

文章编号 :1003-8701(2010)04-0001-05

关于改进东北春玉米现行耕法的思考

郑金玉,罗洋,郑洪兵,李瑞平,李伟堂,刘武仁*

(吉林省农业科学院农业环境与资源中心,长春 130033)

摘要:分析以传统垄作为主的现行耕法在生产应用上存在的秸秆还田量不足、作业环节多、保水保土性能差、土壤结构恶化等问题,提出了改垄作为平作、改中耕为深松、改灭茬为留茬的技术思路,并建立了玉米宽窄行平作留高茬及均匀垄平作留高茬两种新耕作方式。

关键词:玉米;耕作;改进

中图分类号:S341

文献标识码:A

Considerations on Improvement of Tillage of Maize in Northeast of China

ZHENG Jin-yu, LUO Yang, ZHENG Hong-bing, LI Rui-ping, LI Wei-tang, LIU Wu-ren*

(Research Center of Agricultural Environment and Resources, Academy of Agricultural Science of Jilin Province, Changchun 130033, China)

Abstract: There were lots of problems in traditional tillage method, such as less maize stubble returned into soil, more times of tillage needed, poor capacity of water storing and soil keeping, and destroy of soil structure, etc. For these reasons, ideas of converting tillage with pillage into no tillage and stubble crashed into stubble kept were suggested, and two new tillage methods were put forward in this study, one was wide-narrow-row with high stubble kept, another was even row with high stubble kept.

Keywords: Maize; Tillage; Improvement

土壤耕作的主要作用是通过农机具的机械力量作用于土壤,改变耕地地表形态与耕作层的土壤物理性状,从而调节耕层土壤水、肥、气、热,为作物的生长发育提供适宜的土壤环境。我国的土壤耕作具有悠久的历史,依据不同区域的土壤质地、气候环境、生产作物的不同,形成了不同区域各具特色的耕作方式。东北地区气候较为冷凉、湿润,玉米是该区的主要农作物之一,经过多年的生产实践,在东北地区玉米生产上形成了重点以调水、增温为主体的垄作方式。传统的垄作方式以畜力作业为主,在播种上有扣种、耩种、搅种、挤种与耢种等多种方式,在玉米生育期间结合中耕铲趟作业。该种耕作方式在提高地温、疏松土壤、防涝排水及杂草的防控方面均取得了良好的效果。但随着近年农业机械化的快速发展,目前生产上已

普遍采用拖拉机作为主要作业动力,而常规垄作方式多以浅层作业为主,由于作业过程中机械动力的碾压作用,导致了耕地土壤板结、耕层结构持续恶化,已严重制约了当地玉米生产的可持续发展。因此,在目前农机化快速发展的背景下,对常规的垄作方式进行改革已迫在眉睫。

1 东北地区现行玉米垄作措施的操作程序与技术优缺点

1.1 目前生产上玉米垄作技术的主要操作程序

东北地区的玉米耕作方式演变大体经历了3个时期,即传统垄作制时期、大型机械化翻耙播时期及小型机械化灭茬垄作时期。在上世纪50年代之前,东北地区的玉米耕作方式以传统垄作制为主,播种环节包括扣种、耩种、搅种、挤种与耢种等多种方式,人工与畜力相结合,耕地机具以犁杖为主。一般在平地土壤水分较充足的地区主要用大型耢种,土壤水分不足且底为沙壤土的地区多采用挤种,在风沙干旱且有盐碱土壤的地方采用耢

