

经济作物 少免耕栽培技术

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业科学技术出版社

经济作物 少免耕栽培技术

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

经济作物少免耕栽培技术/全国农业技术推广服务中心
编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2007. 9
ISBN 978 - 7 - 80233 - 380 - 2

I. 经… II. 全… III. ①经济作物 - 少耕 - 栽培②经济作物 - 免耕 - 栽培 IV. S56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 125558 号

责任编辑 梅 红
责任校对 贾晓红 康苗苗

出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 62150862 (编辑室) (010) 68919704 (发行部)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 62189012
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京雅艺彩印有限公司
开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32
印 张 5. 125
字 数 200 千字
版 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
定 价 18. 00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《经济作物少免耕栽培技术》

编 委 会

主 任 王守聪 谢建华

编 委 万富世 曾令清 蔡 派 张 毅

主 编 张互助

编写人员 (按姓氏笔画排序)

丁 斌 汤 松 张 华 张互助

张冬晓 张春雷 张智猛 邹芳刚

陈 阜 陈应志 陈德华 周广生

周新安 段志红 羿国香 胡文广

贺桂仁 夏文省 涂 勇 涂金星

鄂文弟 谭裕模

前 言

随着农村劳动力的大量转移，以精耕细作为特点的传统农业生产方式，已不适应新时期农业发展形势，迫切需要种植技术和种植方式的创新，转变农业增长方式。近年来，全国各地积极探索，大力发展农作物少免耕栽培技术，集成了各种模式，取得了显著效益。为总结各地少免耕栽培技术实践经验，推动该项技术更快、更好地发展，全国农业技术推广服务中心组织有关专家编写了《经济作物少免耕栽培技术》一书。

本书以经济作物为主线，介绍了棉花、大豆、花生、油菜、甘蔗等作物的少免耕栽培技术发展背景、应用现状、主要模式、取得效益、适宜区域以及存在的问题。全书理论联系实际，浅显易懂，既可作为基层农业部门培训资料，也可作为农业工作者的参考用书。

由于本书编写时间仓促，不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2007年7月

目 录

第一章 少免耕技术发展概况	(1)
一、少免耕概念及其技术原理	(1)
(一) 少免耕的概念	(1)
(二) 国内外少免耕类型及其概念	(2)
(三) 少免耕技术的生态作用	(6)
(四) 少免耕的技术原理	(8)
二、国外少免耕研究概况	(10)
(一) 国外少免耕发展状况	(10)
(二) 国外少免耕技术推广应用的措施与经验	(15)
三、国内少免耕研究概况	(17)
(一) 我国少免耕发展阶段	(17)
(二) 少免耕技术的应用现状	(19)
(三) 我国少免耕存在的问题	(21)
四、少免耕技术发展趋势	(22)
(一) 应用前景	(22)
(二) 技术瓶颈	(23)
(三) 发展潜力	(25)
参考文献	(26)
第二章 油菜少免耕栽培技术	(29)
一、概述	(29)
二、技术原理	(31)
(一) 改良土壤、培肥地力、保护环境, 实现用地	

与养地的结合	(32)
(二) 提高油菜产量	(33)
(三) 节本增效, 生产效率高	(35)
(四) 争取季节、及时播种 (移栽), 缓解季节矛盾	(36)
(五) 少免耕油菜田间管理原则	(36)
三、主要模式及其技术要点	(37)
(一) 油菜稻田少免耕移栽技术要点	(37)
(二) 油菜稻田少免耕直播技术要点	(43)
(三) 油菜棉田少免耕套栽技术要点	(48)
四、技术应用效果	(49)
(一) 经济效益	(50)
(二) 社会效益	(50)
(三) 环境效益	(51)
五、适宜区域	(51)
第三章 大豆少免耕栽培技术	(53)
一、国内外大豆少免耕栽培技术应用现状	(53)
(一) 大豆少免耕栽培技术的起源	(53)
(二) 国外大豆少免耕栽培技术应用现状	(53)
(三) 我国大豆少免耕栽培技术存在的问题	(55)
二、大豆少免耕栽培技术原理	(56)
(一) 大豆少免耕栽培技术原理	(56)
(二) 保护性耕作基本技术	(57)
(三) 保护性耕作增产机理	(59)
(四) 增产的不利因素	(64)
三、大豆少免耕栽培主要模式及其技术要点	(65)
(一) 麦茬夏播大豆少免耕技术	(65)

