

玉米连作试验研究报告*

周世忠 王自林

(长春市农业科学研究所)

刘凤洁

(双阳县鹿乡农业站)

摘 要

玉米连作4年,产量逐年下降,化肥利用率变化不大,土壤有机质含量有增加的趋势,试验第4年连作区玉米病虫害的发生重于轮作区,差异极显著,并由此影响产量;综合分析玉米连作4年的纯经济效益明显高于轮作区,故在生产上实行玉米连作是可行的。

玉米是我省的主要作物,在国民经济中占有极其重要的地位,目前种植面积已达3000余万亩,占播种面积的50%左右,形成玉米大面积多年连作的耕作形式。但是玉米连作给农业生产、农田生态带来的影响如何?长期以来学术界一直看法不一。多数认为在同一田块上连作同一作物会带来诸多不良后果⁽¹⁾;日本农学博士大久保隆弘认为中耕作物(包括玉米)对土壤有机质的消耗非常大,在连续栽培条件下,保持土壤有机质是困难的⁽²⁾;而吉林农大姜岩教授的研究结果则表明玉米根茬可提高土壤有机质含量,其培肥效果好于大豆等作物的根茬⁽³⁾等等。本文通过玉米连作与轮作对比试验,探讨了玉米连作4年对产量、土壤肥力、化肥利用率、病虫害发生的影响及规律。结果表明,玉米连作与轮作之间,玉米连作各年度之间化肥利用率变化不显著;土壤肥力的主要标志——土壤有机质含量差异也不显著,但其变化趋势是逐年增加的,而且每年连作区的增加量高于轮作区;连作地块病虫害的发生逐年严重,并由此影响产量,使产量逐年下降;但是玉米连作4年的纯经济效益高于玉米——大豆——高粱——玉米4年轮作形式,故在生产上实行玉米多年(4年)连作是可行的。

材料与方 法

(一)供试材料:

连作区:1987~1990年 玉米(吉818×330)

轮作区:1987、1990年 玉米(吉818×330)

1988年 大豆(长农4号)

1989年 高粱(长梁2号)

试验区土壤:黑土

(二)试验方法:

本试验属生产田大区多年试验。

在双阳县鹿乡镇育民村同一地块设连作区、轮作区各1公顷。连作区1987~1990年连作玉米;轮作区1987~1990年实行轮作,茬口安排为玉米——大豆——高粱——玉米。试验区每年秋收后和翌年播种前两次取土样,化验土壤养分含量。为测定化肥利用率,1988~1990年每年在连作区内随机选无肥区0.01公顷,不施任何肥料,进行植物养分全量分析。试验区秋翻春耙,1987、1988年为BZT—6播种机平播,1989、1990年为打垅后单体播种

* 本文承蒙庄铁成、王官清、丁志林、陈树奎、孙昆等同志热情关注与指导;马秀君同志帮助查找部分资料;本所中心化验室做了大量化验工作,在此表示衷心感谢!

机播种,三铲三耨,不刨根茬。

本试验的分析方法采用方差分析⁽⁴⁾和 P. G. Moore 提出的“两个样本平均数的比较测验(Ld 测验)”⁽⁵⁾。Ld 测验是根据两极差(ω)而进行的,这种平均数与差数的测验非常简便迅速,在用于小样本时具有较高的效率,可用以代替 t 测验。

$Ld = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\omega_1 + \omega_2}$ 评价连作形式的经济效益时,采用综合分析法⁽⁶⁾。纯效益(RAVC)=毛收入(GR)-成本(TVC)

