

大豆“两垄一沟”栽培法 土壤耕层环境效应与根系生长

胡立成 丁希明 姚远 董丽华 林蔚刚 王以芝

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

摘 要

本文对大豆“两垄一沟”栽培法土壤耕层中水分、温度、容重、三相比、土壤养分和根系生长状况进行了研究。结果表明,该栽培法 0—30cm 耕层含水量和温度均较高;容重除两垄一沟中间行 0—10cm 耕层较小外,其它耕层也较高;三相比 20—30cm 耕层中空气减少,固相有增加,容积含水量增加最大;土壤中速效氮和速效磷有明显增加。说明“两垄一沟”栽培法改善了土壤耕层理化特性,创造了良好的环境条件,促进根系生长,增加大量不定根和中小根瘤,有利于大豆后期的生长发育。

关键词 大豆;两垄一沟;土壤环境;根系生长

大豆产量提高,除增加绿色面积充分利用近地空间光、气、热环境外,还决定于根系生长所需水、肥、气、热等土壤环境。在北方半干旱冷凉地区大豆多采用 66—70cm 行距垄作栽培。历史上形成的传统垄作栽培具有防风防旱防涝,种床温度高,适应性广的优点^[5]。但当种植密度增加时,不能充分发挥个体与群体的增产作用^[8],而且由于土壤耕作次数多,土壤耕层结构以及抗旱耐涝能力仍需要进一步改进。

为了进一步增加大豆产量,既保持大垄栽培特点,又吸收窄行密植减少耕作的优点^[1,2]。从 1991—1993 年进行了大豆“两垄一沟”栽培法的研究。该栽培法实行农机农艺相结合,除增加田间绿色面积外,在一定程度上改进了土壤耕层结构,为大豆根系生长发育创造了良好的环境条件,增加了大豆产量 15—25%。

• 本文于 1994 年 2 月 2 日收到。

This paper was received on Feb. 2, 1994.

材料与方法

本研究在哈尔滨黑龙江省农业科学院大豆研究所试验地进行。土壤为黑土,麦茬秋翻秋起垄,品种选用黑农 35, F89-1, 黑农 37, 黑农 34。每个品种设二种处理:两垄一沟栽培(见图 1)大行距 140cm, 中间行沟、台小行距 35cm, 垄沟穴距 20cm, 每穴留苗 2 株, 垄台穴距 15cm, 每穴留苗 3 株, 密度为 35.8 株/m²; 对照为 70cm 垄上双行精量点播, 密度为 28.6 株/m²。采用大区对比, 随机排列, 每处理面积 280—350m², 5 月 2 日至 5 月 6 日播种, 采用人工按点播绳播种。种肥深施, 亩施磷酸二铵 15kg。在大豆拱土出苗时, 两垄一沟大行间垄沟深松, 中间行小行间, 铲地松土除草, 70cm 垄也进行深松, 深度均为 22—25cm。二种栽培方式均三铲三趟(包括深松), 开花前后防治蚜虫 1—2 次, 8 月 10 日前后用 D. D. V 熏蒸法防治大豆食心虫。主要调查项目: 在大豆开花、结荚、鼓粒期, 测定土壤水分、容重、孔隙度。在大豆封垄后, 不同处理安装曲管温度计, 调查不同层次(5、10、15、20、25cm)土壤温度, 开花和结荚期取土分析土壤养分。并在大豆分枝、开花期调查根容量、根干重、根瘤数量和等级。

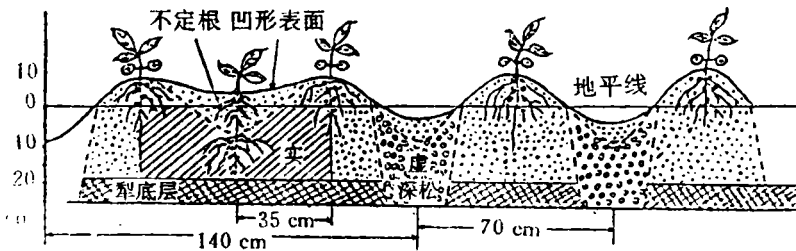


图 1 大豆“两垄一沟”栽培法剖面图

Fig. 1 Soil profile of "two ridges a furrow" planting pattern of soybean

结果与分析

一、对土壤水分的影响

大豆两垄一沟栽培从垄体看, 由两个 70cm 垄合为 140cm, 垄沟中间增加一行苗带, 在大豆开花封垄后, 经过铲趟, 两垄一沟垄体中间基本趋于平坦, 只保留很浅的凹形表面, 有利于接纳雨水, 垄体总表面积比两个 70cm 垄小, 减少了土壤水分蒸发, 土壤含水量高, 天气干旱时差异更明显(见表 1)。从表中看出, 在大豆开花、结荚、鼓粒期, 0—30cm 各层土壤含水量两垄一沟均比 70cm 垄高。如 1991 年在开花期调查, 0—10cm 耕层含水量两

