

旱地玉米免耕系统土壤养分研究*

籍增顺 张树梅 薛宗让 阎玄梅 樊兰瑛 张志琴

(山西省农业科学院农业资源综合考察研究所, 太原 030006)

洛希图 武金芳 张象俊

(汾阳市区划办公室, 汾阳)

摘 要 1994~ 1995 年对旱地玉米不同耕作系统土壤磷、钾进行了研究, 并对 6 年的玉米产量作了简要分析, 结果表明, 在 6 年的试验地上, 免耕覆盖后, 0~ 20cm 土层速效磷比常规耕作玉米种植区平均低 63.88%, 加大磷肥用量是免耕覆盖持续高产的关键措施之一。土壤速效钾玉米种植区免耕覆盖 0~ 20cm 土层比常规耕作平均高 25.64%, 20~ 50cm 土层基本无差异。速效钾的增加既是高产的基出, 也是提高作物抗旱性的重要因素。休闲地的变化趋势与玉米田基本一致。随着免耕年限的增加, 增产幅度减小, 周期以 3~ 4 年为宜。

关键词 免耕 覆盖 土壤养分 免耕周期

W. W. FRYE⁽⁸⁾综合了世界各地的免耕研究, 认为目前急需开展免耕系统的氮循环研究。Lal (1976), Campbell (1976), Blovins (1977), Eckert (1985) 等指出, 免耕土壤比耕翻土壤有更多的有机碳和氮。Blovins (1977) 和 Do ran (1980) 等观测到免耕比耕翻土壤 pH 值低, 阳离子代换量高。山西农科院从 1990 年起, 对旱地玉米免耕整秸秆半覆盖技术进行了较全面的系统研究, 但对土壤磷、钾及免耕周期的了解却很少。本研究就是在对土壤有机质、氮和部分酶研究的基础上, 对免耕覆盖系统磷、钾及免耕周期进行了较系统的研究。

1 材料和方法

1.1 内容

以免耕技术为主体的 4 种耕作体系土壤养分动态变化: 在连续免耕 4 年的试验地上, 研究土壤磷、钾含量及速效量的季节变化和层次变化。

1.2 方法

试验地设在汾阳市石塔村, 小区面积 5.0m× 5.3m, 于 1990 年设置免耕覆盖、秋耕覆盖、秋耕碎秸秆还田和常规耕作 4 个处理, 随机区组排列, 3 次重复。本研究在其中一次重复的各

1997-10-24 收稿。

* 山西省青年科学基金资助项目。

小区留出 1/2面积休闲,与种植部分作比较。1994~ 1995年在播种期(4月 16日)、抽雄期(6月 23日)、灌浆期(7月 25日)和成熟期(9月 16日)4个生育时期取土。采用“蛇形”布点,分别在 3次重复小区取样,混合均匀后,通过四分法至每个样约 0.5kg。每次取样后立即带回实验室阴干,化验速效磷,速效钾时过 20目筛。化验工作由山西省农科院中心化验室完成。玉米种植区在播前施碳酸氢铵 750kg/hm²,过磷酸钙 600kg/hm²。

土壤养分:分 0~ 5cm, 5~ 10cm, 10~ 20cm, 20~ 50cm 4层测定全磷、速效磷、全钾、速效钾。全磷用氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法,全钾用氢氧化钠碱熔-火焰光度法;速效磷用碳酸氢钠法;速效钾用火焰光度法(以 1N 中性醋酸铵为提取剂)。

2 结果与分析

2.1 磷

玉米种植区不同土层速效磷含量免耕覆盖明显低于常规耕作(图 1)。从 4次取样平均值看(表 1),0~ 20cm 土层 1992年低 128.5%,1994~ 1995年平均低 31.5%。0~ 50cm 土层速效磷含量分别为常规耕作 0.74mg/100g 土、秋耕覆盖 0.71mg/100g 土、免耕覆盖 0.47mg/100g 土、秸秆还田 0.66mg/100g 土。总的趋势是免耕覆盖后,0~ 20cm 土层速效磷明显低于常规耕作,20~ 50cm 土层则是免耕覆盖较高。从层次变化看,0~ 50cm 土层间变化很小。秋耕覆盖和碎秸秆还田速效磷含量明显高于免耕覆盖和常规耕作。显然,耕翻和秸秆是改善土壤速效磷供应水平的有效途径。全磷含量,几种处理间差异较小,从 1995年结果看,秸秆覆盖、秸秆还田都比常规耕作高。