结果与分析

(一)连作对产量的影响

1987~1990 年试验区产量结果(见表 1)。

表 1 试验区历年产量及其构成因素

区 别	年度	作物	密度 (株/m ²)	空秆率 (%)	双穗率 (%)	穗长 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行 数	行粒 数	单株粒 (荚)数	百粒重 (g)	单穗(株) 粒重(kg)	产量 (kg/ha)	比1987年减产	
														kg	%
连作区	1987	玉米	4.3	1.5	3.0	21.6	1.8	16.0	33.7	624.0	35.2	189.5	8148	0	0
	1988	玉米	4.3	1.6	2.6	21.0	2.0	17.2	32.4	557.3	33.1	184.2	7922	226	2.8
	1989	玉米	4.3	1.6	2.5	20.5	1.9	17.6	33.0	580.8	31.6	183.3	7883	265	3.3
	1990	玉米	4.3	1.7	2.0	20.1	1.9	17.3	33.0	570.9	31.5	180.0	7726	422	5.2
轮作区	1987	玉米	4.3	1.5	3.0	21.6	1.8	16.0	33.7	624.2	35.2	189.5	8148	0	0
	1988	大豆	23.0	—	—	—	—	—	—	(42.2)	18.0	(14.0)	3210	—	—
	1989	高粱	8.5	—	—	20.5	—	—	—	2358.0	2.68	63.2	5355	—	—
	1990	玉米	4.3	1.6	1.6	21.2	1.8	17.5	33.4	584.5	32.0	187.0	8041	107	1.2

表 1 结果表明,连作区玉米产量逐年下降,1988 年比 1987 年公顷减产 226 公斤,减产 2.8%;1989 年比 1987 年公顷减产 265 公斤,减产 3.3%。1990 年产量最低,比 1987 年公顷减产 422 公斤,减产 5.2%,产量差异达显著水平;比同年轮作区公顷减产 315 公斤,减产 3.9%,产量差异亦达显著水平(见表 2)。历年减产的直接原因主要是产量构成因素中的百粒重、单穗粒数下降。

表 2 试验区历年玉米产量差异显著性 (kg)

年 度	平均产量 (\bar{X}_i)	差 异			
		$\bar{X}_i - 7726$	$\bar{X}_i - 7883$	$\bar{X}_i - 7922$	$\bar{X}_i - 8041$
1987(连)	8148	422*	265	226	107
1990(轮)	8041	315*	158	119	
1988(连)	7922	196	39		
1989(连)	7883	157			
1990(连)	7726				

(二)连作对土壤肥力的影响

土壤有机质是组成土壤肥力的核心物质,土壤有机质含量的多少是土壤肥力高低的重要标志⁽⁷⁾。评价土壤肥力的高低,可以由土壤有机质含量的变化来说明。而土壤中氮、磷、钾等营养元素含量的多少,可以通过施用化肥来调解,这里暂不做讨论(见表 3,图 1)

经 q 测验和 Ld 测验,试验区各年度间,每年连作区和轮作区之间,土壤有机质含量差异均不显著,但图 1 表明,玉米连作 4 年,

表3

试验区历年土壤有机质含量

年度	连作区			轮作区			当年连作比 轮作增减(%)
	收获作物	有机质含量(%)	比上年增减(%)	收获作物	有机质含量(%)	比上年增减(%)	
1987	玉米	2.1339	—	玉米	2.1339	—	—
1988	玉米	2.1981	3.01	大豆	2.1671	1.56	7.56
1989	玉米	2.3064	4.93	高粱	2.2513	3.89	2.45
1990	玉米	2.3836	3.35	玉米	2.3256	3.30	2.49

土壤有机质含量的变化趋势是逐年增加的,而且连作区每年土壤有机质的增加量高于轮作区。耐人寻味的是,4年中未向试验区施用任何有机肥料,这证明残留在土壤中的作物根茬每年能补充给土壤大量的有机质,从而培肥地力。而且玉米连作,保留根茬,提高土壤有机质含量,效果好于玉米—大豆—高粱—玉米轮作形式。

(三)连作对化肥利用率的影响

肥料施于土壤,作物不能将其成份全部都吸收,化肥利用率可由下式计算^[9]:

$$\text{化肥利用率} = \frac{\text{施肥区作物体内养分含量} - \text{无肥区作物体内养分含量}}{\text{施用的肥料纯养分含量}} \times 100\%$$

表4

各年度间化肥利用率差异显著性

(%)

