

土壤通透性与夏玉米高产关系的研究

李 连 徐源连 郭丕伦

(烟台市农科所,烟台 265500) (莱州市土肥站)

在玉米生产实践和丰产栽培试验中,一般认为在水肥供应充足的条件下,土壤疏松通气性好较易获得高产。验证这一实践经验,并揭示土壤通透性对玉米生长发育和产量影响的规律,可为玉米高产栽培提供科学依据。

经过连续两年的比较试验已初步肯定,在水肥较充足的条件下,土壤通气性好的沙壤土较通透性较差的中壤土增产效果较明显,增产幅度在 9.3%~14.3%。增产的主要原因是:因土松根系较发达、根深叶茂,增大了光合面积,提高了叶面积系数(LAI)和经济系数,从而提高了产量。

1 试验条件和方法

1.1 试验条件

参试单位是选择在同一气候条件下的莱州市农科所和莱州市西由镇的后邓、光明和王贾村技术队(都是邻村)。

后邓技术队是沙壤土,代表沙壤土类型,土壤通透性较好;农科所、光明和王贾技术队代表中壤土类型,土壤通透性较差。整个试验过程,两种类型相互比较。

1.2 试验方法

各单位试验实收面积在一亩以上,不设

重复;品种统一采用掖单 2 号;6 月 20 日夏直播;行距 66.7cm、株距 23.3cm,亩留苗 4 285 株,实收 4 100 株以上;播种时沟施优质圈肥 1 500kg 和 40kg 国产磷肥混用,全生育期共施标准氮肥 60kg,其中种肥 10kg、攻穗肥 40kg、攻粒肥 10kg,其它管理措施基本相同。

在玉米播前和收后各挖一次 1 米深的土壤剖面,按层次测定其物理性状和化学性状;在玉米可见叶 5 叶、10 叶、15 叶、抽雄、抽雄后 20 天,分别调查 0~20cm、21~40cm 土层的物理性状和根系发育状况,同时测定叶面积、干物重和植株体内养分含量;收获时调查产量构成因素,并进行实打。

2 结果与分析

2.1 土壤的化学性状

两年的试验各单位都在同一地块上进行。1980 年在玉米播前和收后、1981 年分五期(5 叶、10 叶、15 叶、抽雄、抽雄后 20 天)分别对 0~20cm、21~40cm 的土壤进行养分化验。1980 年播前和收后还挖了 1 米以上的土壤剖面,剖面的养分也分 0~20cm 和 21~40cm 进行了化验,结果见表 1。

表 1 土壤养分测定结果

取 样 期	土 壤 类 型	有机质(%)		全 N(%)		速 N (mg/kg)		速 P (mg/kg)		速 K (mg/kg)		代换量 (mg/100g 土)		pH 值	
		1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年
		1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年	1980 年	1981 年
播 前 0 ~ 20cm	沙壤土	0.834	0.420	0.05920	0.05806	64.00	-	71.00	58.00	94	63.2	5.94	6.30	7.0	-
	中壤土	1.075	1.170	0.07313	0.07153	88.30	93.67	48.67	60.13	106.00	120.0	12.40	12.65	-	7.1
	沙壤比 中壤	+-	-0.241	-0.750	-0.01392	-0.02153	-4.33	-	-22.33	-2.13	-12.60	-56.8	-6.47	-6.35	-
	+-%	-22.420	-64.100	-19.05000	-27.10000	-6.34	-	+45.90	-3.55	-11.32	-47.3	-52.16	-50.20	-	-
收 后 0 ~ 20cm	沙壤土	0.836	0.780	0.05600	0.05640	55.00	75.00	60.80	49.40	44.00	86.0	6.79	5.26	7.5	7.5
	中壤土	1.197	1.173	0.07925	0.07793	66.20	78.00	40.65	58.93	103.00	117.3	13.19	11.76	7.4	7.2
	沙壤比 中壤	+-	-0.361	-0.393	-0.02325	-0.02153	-11.30	-3.00	-20.15	-9.33	-59.00	31.3	-6.40	-6.5	-
	+-%	-30.160	-33.530	-29.34000	-27.60000	-17.04	-3.85	+49.57	-15.83	-57.30	-26.7	-48.52	-55.24	-	-
21 ~ 40cm	沙壤土	0.414	-	0.03600	-	25.00	-	23.05	-	37.00	-	6.00	-	-	-
	中壤土	0.660	-	0.04615	-	41.53	-	9.15	-	95.75	-	14.65	-	-	-
	沙壤比 中壤	+-	-0.246	-	-0.01615	-	-16.63	-	+13.90	-	-58.75	-	-8.65	-	-
	+-%	-37.270	-	-34.99000	-	-39.95	-	+151.91	-	61.36	-	-59.01	-	-	-