收稿日期:2010-04-21

作者简介:郑金玉(1974-),男,副研究员,主要从事玉米耕作栽培研究。

通讯作者:刘武仁,男,研究员,E-mail: liuwuren571212@163.com

种。这些传统耕法在播种环节上基本是开沟、点籽、覆土、镇压同时进行。在 50 年代中后期,随着工业化进程的发展,东北部分地区开始引进了双轮一铧犁、双轮双铧犁、机引五铧犁、钉齿耙、圆盘耙、24 行播种机、中耕机等苏式农机具。开启了玉米机械化耕作的新时期。机械化翻耙播方式的主要操作程序为:秋季玉米收获后用五铧犁翻地,基肥随翻地时施入,之后用圆盘耙、钉齿耙进行秋耙或春耙,于春季用机引 BT6 型或 BT4 型播种机播种。玉米采用机械播种集开沟、下种、施肥、覆土、镇压作业一次完成。该套耕种方式在生产应用上一般根据耕地的类型,在岗平地上翻地作业后,采取平播后起垄的方式。而在低洼地上,则先起垄然后播种。进入上世纪 80 年代以来,由于实施了家庭联产承包责任制,土地变成了分散经营。大型动力及农机具迅速被小型动力及农机具取代,耕作方式又发生了新的变化。玉米生产上普遍采用的耕作方式以小四轮灭茬打垄垄上

机播为主。小型机械化灭茬垄作方式的主要操作程序是:春季或秋季采用小四轮带灭茬机进行灭茬,灭茬后一般采取扶原垄或进行三犁川打垄(倒垄制)。播种时采取畜力或机引播种机进行播种,开沟、播种、施肥、覆土、镇压一次完成作业。目前该种耕作方式仍为东北地区玉米生产应用上的主导耕作方式。

1.2 现行垄作方式的主要技术优点

1.2.1 增加单位土地面积内的地表面积,有利于提高地温

采取垄作措施使耕地表面由平面变为曲面,从而有效增加地表面积。据唐永金(2007)研究测定,当垄宽在 80 cm,垄高在 30 cm 时,半椭圆型垄型、抛物线型垄型和三角型垄型分别较平作的地表面积增加 38.84%、32.29%和 25%。由于采取垄作,增加了地表面积,从而可以接受更多的太阳辐射,何奇镜等(1950)研究表明,不同作物采取垄作均较平作地温有所提高。

表 1 不同耕法土壤温度变化

作物	耕法	测定时期	深度(cm)	温度(°C)		平均(°C)
				6 h	14 h	
大豆	垄作	7·28~8·18	8	19.3	22.0	20.70
	平作	7·28~8·18	8	18.7	21.4	20.05
高粱	垄作	7·28~8·18	8	19.6	25.0	22.30
	平作	7·28~8·18	8	21.0	22.7	21.85
谷子	垄作	7·28~8·18	8	19.8	22.5	21.15
	平作	7·28~8·18	8	19.3	22.0	20.65

1.2.2 坡岗地采取横坡垄作,可有效拦截自然降雨,降低土壤侵蚀

耕地土壤的水土流失一直是影响我国旱作农业生产可持续的一个主要因素,尤其是坡岗地的水土流失现象更为严重。在坡岗地采取横坡打垄的方式可有效降低阵性降雨时水土流失的发生程度。胡庆文等(2007)研究表明:在玉米生育期降雨量为 345.6 mm 的条件下,坡岗地采取横坡垄作玉米较平作玉米,每亩水分和泥沙流失量分别减少 16%和 64.2%。

1.2.3 采取垄作方式有利于低洼易涝地的土壤水气调节

生产实践证明,在低洼易涝地采取垄作方式,由于垄台和垄沟位差大,在发生强阵性降雨时,垄台不会被积水覆盖,同时垄台的土壤较为疏松,也有利于自然降雨的入渗,因此具有明显的防涝效果。

1.3 现行垄作方式在生产应用上存在的主要问题

1.3.1 机具动力作业次数多,土壤碾压严重,物理结构恶化

目前在东北地区生产上普遍采用以灭茬打垄

垄上播种为主体的垄作方式,整个玉米的生产作业过程中包括机械灭茬、打垄、播种、中耕等多次作业,作业动力以小型动力为主。耕作深度浅、作业次数多,耕地长期在动力碾压及机具的机械作用下容重增加,形成了坚硬的犁底层。东北中部黑土区的可耕层一般应为 30 cm 左右,但是通过吉林省中部地区的多点耕层结构的调查结果显示:长期采取传统垄作的耕层基本为 8~13 cm,仅为可耕层的 1/3。这种耕层构造总体表现为耕层较浅、且土壤结构上松下紧,犁下的生格子及未耕层土壤容重达 1.42~1.47 g/cm³,严重影响了玉米根系的发育。