表 1 不同处理土壤磷的变化

处理	层 次 (cm)	种 植 玉 米 区						休 闲 区			
		全磷(%)			速效磷(mg/100g)			全磷(%)		速效磷(mg/100g)	
		1992	1994	1995	1992	1994	1995	1994	1995	1994	1995
常规耕作	0~ 5	0.192	0.208	0.180	1.57	1.873	1.013	0.194	0.169	1.503	1.018
	5~ 10	0.191	0.200	0.173	1.25	1.392	0.888	0.193	0.190	0.898	0.743
	10~ 20	0.199	0.199	0.166	0.95	0.462	0.450	0.189	0.181	0.543	0.733
	20~ 50		0.170	0.148		0.150	0.128	0.168	0.152	0.193	0.170
秋耕覆盖	0~ 5		0.195	0.190		1.050	1.588	0.197	0.172	0.935	1.050
	5~ 10		0.198	0.177		1.242	1.203	0.202	0.190	0.730	0.948
	10~ 20		0.201	0.182		0.675	0.678	0.202	0.167	0.558	0.765
	20~ 50		0.166	0.149		0.180	0.133	0.162	0.165	0.193	0.425
免耕覆盖	0~ 5	0.188	0.182	0.190	0.76	0.925	0.968	0.194	0.204	1.055	1.433
	5~ 10	0.310	0.174	0.196	0.74	0.652	1.188	1.181	0.193	0.403	1.050
	10~ 20	0.182	0.178	0.175	0.15	0.430	0.725	0.177	0.163	0.158	0.203
	20~ 50		0.168	0.142		0.155	0.058	0.163	0.134	0.086	0.055
秸秆还田	0~ 5	0.175	0.184	0.187	0.75	1.503	1.038	0.180	0.186	0.880	0.993
	5~ 10	0.172	0.195	0.172	1.58	1.697	1.338	0.191	0.172	0.645	0.775
	10~ 20	0.198	0.192	0.159	0.47	0.597	0.488	0.195	0.168	0.655	1.140
	20~ 50		0.181	0.140		0.237	0.090	0.172	0.157	0.185	0.120

注:表中数据为 4次取样平均值。

休闲地 0~20cm 土层速效磷总的趋势是免耕覆盖低于常规耕作, 当然从 1995 年的情况看, 免耕覆盖 0~20cm 明显高于常规耕作(表 1), 除 0~5cm 明显高外, 5~20cm 土层也互有高低, 尤其 10~20cm 免耕覆盖处于最低水平。全磷各处理间差异不大。