注:1980 年 20~40cm 的养分,是土壤剖面播前和收后两次化验结果的平均数。

从表1中可以看出:沙壤土除1980年0~20cm的速磷比中壤土高外(播前高45.9%、收后高49.57%),而有机质、全氮、速氮、速钾、代换量各项,不论哪一年,不论哪个深度,不论什么时间都明显的低于中壤土。如有机质低22.02%~37.27%,全氮低19.05%~34.99%,速氮低3.85%~39.95%,速钾低11.32%~61.36%,代换量低48.52%~59.01%。1980年两次土壤剖面 and 1981年各期测定的结果与上述分析结果基本一致。

表2 土壤物理性状测定结果

深度	土 类	项 目	容量(g/cm ³)		总孔隙度(%)		空气孔隙度(%)		空气保证度(%)		透水性(毫升/分)	
			1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年
			1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年	1980年	1981年
0~20cm	沙壤土	—	1.388	1.414	47.74	46.47	10.90	12.60	30.82	30.05	0.251	—
		—	1.498	1.513	42.68	42.82	9.03	10.23	16.97	18.51	0.193	—
	中壤土	—	—0.110	—0.099	+5.06	+3.82	+1.87	+2.37	+13.85	+11.54	+0.058	—
		—	—7.340	—6.510	+11.86	+8.94	+20.71	+23.17	+81.61	+62.34	+30.050	—
21~40cm	沙壤土	—	1.515	1.496	41.64	42.68	6.17	5.80	18.70	22.24	—	—
		—	1.579	1.614	40.72	39.01	5.64	5.14	14.94	12.19	—	—
	中壤土	—	—0.064	—0.118	+0.92	+3.67	+0.53	+0.66	+3.76	+10.05	—	—
		—	—4.070	—7.280	+2.26	+9.41	+9.40	+12.84	+25.17	+82.44	—	—

注:该表各项数据是多次测定结果的平均数。

从表2中可以看出,沙壤土的容重比中壤土低4.07%~7.28%,总孔隙度高2.26%~9.41%,空气孔隙度高9.4%~12.84%,空气保证度高25.17%~82.44%,透气性高30.05%。

另外,1980年还在玉米苗期当日防雨量达60mm以上的第3天和第6天,分别测定了0~20cm和21~40cm的土壤含水量,计算了空气保证度。通过测定和计算结果说明:沙壤土的土体排水良好,空气保证度比中壤土大的多,这是玉米根系发育良好促使玉米高产的重要原因。

2.3 根系生育状况

两年来对玉米各生育阶段、各土壤层次的玉米根系发育状况,进行了全面的调查,其结果见表3。

从表3可以看出,沙壤土各时期、各层次玉米根系发育情况与中壤土相比,根层数和根条数差异不明显,而单株根的干重则大大

因此,就土壤养分而言,后邓沙壤土的肥力比其它单位中壤土的肥力低得多。

2.2 土壤的物理性状

两年来对土壤主要物理性状进行了大量的调查。1980年播前和收后,1981年在10叶期测定了0~20cm、21~40cm的土壤比重、容重、总孔隙度、空气孔隙度、空气保证度和透水性等。1980和1981两年在播前、5叶、10叶、15叶、抽雄、抽雄后20天和收获期测定了容重和总孔隙度,结果见表2。

高于中壤土,0~20cm高12.58%~168.29%,21~40cm高16.60%~189.86%。由此可以看出沙壤土玉米根系发育比中壤土为好。

2.4 叶面积测定结果

各单位都在试验田选准有代表性的两点,每点5株,定期进行叶面积的测定,测定结果见表4。

由表4可见,1980年除5叶期外,沙壤土的单株叶面积和LAI都高,分别比中壤土高1.22%~22.29%和5.90%~26.14%。1981年不太规律,除10叶、15叶和收获期沙壤土的单株叶面积和LAI明显的比中壤土高外,其它几期均略低,但差异不显著。因此,可以说沙壤土玉米光合作用的主要功能器官——叶片的发育比中壤土的好。

2.5 干物重测定结果

单株干物重是指地上部分茎叶之干重,测定结果详见表5。

表3 根系生育状况测定结果 (干重单位:g/株)