1.3.2 有机物料还田量低,土壤有机质持续下降

现行的耕作方式下,秸秆还田量仅为地表 10 cm 左右根茬通过灭茬作业混入表层土壤,秸秆有机物料还田量严重不足。由于对耕地长期的掠夺式经营,导致了土壤有机质连年下降。

1.3.3 春秋两季整地,土壤扰动频繁,失墒严重

由于东北地区的玉米收获较晚,上冻时间早,因此秋季整地时间短,大多数地块的整地作业集

中在春季进行。东北春季季风强烈、气候干燥,而种床的形成需要灭茬、打垄两次作业,因此导致了土壤水分散失快,土壤墒情差。刘武仁等在吉林省中部黑土区多年的测定结果表明,采取灭茬打垄较免耕平作春播前土壤含水率低 1~3 个百分点。严重影响了玉米的播种出苗。

2 解决现行耕法存在问题的主要技术途径

耕作方式具有明显的区域特点,耕作方式的实施在于解决区域内作物生产的关键制约因素。目前东北地区的玉米生产主要有 3 方面的问题是现行耕作方式无法解决的:一是春旱问题。传统垄作春季土壤失墒严重,春季保苗困难;二是耕层结构恶化的问题。传统垄作在动力碾压和机械的作用下,土壤板结、容重增加,已严重影响了耕层的土壤水、肥、气的调节;三是有机物料安全还田问题。采用现行垄作方式,无法实现更多的秸秆归还土壤,长期以来,导致了土壤有机质的下降,不利于农业的可持续发展。为此,要实现玉米生产的可持续,并解决生产上春旱频发、土壤结构恶化、产出能力下降等问题,需从以下 3 方面进行改进。

2.1 改中耕为深松,打破犁底层,加深耕层

通过对东北地区玉米连作地块的多点测定表明,目前东北地区的玉米耕地普遍存在着耕作层较浅,土壤容重偏高的问题。

图 1 为吉林省农科院于 2008 年组织人员对东北地区多点玉米连作地块的耕层深度调查后的统计结果,由图 1 可见,目前东北地区的耕层深度仅为 15 cm 左右,远低于美国的耕层深度。

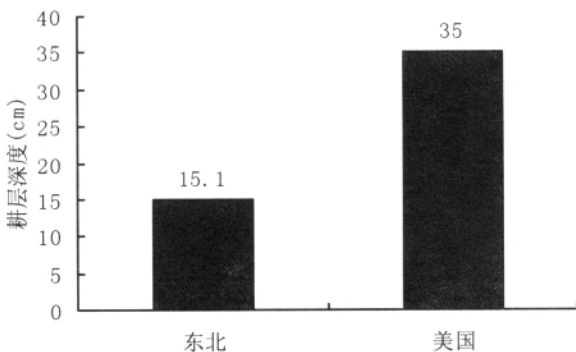


图 1 东北地区玉米生产田耕层深度多点调查结果(2008)

通过对耕层容重的调查统计结果(图 2)可以看出,目前东北地区玉米田块的耕层容重已超过玉米生产的适宜土壤容重。

耕层浅薄、土壤紧实,已成为制约玉米生产能

力进一步提高的主要制约因素。因此必须对传统的中耕作业进行改进,采取全方位深松或条带深松的技术,能有效打破犁底层、加深耕层,从而改变耕层土壤结构。

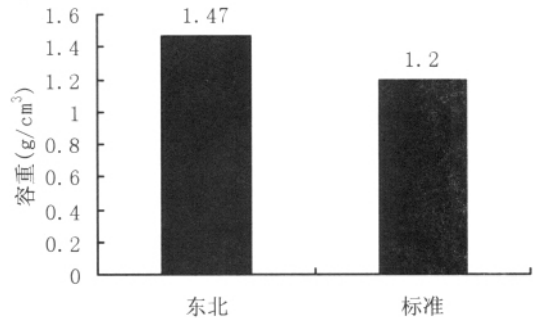


图 2 东北地区玉米生产田土壤容重多点调查结果(2008)

