

文章编号: 1005-0906(2008)04-0013-05

东北春玉米耕地合理耕层构造研究

王立春, 马 虹, 郑金玉

(吉林省农业科学院环境与资源研究中心, 长春 130033)

摘 要: 通过对不同耕法所形成的耕层剖面研究, 分析了不同耕法形成的耕层结构特点。根据对不同耕层构造模式的生态功能试验分析, 提出了苗带紧行间松、松紧兼备型耕层模式的构建, 该构造对土壤水、气调节具有良好效果, 能充分满足春玉米生长对耕层土壤的生态需求。采用此种耕层构造, 对于促进玉米的生长发育、产量的提高具有明显效果。

关键词: 春玉米; 耕层构造; 土壤耕作

中图分类号: S513.04

文献标识码: A

Research on Rational Plough Layer Construction of Spring Maize Soil in Northeast China

WANG Li-chun, MA Hong, ZHENG Jin-yu

(The Research Center of Agricultural Environment and Resources, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: Through the survey on soil layer profile of different tillage systems, we analyzed the plough layer construction trait of different tillage systems. According to the analysis on the ecological function experiment of different plough layer construction modes, we put forward the plough layer construction mode that had close seedling row and loose ridge furrow, which had a good regulation effect to soil water, soil air and could meet the ecological requirement of spring maize growth to the soil layer. And It was a obvious effect to promoting maize growth and increasing yield using this soil layer construction.

Key words: Spring maize; Plough layer construction; Soil tillage

土壤耕作的主要目的在于调节土壤的水、肥、气、热, 改善土壤环境以促进作物的生长发育, 耕作措施的发展受到生产方式、机械化水平等多种因素的制约。东北地区的土壤耕作从上世纪 50 年代开始至今, 在作业动力、作业机具及作业方式上发生了巨大的变化。50 年代初属传统轮作制, 采用畜力机具, 根据作物种类前茬决定下茬的耕种方法, 采用扣种、耩种、挤种的耕种方式; 50 年代中后期开始采用大型动力进行机翻地、机播地和机械起垄等作业, 平作或者平作后起垄与翻、扣、耩种相结合的耕作模式; 60 年代采用机翻、机播、苗眼镇压、中耕起垄的新型

耕作制; 70 ~ 80 年代采用大型动力机械化轮翻制, 机械深耕、轮翻、平播后结合重镇压、起垄或原垄除茬后机播; 80 年代中后期推广应用少耕法、留茬少耕和旋耕除茬播种、灭茬起垄(原垄或破茬合垄)垄上播、垄作留茬深松耕法、条带深松耕法、机械化原垄耙茬播种、地膜覆盖耕作栽培法等; 90 年代推广轮耕法灭茬、破旧垄合新垄, 垄上播或三犁川打垄坐水种技术。

近年来由于土地的分散经营, 大型动力及机具在生产上的应用急剧下降, 机械化深翻、深松作业面积越来越少。目前在东北地区生产上主要以小型动力作业为主, 小四轮灭茬起垄后垄上播种及小型动力浅旋耕后平播等方式在生产上占据了主导地位。长年采用小型动力作业, 耕作层浅, 而且由于机械压实, 使土壤表层容重增加, 从而造成了土壤板结, 使耕地退化, 生态环境恶化, 土壤失墒严重, 加速了水土流失及土壤肥力下降的进程。

收稿日期: 2007-07-10

作者简介: 王立春(1961-), 男, 研究员, 主要从事玉米栽培与耕作研究。E-mail: WLC1960@163.com

注: 该项研究马骞先生做了大量工作。

本文对东北地区生产上应用的各种耕作技术,从满足作物生态需求方面、耕层基本特性方面进行了深入的研究,探明了不同耕作方式所形成的耕层构造特点及其生态效应。针对不同耕层构造的生态效应特点,提出了苗带紧行间松、松紧兼备的合理耕层构造理论,为生产上采用合理的耕法提供参考依据。

1 东北地区耕法类型及耕层构造特点

不同的耕作措施形成的耕层构造不同,从而影响了耕层水、气、热等土壤生态因素的调节。土壤容重是反映耕层构造的重要指标之一。通过对中等肥力水平的耕地土壤容重的多点调查,提出了松土、紧土和过紧 3 个层次的容重指标,即:松土容重为 $(1.05 \pm 0.05) \text{g/cm}^3$;紧土容重为 $(1.27 \pm 0.05) \text{g/cm}^3$;过紧土容重 $> 1.45 \text{g/cm}^3$,东北地区耕法包括 4 种主要类型。