N		差异			P ₂ O ₅		差异		
年 度	平均数 Xi	Xi-38.8	Xi-39.7	Xi-39.9	年 度	平均数 Xi	Xi-13.2	Xi-16.2	Xi-16.3
1988(连)	40.5	1.7	0.8	0.6	1990(轮)	16.8	3.6**	0.6	0.5
1990(轮)	39.9	1.1	0.2		1990(连)	16.3	3.1**	0.1	
1990(连)	39.7	0.9			1989(连)	16.2	3.0**		
1989(连)	38.8				1988(连)	13.2			

表4结果表明,玉米连作4年,各年度间、连作与轮作之间,玉米对氮肥的利用率差异不显著;磷肥利用率除1988年与其他各年度间差异极显著外,1989、1990年连作区、1990年轮作区之间均无显著差异。其原因是1988年BZT-6拖拉机播种,种肥磷酸二铵随种下地,施撒在与种子同一水平位置上,过浅过散,加之覆土不能均匀,造成已施的磷素损失,因而降低了磷肥的利用率。1989、1990年马拉单体播种机播种,种肥磷酸二铵散施在种子下面,提高了磷肥的利用率。因此,总的来说,玉米连作4年,对化肥利用率的影响不显著。

(四)连作对病虫害发生的影响

1. 玉米大斑病发生情况

从1990年田间调查结果看,连作区由于土壤表层和残留在田间的病株残体中的大斑病原菌多,玉米大斑病初侵染和再侵染发生较多较早,造成的损失较为严重(见图2)。

一般说来,田间成株抗病性鉴定以病情达到三级以上为原则^[9],因此我们只分析三级以上大斑病的发病情况。

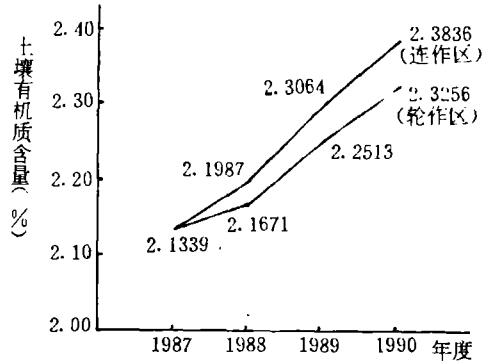


图1 试验区历年土壤有机质含量变化

表5

三级以上大斑病发病情况

(%)

重复(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum X$	\bar{X}_i	ω_i	$Ld_{0.01}$	Ld
连作区	40	100	60	100	100	80	100	100	80	780	86.7	60	0.233	0.426**
轮作区	0	20	60	60	0	60	40	20	60	320	35.6	60		

经Ld测验,连作区三级以上大斑病发病率高于轮作区,差异达极显著水平。

2. 玉米茎腐病发生情况

表6

1990年玉米茎腐病发病情况

重复(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum X$	\bar{X}_i	ω_i	$Ld_{0.01}$	Ld
连作区	0	80	20	80	60	20	60	60	20	400	44.4	80	0.233	0.296**
轮作区	0	0	20	20	0	40	0	0	0	80	8.9	40		

表6结果表明,连作区玉米茎腐病发病率高于轮作区,差异达极显著水平。

玉米茎腐病的病原菌为多种真菌和细菌,其中主要是腐霉菌(Pythium)^[10],其主要传染源是带菌土壤和残留在田间的病株残体、根茬等,从而侵染连作区翌年玉米植株。

3. 玉米螟发生情况

表7

1990年试验区玉米螟发生情况

(%)

重复(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum X$	\bar{X}_i	ω_i	$Ld_{0.01}$	Ld
连作区	20	100	80	100	100	40	100	100	60	700	77.8	80	0.233	0.254**
轮作区	20	20	60	80	20	60	40	20	60	380	42.4	60		