(二) 北方春大豆原茬垄卡种技术	(68)
(三) 秋大豆免耕栽培技术	(69)
(四) 麦—豆—玉三熟套种少免耕栽培技术	(71)
(五) 小麦、西瓜、棉花、大豆四种作物间作套种 大豆免耕栽培技术	(72)
四、大豆少免耕栽培技术应用效果分析	(74)
五、大豆少免耕栽培适宜区域与条件	(78)
(一) 我国具有适合于发展少免耕栽培技术机械 条件的地区	(78)
(二) 推广少免耕栽培技术要求的气候、土壤条件 ...	(79)
第四章 花生少免耕栽培技术	(81)
一、技术原理	(81)
(一) 提高水分利用率和土壤肥力	(81)
(二) 充分利用土地资源	(81)
(三) 充分利用光热资源	(82)
二、主要模式及其技术要点	(82)
(一) 花生种植的主要模式	(82)
(二) 花生不同种植方式的农艺管理技术	(84)
(三) 不同种植方式花生管理中注意的关键问题	(89)
三、技术应用效果	(90)
四、适宜区域	(91)
(一) 花生不同种植模式适宜的区域	(91)
(二) 花生不同种植模式要求的环境条件	(91)
第五章 棉花少免耕栽培技术	(94)
一、棉花少免耕栽培技术原理	(94)
(一) 少免耕栽培含义	(94)

(二) 少免耕栽培原理	(94)
二、少免耕栽培的主要模式和关键技术	(95)
(一) 棉花少免耕栽培主要模式	(96)
(二) 棉花少免耕栽培的关键技术	(97)
三、棉花少免耕栽培技术应用效果分析	(124)
第六章 甘蔗少免耕栽培技术	(126)
一、概述	(126)
二、技术原理	(127)
三、甘蔗少免耕栽培主要模式及技术要点	(128)
(一) 甘蔗少免耕法的主要模式	(128)
(二) 甘蔗宿根的概念	(130)
(三) 宿根蔗少免耕栽培技术	(131)
(四) 甘蔗间套种少免耕栽培技术	(145)
四、技术应用效果	(151)
参考文献	(154)

第一章 少免耕技术发展概况

一、少免耕概念及其技术原理

千百年来，犁耙耕翻不仅保障了人类的生存和繁衍，而且创造了灿烂的农耕文化，推动了现代文明发展，但一系列的环境问题唤起了人们对传统耕作的思考——农业生产是不是必须进行土壤耕作？科学家在不断的研究探索中得出这样的答案：合理的少、免耕技术可以为作物生长创造适宜的生长环境，满足作物生长的需要，同样可以获得高产。我国劳动人民在长期土壤耕作实践中，根据生产的要求形成了各种类型的少免耕技术。如东北地区的扣种、耕松耙相结合、耕耙相结合、原垄播种等；华北地区的麦套玉米和铁茬播种玉米；西北地区平地的传统沙田覆盖种植、坡地的等高带状间隔免耕；南方地区的稻板麦、稻板油菜和绿肥。少免耕栽培在提高环境质量、保护资源及节本增效方面成效显著，越来越被人们所认识和接受，并在世界范围推广应用。

（一）少免耕的概念

免耕（No-tillage）又称零耕（Zero tillage）、直接播种（Direct drilling），指作物播种前不用犁、耙整理土地，直接在茬地上播种，播后作物生育期间不使用农具进行土壤管理的耕作方法，有保土、保水、保肥、省工、省力、省能及增产、增效、增收的特点。国外的免耕常由三个环节组成：①覆盖，即利用前作物残茬（如玉米秸秆）或控制生长的牧草（如小冠花）或秋播

冬黑麦或其他物质（如石砾、木屑等）作为覆盖物，覆盖全田或者行间，借以减轻风蚀、水蚀和土壤蒸发。②采用联合作业的免耕播种机，机械前部装置波浪形圆盘切刀，开出宽5~8cm、深8~15cm的沟。然后喷药、施肥、播种、覆土、镇压，一次完成作业。③应用广谱性除草剂于播种前后或播种时进行土壤处理，防除杂草，此种广谱性除草剂往往由两三种除草剂按一定比例配成的。这三个环节配合，在作物生产过程中，机车进地作业减至最少的程度。从而避免机具过分压实土壤，破坏耕层构造，降低油耗与成本。

