

人参的土壤营养与培肥研究

Ⅲ.黑土栽参试验报告

兰 进 金龙南 高金方 李相营

(吉林省农科院原子能利用所)

摘 要

为缓解参林矛盾,发展人参生产,在比较研究长白山区现行栽参土壤基础上,在公主岭少腐殖质中厚黑土上开展了栽培人参试验。获得了平均单产鲜参 $1.28\text{kg}/\text{m}^2$ 、高产处理 $1.47\text{kg}/\text{m}^2$ 的结果。三年生育情况、产量和品质,一致显示施用占床土重5%至30%草炭、 $15-30\text{kg}/\text{m}^2$ 猪粪处理,无明显差异;施用磷酸二铵低于等磷量的重过磷酸钙(5%水准);掺砂显著(1%水准)低于无砂。讨论了土壤理化因素对人参生产的影响。初拟了较长白山区栽参土壤为低的宜参土壤指标。

长白山区的栽参土壤,主为针阔混交林下的暗棕壤和白浆土⁽¹⁾,伐林栽参,造成水土流失,破坏了生态平衡。分布于我省中部洪积台地的黑土,其地形、田质及主要理化肥力特性,和白浆土相近⁽²⁾。为缓解参林矛盾,发展黑土区的多种经营,1985—1988年在吉林省农科院进行了黑土栽参试验。人参的生育、产量前已简报⁽³⁾。着眼于人参的土壤生态,为研究人参土宜、培肥栽参积累资料,今联系土壤理化分析结果,报告如下。

试验地的地理位置和气候、土壤条件

一、位置:北纬 $43^{\circ}31'$,东经 $128^{\circ}48'$,海拔213米。

二、气候:平均温 5.6°C ,热月(7月)均温 23.3°C ,冷月(1月)均温 -15.1°C ,最高极温 36.4°C ,最低极温 -34.5°C 。 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 日数220.3天,积温 3437.8°C ; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数156.9天,积温 3012.4°C 。年降水量 567.2mm ,集中在5—9月,占总量的83.9%。

三、土壤:处于起伏台地的平坦部分,田质为黄土状粘土。表土灰色,团块状,厚40cm。心土灰棕色,有腐殖质舌状淋洗,结构不明显,厚30cm。底土淡棕色,棱块状,结构表面有胶膜、锈斑、白色硅酸粉末。全剖面含物理性粘粒50%以上,为粘土;含铁锰结核,而以表层为多;无石灰反应,中性至微酸性。表土0—10cm和20—30cm的腐殖质含量分别为2.39%和2.27%,全氮分别为0.183%和0.171%,全磷0.035%和0.032%,全钾1.881%和2.258%。属少腐殖质中厚黑土。

材料及方法

采用 $L_8(4 \times 2^4)$ 表的混合水平正交设计。处理因素(4)及水平(草炭4,其余2)如表1所列。田间排列,栽培管理,试验经过及调查分析,已如简报⁽³⁾。

试验结果

一、参根产量

单位面积参根鲜重，全区平均为 $1.28\text{kg}/\text{m}^2$ 。4号区，即草炭占床土10%，猪粪 $30\text{kg}/\text{m}^2$ ，三料过石 $0.1\text{kg}/\text{m}^2$ ，不掺砂处理区产量最高，为 $1.47\text{kg}/\text{m}^2$ 。按正交设计直观分析，影响产量最明显的因素是掺砂处理，即4个无砂处理平均单产为 $1.40\text{kg}/\text{m}^2$ ，4个掺砂（ $90\text{kg}/\text{m}^2$ ）处理平均单产 $1.16\text{kg}/\text{m}^2$ ，较前者减产 $0.24\text{kg}/\text{m}^2$ ，极值（R）最大。其次为无机肥，三料过石较磷酸二铵增产，极值（R）为 $0.16\text{kg}/\text{m}^2$ 。再次为草