玉米螟一般以老熟幼虫在玉米秸秆,穗轴中越冬,连作区田间收获时,也有相当数量的幼虫落在地面,然后爬迁到残留在田间的玉米根茎,秸秆及堆积着的落叶杂草中越冬^[11]。翌年这些幼虫化蛹、羽化为成虫后,首先就近在连作区内玉米植株上产卵,故连作区的卵量、发生率、受害程度均高于轮作区,差异极显著。

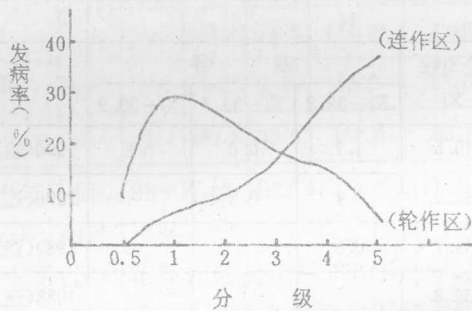


图2 玉米大斑病发生情况(1990年)

4. 病虫害发生对产量的影响

玉米产量受多种因素制约,分析其产量时应考虑诸多因素的综合影响。1990年,连作区与轮作区在玉米品种、土壤肥力、化肥利用率、施肥量及各种栽培技术措施都相同的条件下,玉米产量的高低显然是受到病虫害发生程度的影响。

经对田间调查资料的t测验,玉米螟发生率(X_3)与产量(y)呈极显著负相关,茎腐病发病率(X_2)与三级以上大斑病发病率(x_1)对产量的偏回归在 $d=0.20$ 水平显著,并有回归方程:

$$\hat{y} = 8343.8225 - 1.2735x_1 - 1.5170x_2 - 5.7030x_3$$

而其它病虫害则发生较少较轻,对产量无显著影响。

由此可见,玉米连作减产的主要原因是玉米螟、茎腐病和大斑病的发生。这几种病虫害

的发生,阻碍了作物体内营养物质的运输,影响作物的生长发育,使作物子实品质降低、果穗变小、百粒重下降,导致减产。本试验中,玉米螟对产量影响最显著,其次是茎腐病,再次为大斑病。

(五)经济效益分析

经济效益是衡量一切耕作栽培措施的重要指标。

经综合分析,玉米4年连作比(玉米—大豆—高粱—玉米)4年轮作形式多收入786.27元/公顷,经济效益提高9.2%。因此,在生产上实行多年(4年)连作是可行的(见表8)。

表8

试验区4年经济效益

(kg/ha、元/kg、元)

区 别	年 度	作 物	投 入 (C)								产 出			RAVC			
			C 种子			C 化肥			C 用工		C	TVC	子粒		单价	CR	
			数量	单价	合计	种类	数量	单价	合计	个	合计	农业税	产量		CR		
连作区	1987	玉米	40	1.72	68.80	二铵	150	0.81	345.50	15	45.00	6.40	465.70	8148	0.37	3014.76	2549.06
				硝铵	400	0.56											
	1988	玉米	40	2.00	80.00	二铵	150	0.81	345.50	15	45.00	6.40	476.90	7922	0.312	2471.66	1994.76
				硝铵	400	0.56											
	1989	玉米	40	2.20	88.00	二铵	175	0.81	421.75	15	45.00	6.40	561.15	7883	0.392	3090.14	2628.99
			硝铵	500	0.56												
1990	玉米	40	3.92	156.80	二铵	200	0.81	442.00	15	45.00	6.40	650.20	7726	0.372	2874.07	2223.87	
			硝铵	500	0.56												
	总 计				393.60			1554.75	180.00	25.60	2153.95			11450.63	9296.68		
轮作区	1987	玉米	40	1.72	68.80	二铵	150	0.81	345.50	15	45.00	6.40	465.70	8148	0.37	3014.76	2549.06
				硝铵	400	0.56											
	1988	大豆	60	1.20	72.00	二铵	150	0.81	121.50	8	24.00	6.40	223.90	3210	0.73	2343.30	2119.40
	1989	高粱	30	1.00	30.00	二铵	150	0.81	345.50	15	45.00	6.40	426.90	5355	0.36	1927.80	1500.90
				硝铵	400	0.56											
1990	玉米	40	3.92	156.80	二铵	200	0.81	442.00	15	45.00	6.40	650.20	8041	0.372	2991.25	2341.05	
			硝铵	500	0.56												
	总 计				372.60			1254.50	159.00	25.60	1766.70			10277.11	8510.41		