1.1 传统垄作(灭茬打垄)耕法及其耕层构造特点

传统的垄作方式在吉林省的玉米生产中占据很大面积。根据吉林省中部地区各地传统垄作进行的耕层剖面调查结果,绘制出剖面构造图(图 1)。

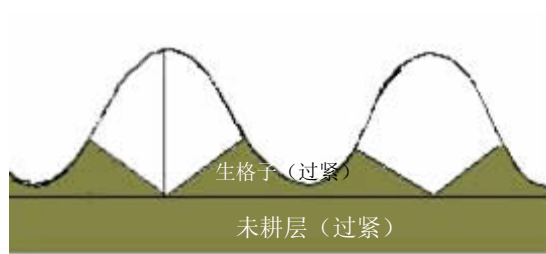


图 1 传统垄作耕层剖面构造

Fig.1 Plough layer profile map of conventional tillage

吉林省中部耕地的可耕层一般为 30 cm 左右,而采用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上松下紧(过紧),耕层浅,犁下的生格子及未耕层土壤容重达 $1.42 \sim 1.47 \text{g/cm}^3$ 。土壤过于紧实,根系难以通过,且透水性极差,透水量为 $0.71 \text{mm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$,从而导致水土流失的加剧。传统垄作的耕层浅,有效土体利用率低,水肥资源浪费严重,调节功能差,生产力低下。

1.2 深松耕法及其耕层构造特点

目前一般生产上采用的深松耕法,主要是针对传统垄作耕作层浅的缺点,以垄作为基础,间隔深松,从而打破犁底层。通过对吉林省及黑龙江、辽宁等地 100 多个深松耕法的垄体剖面的调查,按比例绘制其耕层构造剖面图(图 2)。

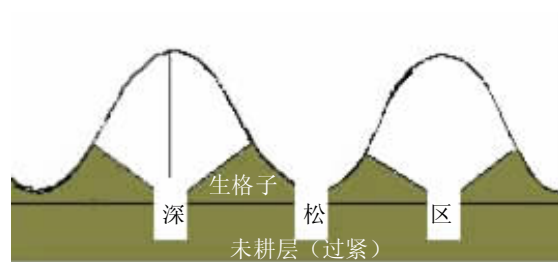


图 2 深松耕法耕层剖面构造

Fig.2 Plough layer profile map of deep tillage

由图 2 可以看出,该耕法的垄体剖面构造与传统垄作的垄体剖面构造基本相同,即上松下紧耕层构造。其区别在于间隔深松在垄体和垄沟下部各松出深 10 cm、宽 10 cm 左右的松土区,只相当于全耕层加深 3.3 cm,并未从根本上起到加深耕层的效果和作用,也未改变底土的透水性、透水能力和速度。

1.3 深翻耙压耕法及其耕层构造特点

深翻耙压耕法是我国和世界各地普遍采用的耕法。目前在吉林省机械化水平较高的地方仍有部分地区采用。该耕法剖面构造如图 3。

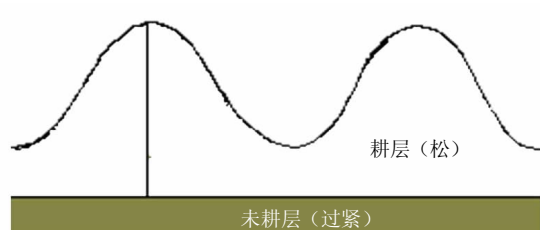


图 3 深翻地耕层剖面构造图

Fig.3 Plough layer profile map of deep harrowing land

耕层主要特点是耕层深度达 18~23 cm,耕层整体较松,为全松耕层构造。此类耕法通过深翻消除过于紧实的耕层,土壤容重由 1.47g/cm^3 降到 1.0g/cm^3 ,孔隙度由 44% 增加到 63%,增强了土壤生物活性,提高了土壤肥力,对增产有明显的促进作用。根据在吉林省中部地区的试验表明,耕深在 10~23 cm 内,在适宜土壤紧实度的条件下,随耕深的增加,产量随之提高。但通过在吉林省各地区对翻耕地的调查结果显示,普遍存在以下几方面的问题:土壤表面耙压过细,导致风蚀、水土流失严重,耕层整体过于疏松,导致耕层失墒,干旱、春旱,保苗难、作物生长不齐、倒伏等。