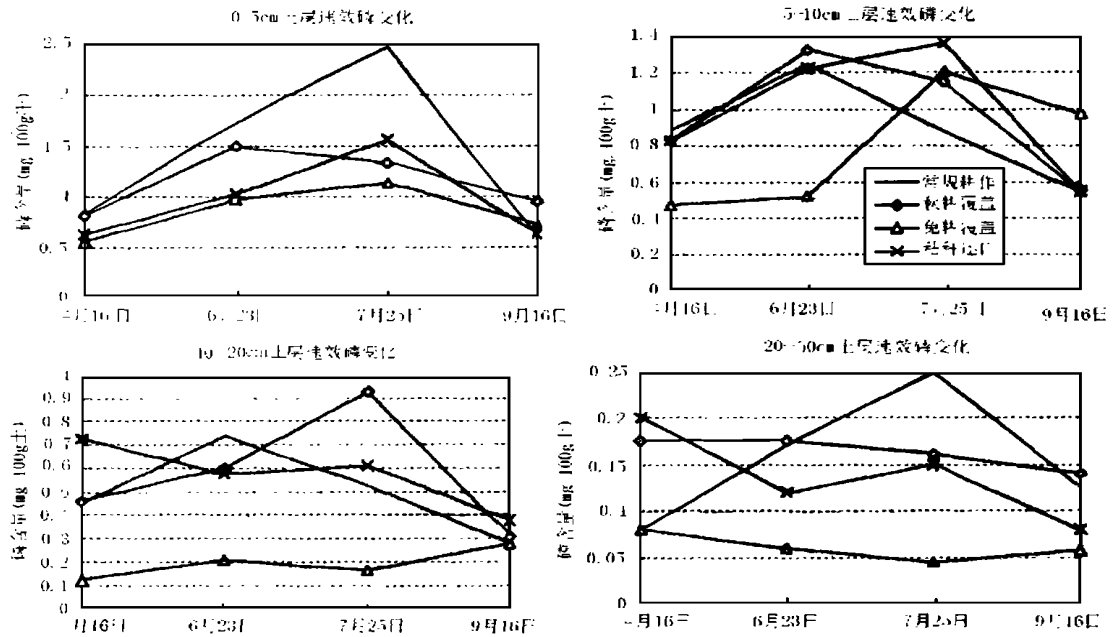


图 1 玉米田不同处理不同层次土壤速效磷变化趋势

以上分析表明, 就速效磷供应水平看, 玉米地免耕覆盖土壤供磷水平有明显降低的趋势, 这与植株大量吸收有关, 生产中加大磷肥用量是免耕覆盖持续高产的关键措施之一。

Zingg 和 Whitfield (1957) 综述一些结果认为, 覆盖比耕翻有效磷集中趋于表土, 靠近土壤表面的有效磷和有效钾含量, 免耕比耕翻含量高, 深层土壤则有相反的情况。这主要是因为免耕覆盖能促进作物在表层扎根, 又能使土壤表层更长久地保持湿润, 延长了根系从可以分解的有机质及磷肥集中的表层土壤中吸收磷酸盐的时间。在免耕覆盖系统中, 作物根系有向地表集中的趋势, 有利于对磷酸盐的吸收。

2.2 钾

玉米种植区速效钾含量免耕覆盖不同土层明显高于常规耕作(图 2), 从 4 次取样平均值看(表 2), 0~20cm 土层 1992 年高 20.4%, 1994 年高 8.54%, 1995 年高 47.97%, 从层次分布看, 1992 年 0~5cm 高 89.66%, 5~10cm 高 5.26%, 10~20cm 低 55.56%, 1994 年 0~5cm 高 27.68%, 5~10cm 低 1.51%, 10~20cm 低 8.43%, 1995 年 0~5cm 高 116.4%, 5~10cm 高 28.14%, 10~20cm 低 13.32%。1994~1995 年 20~50cm 土层基本无差异。0~50cm 土层速效钾含量分别为常规耕作 12.23mg/100g 土, 秋耕覆盖 13.63mg/100g 土, 免耕覆盖 14.58mg/100g 土, 秸秆还田 12.75mg/100g 土。显然, 免耕覆盖与常规耕作速效钾的差异主要表现在 0~5cm 土层, 这与秸秆分解产生钾具有显著的相关性。从 1992~1995 年测定结果看, 全钾相差不多(表 2)。速效钾的增加既是高产的基础, 也是提高作物抗旱性的重要因素。

休闲地的变化趋势与玉米田基本一致 (表 2)。Stephenson and Schuster 在 O regon (1945 1946) 报道, 秸秆覆盖 5 年小区土壤可溶性钾增加

表 2 不同处理土壤钾变化

处理	层次 (cm)	种 植 玉 米 区						休 闲 区			
		全钾 (%)			速效钾 (mg /100g)			全钾 (%)		速效钾 (mg /100g)	
		1992	1994	1995	1992	1994	1995	1994	1995	1994	1995
常规耕作	0~ 5	2 30	2 540	2 290	14 50	16 703	12 50	2 525	2 210	17. 452	12 775
	5~ 10	2 53	2 340	2 305	14 25	13 577	11. 72	2 475	2 315	14 752	12 625
	10~ 20	2 38	2 385	2 425	14 00	11 250	10. 42	2 385	2 295	13 575	11 850
	20~ 50		2 310	2 275		8 325	7. 925	2 330	2 405	9 500	9 550
秋耕覆盖	0~ 5		2 385	2 335		18 750	19. 38	2 365	2 325	17. 325	19 750
	5~ 10		2 395	2 225		14 875	14. 40	2 410	2 420	15. 075	16 150
	10~ 20		2 355	2 335		13 125	12. 02	2 425	2 365	13. 200	14 425
	20~ 50		2 315	2 230		8 875	8 175	2 325	2 250	9 500	8 725
免耕覆盖	0~ 5	2 39	2 585	2 400	27 50	21 325	27. 05	2 420	2 435	21. 250	27 750
	5~ 10	2 45	2 465	2 480	15 00	13 375	15. 02	2 445	2 380	14 950	17 925
	10~ 20	2 36	2 420	2 340	9 00	10 375	9. 20	2 395	2 260	11. 575	10 100
	20~ 50		2 250	2 385		8 625	7. 85	2 310	2 355	9 750	8 000
秸秆还田	0~ 5	2 45	2 305	2 255	12 50	15 875	13. 33	2 310	2 385	15. 700	15 550
	5~ 10	2 43	2 295	2 275	12 75	14 325	13. 05	2 420	2 275	14 250	14 700
	10~ 20	2 47	2 300	2 175	12 50	12 325	11. 60	2 410	2 360	15. 000	12 650
	20~ 50		2 250	2 285		8 750	7. 95	2 255	2 355	11. 125	8 175