表1

田间试验方案与参根产量

（L8（4×2⁴）混合水平正交设计）（1988年9月28日收获）

		试验处理				参根鲜重 kg/m^2		
因素	水平	草炭	猪粪	无机肥	砂子	重复I	重复II	平均
1	1 (5%)	1 (15 kg/m^2)	1 (二铵)	1 (0)		1.20	1.46	1.33
2	1	2 (30 kg/m^2)	2 (三料)	2 (90 kg/m^2)		1.39	1.27	1.33
3	2 (10%)	1	1	2		1.13	1.14	1.13
4	2	2	2	1		1.40	1.54	1.47
5	3 (20%)	1	2	1		1.50	1.25	1.38
6	3	2	1	2		1.01	0.84	0.93
7	4 (30%)	1	2	2		1.31	1.18	1.25
8	4	2	1	1		1.40	1.40	1.40
\bar{K}_1	1.33	1.27	1.20	1.40				
\bar{K}_2	1.30	1.28	1.36	1.16				
\bar{K}_3	1.15							
\bar{K}_4	1.32							
R	0.18	0.01	0.16	0.24				

表2

地上部生育调查

单位: cm

试验区号	项目	调查日期											
		1986. 8. 8				1987. 8. 19				1988. 8. 8			
		茎高	茎粗	叶长	叶宽	茎高	茎粗	叶长	叶宽	茎高	茎粗	叶长	叶宽
1		19.65	0.55	8.95	3.98	27.42	0.53	13.70	6.15	30.80	0.67	17.21	7.43
2		19.2*	0.55	8.85	4.10	25.82	0.53	13.11	5.91	30.85	0.77	16.34	7.41
3		18.48	0.55	8.22	4.06	24.05	0.49	12.40	5.66	30.18	0.74	15.87	7.40
4		18.60	0.52	8.13	3.91	26.45	0.53	13.28	5.65	29.30	0.79	16.63	7.53
5		20.50	0.54	8.93	4.44	27.14	0.53	13.46	6.09	31.16	0.77	16.91	7.57
6		16.76	0.50	8.02	3.88	23.27	0.51	12.34	5.31	28.00	0.69	15.46	6.83
7		19.48	0.52	8.58	4.11	26.86	0.51	13.32	5.91	31.88	0.76	17.15	7.81
8		20.35	0.62	8.77	4.17	26.36	0.51	12.63	5.63	32.60	0.75	16.70	7.21

注: 二次重复平均值, 每小区10株平均

炭, 极值 (R) 为 $0.18\text{kg}/\text{m}^2$ 。至于猪粪, 施 $15\text{kg}/\text{m}^2$ 和 $30\text{kg}/\text{m}^2$ 的产量相近, 极值最小, 仅为 $0.01\text{kg}/\text{m}^2$ (表 1)。方差分析显示, 掺砂处理间差异达 1% 显著水平, 无机肥处理达 5% 水平, 其余差异不显著¹⁾。

二、生育效应

人参地上部生育 (茎高、茎粗、叶长、叶宽), 逐年增长 (表 2)。据对茎高的直观分析 (表 3), 连续三年都表现了和产量相同的趋势, 掺砂处理的 $\bar{K}_1 > \bar{K}_2$, 说明掺砂不如无砂; 无机肥的 $\bar{K}_1 < \bar{K}_2$, 说明施用磷酸二铵不如三料过石; 猪粪的 $\bar{K}_1 > \bar{K}_2$, 说明施猪粪 $30\text{kg}/\text{m}^2$ 并不比 $15\text{kg}/\text{m}^2$ 好, 连续三年生育情况和产量结果符合一致, 说明处理效应的客观实际性。

表 3 各年度茎高 (cm) 直观分析

年度	因素				
	K 值	草 炭	猪 粪	无机肥	砂 子
1986	\bar{K}_1	19.47	19.53	18.81	19.78
	\bar{K}_2	18.54	18.75	19.47	18.50
	\bar{K}_3	18.63			
	\bar{K}_4	19.92			
	R	1.32	0.78	0.66	1.28
1987	\bar{K}_1	26.62	26.37	25.28	26.84
	\bar{K}_2	25.25	25.48	26.57	25.00
	\bar{K}_3	25.21			
	\bar{K}_4	26.61			
	R	1.41	0.89	1.29	1.84
1988	\bar{K}_1	30.83	30.01	30.40	30.97
	\bar{K}_2	29.74	30.19	30.80	30.23
	\bar{K}_3	29.58			
	\bar{K}_4	32.24			
	R	2.66	0.82	0.40	0.74

收获的人参根, 多边条, 参形好, 浆气足, 无病斑。三等以上优参率, 除 6 号区外, 一般都在 80% 以上。至于各因素对品质的影响, 仍然是掺砂处理的 $\bar{K}_1 > \bar{K}_2$, 无机肥处理 $\bar{K}_1 < \bar{K}_2$, 猪粪处理 $\bar{K}_1 > \bar{K}_2$, 草炭的 $\bar{K}_1, \bar{K}_4 > \bar{K}_2, \bar{K}_3$, 和产量及生育趋势相同 (表 4)。

