

现代农业科学讲座

XIAN DAI NONG YE KE XUE JIANG ZUO

现代农业的免耕法

姜 成 后 讲

中 国 农 学 会 编



4
5
2

农 业 出 版 社

现代农业科学讲座

现代农业的免耕法

姜 成 后 讲

中国农学会编

现代农业科学讲座
现代农业的免耕法
娄成后讲
中国农学会编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 0.75印张 11千字
1979年12月第1版 1979年12月北京第1次印刷
印数 1—14,500册

统一书号 16144·2119 定价 0.10元

目 录

一、免耕法的含义.....	1
二、大田生产与耕作.....	3
三、免耕法的由来.....	8
四、免耕法根据的原理.....	11
五、现代免耕法的主要措施.....	15
六、免耕法与一般耕作法的对比.....	18
七、现代免耕法应用的范围.....	19
八、免耕法存在的问题和前途的展望.....	20

一、免耕法的含义

首先，要对免耕法的含义作些说明。免耕法是近三十多年来在一些工业国家随着现代化的大农业的发展而兴起的。根据地区条件与作物对象的不同，免耕法采用了多种措施和程度不同的免耕作法：如条耕播种法，留茬播种法，表层覆盖法，水土保持耕作法，以及完全免耕的“零耕法”。总的说来，它们都表现出现代农业有从全耕、多耕逐渐转变到精耕、少耕的趋势。无可讳言，它与传统的耕作法，无论在理论上还是在实践上，都有大相径庭之处。

免耕法是个新生事物，现在最常用的名称有免耕法与少耕法。这两个名称比较起来，“免耕”比“少耕”更能表示其主动和积极的意义，因而一般采用了免耕法这一总称。免耕法不是不要耕作，尤其不能不要改良土质与农田基本建设的耕作，它是要免除不必要的、可以代替的、甚至是有害的繁重耕作。

耕作是改变作物根系的营养、生长、发育所需的

土壤条件最为直接与有效的方法，因而长期下来在大田管理中占有重要的地位。但是，随着农业科学技术的发展，由于植物的土壤营养生理的迅速进步，使得大田的施肥与灌溉技术发生急剧的变化，对耕作的要求也就有了变化。过去传统的观念，总认为把土壤耕得疏松细碎，土面平净，才算作到好处。近几十年来，发现不适当地进行开垦和过度耕作带来严重水土流失的危害，同时，在工业发达国家中，机械化大农业的兴起与农业劳动力的缺乏，迫使大田管理向节约人力、物力、时间的方向发展，这才开始对传统的耕作方法和观念发出疑问。对究竟哪些耕作是必要的、有益的，哪些耕作是不必要的，可以代替的，或有害的，进行科学的探讨。这样，免耕法就逐步发展起来了。

免耕法从六十年代开始介绍到我国来，曾引起不少人的疑虑，误认为免耕法就是提倡不耕地种懒庄稼，是倒退的思想和作法。经过逐步了解免耕法的含义和其内容，以及美国朋友韩丁所经营的农场的实际事例，这种误解现在已基本消除了。但另一方面的疑问是，我国农业的特点是精耕细作，深翻改土是多年来行之有效的经验，实行免耕法，是不是与我国农业上的优

良传统背道而驰呢？还有，经过多年实践形成的农业耕作体系，有其系统性，许多方面是通过耕作方法来控制作物的生长发育的，实行免耕法，会不会因改变其中的一些环节使得整个耕作体系破坏而产生不良后果呢？这些确是我们在理论上与实践上需要解决的问题。以下将着重说明免耕法所根据的原理与一般采用的措施，对免耕法作一些初步的介绍。显然，如果对免耕法缺乏正确的理解，就不可能用积极的态度来进行试验，对免耕法的一些措施，也就不可能正确地加以实施应用了。

二、大田生产与耕作

人类进行农业大田生产，大体上说，要涉及三方面的问题：一是凭人和；二是争地利；三是顺天时。凭人和就是靠人的努力，靠社会集体劳动，靠群众智慧和历史上积累的经验。对于天时，现在人力还很难控制，只能在小范围如用温室、蔬菜大棚等进行适当控制，大面积生产基本还是靠天吃饭，所以必须顺天时。大田耕作是争地利、顺天时的主要手段。锄头的发明和耕作方法的建立是农业史上的巨大进步。大田耕作已经有了几千年的历史，传统的耕作方法和耕作