1.4 免耕法及其耕层构造特点

免耕法起源于美国,主要是针对美国由于不合理的开荒、多耕造成水土流失严重、沙尘暴灾害加重等一系列问题而提出来的。吉林省农科院自 80 年代

开展了玉米免耕定位试验研究,通过对定位免耕 18 年的耕层调查结果表明,该耕层构造为全紧耕层,构造单一,土壤通透性不良,严重阻碍作物根系的生长。

2 苗带紧行间松、松紧兼备型耕层模式的构建及其基本特性

2.1 苗带紧行间松、松紧兼备型耕层构造的总体思路及其特点

该耕层模式的构建是通过全面深松和苗带局部重镇压的方式来实现。为满足农作物对耕层的生态需求,其构造应具备如下条件:可充分发挥耕地可耕层的肥力,具备较强的储水和调节水、肥、气、热的功能,耕层达 30 ~ 35 cm;耕层具有松、紧两种构造,并与作物生态需求相适应;耕层具有接受强降雨(>100 mm/h)能力,而不产生径流;春季能确保种床有足够水分;耕层在雨季土壤含水充足的条件下,保持 20% 的总孔隙,确保通气良好;根区土壤坚实,防止作物倒伏;可以解决耕层通气与防倒伏、供肥与吸肥、透水与提墒等矛盾。其耕层构造的剖面如图 4。耕层构造的主要特点是耕层厚 30 ~ 35 cm,苗带紧行间松、松紧兼备竖向分布。

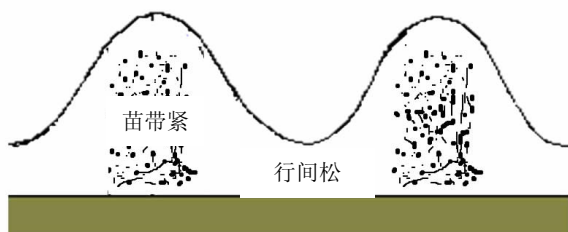


图 4 苗带紧行间松、松紧兼备型耕层构造

Fig.4 Plough layer construction of close seeding row and loose ridge furrow

2.2 苗带紧行间松、松紧兼备型与其它耕法的耕层特性比较

2.2.1 不同耕法耕层构造的透水性比较

通过人力压实土壤模拟出不同耕法的耕层构造模式,在人工喷灌条件下,进行了不同耕法耕层构造透水性试验。

图 5 结果表明,浅耕(包括传统垄作)与 V 型全方位深松,透水速度基本相近,2 h 内透水量在 72 ~ 75 mm;免耕全紧耕层的透水率最低,2 h 透水率仅有 30 mm;松紧兼备的竖型耕层构造利于水分的渗透,2 h 可接纳 174 mm 的降水。这也表明透水性表土的疏松度关系不是很大,透水速率的增加与消

除耕层下部坚实的不透水层有直接关系。松紧兼备型这种竖向分布的耕层构造模式,对防止水土流失、增加土壤蓄水量具有明显效果。

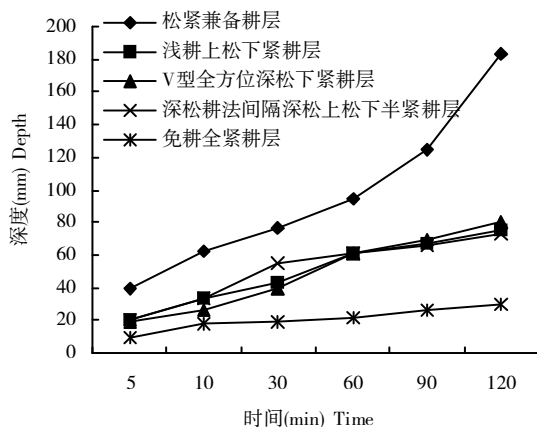


图 5 不同耕层构造模式透水性测定

Fig 5 Permeability determination on different plough layer construction mode

2.2.2 不同耕层构造对土壤通气性的影响

生产调查结果表明,作物需求的土壤孔隙度最低指标应在 20% 左右,低于这个标准就会对作物的生长产生障碍性的危害。通过在深翻(32 cm)的基础上,采取模块压实方法,建立了全面压实区和苗带压实区,在土壤压实程度上设置 5 个级别,土壤容重分别为 1.0、1.07、1.25、1.35、1.45 g/cm³。并在此基础上按不同季节,调查其土壤三相比。试验结果显示:当耕层处于较松状态(松土区),容重 <1.1 g/cm³ 时,其春季气相占 30% ~ 45%,雨季保持在 20% ~ 35%,通气良好,保证了土壤生物及根系的活性。