2.2 改灭茬为留茬,采取留高茬自然腐烂还田,增加土壤有机物料

在东北地区实现大量的玉米秸秆还田一直是一个较难解决的生产问题。东北地区气温低、降雨量小,如果大量的秸秆通过粉碎还田的方式混入土壤,会从土壤中吸取大量的水分,对玉米的播种出苗极为不利。因此生产上采取常规灭茬垄作方式,秸秆还田量仅为少部分根茬,无法增加有机物料还田量。而采取留高茬的方式,则可以明显增加秸秆的还田量。具体做法为玉米收获后留茬 40 cm 左右,不进行灭茬,然后在行间进行播种,留取的高茬在自然条件下逐渐腐烂降解。这样一是可以解决部分秸秆还田的问题,同时不会和玉米种子争土壤水分;二是通过立茬覆盖可以有效降低土壤的风蚀,保护土壤。

2.3 改垄作为平作,利于机械化作业

采取玉米平作技术在机械化作业方面有多项优势是垄作所不具备的。平作因为没有垄型和垄距的限制,在播种行距的调节上具有较强的适应性。同时,在平作条件下利于条带深松、条带旋耕或全面浅旋耕等机械化少耕技术的实施。此外,在平作条件下,玉米苗带的轮换也更为方便,通过苗带和茬带的轮换,可以实施秸秆的地表覆盖,更有利于实现大量有机物料的安全还田。同时经过多年的试验实践表明,平作与垄作相比较,春季的土壤水分有明显的提高,可以为玉米出苗提供更有利的土壤环境。

3 建立新型的耕作模式

吉林省农业科学院经过多年的试验,研究建立了玉米宽窄行留高茬交替休闲种植及玉米均匀

垄留高茬行间种植 2 套新型耕作技术模式,有效解决了现行耕法在生产应用上存在的土壤板结、结构恶化、肥力下降、保苗困难等技术难点,并在生产实践上取得了良好的效果。

3.1 新耕作模式的操作程序

3.1.1 玉米宽窄行留高茬交替休闲种植技术模式

玉米宽窄行交互种植耕作技术就是把现行耕法的均匀垄(65 cm)种植,改成宽行 90 cm,窄行 40 cm 种植,宽窄行种植追肥期在 90 cm 宽行结合追肥进行条带宽幅深松(深松幅宽 40~50 cm,深松深度 35~40 cm),秋收时苗带窄行留高茬(40 cm 左右)。秋收后用条带旋耕机对宽行进行旋耕,达到播种状态,窄行(苗带)留高茬自然腐烂还田。第二年春季,在旋耕过的宽行播种,形成新的窄行苗带,追肥期,继续在新的宽行中耕深松追肥,即完成了隔年深松、苗带轮换、交替休闲的宽窄行耕种。

3.1.2 玉米均匀垄留高茬行间种植技术模式

玉米均匀垄留高茬行间种植技术具体操作程序为:第一年在现行耕作栽培方法均匀垄,行宽 65 cm 左右的种植基础上,秋收时玉米秸秆留高茬 30~50 cm,由其自然腐烂,秋季不进行旋耕;第二年春季不整地,直接在第一年的玉米行间进行精量播种玉米,形成新的苗带,在茬带结合追肥进行窄幅深松(深松幅宽 5~10 cm,深度 30~40 cm),秋收时继续留高茬 30~50 cm,秋季仍不旋耕,第三年春季仍不整地,直接在第二年的行间精量播种玉米,又形成新的苗带,在茬带结合追肥进