垄一沟 12.2%,比 70cm 垄高 1.2%,中间行沟含水量 12.8%,比 70cm 垄高 1.8%;10~20cm 耕层含水量两垄一沟 15.9%,比 70cm 垄高 2.1%,中间行沟含水量 16.8%,比 70cm 垄高 3.0%;20~30cm 耕层含水量 18.6%,比 70cm 垄高 3.2%,中间行沟含水量 18.9%,比 70cm 垄高 4.1%。另外还看出,两垄一沟和 70cm 垄比,上层土壤含水量差值小于下层的差值。据此表明,两垄一沟栽培法改变了土壤耕层的含水量及其分布,提高了抗旱能力。

表 1 不同种植方式土壤 水分含量(干土重%)
Table 1 Soil moisture of various planting pattern

年度 Year	种植方式 Planting pattern	层次(cm) Tilth	开花期			结荚期			鼓粒期		
			Date of flowering			Date of podding			Date of pod filling		
			0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1991	两垄一沟		12.2	15.9	18.0	13.5	17.2	19.0	15.0	18.2	19.7
	Two ridges a furrow										
	沟		12.8	16.8	18.9	13.2	18.0	19.7	15.0	18.9	20.1
	Furrow										
1992	台		11.6	15.0	17.1	13.8	16.4	18.2	14.9	17.4	19.2
	Ridge										
	70cm 垄		11.1	13.8	14.8	13.8	15.2	15.9	13.6	14.9	15.6
	70cm Ridge										
1992	两垄一沟		13.2	15.0	18.0	17.4	19.8	21.3	18.2	19.3	21.0
	Two ridges a furrow										
	沟		13.3	15.3	18.9	18.2	19.7	22.2	18.5	19.4	21.7
	Furrow										
1992	台		13.0	14.6	17.1	16.5	19.8	20.3	17.9	19.2	20.3
	Ridge										
	70cm 垄		10.3	14.5	15.6	17.0	17.9	20.2	17.2	18.7	19.8
	70cm Ridge										

二、对土壤容重的影响

土壤容重大小表明土壤的紧实程度。从表 2 看出,在 10~20cm 耕层,开花期土壤容重两垄一沟比 70cm 高 0.11g/cm³,结荚期高 0.07g/cm³,鼓粒期高 0.12g/cm³;20~30cm 耕层开花期土壤容重两垄一沟比 70cm 高 0.08g/cm³,结荚期高 0.12g/cm³,鼓粒期高 0.09g/cm³。还看出,在结荚期以前两垄一沟中间行,沟内 0-10cm 耕层容重小于垄台和 70cm 垄,结荚期以后差异不明显。以上数据表明,两垄一沟栽培法由于在大豆出苗时大行间进行垄沟深松,小行间只铲不松(相当于 70cm 垄间隔深松),形成了虚实并存的土壤结

构。因此,土壤容重较大。

表 2 不同种植方式土壤容重(g/cm³)变化
Table 2 Soil compactness of various planting pattern

年度 Year	层次 (cm) Tilth 种植方式 Planting pattern	开花期 Date of flowering			结荚期 Date of podding			鼓粒期 Date of pod filling		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1991	两垄一沟 Two ridges a furrow	1.07	1.26	1.31	1.07	1.26	1.36	1.13	1.32	1.39
	沟 Furrow	0.97	1.28	1.32	1.00	1.27	1.38	1.17	1.37	1.41
	台 Ridge	1.16	1.24	1.30	1.14	1.24	1.34	1.09	1.26	1.36
	70cm 垄 70cm Ridge	1.11	1.15	1.23	1.14	1.19	1.24	1.14	1.20	1.30
1992	两垄一沟 Two ridges a furrow	1.10	1.28	1.35	1.07	1.32	1.37	1.11	1.33	1.38
	沟 Furrow	1.03	1.32	1.38	1.09	1.34	1.38	1.08	1.35	1.39
	台 Ridge	1.14	1.24	1.32	1.05	1.29	1.35	1.14	1.31	1.37
	70cm 垄 70cm Ridge	1.01	1.13	1.21	1.02	1.26	1.34	1.09	1.27	1.31