当耕层处于坚实状态(紧土区),容重在 1.25 ~ 1.35 g/cm³ 时,春季气相占 20% ~ 25%,到雨季气相只能占 5% ~ 15%,作物生长发育受到限制。目前,东北春玉米耕地的耕层构造大都处在这种状态下。

当耕层处于过紧状态(过紧土区),容重大于 1.4 g/cm³ 时,春季气相占 10% ~ 14%,雨季降至 0 ~ 7%,通气条件极端恶化,可造成作物的早死早衰。

松紧兼备型耕层,取松层通气之长,补紧层通气之短,在雨季也能保证耕层具有 24% ~ 27% 的气相容积,从而保证了根系呼吸的需要。

3 苗带紧行间松、松紧兼备型耕层构造对玉米生长发育的影响

为进一步明确不同耕层构造对满足作物生态需求的反应及抗御不良气候灾害方面的作用和效果。在耕翻 23 cm 的基础上,人工模拟 4 种耕层构造:全

紧耕层(容重 1.27 ~ 1.30 g/cm³,行距 70 cm)、苗带紧(容重 1.27 ~ 1.30 g/cm³,宽 20 cm)行间松(容重 1.0 ~ 1.10 g/cm³,宽 50 cm);全松耕层(容重 1.0 ~ 1.10 g/cm³,行距 70 cm);苗带松(容重 1.0 ~ 1.1 g/cm³,宽 20 cm)行间紧(容重 1.27 ~ 1.30 g/cm³,宽 50 cm)。在 4 种耕层构造基础上进行了玉米生产的定位试验。

3.1 不同耕层构造对出苗的影响

调查结果表明,苗带紧行间松的处理和苗带行间全紧的处理,均能改善种子部位的水、热条件,比苗带松处理的土壤 5 cm 处地温高 0.5℃,土壤水分含量高 2~4 个百分点(表 1),同时种子与土壤接触紧密,发芽快,在正常年份提早出苗 1 d,春早年份早出苗 2~4 d,而且苗带紧实区出苗率明显高于苗带松的处理。

表 1 苗带压紧土壤水分变化情况

Table 1 Soil moisture variation of compact seedling row

%

深度 (cm)	处理前 (5月8日)	处理后 27d(6月4日)		
	May .8	27 days after treatment (June,4)		
Depth	Before treatment	未压土壤 soil	苗带重压土壤 on seedling row	差 值 Difference
2~4	11.94	10.5	14.5	4.0
4.1~6	15.54	15.0	16.0	1.0
6.1~12	18.30	18.5	17.0	-1.5

注:未压土壤容重为 1.05 g/cm³,苗带重压土壤容重为 1.27 g/cm³。
Note: Soil bulk density of non-pressure is 1.05 g/cm³; Seedling with soil bulk density with heavy pressure is 1.27 g/cm³.

由表 1 可见,苗带压实后提墒效果显著,压后 27 d,2~4 cm 土壤含水率比未压区提高 4 个百分点;4.1~6 cm 土壤含水率提高 1 个百分点。由于土壤水分向表层移动,6.1~12 cm 土壤含水率有所降低。

紧实土壤明显提高了玉米的出苗率,全紧耕层与苗带紧行间松耕层出苗率分别为 93.6%和 94.9%,而全松耕层与苗带松行间紧处理出苗率则分别为 80.1%和 81.5%。

3.2 耕层构造对玉米苗期生长的影响

调查结果表明,苗带紧实对玉米早期生长具有显著的促进作用。由表 2 可见,苗带紧的各区,无论是全紧或苗带紧处理区,株高与茎粗显著高于苗带松的处理。而且可见叶数也较苗带松处理区多 1 片左右。说明在紧实土壤环境中,根系与土壤接触紧密,有效吸收面积大,吸收水、肥能力增加,促进了玉米苗期的生长发育。