行窄幅深松,秋收时继续留高茬 30~50 cm,秋季仍不旋耕。如此反复进行,完成苗带与茬带换位休闲、隔年深松的高茬行间耕作种植方式。

3.2 新耕作模式的技术效果

3.2.1 玉米宽窄行留高茬交替休闲种植技术模式的技术效果

(1)宽幅深松,打破犁底层,构建了土壤水库,较传统垄作土壤含水率明显提高。多年研究结果表明,宽窄行交替休闲种植的耕层土壤水分较现行耕法均匀垄种植在播种期高 0.5~3.0 个百分点,全生育期平均高 0.5~2.4 个百分点。

(2)留高茬自然腐烂还田,培肥土壤。留高茬 40cm 左右,秸秆还田量接近全秸秆量的 1/3。多年实施秸秆还田,土壤有机质呈增加趋势。玉米宽窄行留高茬交替休闲种植多年定位试验田的测试结果表明:采取该项种植技术 6 年,土壤有机质提高了 3.37 g/kg,速效磷提高了 5.58 mg/kg,速效钾提高了 32.8 mg/kg。

(3)土壤物理性状得以改善。采取玉米宽窄行留高茬行间交替休闲种植技术,0~20 cm、21~40 cm 耕层容重较现行耕法降低了 0.049 g/cm³和 0.19 g/cm³,固体容积分别降低了 3.73%和 9.2%,渗透系数、毛管孔隙、通气孔隙均明显增加,宽窄行交替休闲种植的 0~40 cm 土壤物理性状明显改善。

3.2.2 玉米均匀垄留高茬行间种植技术模式技术效果

表 2 高茬还田土壤有机物料总量调查

品种	平均单株秸秆风干重(g)			40 cm 茬占全株(%)	公顷还田有机物料(t)
	全株	10 cm 茬	40 cm 茬		
四密 25	206	10.9	46	22.23	2.78
吉单 209	199	12.5	52.8	26.53	2.90
银河 101	218	11.7	51.3	23.53	2.82

(1)高茬还田,增加土壤有机物料、培肥地力。玉米均匀垄留高茬行间种植技术,留高茬 40 cm 还田秸秆量占秸秆总量 30%左右。

表 3 不同处理土壤物理性状调查

留高茬行间种植	土壤容重(g/cm ³)		田间持水量(%)
	0~20 cm	20~40 cm	
连年翻耙地	0~20 cm	1.132 0	21.086 5
	20~40 cm	1.324 4	20.388 3

(2)少(免)耕种植,土壤物理结构改善。采用玉米留高茬行间种植技术体系,减少整地环节,结合行间窄幅深松进行追肥,完成整地作业环节,春季直接播种。与翻耙地比较,土壤物理结构明显改

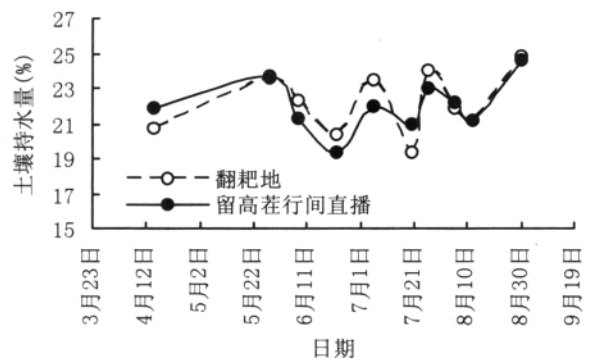


图 3 不同处理耕层土壤持水量测试结果(2006)