制度，是否可以改变呢？这就首先要分析研究耕作的意义和作用。

耕作在大田生产中的作用，主要是：

（一）开垦、整地，清除原来的植被和残茬。

（二）清除杂草和防除地下病虫害。

（三）调节土壤的疏松肥沃度和表层的紧密度（包括松土、匀肥、透气），打破犁底层，以利于作物的生长和根系发育。

（四）调节土壤水分，包括水分灌排，防止土面蒸发。

（五）调节作物的群体结构和生长发育。如间苗补苗，中耕培土，控制分蘖，防止倒伏，克服徒长的耕作措施等。

（六）地下产物的收获，如收获马铃薯、花生等。

从以上这几方面，可以看出耕作的重要作用，在许多情况下，耕作是必要的。这里附带说明，免耕法从来都重视改良土质与农田基本建设的耕作，大多数免耕法都要提到免耕的适当年数以及重行耕地、整地的必要性。但是，对耕作必须进行辩证的分析，在有些情况下，耕作也会带来不利的、有害的结果；另外，有一些耕作所起的作用，可以用更简便易行的新技术

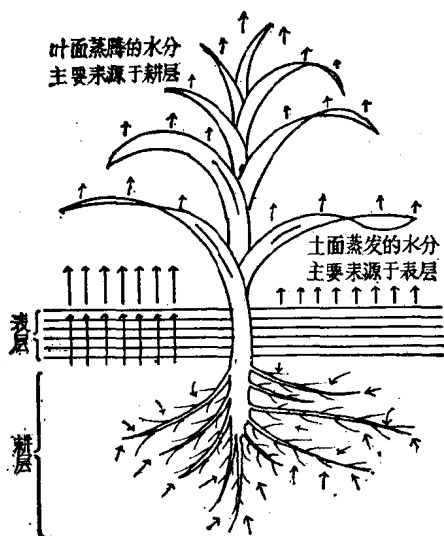
来代替，从而免除掉繁重的耕作。

人类进行生产所用的水分，农田水分消耗居第一位。全世界大陆用水，农田灌溉用水量占到百分之八十到八十五。水是农业的命脉。全世界耕地面积三分之一以上处于干旱或半干旱地区，必须进行灌溉才能高产。对水分的开源与节流是农业上最重要的问题。在这一方面，我国很早就做出了显著的成绩，如都江堰、郑国渠及西北地区许多灌溉渠都是历史上很早开辟水源的范例。水的来源决定于降雨量。我国黄河中下游，是我们祖先最早发展农业的地区，全年蒸发量大于降雨量，我们祖先在这一地区搞农业，除了搞水分的开源还要节流，这就主要靠一套行之有效的耕作方法。

土壤水分的消耗量，最大宗的是大田蒸发，约占三分之二。大田蒸发包括土面蒸发和叶面蒸腾。叶面蒸腾是农作物必要的生理现象，要生产出干物质就必须消耗一定的水分，这是无法免除的。大田蒸发有一部分是用到地面和田间杂草的蒸发，这是可以节流的。大田耕作有许多措施就是为了减少这一部分的水分消耗。

我国农业上发展了一整套精耕细作的经验。在旱

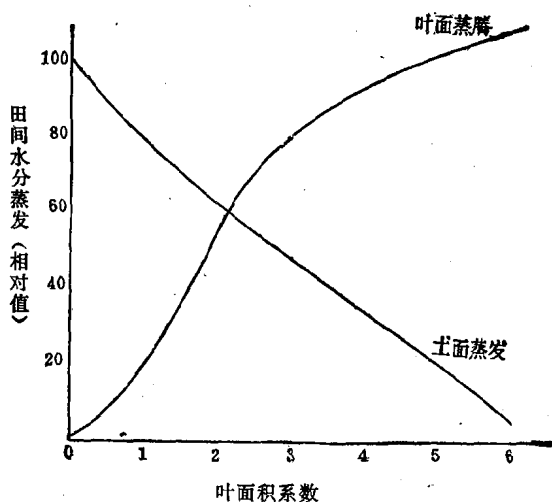
作地区，精耕细作的主要内容就是深耕、多耙、多锄，通过这些措施，使土壤多蓄水分，减少土面蒸发，节约水分消耗，以保证农作物正常生育的需要。植物叶面蒸腾所需的水分是靠根系从耕层吸取的；土面蒸发的水分主要来源是土壤的表层。旱作地区精耕细作的作用，主要就在于使表层土壤细碎，切断毛细管，减少地面蒸发，同时使耕层加深并保持疏松，多储存水分，使得土壤中大部分水分能通过根系供给叶面蒸腾之用（见图一）。