表 2 不同耕层构造玉米苗期生育调查结果(6月18日)

Table 2 Maize growth investigation in seedling stage of different plough layer construction

处 理	株高(cm)	茎粗(cm)	叶片数(个)
Treatment	Plant height	Stem diameter	Leaf number
全紧耕层	50.9	0.94	9.6
苗带紧行间松	51.2	0.92	9.7
全松耕层	40.0	0.68	8.8
苗带松行间紧	38.2	0.63	8.4

3.3 不同耕层构造对玉米群体发育进程的影响

试验结果显示,不同耕层构造对玉米群体发育有较大影响。由图 6 可见,苗带紧实的耕层构造处理区,玉米发育整齐,吐丝期相对集中,在较短时间内即完成抽雄或吐丝的过程。而苗带疏松区由于玉米个体发育差别大,吐丝期间相对较长。苗带紧实区在 5 d 内吐丝率达到 80%,而苗带疏松区抽丝率达到 80%需 13 d。抽丝期过长,常因气候不利造成受粉不良,从而影响玉米产量。

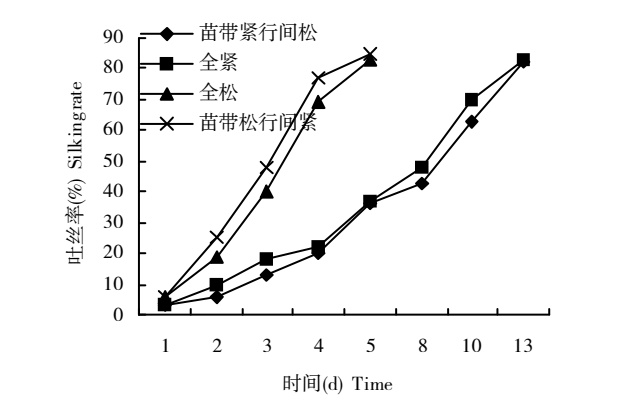


图 6 不同耕层构造玉米吐丝情况调查结果
Fig.6 Maize silking investigation of different plough layer construction

3.4 不同耕层构造对玉米产量的影响

表 3 不同耕层构造长期定位试验的玉米产量结果

Table 3 Maize yield on the fixed-place planting for long-term of different plough layer construction

kg/hm²

年 份	全紧耕层	苗带紧行间松	全松耕层	苗带松行间紧
Year	The total close plough layer	Plough layer of close seedling row and loose rideg furrow	The total loose plough layer	Plough layer of loose seedling row and close ridge furrow
1997	7 874.8	8 638.8	6 690.6	6 131.8
1992	8 127.0	8 700.5	6 596.0	7 169.0
1987	7 884.8	8 112.5	6 115.5	6 661.8
平均	7 962.2	8 483.9	6 467.4	6 654.2

由表 3 可见,不同耕层构造对玉米产量影响较大。苗带紧行间松的耕层构造产量最高,比全松构造的平均产量高 31.2%,比苗带松行间紧处理平均产量高 27.5%,比全紧耕层处理平均产量高 6.6%。

4 结 论

春玉米耕层构造研究是多年来玉米耕作的研究热点之一。本文所建立的苗带紧行间松、松紧兼备型耕层构造,其透水效果明显好于全紧耕层构造及上松下紧型耕层构造,同时这种耕层构造通过松带与紧带的互补,保证了土壤的通气性,满足了春玉米生长对土壤水、气的需求,有利于增墒保苗,玉米群体发育整齐,玉米产量明显高于全紧耕层、全松耕层及苗带松行间紧耕层。这对于在水资源严重缺乏的东

北旱作农业区,探明以改土、蓄水、保墒为核心内容,减少土壤侵蚀、改善土壤结构、提高蓄水保墒能力和土壤肥力、保护生态环境、改变东北传统的垄作耕作方式、形成一种新的保护性耕作模式、保证农业可持续发展有着重大的现实意义。

参考文献:

- [1] 刘武仁,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.
- [2] 娄中山,等.不同耕作方式对土壤水土保持能力的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2007,19(3):43-46.
- [3] 于同艳,等.耕作措施对黑土农田耕层水分的影响[J].西南大学学报,2007,29(3):121-124.
- [4] 丁启朔,等.耕作力学研究中的土壤结构表现与评价[J].农业机械学报,2007,38(8):62-66.

(责任编辑:张 英)