少耕（Minimum tillage, Reduced tillage）指在常规耕作基础上尽量减少土壤耕作次数或在全田间隔耕种、减少耕作面积的一类耕作方法，它是介于常规耕作和免耕之间的中间类型。凡多项作业一次完成的联合作业，以局部深松耕代替全面深耕，以耙耱、旋耕代替翻耕。在季节间、年份间轮耕，间隔带状耕种，减少中耕次数或免中耕等，均属少耕范畴。

（二）国内外少免耕类型及其概念

1. 国外少免耕类型及其概念

美国新泽西州大学教授 A·Spregue 等在 1986 年提出耕翻和免耕之间的表耕技术的系统表达方式（图 1-1）。

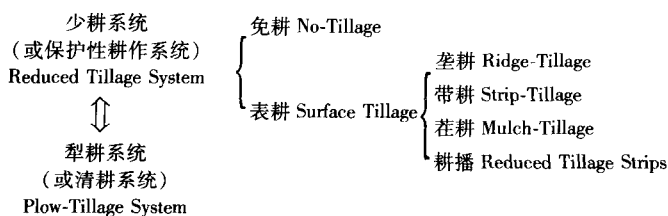


图 1-1 少耕系统及其分类

免耕 (No-Tillage) 是应用免耕播种机将种床准备和种植一次作业完成, 表面前茬作物覆盖不低于 90%。

垄耕 (Ridge-Tillage) 是应用深松起垄器或双盘起垄器将种床准备和种植一次作业完成, 表面前茬作物覆盖不低于 66%。这种方式适合于土壤春播, 使种床温度上升较快, 也适合旱区实行沟灌。

带耕 (Strip-Tillage), 种床准备和种植一次作业完成, 耕作被限制在种植行的一个窄带中, 常采用旋耕、圆盘带耕等耕作方式, 表面前茬作物覆盖不低于 50%。

茬耕 (Mulch-Tillage), 种床准备采用松土或混土方式进行, 耕作工具包括凿式犁、宽型灭茬器、圆盘耙、丁齿耙等, 在表面前茬作物残留物覆盖不低于 33%, 然后用普通播种机播种。

耕播 (Reduced Tillage Strips) 是采用复式作业或多功能耕作机使耕播作业一次完成, 表面前茬作物残留物覆盖不低于 20%。

美国保护性技术信息中心 (CTIC) 后来提出以秸秆残茬覆盖度为标准, 进行耕作措施的分类, 一季作物之后地表留茬覆盖超过 30% 为保护性耕作, 如起垄、带状耕作、覆盖耕作及免耕等; 而秸秆残茬覆盖度在 15% ~ 30% 的耕作方式称为少耕; 秸秆残茬覆盖度少于 15% 的为传统耕作。

2. 国内少免耕类型及其概念

随着生产的发展, 各地在总结经验的基础上, 广泛地开展试验研究, 已探索出适应于不同地区自然和社会条件下的多种省工节能、省时节水、高效的少免耕类型。我国的少免耕的主要类型如下:

(1) 北方旱地的少免耕类型

——垄作少耕法。东北地区长期以来采用“两耖一扣”的做法。它与大豆→高粱→谷子三年轮作相结合, 实行扣种→耖

种→秒种，即3年中只用犁垄翻一次，而原垄秒种两次，也就是两年不耕。作物生育期间以铲耪管理灭草。

——轮翻少耕法。在东北南部，为克服旧犁垄作耕层较浅的缺点，以垄作为基础，用耕翻来加深耕层并结合大豆或玉米耙茬，形成了年代间翻耙结合或翻与原垄播种结合、垄平结合、深浅交替的少耕法。

——深松少耕法。以间隔深松为基础，松翻耙相结合；或以垄作为基础，垄平作相结合；或以打破犁地层，创造虚实并存的主体状耕层构造为目的。

——耙茬少耕法。前茬作物收获后，用灭茬机或圆盘耙耙茬2~4次然后播种的一种少耕类型。

——免中耕型少耕法。在翻、耙基础上，施足底肥，播种后喷施除草剂，而后田间不再进行耕作和管理，主要应用于玉米田。

——铁茬播种。前茬作物收获后，为争取农时，一般灭茬（或带茬）不耕直接播种后茬作物的一种少耕法。在华北一年两熟制区夏玉米多采用这种耕法种植。

——秸秆覆盖免耕法。简称免耕法。

——沙田免耕法。主要针对西北地区兰州、海源一带的降雨少、农田土壤干硬，接纳雨水能力差的耕地，以沙石作为覆盖的一种耕法。

（2）南方旱田的少免耕类型

——间套种少耕法。由于南方旱地多属于丘陵旱地，为了防止水土流失，常采用间套形式的少耕法。

——板田少耕法。与免耕不同在于没有秸秆覆盖，也不同于北方的铁茬，作物播种前即不耕作，作物生育期间也不中耕。如湖南省农业科学院植物保护研究所开展的棉花密植、化学除草和板茬直播就属于这种类型。