图一 农作物吸收和消耗水分示意图

土壤水分的消耗，土面蒸发量和叶面蒸腾量的比

例，称为蒸发/蒸腾比，这个比值愈小愈好。一般的田地上，这个比例大概是一比一，也就是土壤水分的消耗一半用于土面蒸发，一半用于叶面蒸腾。作物苗期土壤覆盖面小，土面蒸发占优势；如杂草多，则杂草蒸腾占优势。当作物长大叶面积系数达到2时，叶面蒸腾与土面蒸发的比值接近。当作物封垄，叶面积系数达到5—6时，土面蒸发即减少到可以忽略不计了。旱作地区苗期特别是雨后多耙的措施，主要就是使土面细碎形成覆盖层，减少土面蒸发量，保持土壤中水分，供应作物生长发育的需要（见图二）。



图二 土面蒸发与叶面蒸腾相互消长关系

精耕细作是我国农业上的优良传统，其中许多正确的做法是应该继续发扬光大的。但随着农业科学技术的发展，随着现代化大农业的兴起，有一些耕作措施，已因为有了更科学的办法，成为没有必要了。如采取精密的机器播种，就不再需要间苗定苗；使用化学除草剂，就不必进行田间除草了。同时，事情都是一分为二的，过去传统的精耕细作，有其能起正确作用的一面，另外也有因耕作太多而带来不利的一面，如增加水土流失，多费劳力，延误农时等，因此，传统的精耕细作也是需要而且可以进行改进的。

三、免耕法的由来

由于人口的增长，生活的需要，大量开垦土地，破坏了森林与草原，破坏了天然的植被，引起了严重的水土流失，风蚀与水蚀愈演愈烈，造成地面干土的暴露与下游河道的淤塞，使得旱涝灾害日益频繁。近百年才开垦的南北美新大陆，也由于滥事开垦，引起严重的风暴与灾害。三十年代美国发生了一次最大的黑风暴，在广大的面积上遭到极为严重的灾害。从此之后，农业上防止水土流失的问题才引起广泛的重视。免耕法就是在这—基础上逐步兴起的。

我国土地百分之七十是丘陵地，全国普遍有季节性干旱，水土保持的问题是十分重要的。解决水土流失的问题，除植树造林，保护草原，防止滥事开垦外，在大田生产方面，也需要尽量保持表层土壤结构，避免多耕破坏土面覆盖，增加水土流失。因之，免耕法的一些原理和一部分作法，在我国也是早就有的。

我国在宋朝时就有人说过“地久耕则耗”。不论这句话原意何在，它对农业上的耕作，实际是作了辩证的分析，说明耕作多了，也会带来许多不利的影响和结果。会带来哪些不利的影响和后果呢？第一，在顺天时方面，进行清茬整地需要花费时间，对保证适时播种就有矛盾。第二，多次耕耘，多样操作，工序多，工效小，花费劳力多，不能提高劳动生产率。第三，多耕多耙，机具、动力消耗亦大。第四，由于多耕，形成犁底盘，土壤层次与结构遭到破坏，实行高度净田，秸秆和残茬不能还田，这些都对保持和提高地力不利。国外实行农业机械化也有过这方面的经验教训，开始时力求深耕多耕，结果把土壤压实形成了犁底盘，给生产带来不良后果，到三十年代以后才逐步认识。

关于土壤层次和结构的问题，是保持原状好，还是深翻松土好，争论很多。实践经验证明，这要根据

不同土壤的情况而定。有些土壤，如低洼、粉状土壤，可以一年翻一次土；有些土壤层次，则不宜轻易翻动。有些土壤可以深耕，有些土壤则只宜浅耕。因此，实行多耕深耕，在有些情况下可起好的作用；在有些情况下，也会带来不良的后果。例如，有机质含量高的土壤，以维持原来土层，不加翻动，比较有利。有些土壤在不耕翻的情况下杂草不多；耕翻之后，把大量杂草种子翻了上来，杂草反而更多了。我国是强调施用有机质肥料为主的国家，但许多耕地的土壤有机质含量只有百分之二左右（肥沃的土壤，有机质含量在百分之三左右）。有机质含量低的原因，主要是由于耕作上实行高度净田，庄稼的秸秆残茬都移出田外，以致影响有机质的还田。这也是我国传统耕作法上一个主要的问题。