注: 表中数据为 4 次取样平均值

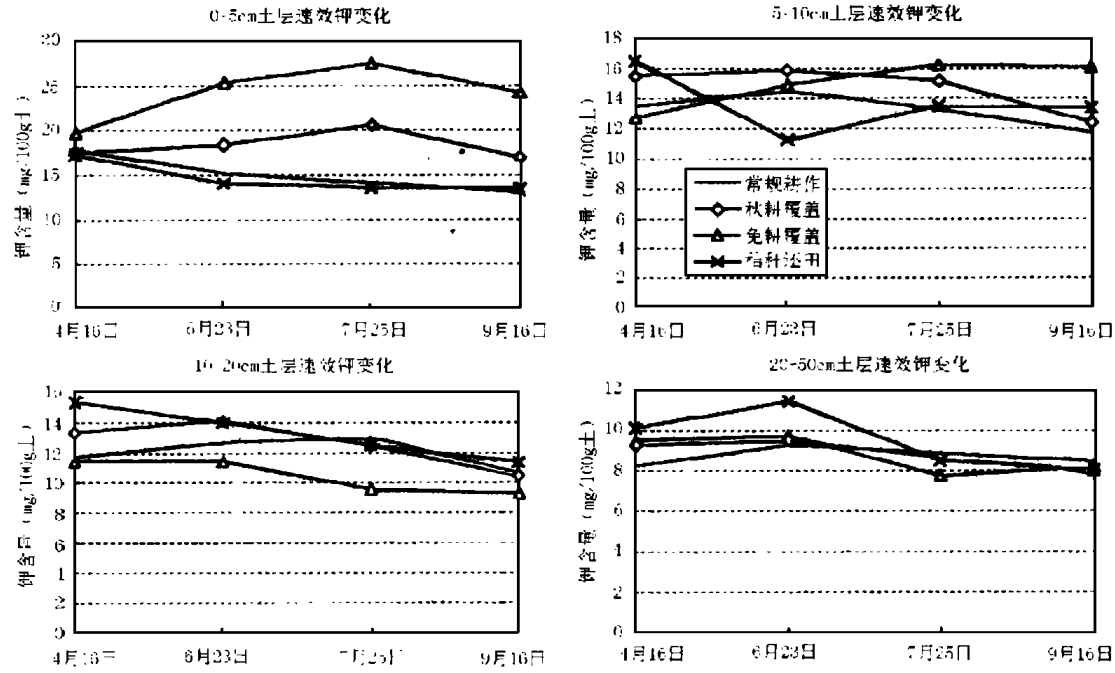


图 2 玉米田不同处理不同层次土壤速效钾变化趋势

2 3 产量

从 6 年试验结果看,免耕覆盖与常规耕作间的产量差异在减小(表 3),1991 年属特大干旱年,增产幅度最大。从玉米长势、产量和土壤紧实情况看,免耕覆盖周期以 3~ 4 年为宜。

3 讨论

玉米种植区 0~ 20cm 土层速效磷含量免耕覆盖明显低于常规耕作。从层次变化看,0~ 50cm 土层间变化很小,秋耕覆盖和碎秸秆还田两个处理速效磷含量明显高于免耕覆盖和常规耕作。显然,耕翻和秸秆两种措施是改善土壤速效磷供应水平的有效途径。全磷含量处理间差异较小。

休闲地 0~ 20cm 土层速效磷总的趋势是免耕覆盖稍高于常规耕作,全磷各处理间差异不大。就速效磷供应水平看,玉米地免耕覆盖土壤供磷水平有明显降低的趋势,这与植株大量吸收有关,生产中加大磷肥用量是免耕覆盖持续高产的关键措施之一。