变,玉米留高茬行间种植技术体系 0~40 cm 耕层

土壤容重上下变化幅度小,土壤分布致密程度趋于一致,土壤持水能力好于翻耙地(表4)。

通过对玉米均匀垄留高茬种植方式与翻耙地

的水分调查结果表明,玉米留高茬行间种植方式春季(4月15日测试)土壤持水率较翻耙地高1.1个百分点(图3)。

表4 不同作业方式生产成本分析

处理	内容					合计	节省费用
	整地	种子	播种	田间管理			
留高茬行间种植		300	机播 100	除草 150 深松+追肥 100		650	
现行耕法(CK)	翻+耙 260	300	机播 100	除草 150 中耕2次+追肥 200		1 010	360
	灭茬+打垄 200	300	畜力机 100	除草 150 中耕2次+追肥 200		950	300

采用均匀垄留高茬行间种植的少免耕种植方式,由于春季土壤墒情好,保苗率明显高于生产上的春打垄及翻耙地。

(3)减少作业环节,降低生产成本。采用玉米留高茬行间种植方式,由于减少了田间耕整地作业环节,公顷节本300元以上。

3.3 新耕作模式在生产应用上存在的一些问题

玉米宽窄行留高茬交替休闲种植技术与均匀垄留高茬行间种植技术模式,经过多年的试验研究,目前已完成了相关作业机具的配套,在实践上也取得了良好的效果。但在生产应用上仍显现出了一些问题。一是长期实施秸秆还田,土壤土传性病虫害有增加的趋势;二是在秸秆还田和减少耕作措施的共同作用下,土壤杂草的防治较常规耕作条件下难度增加;三是长期大量的秸秆还田,在分解过程中消耗了一定量的氮素,土壤速效氮含量有降低的趋势;四是平作少耕较垄作地温有所降低;此外该项技术在生产推广过程中,需要对传统的机具进行变革,同时对配套动力的要求也有所提高,这使得该项技术在目前小农户分散经营的条件下推广应用速度减缓。对于上述问题还有待于进一步研究解决。

4 讨 论

(1)传统垄作技术为表土浅耕、多耕,在动力及机械的长期作用下,导致土壤板结、耕层变浅,土壤物理结构持续恶化。

(2)在传统垄作条件下,难以实施大量秸秆的安全还田,长此以往,土壤有机质得不到有效补充,不利于农业生产的可持续发展。

(3)建立的玉米宽窄行留高茬交替休闲种植技术模式和均匀垄留高茬行间种植技术模式,通过立茬覆盖,增加了土壤有机物料的还田量,培肥了土壤,同时采取条带深松,打破了犁底层,建立了土壤水库,土壤水分状况及物理性状得以改善。对于促进玉米的生长发育及农业的可持续发展具有良好的促进作用。

(4)建立的2项新型技术模式是对传统耕作方式的一项全新改革,变垄作为平作,变多耕为少耕,变灭茬为留高茬。由此引发了耕层土壤环境及田间微生态环境的多项变化,存在有利因素也同时表现出一些不利因素。主要表现为病虫害有所增加、杂草防治难度增加、地温降低。

(5)新型耕作技术在生产上的进一步应用推广,还应本着因地制宜的原则。上述两项新耕作模式在平原区推广显现了良好的效果。但在丘陵山区的坡岗地上不宜实施。在气温偏低的冷凉洼地上也应以采取高台垄作为宜。

参考文献:

- [1] 刘武仁,郑金玉,罗洋,等.玉米留高茬少、免耕对土壤环境的影响[J].玉米科学,2008,16(4):123-126.
- [2] 刘武仁,郑金玉,罗洋,等.东北黑土区玉米保护性耕作技术模式研究[J].玉米科学,2007,15(6):86-88.
- [3] 刘武仁,边少锋,郑金玉,等.玉米宽窄行种植的土壤环境变化研究[J].玉米科学,2002,10(4):52-55.
- [4] 王立春,马虹,郑金玉.东北玉米耕地合理耕层构造研究[J].玉米科学,2008,16(4):13-17.
- [5] 胡庆文,林英.横坡垄作防止水土流失试验的研究[J].安徽农业科学,2007,35(19):162-163.
- [6] 唐永金.作物垄作的几何数学模式[J].生物数学学报,2005,20(1):83-85.