——少耕覆盖耕法。是类似免耕的一种耕法。具体是在小麦或玉米收获后不翻耕整地直接播种，玉米出苗后 20 ~ 30 天铲草皮一次，同时每亩用作物秸秆 800 ~ 1 000kg 覆盖地面，或在玉米行间种植肥田萝卜或一年生草木樨作为覆盖作物，直至收获不再中耕培土。

(3) 南北方水田少耕类型

①稻茬麦田的少耕，根据不同播种方式可分为以下几种形式：

——旋耙少耕麦，水稻收割后用旋耕机或盖皮机旋耙 3 ~ 5cm，打碎稻茬，松动表土，而后作垅，播种盖籽。

——撒播少耕麦，又称稻板麦、板田麦，在水稻收割后，不翻耕，不灭茬，直接把麦籽均匀撒播在稻田田面上，而后施用有机肥，开沟覆土。

——条播少耕麦，又称板田条播麦，在水稻收割后，不翻耕，不灭茬，用板茬条播机直接在稻田上完成开沟、播种和覆土工序。待土壤墒情适宜时，再开纵横排水沟。

——点播少耕麦，在土壤宜耕期短、地下水位高的严重土田块，水稻收割后，掌握墒情，用小铲开穴点播，然后施肥盖土，喷施除草剂。

②麦茬水稻少耕，三麦收割后，铺施底肥，用旋耕机进行灭茬松土 3 ~ 5cm；然后上水整平，直播或移栽水稻。在双三熟地区，也有在早稻收获后不耕，立即喷施除草剂，灌水泡软土壤，直接在前茬棵间栽插后季稻的作法。其复种方式是冬作（麦类、油菜）- 早稻 - 晚稻，土壤耕作方式是深耕或旋耕（重视基肥）- 旋耕 - 不耕。

③半旱少耕法，又称“水田自然免耕”，针对四川冷浸田、烂泥田、深沅田等冬水田存在的问题，以充分利用冬水田资源为目的。它是在小麦收获后即进行一耕一耙，淹水做垄。水稻栽于

垄上，收早稻栽晚稻，保持原垄不动。水稻收获后不犁田，不放水，只在小麦播种近期放水，拉线理沟做畦，然后畦面播种小麦，中后期不中耕并保持畦面，土壤长期浸润。

（三）少免耕技术的生态作用

少免耕措施减少耕作，增加地表覆盖度，实现土壤的“少动土”、“少裸露”，达到“适度松紧”、“适度湿润”和“适度粗糙”等土壤状态，对于改善土壤环境具有多种独特的生态经济作用。

1. 保土作用

少免耕减少了土壤的翻动，加上秸秆的覆盖作用，可以有效地控制土壤侵蚀，减少了水土流失。众多研究表明，免耕可大大减少土壤侵蚀直至为零。Blevins 长期试验结果表明，与传统翻耕的相比，免耕土壤侵蚀量减少 94.15%。由于少免耕地表覆盖秸秆或作物残茬，增加了地表的粗糙度，阻挡了雨水在地表的流动，增加了雨水向土体的入渗量，所以少免耕可以有效地控制地表径流量。从我国北方多点试验示范结果看，少免耕等保护性耕作可以减少地表径流量 50% ~ 60%，减少土壤流失 80% 左右，减少田间大风扬尘 50% ~ 60%。

2. 培肥作用

保护性耕作减少了对土壤的扰动，可以保持和改善土壤结构。许多研究表明，免耕可增加土壤团聚体数量，据朱文珊等人研究表明，免耕土壤在全生育期内都能保持持续稳定的土壤孔隙度且土壤同一孔隙孔径变化小，连续性强，有利于土壤上下层的水流运动和气体交换。另外土壤孔隙分布较合理。免耕孔隙较翻耕在时间和空间上具有较好的均一性，特别是比较细小的孔隙，连续度好。国外研究还表明，将绿色覆盖作物残体覆盖在耕地表面，采用免耕措施，可以达到增加土壤有机质、改善土壤结构的