三、对土壤耕层三相比例的影响

两垄一沟栽培的土壤耕层结构发生了变化(见表 3)。0~10cm 耕层土壤总孔隙度差异不明显,10~30cm 耕层总孔隙度小于 70cm 垄。如开花期调查,10~20cm 耕层两垄一沟土壤总孔隙度 52.37%,比 70cm 垄少 1.98%,随着生育进程和土壤的沉积作用,差异逐渐减小。两垄一沟大行间在深松后还有降雨时,渗入的雨水向中间沟行实体部分渗透浸润,并积蓄降水。在天气干旱时,由于中间行土壤大孔隙少,降低了土壤耕层汽态水的交换能力,减少了水分蒸发。从两垄一沟土壤耕层三相(固相、气相、液相)比例看,1992 年大豆结荚期调查,10~20cm 耕层土壤空气,两垄一沟 24.3%,比 70cm 垄少 4.0%,土壤固相两垄一沟 49.6%,比 70cm 垄增加 2.0%,土壤容积含水量两垄一沟 26.1%,比 70cm 垄增加了 3.5%。这表明了空气减少,固相有所增加,液相比比例增加最大。两垄一沟栽培法由于三相比例互相协调,进而调节了水、肥、气、热四性,为大豆根系生长创造了良好的环境条件。

表 3 不同种植方式土壤耕层三相比例变化
Table 3 Three phase proportion of tilted top soil of various planting pattern
(0—30cm) 结荚期 Date of podding

年度 Year	层次 (cm) Tilth	总孔隙度(%) Total soil porosity				容积含水量(%) Soil valume water				空气(%) Gas phase				固相(%) Solid phase			
		0—10				10—20				20—30				0—10			
	种植方式 Planting pattern																
1991	两垄一沟 Two ridges a furrow	58.64	52.37	49.07	14.5	21.7	25.8	44.1	30.7	23.3	41.4	47.6	50.9				
	沟 Furrow	60.95	52.04	48.41	13.2	22.9	27.2	47.8	29.1	21.2	39.0	48.0	51.6				
	台 Ridge	56.33	53.03	49.73	15.7	20.3	24.4	40.6	32.7	25.3	43.7	47.0	50.3				
	70cm 垄 70cm Ridge	56.33	54.68	53.03	15.7	18.1	19.7	40.6	36.6	33.3	43.7	45.3	47.0				
1992	两垄一沟 Two ridges a furrow	58.64	50.39	48.74	18.6	26.1	29.2	40.0	24.3	19.5	41.4	49.6	51.3				
	沟 Furrow	57.98	49.73	48.41	19.8	26.4	30.6	38.2	23.3	17.8	42.0	50.3	51.6				
	台 Ridge	59.30	51.38	49.40	17.4	25.5	27.4	41.9	25.9	20.9	40.7	48.6	50.6				
	70cm 垄 70cm Ridge	60.29	52.37	50.06	17.3	22.6	27.1	39.3	28.3	24.8	39.7	47.6	49.9				

四、对土壤温度影响

大豆两垄一沟栽培土壤温度高于 70cm 垄(见表 4)。从表中看出,8 月 8 日调查,耕层 5cm 处两垄一沟比 70cm 垄高 1.8℃,10cm 处高 1.1℃,15cm 高 0.9℃,20cm 高 0.7℃,25cm 高 0.4℃。这些数据还表明,土壤温度上层差值大于下层,随着生育进程这种差异逐渐变小。另外还看出,两垄一沟中间行,沟中土壤温度高于台,8 月中旬以后差异更明显。说明栽培方式改变了土壤结构,三相比中以水的热容量最大,而且变化小,两垄一沟栽培法增加了土壤耕层蓄水量,提高了地温。

表 4 不同种植方式土壤温度(℃)变化(日平均)
Table 4 Soil temperature of various planting pattern(℃)

层次(cm) Tilth 种植方式 Planting pattern	8 月 8 日					8 月 14 日					8 月 28 日					8 月 31 日				
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
两垄一沟 Two ridges a furrow	18.8	17.9	17.8	17.7	17.6	18.1	17.6	17.6	17.3	22.2	20.9	20.2	19.8	19.3	21.6	20.6	20.1	20.1	19.6	
沟 Furrow	19.2	18.1	17.9	17.6	17.6	18.9	18.2	17.9	17.5	17.3	22.3	20.5	20.2	19.5	18.8	21.8	20.4	20.2	20.1	19.6
台 Ridge	18.3	17.5	17.6	17.8	17.6	18.1	18.0	17.2	17.5	17.3	22.0	21.1	20.2	20.0	19.6	21.5	20.7	20.0	20.2	19.6
70cm 垄 70cm Ridge	17.0	16.8	16.9	17.0	17.2	17.0	17.4	16.8	17.0	16.8	20.9	20.4	20.0	19.5	18.9	20.5	20.3	19.8	19.6	19.4