土壤速效钾玉米种植区免耕覆盖明显高于常规耕作,差异主要表现在 0~ 5cm 土层,这与秸秆分解产生钾有关。速效钾的增加既是高产的基础,也是提高作物抗旱性的重要因素。

从 6 年产量的结果和对土壤的观测看,免耕覆盖的周期为 3~ 4 年。

纵观免耕覆盖 6 年的研究,我们认为旱地玉米免耕整秸秆覆盖系统是一类自调控能力强且比较稳定的系统。免耕覆盖意味着土壤水分增加,春季土壤温度回升慢,形成了早期的“弱苗”。但在拔节—抽雄阶段,正处于北方旱农区春播作物的旱季,这时,由于免耕覆盖系统的前期“弱苗”耗水相对较小,从而延缓了“天旱”对玉米的威胁。从这个意义上说免耕系统对“天旱”有较强的自调控能力。从玉米根系的生长发育看,免耕覆盖根系有向地表集中的趋势,这主要是上层土壤水分增多的原因。从一定意义上讲,免耕覆盖玉米根系分布较浅又难以耐持久的干旱。但从土壤养分分析看,免耕覆盖系统磷、钾含量增多,根系吸收后有利于增强作物的抗旱性。因此,从这个角度分析又可看出免耕覆盖系统对“旱”较强的自调控能力。当然,这里所说的免耕比耕翻根系向地表集中只是相对而言。事实上从我们的研究得知,免耕覆盖后,延长了土壤水分向深层渗透的时间,50~ 100cm 土层含水量也明显增多,下层根系分布也有相当的数量。因此,我们认为旱地玉米免耕整秸秆覆盖系统对“旱”有较强的自调控能力。

表 3 玉米产量比较 (kg /hm²)

年份	免耕覆盖	常规耕作	增产 (%)
1990	6802.5	5986.5	+ 13.60
1991	1002.0	531.0	+ 88.70
1992	3450.0	2992.5	+ 15.30
1993	7033.5	7000.5	+ 0.47
1994	8128.5	8292.0	- 2.01
1995	8182.5	8077.5	+ 1.30

参 考 文 献

1 刘杰,籍增顺,杨志民,等.旱地玉米、小麦少、免耕秸秆覆盖技术.山西农业科学,1994,22(3):1~ 6
2 籍增顺,刘虎林,洛希图,等.免耕覆盖对旱地玉米生长发育的影响.山西农业科学,1994,22(3):22~ 27
3 籍增顺.国外免耕农业研究.山西农业科学,1994,22(3)63~ 68
4 Baeum er K, Bake m ans W A P. Zero-tillage A dvances in A gronomy, 1973 25 84~ 91
5 M cCalla T M, A m y T J Stubble M ulch F a m i n g A dvances In A gronom y 1961, 135~ 150
6 Ronald E P. No-tillage S ciences 1980 208 1110

- 7 Alhnars RR, Dowdy RH. Conservation Tillage Systems and Their Adoption in the United States. Soil & Tillage Research, 1985, 5: 197~ 222
- 8 FRYE WW, Lindwall CW. Zero-tillage Research Priorities. Soil & Tillage Research, 1986, 8: 311~ 316

A Study on Soil Nutrient with No-tillage in Dryland Corn Field

Ji Zengshun Zhang Shumei

Xue Zongrang Yan Xuanmei Fan Lanying Zhang Zhiqin

(Institute of Agricultural Resources Comprehensive Survey, Shanxi Academy of

Agricultural Sciences Taiyuan 030006)

Luo Xitu Wu Jinfang Zhang Xiangjun

(Fenyang County Division Office, Fenyang)

Abstract A study was conducted during 1994~ 1995 in dryland corn field to determine the changes of soil phosphorus, potassium and corn yield under four tillage systems. The four tillage systems included no-tillage with whole stalk mulch, mulch with whole stalk after full plow, conventional tillage and plough under the stalk after the harvest. Results indicated that compared with conventional tillage, soil Olsen-P decreased by 63.88% at 0~ 20 cm depth, exchangeable K increased by 25.6% at 0~ 20 cm depth, and no difference was found between no-tillage and conventional tillage at 20~ 50 cm depth. The period of no-tillage was 3~ 4 years.

Key words No-tillage; Mulch; Soil nutrient; Period of no-tillage