结 论 与 讨 论

(一)玉米连作4年,土壤肥力的主要标志——土壤有机质含量变化趋势是逐年增加的,而且连作区每年的增加量都高于轮作区。因此玉米根茬留在土壤中,其培肥作用好于大豆、高粱等,从这一点来说,玉米连作对保持地力是有利的。

(二)玉米连作4年中,化肥利用率变化不显著。

(三)玉米连作4年,产量逐年下降,第4年连作区产量最低,与同年轮作区和连作第1年产量比较,差异均达显著水平。

(四)玉米连作与轮作产量的差异,主要受病虫害发生的影响。玉米连作第4年,连作区内三级以上大斑病发病率(x_1)、茎腐病发病率(x_2)、玉米螟发生率(x_3)都高于轮作区,差异均达到极显著水平,并对产量(y)有回归方程:

$$\hat{y} = 8343.8225 - 1.2735x_1 - 1.5170x_2 - 5.7030x_3$$

其中玉米螟对产量的影响最严重,偏回归达极显著水平,其次是茎腐病,再次为大斑病。

(五)玉米连作4年的纯经济效益比(玉米—大豆—高粱—玉米)4年轮作提高

9.2%。经济效益是衡量一切耕作栽培措施的重要指标,因此玉米实行多年(4年)连作是可行的。

(六)几点建议:

1. 生产上长期耕作只靠玉米根茬的培肥作用能否保持土壤肥力持续稳定,还需进一步研究。目前仍应积极提倡多施有机肥料,这也是缓解化肥供应数量不足,补充作物所需各种微量元素的一项重要措施。

2. 在生产上实行玉米多年连作必须与防治病虫害的措施相结合:首先要不断改良和更新主推的玉米品种,特别要大力推广抗病虫品种,减少连作田内残留的病原菌群体中出现的致病力不同的生理小种侵害;其次,玉米根茬有培肥地力的作用,秋收后要保留根茬,但应及时进行土壤和根茬消毒,深秋翻,消灭残留在土壤、根茬及残茎落叶中的病原菌和越冬幼虫,减少翌年病虫害的初侵染源。否则,玉米继续多年连作,病虫害的发生逐年严重,产量不断下降,若干年后连作与轮作哪个经济效益更高,这个问题就得重新评价了。

参 考 文 献

- [1] 中国作物学会全国耕作制度研究会筹备会编:《耕作制度研究论文集》,农业出版社,1981年,9月,第一版,P117。
- [2] <日>大久保隆弘:《作物轮作技术与理论》,农业出版社,1982年,1月,第一版,P8。
- [3] 姜岩等:作物根茬对土壤培肥作用的研究,《吉林农业大学学报》,1989年,第1期,P11。
- [4] 南京农学院主编:《田间试验和统计方法》,农业出版社,1979年,1月,第1版,P90。
- [5] 马育华:《试验统计》,农业出版社,1980年,1月,第1版,P583。
- [6] 李大祥:国外耕作制度研究的常用经济评价方法,《耕作与栽培》,1990年,第6期,P8。
- [7] 姜岩:论土壤有机培肥,《土壤培肥研究论文集》(第1辑),1988年,7月,P1—15。
- [8] <日>高井康雄:《施肥原理与技术》,农业出版社,1982年,1月,第1版,P23。
- [9] 华南农学院、河北农业大学主编:《植物病理学》,农业出版社,1980年,3月,第1版,P158,160。
- [10] 吴全安等:北京地区玉米青枯病病原与发生条件的调查研究,《植物保护》,1990年,第4期,P5。
- [11] 河南农林厅教材编委会编:《作物病虫害防治学》,河南人民出版社,1959年,3月,第1版,P203。