五、对土壤养分变化的影响

大豆两垄一沟栽培由于改进了土壤水、气、热等物理性质,增强了土壤微生物活动,促进了养分释放和积累,有利于大豆根系吸收(见表 5)。从表中看出,速效氮、速效磷两垄一沟均比 70cm 高。开花期速效氮(mg/100g 土)0~10cm 耕层高 0.76,10~20cm 高 0.39,20~30cm 高 0.97;速效磷(mg/100 土)0~10cm 耕层高 14.05cm,10~20cm 高 5.33,20~30cm 高 2.05。全氮和全磷也有同样趋势,而速效钾和全钾、有机质变化不规律。结荚期调查和开花期的变化相似。表中还看出,两垄一沟栽培的速效养分,沟中的含量明显高于台。这说明两垄一沟栽培法比 70cm 垄能充分满足大豆根系对土壤养分的要求,特别是沟中植株可以吸收更多的养分。

六、对大豆根系生长与根瘤的影响

大豆两垄一沟栽培改善了土壤耕层环境条件,促进了根系生长和根瘤固氮作用(见表 6)。从表中看出,大豆开花期初期两垄一沟单株根容量比 70cm 高 0.5ml,根的土重增加 0.19g;单株根瘤数增加 76.6 个,特别是中小根瘤数量(直径小于 4mm),比 70cm 垄增加 76.1 个。两垄一沟增加了大豆平均单株根量,尤其是中间行,沟中的大豆植株开花后增加了大量不定根,并且着结大量中小根瘤。许忠仁等(1979)研究表明,大豆侧根根瘤多属中小根瘤,中小根瘤有很大的固氮活性。由于大豆开花结荚后根系生长缓慢逐渐衰老,根瘤的固氮作用也开始减弱。这些不定根和中小根瘤,在吸收养分和根瘤固氮上起到补充作用,特别是有利于大豆后期的生长发育。

表 5 不同种植方式土壤养分的变化(1993)
Table 5 Soil nutrients of various planting pattern(1993)

时期 Date	处理 Treatment	项目 Item	速效氮 Available N (mg/100gsoil)			速效磷 Available P (mg/100gsoil)			速效钾 Available K (mg/100gsoil)			全氮 Total N (%)			全磷 Total P (%)			全钾 Total K (%)			有机质 Organic matter (%)		
			0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
开花期 Date of flower -ing	两垄一沟(平均) Two ridges a furrow	深度 Depth	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
		台 Ridge	12.74	12.00	12.21	16.50	9.74	7.60	17.10	17.65	15.70	0.151	0.143	0.134	0.158	0.134	0.129	2.50	2.50	2.50	2.55	2.50	2.47
		沟 Furrow	12.36	12.36	12.43	13.10	9.50	7.95	17.50	18.35	15.30	0.162	0.146	0.139	0.153	0.135	0.133	2.50	2.50	2.50	2.60	2.50	2.44
		70cm 垄 70cm Ridge	13.11	11.61	11.98	19.90	9.95	7.25	16.70	16.95	16.10	0.140	0.139	0.129	0.162	0.133	0.124	2.50	2.50	2.50	2.50	2.49	2.49
		70cm 沟 70cm Ridge	11.98	11.61	11.24	5.85	4.40	5.55	19.75	16.40	16.70	0.136	0.132	0.134	0.133	0.122	0.127	2.05	2.56	2.56	2.38	2.33	2.50
结荚期 Date of podding	两垄一沟(平均) Two ridges a furrow	台 Ridge	11.80	11.71	12.45	11.30	11.17	10.60	15.85	16.68	15.98	0.142	0.137	0.136	0.154	0.148	0.144	2.53	2.50	2.56	2.54	2.57	2.61
		沟 Furrow	11.24	11.24	11.98	11.20	11.13	10.30	16.95	16.95	15.55	0.146	0.140	0.132	0.150	0.148	0.142	2.45	2.50	2.50	2.62	2.60	2.54
		70cm 垄 70cm Ridge	12.36	12.17	12.92	11.40	11.20	10.90	14.75	16.40	16.40	0.137	0.134	0.139	0.157	0.148	0.145	2.61	2.50	2.61	2.46	2.53	2.67