年度	土类	时期	5叶期			10叶期			15叶期			抽雄期			抽雄后20天			收获期			
			根数	条数	干重	根数	条数	干重	根数	条数	干重	根数	条数	干重	根数	条数	干重	根数	条数	干重	
1980年	沙壤土	—	2.00	7.80	0.190	4.00	18.00	2.100	8	35.25	9.280	7.00	58.25	16.830	8	61	13.130	—	—	—	
		中壤土	2.00	8.38	0.153	4.25	18.60	1.129	5.8	36.5	7.695	7.40	55.17	10.180	8	63.23	4.553	—	—	—	
	沙壤比	+-	0	-0.58	-0.038	-0.25	-0.60	-0.971	-0.2	-1.25	+1.645	-0.40	+3.08	-6.647	0	-2.25	+3.577	—	—	—	
		中壤比	+-	0	-6.89	+24.19	-5.90	-3.23	+85.030	-3.45	-3.42	+21.520	-5.41	+5.58	-65.290	0	-3.53	+37.440	—	—	—
	10cm	沙壤土	1.50	5.75	—	—	20.50	2.750	5.8	34.9	5.775	7.00	64.80	10.375	8	62	11.350	8.00	—	10.300	
		中壤土	1.63	7.66	—	—	4.53	19.77	1.055	5.77	31.67	3.475	7.33	58.58	7.482	7.77	63.58	10.080	7.60	—	
	18cm	沙壤比	+-	-0.33	-1.91	—	-0.33	+0.73	+1.725	-0.03	-3.23	+2.300	+0.17	+6.22	+2.893	+0.23	-1.58	+1.269	+0.4	—	-0.050
		中壤比	+-	—	—	—	—	-0.33	+0.73	+1.725	-0.03	-3.23	+2.300	+0.17	+6.22	+2.893	+0.23	-1.58	+1.269	+0.4	—
	1年	沙壤比	+-	-18.05	-24.84	—	-7.69	-3.71	+168.300	+0.52	+10.2	-56.190	-2.32	+10.61	-36.670	+2.56	-2.49	-12.560	+5.25	—	-0.480
		中壤比	+-	—	—	—	—	-7.69	-3.71	+168.300	+0.52	+10.2	-56.190	-2.32	+10.61	-36.670	+2.56	-2.49	-12.560	+5.25	—
1981年	沙壤土	—	—	—	—	—	—	0.650	—	—	1.580	—	—	2.450	—	—	0.675	—	—	—	
		中壤土	—	—	—	—	—	0.260	—	—	0.895	—	—	1.492	—	—	0.625	—	—	—	
	沙壤比	+-	—	—	—	—	—	+0.370	—	—	+0.685	—	—	+0.958	—	—	-0.25	—	—	—	
		中壤比	+-	—	—	—	—	+132.140	—	—	-76.540	—	—	+64.230	—	—	+40.000	—	—	—	
	10cm	沙壤土	—	—	—	—	—	0.200	—	—	1.400	—	—	0.775	—	—	1.650	—	—	0.925	
		中壤土	—	—	—	—	—	+0.069	—	—	0.763	—	—	0.850	—	—	0.854	—	—	0.793	
	18cm	沙壤比	+-	—	—	—	—	+0.151	—	—	+0.638	—	—	+0.125	—	—	+0.796	—	—	+0.132	
		中壤比	+-	—	—	—	—	+189.300	—	—	-83.550	—	—	+19.230	—	—	+93.170	—	—	+16.600	
	1年	沙壤比	+-	—	—	—	—	+189.300	—	—	-83.550	—	—	+19.230	—	—	+93.170	—	—	+16.600	
		中壤比	+-	—	—	—	—	+189.300	—	—	-83.550	—	—	+19.230	—	—	+93.170	—	—	+16.600	

表4 玉米单株叶面积和叶面积动态

年 度	土 类	时 期 项 目	5 叶期		10 叶期		15 叶期		抽雄期		抽雄 20 天		收获期	
			cm ² /株	LAI	cm ² /株	LAI	cm ² /株	LAI	cm ² /株	LAI	cm ² /株	LAI	cm ² /株	LAI
1980年	沙壤土	—	74.58	0.0480	1084.43	0.699	4472.19	2.880	6797.40	4.380	6304.47	4.050	—	—
		中壤土	90.37	0.0573	986.35	0.622	3656.90	2.280	6513.00	4.118	6228.75	3.830	—	—
	沙壤比 中壤比	+-	-15.79	-0.0093	+98.08	+0.077	+815.30	+0.596	+284.40	+0.262	+75.72	+0.229	—	—
		+-	-17.47	-15.2300	+9.94	+12.380	+22.29	+26.140	+4.37	+6.360	+1.22	+5.980	—	—
1981年	沙壤土	—	70.19	0.0486	874.77	0.604	3957.74	2.730	6307.17	4.350	5884.57	4.060	2634.81	1.82
		中壤土	76.02	0.0500	703.00	0.460	3593.46	2.063	6729.71	4.470	6440.50	4.280	2169.50	1.46
	沙壤比 中壤比	+-	-5.83	-0.0014	+171.77	+0.144	+364.28	+0.667	-422.54	-0.120	-555.90	-0.220	+465.30	+0.36
		+-	-7.67	-2.8000	+24.43	+31.300	+10.14	+32.300	-6.28	-2.680	-8.63	-5.140	+21.25	+24.70

