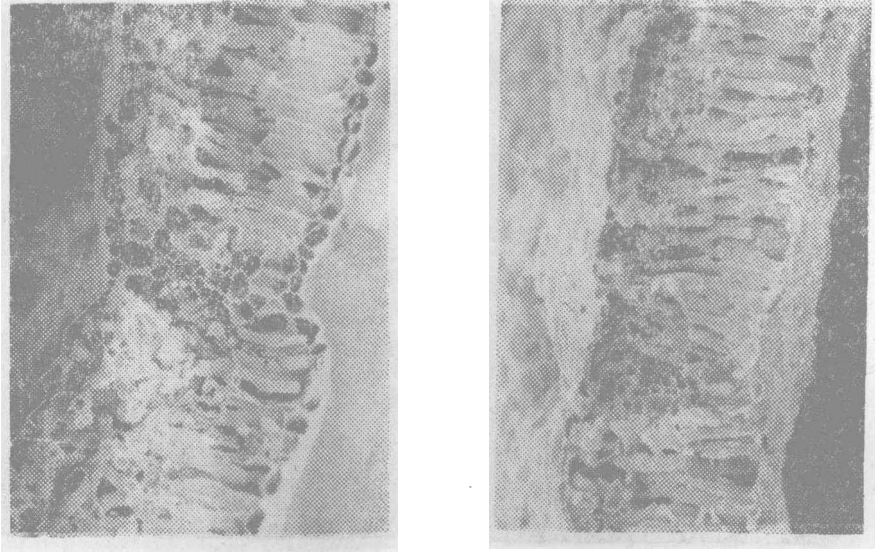


图4 不抗旱品种叶片横切面(放大300倍)

中水分比较充足,这不会是茸毛单独起到的作用,间接地说明这些品种还有其它并存的抗旱本领。例如可能具有发达的根系,可以较多地吸收土壤中的水分,或者植株细胞原生质具有较强的保水性⁽³⁾⁴⁾,这是需要进一步研究的问题,但通过试验,我们进一步认识到大豆品种的抗旱性难以用单一的特征、特性予以确定。

参 考 文 献

- [1] 高信曾等:《植物学》形态、解剖部分,人民教育出版社,1982。
- [2] B、E、考德威尔:《大豆的生产、改良和利用》,农业出版社,1973。
- [3] 马克西莫夫:《马克西莫夫院士选集》上卷,科学出版社,1956。
- [4] 金杰里:《植物对盐渍的适应生理》,科学出版社,1954。
- [5] Vidal, A等:1984 *Agronomic* 4 (10): 967—975。
- [6] S. R. Ghorashy 1971, *Agronomy Journal* V. 63: 674—676。

(上接第88页)

为主,耙耱直播,深松浅翻相结合的少耕体系较适宜。在内蒙、河套黄灌区及黄淮海盐碱区有几千万亩农田易受旱涝盐碱危害。改革其传统的耕作制度,采取浅松切断毛管防止返碱,深松打破犁底层以利洗盐碱,减少耕翻防止把重盐渍化土壤翻到表层,这些都是发展少耕的条件。另外,少耕法利于土壤增温保温,这对于东北、西北地区防御低温冷害、早霜的危害是一项有效措施。

参 考 文 献

- [1] 谭国强等:减少中耕次数及其理论的研究,《黑龙江农业科学》,1986, 5。
- [2] 王灿:免耕法与环境保护,《环境保护》,1985, 2。
- [3] 陈宗龙:美国耕作学科科研推广动向简述,《云南农业科技》,1985, 5。
- [4] 黄颀根等:美国免耕法的发展动向,《农业机械化研究通讯》,1981, 4。
- [5] 董振达:美国现行耕作制度及有关问题简介,《北大荒农业》,1983, 6。