表 6 不同种植方式对根系生长和根瘤的影响

Table 6 Effect of various planting pattern on root growth and nodulation

项 目 Item 种植方式 Planting pattern	分枝期 Date of branching			开花初期 Date of early flowering					
	根容量(ml) Capacity of root(ml)	根干重(g) Dry weight of root(g)	根瘤数(个) No. of nodule per plant	根容量(ml) Capacity of root(ml)	根干重(g) Dry weight of root(g)	根瘤数(个) No. of nodule per plant	按根瘤直径大小分级 Classification by nodule diameter		
							>4mm	4<=2mm	<2mm
两垄一沟 Two ridges a furrow	2.7	0.44	33.5	7.2	1.59	165.6	1.5	22.4	141.7
沟 Furrow	2.3	0.37	28.0	8.3	1.77	235.7	3.0	22.0	210.7
台 Ridge	3.0	0.50	39.0	6.0	1.40	96.0	0	22.7	73.3
70cm 大垄 70cm Ridge	2.3	0.37	25.0	6.7	1.40	89.0	1.0	18.3	69.7

结 论

1. 大豆两垄一沟栽培法的垄形和垄体便于积蓄自然降水,减少蒸发。0~30cm 土壤耕层含水量比 70cm 垄高,提高了大豆开花后期的抗旱能力。

2. 大豆两垄一沟栽培法由于苗期大行间垄沟深松,中间沟行只铲不松,垄体形成了“虚、实”并存的土壤结构。除中间行 0~10cm 耕层结荚期以前容重较小外,其它层土壤容重均比 70cm 垄有所增加。

3. 大豆两垄一沟栽培法 0~10cm 耕层土壤总孔隙度和 70cm 垄差异不明显,20~30cm 耕层总孔隙度小于 70cm 垄,中下层土壤空气减少,固相有所增加,液相增加最大,土壤三相比协调,为根系生长创造了良好环境。

4. 大豆两垄一沟栽培法在 0~30cm 耕层,比 70cm 垄提高了土壤温度,上层差异较明显,两垄一沟中间行,沟中温度高于台,随着生育进程和土壤的沉积作用,上述差异逐渐变小。

5. 大豆两垄一沟栽培法在开花和结荚期土壤中速效氮和速效磷比 70cm 垄有明显增加,全氮、全磷也有同样趋势,这能更多的满足大豆后期生长发育对养分需要。

6. 大豆两垄一沟栽培法,在分枝期、开花期单株根容量、根干重比 70cm 垄高,特别是开花后,两垄一沟中间沟行增加了大量不定根和中小根瘤。在大豆后期根系逐渐衰老和根瘤固氮作用减弱的情况下,这些不定根和中小根瘤会起到补充作用,有利于后期生长发育。

参考文献

- [1] Lehman, W. F. et al., 1960, Agron. J. 52: 84—86
- [2] Longer, D. E. et al., 1980, Dissertation Abstracts International, B4(11)21 U. S. A
- [3] Frankin, P. G. et al., 1985 Physiology of Crop Plants P76—86
- [4] 御子柴公人, 1990, 《轮作タイズ400キロキソ》农山渔村文化协会
- [5] 王金陵, 1982, 《大豆》黑龙江科技出版社 P89—91
- [6] 松花江地区农科所, 1979, 深松耕法试验研究汇编 P56—73
- [7] 刘君朴等, 1983, 黑龙江农业科学 No. 1 97—98
- [8] 胡立成, 1985, 大豆科学 4(1) 53—59
- [9] 史观义等, 1993, 旱地农业研究 11(2) 9—17
- [10] 许忠仁等, 1979, 中国油料(1)36—40

EFFCET ON TILLAGE SOIL LAYER ENVIROMENT AND SOYBEAN ROOT GROWTH OF “TWO RIDGES A FURROW” PLANTING PATTERN

Hu Licheng Ding Ximing Yao Yuan

Dong Lihua Lin Weigang Wang Yizhi

(Soybean Institute, Heilong jiang Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

This study on Effectivenness of tillage soil layer enviroment and soybean root gorwth of “two ridges a furrow” (TRAF) planting pattern was conducted during 1991~1992.

The results were shown that the soil moisture and temperature of tillage soil layer of TRAF were higher than those on 70cm ridge. Soil conpaction of tillage soil layer (20~30cm) was higher except that of tillage soil layer (0~10cm) of middle row of TRAF. However, gas phase was reduced, soil phase and liquid phase were increased in the three phase proportion of tillage soil layer (20~30cm).

This indicated that the planting pattern of TRAF improves the enviromented condition of tillage soil layer, raise resistant drought ability, increases the amount of root and root nodules improves plant growth and development in late growth period.

Key words Soybean; Two ridges a furrow; Soil enviroment; Root growth