实际上，我国有些地区很早就实行了免耕法。如甘肃的砂田栽培已有二、三百年的历史。最早是在大旱之年，一个农民发现大田的庄稼都旱死了，而在砂石堆里生长出来的作物却能正常地生长结实，从而发现砂石覆盖可以保墒、防碱、保温，这就是砂田的由来。砂田一旦铺好，除了每年条播施肥而外，可以连续十多年不耕作。山西汾河沿岸的铺砂地，也是一种

免耕法，用于种棉、栽瓜，能有效地增产。这些是我国固有的免耕法，由于费工多，操作困难，目前只在小范围内作到有限的推广。现代农业的免耕法，采用农业科学的新兴技术，免去繁重的耕作，则是可以在大面积上推广的。

另外，我国南北许多地区，在夏收换茬时实行留茬播种，即在小春作物收获后不进行耕翻，直接播种秋收作物，争取农时，这也是我国早就采用的一种免耕法。过去，由于留茬地起伏不平，播种深浅不等，因而出苗不全不齐；另外，出苗以后，田间杂草与前茬丛生，管理也很困难。现代免耕法，有了能在不平的留茬地上准确播种的播种机，能用化学除草剂来代替田间除草的操作，上述的问题就都可以得到解决了。

四、免耕法根据的原理

（一）山青才能水秀，有被才能防蚀。

天然植被是肥沃土壤的缔造者与保护者。保护森林草原，保护天然植被，防止水土流失，山青才能水秀。土壤中原来没有多少有机质，由于上面有植被，植物枝叶和残体留在地里，增加了土壤有机质的来源。另外，植物的根系可把土壤深处的氮磷钾吸收到植物

体内，植物死后，又使这些矿物质养分集中到土壤表层，从而提高了土壤的肥力。所以保护森林和草原，保护植被，就是保护土壤，就能提高土壤肥力。

土壤表面是风雨袭击的前沿阵地，必须保护好这个前沿阵地，才能防止水土流失。多耕多耙的地，破坏了土壤表面，刮风下雨，都会增加水土流失。土壤表层结构是土壤有机体和大气层之间能量与物质交换的界面。土壤表层象生物的表皮一样，经常进行水分、能量、营养物质的交换。土壤表层结构保持得好，地力也就维持得好，所以不宜轻易去破坏它。土壤可以看作是个有机体，它需要空气、水分、养料等进行各种生命活动，土壤内有益的细菌、蚯蚓等能否很好地活动，植物根系能否很好地生长、分布与发挥作用，都与土壤表层及耕层的结构直接有关。适当的耕作，可以保持良好的表层结构；过度的耕作，则会造成相反的结果。枯草覆盖、残茬盘踞、肥沃疏松的土壤表层结构等，是水土保持的天然屏障。因此，免耕法的原则就是以最小限度的耕作来维护最能保持水土的表层结构。如果为了除草或收获地下产物必须进行耕作，则要在表层结构受到破坏的土壤上面加以水土保持的人工覆盖物，道边垄沟应有草皮覆盖，来防止水

土的流失。但是，实行表层覆盖时，需要注意管理，不能使之成为病、虫、草害的传播中心。

（二）保护表层结构，进行人工覆盖，减少土面蒸发，增加降水的截留量。

坡地不破坏表层结构，有覆盖物时，可以减少水土流失，并且可以减少土面蒸发。人工覆盖百分之八十以上的土面，一亩地最初需要使用枯草五百斤，即一亩小麦收获后把麦草留在田里作为覆盖就行了。以后几茬，可以酌量减少覆盖量，视土壤本身有机质的消耗量而定。这种留茬覆盖的做法表面上可能不如平净的田面爽目，但对保持水土很有作用，而且可以增加降水的截留量。

（三）枝叶还田，残茬留地，可以补偿土壤有机质的消耗。

植物从土壤中吸收水分和养分，从空气中吸取二氧化碳，制造有机物，生长发育，开花结实。收获时割去穗子，约取去百分之五十的干物质，还有百分之五十的干物质存在植物体内，所以枝叶残茬全部还田，是维持地力、保持土壤肥沃度的重要措施。秸秆还田的方法，留在地面还是深耕翻入土中，免耕法是主张留在地面上，同时起到覆盖的作用。