表5 玉米单株干物重测定结果 (单位:g/株)

年度	土类	时期	5叶期			10叶期			15叶期			抽雄期			抽雄20天			收获期		
			全株	叶	茎	全株	叶	茎	全株	叶	茎	全株	叶	茎	全株	叶	茎	全株	叶	茎
1980年	沙壤土	—	0.2920	6.190	0.270	6.460	28.90	5.490	34.340	59.100	54.160	113.25	73.00	59.00	188.33	43.850	63.7500	261.75	—	—
		中壤土	0.3695	5.620	0.304	6.498	26.45	6.610	34.520	59.145	65.525	128.06	62.83	71.66	204.57	—	—	—	—	—
	沙壤比	+-	-0.0775	+0.570	-0.034	-0.038	+2.45	-1.120	-0.180	0	-11.365	-14.76	+10.17	-12.66	-16.24	—	—	—	—	—
		中壤比	+-	-21.0000	+10.140	-11.180	-0.580	+9.26	-16.940	-0.510	0	-17.340	-11.53	+16.19	-17.67	-7.94	—	—	—	—
	10cm	沙壤土	0.3337	5.030	0.367	6.857	21.60	6.025	33.265	38.950	49.200	111.40	34.65	54.90	174.25	25.300	43.60	258.90	—	—
		中壤土	0.3700	5.094	0.313	7.052	21.76	7.835	37.900	39.690	54.175	113.39	42.52	67.57	178.68	41.025	68.87	292.82	—	—
	18cm	沙壤比	+-	-0.0363	-0.064	+0.0549	-0.195	-0.16	-1.816	-4.640	-0.740	-4.975	-1.99	-7.87	-13.57	-4.43	-15.775	-25.29	-33.92	—
		中壤比	+-	-9.8000	-1.260	+17.4400	-2.770	-0.73	-23.100	-12.240	-1.870	-9.200	-1.76	-18.50	-20.10	-2.48	-38.300	-36.60	-11.58	—
	1年	沙壤比	+-	-0.0363	-0.064	+0.0549	-0.195	-0.16	-1.816	-4.640	-0.740	-4.975	-1.99	-7.87	-13.57	-4.43	-15.775	-25.29	-33.92	—
		中壤比	+-	-9.8000	-1.260	+17.4400	-2.770	-0.73	-23.100	-12.240	-1.870	-9.200	-1.76	-18.50	-20.10	-2.48	-38.300	-36.60	-11.58	—

由表5可以看出:两年来沙壤土玉米单株的全株和茎的干重都较低,分别比中壤土低0.51%~21%和9.2%~36.69%。但叶的干重1980年除5叶期外,各期都高于中壤土,幅度为9.26%~16.19%。1981年沙壤土各期叶的干重略低,但差异不大。然而,通过叶、茎干重分别占全株干重百分数的计算,可以发现沙壤土叶占全株干重的百分数,两年都高于中壤土,达0.55%~25.2%,而茎干重占全株干重的百分数两年各期均低于中壤

土,低2.0%~28.7%。沙壤土叶的干重高于中壤土,茎的干重低于中壤土,叶干重占全株干重比数大。这个事实说明了沙壤土与中壤土有机营养的分配规律不同,沙壤土把有机营养较多地输送到光合器官——叶片的建成上,能更好地利用光能进行光合作用,形成较多的光合产物,促进玉米产量的提高。

2.6 产量性状调查结果

产量是诸因素作用于玉米群体结果的最终体现,能否获得高产,这要看影响玉米产量

的诸项性状表现如何。详见表6。

两年结果可以看出:沙壤土玉米的株高较矮、茎秆较细、穗位较低,是丰产性状的表现;而中壤土茎秆高大粗壮,产量性状不如沙壤土的好,如秃尖比沙壤土长14.87%~36.60%。1980年穗粒数、穗粒重和百粒重差