目的。同时，免耕可以显著改善土壤化学性状，土壤有机质显著提高，同时可提高土壤表层的 N、P、K 含量，但下层土壤差别不大。免耕还可增加土壤生物数量和活性，Edwards、Hendrix 等人认为土壤中微动物特别是蚯蚓的数量和活性增加，蚯蚓在土体中的翻动可改善土壤结构，蚯蚓的残体可增加土壤有机质含量。

3. 节水作用

由于地表的秸秆可以减少太阳对土壤的照射，降低土壤表层温度，加之覆盖的秸秆阻挡水汽的上升，因此免耕条件下的土壤水分蒸发大大减少，据张海林等多年结果表明，免耕比传统耕作增加土壤蓄水量 10%，减少土壤蒸发 40% 左右，耗水量减少 15% 左右，水分利用效率提高 10% 左右；李立科研究表明，采用小麦秸秆全程覆盖耕作技术，可以使自然降水的蓄水率由传统耕作法的 25% ~ 35% 提高到 50% ~ 65%，每亩地增加 60 ~ 120mm 水分。

4. 增产作用

合理、适宜的少免耕可以提高作物产量。张海林等研究在华北平原免耕夏玉米产量比传统耕作提高 10% 以上；顾克礼等人在江苏稻麦两熟区的研究表明，超高茬麦田套稻产量由于无需秧田，比常规稻作增加种植面积 10% ~ 15%，复种指数提高一成以上，同时，通过合理的水肥运筹，具有较大的增产潜力；杨光立等在湖南双季稻区对稻草免耕覆盖还田栽培晚稻的研究表明，每公顷比无草翻耕增产稻谷 948kg，增产 14.8%，比稻草翻耕田增产 582kg。

5. 增效作用

少免耕具有省工、省时、节约费用等特点，可以降低耗，减少土壤耕作次数，有些作业一次完成，减少机械动力和燃油消耗成本，降低农民劳动强度。以北美洲为例，一个 203hm² 的农场，免耕可节省 225 小时的工作时间，相当于节省 4 周的工作时间

(以每周 60 小时计), 同时还可节省油耗 6 624L。据李洪文研究, 认为节本增收总效益在一年一熟地区为 15 元/亩以上, 一年两熟地区达 63 元/亩以上; 杨光立等研究认为免耕覆盖每公顷可节省 12~15 个工, 明显的降低了劳动强度。另外, 少免耕由于有大量秸秆还田, 增加了土壤有机质, 可以减少化肥的使用, 既降低了生产成本, 又减少了因大量使用化肥所带来的潜在环境威胁, 秸秆还田还避免了焚烧所带来的环境污染问题。另据 Lai 在《科学》上指出, 免耕可以减少温室气体的排放, 有利于生态环境的改善。因此, 采用保护性耕作技术, 可以创造良好的生态环境, 最终实现经济、社会和生态效益协调发展。

(四) 少免耕的技术原理

1. 减少无效的耕作环节, 充分发挥土壤的自调作用

土壤耕作主要是凭借机械方法作用于土壤, 通过一整套耕作措施创造适宜作物生长的土壤表面状态和耕层构造。耕作效果具有双重性, 如翻耕的作用主要是翻转、疏松土层, 但也会因连年翻耕形成犁底层阻隔水分下渗, 不利于蓄墒, 同样耕层过于疏松也存在旱季不宜保墒, 雨季蓄水过多的问题等。中国科学院兰州沙漠研究所 1979~1983 年在宁夏回族自治区盐池的深松少耕研究表明: 深松少耕处理比每年进行常规耕作有利于蓄墒, 有利于疏松土壤、降低土壤容重和增加土壤孔隙度, 进而改善耕作层的土壤物理性状。江苏农学院黄细喜等提出土壤本身具有一定的自调性, 其某些物理性状在一定的空间和时间尺度上会自我保持在一定的范围值, 少免耕技术恰恰是利用其土壤本身的自我调节能力, 创造较为适合的耕层结构。

另外, 土壤具有一定的可塑性, 随着气候、地形、土壤不同, 应用时间的差异和操作技术的高低, 变动很大。频繁和不合理的翻耕会造成土壤的结块, 因此减少无效的不必要的耕作, 有