异不明显,1981年沙壤土玉米的百粒重比中壤土的高得多。1980和1981年的产量沙壤土比中壤土分别高9.3%和14.33%。其经济系数沙壤土比中壤土的高27.17%,这说明沙壤土玉米体内有机物质的分配是经济合理的。

表6 植株穗部性状和产量结果

年 度	项 目	株高 cm	茎粗 cm	穗位 cm	穗长 cm	穗粗 cm	秃尖 cm	穗行数	行粒数	穗粒数	穗粒重 (g)	百粒重 (g)	亩株数	理论产量 (kg/亩)	实产 (kg/亩)	经济系数
1980年	沙壤土	295.00	1.65	128.20	15.51	4.82	1.66	15.20	30.33	460.40	130.60	28.40	4297.00	561.85	547.65	—
	中壤土	300.90	1.70	128.60	15.76	5.01	1.95	15.20	30.14	457.70	131.55	29.00	4178.00	556.00	500.95	—
	沙壤土比中壤土	-5.90	-0.05	-0.40	-0.25	-0.19	-0.29	0	+0.19	+2.70	-0.95	-0.50	+119.00	+5.85	+46.70	—
	中壤土比沙壤土	+2.00	+3.00	+0.30	+1.59	+3.73	+14.87	0	+1.00	+2.38	+0.70	+2.10	+2.80	+1.00	+9.38	—
1981年	沙壤土	272.10	1.33	134.00	15.80	5.00	1.42	15.20	31.70	433.20	146.00	33.90	4438.40	659.15	614.75	0.558
	中壤土	306.70	1.55	145.5	16.21	5.32	2.24	15.50	30.30	470.10	144.20	29.90	4428.30	650.00	537.55	0.439
	沙壤土比中壤土	-33.60	-0.22	-11.50	-0.41	-0.07	-0.82	-0.30	+1.40	-36.90	+1.80	+4.00	+260.10	+8.95	+77.1	+0.119
	中壤土比沙壤土	+10.95	+14.19	+7.93	+2.53	+1.39	+36.60	-1.94	+4.62	-7.85	+1.23	+13.38	+6.15	+1.38	+14.33	+27.17

3 讨 论

本试验两年虽然是在不同单位试验地上进行的,但参试单位相距不远,气候条件基本一致。在试验过程中,凡人为能控制的条件尽量做到了一致。试验结果表明:影响玉米生长发育和产量的条件是土壤质地、土壤物理性状等。后邓村沙壤土的土壤养分含量比中壤土低的多,而土壤空气状况比中壤土好的多。土壤养分低,对玉米生长发育和产量会有影响,但土质疏松、透水性好、土壤空气状况良好,可充分释放和利用土壤中现有的土壤养分,促进玉米的生长发育和产量的提高。

玉米是高光效作物,植株体大,群体繁茂、根系发达。玉米根系既是吸收器官,又是一个旺盛的合成器官,其呼吸作用很强烈。因此,玉米对土壤空气的反应是很敏感的。沙壤土土质疏松,透气透水性好,即使在雨季也能经常保持土壤良好的空气状况。因而,根系发育良好、根量增加、根的活性提高,使根系和植株体内复杂的生物化学过程顺利进行。使植株发育健壮、叶干重增加、叶面积扩大,从而提高了产量。

中壤土土壤养分含量比沙壤土高,植株

发育比沙壤土高大粗壮,但产量不如沙壤土的高。这个结果说明了两种类型的土壤,在相同且较高的施肥水平条件下,决定玉米植株生长发育和产量的主要因素,是土壤空气状况的好坏,而不是土壤养分的高低。这就验证了在水肥供应充足的条件下,土壤疏松透气较易获得玉米高产的实践经验。试验结果还说明了中壤土玉米茎秆高大粗壮,主要是由于土壤养分水分充足所致,这一事实也启示我们,在土壤养分足且保水能力强的地块,肥水不宜攻的过猛,特别是前期,否则易使茎秆过旺,经济系数降低。

在这个试验进行的两年中,都是雨量很少的干旱年份。如果在正常年份或多雨年份,会因中壤土中水气矛盾加剧,产量结果差异还会大。

从本试验结果和夏玉米生长发育的土壤环境,可以认为,在夏玉米生产和丰产栽培中,一定要想方设法,搞好田间排水设施、增施有机肥料、深松土壤,改善土壤透气透水性,使土壤经常保持良好的空气状况,以促进地下根系的发育,保证植株健壮生长,提高光能利用率,进而提高玉米产量。