三、人参品质

综合上述, 从人参产量、地上部生育和人参品质来看, 在本试验条件下, 施用草炭 10%、20% 并不比 5% 好, 猪粪 $30\text{kg}/\text{m}^2$ 并不比 $15\text{kg}/\text{m}^2$ 好, 磷酸二铵不如等磷量的三料过石, 掺砂不如不掺。

表 4 参 根 品 质

因素水平	草 炭	猪 粪	无 机 肥	砂 子	特、一等	二等	三等	三等以
1	1 (5%)	1 $15\text{kg}/\text{m}^2$	1 二铵	1 (0)	45.26	27.44	12.35	85.05
2	1	2 $30\text{kg}/\text{m}^2$	2 三料	2 ($90\text{kg}/\text{m}^2$)	46.46	26.94	11.39	84.79
3	2 (10%)	1	1	2	36.15	29.18	18.21	83.55
4	2	2	2	1	47.59	20.51	13.60	81.71
5	3 (20%)	1	2	1	50.69	23.42	9.85	83.96
6	3	2	1	2	25.47	30.87	19.72	76.06
7	4 (30%)	1	2	2	27.14	40.79	17.87	85.80
8	4	2	1	1	34.10	32.31	19.25	85.66
\bar{K}_1	84.92	84.61	82.58	84.09				
\bar{K}_2	82.63	82.05	84.11	82.59				
\bar{K}_3	80.01							
\bar{K}_4	85.83							
R	5.82	2.65	1.53	1.50				

因此，施用5—10%草炭、15kg/m²猪粪、0.1kg/m²三料过石无须掺砂，即可满足人参生育要求，获得1.3—1.5kg/m²的产量。

分析与讨论

一、黑土物理性调节与人参生产

通过三年生育期间对根区土壤的6次测定证明，施用草炭有明显改善土壤物理性的作用（表5）。这主要表现在降低容重、提高土壤孔隙，从而改善通气、透水、保水性能。掺砂起到了相反的作用。直到1989年人参收获迹地上栽培草莓时，仍表现了土壤保水能力随有机物增加而提高，和因掺砂而降低的明显趋势（表6）。说明了

表5 加砂、草炭对参床土壤容重和孔隙的影响

年度	草炭	容重			总孔隙率(%)		
		无砂	加砂	平均	无砂	加砂	平均
1986	5%	0.95	1.04	1.00	64.4	60.4	62.4
	10%	0.88	0.96	0.91	65.2	64.4	64.8
	20%	0.89	0.95	0.92	64.9	64.0	64.5
	30%	0.82	0.87	0.85	68.1	67.5	67.8
	平均	0.89	0.96		65.7	63.6	
1987	5%	0.92	0.99	0.96	66.3	63.1	64.7
	10%	0.91	0.96	0.94	66.8	65.1	66.0
	20%	0.84	0.96	0.90	68.6	64.7	66.7
	30%	0.82	0.88	0.85	69.6	68.5	69.1
	平均	0.87	0.95		67.8	65.4	
1988	5%	1.00	1.06	1.03	61.4	61.0	61.2
	10%	1.00	1.06	1.03	59.4	57.7	58.6
	20%	0.91	0.90	0.91	61.1	62.2	61.5
	30%	1.06	1.00	1.03	54.2	54.8	54.5
	平均	0.99	1.01		59.0	58.8	

注：1986年为8、9月份两次测定平均，1987年为4、8、10月份三次测定平均，1988年为收获时一次测定结果。每次测定为该小区三点平均值，测定深度为10—20cm的根层。

物吸收利用外，更遭受淋洗、挥发等损失。损失的氮，要由有机物的矿化分解来补充。比较表8中1986和1988年收获时土壤有机质和全氮的含量，可知除5%草炭处理有机质减少6.3%外，多数减少1/4—1/5。全氮减少更多，达40%。正是由于有机质的矿化分解，不断补充着速效养分的供应。直到收获时，腐殖质和速效磷的含量仍属高肥力黑土水平^(3,4)，速效钾也远高于129ppm的临界值⁽⁵⁾。这可能是草炭、猪粪不同处理水平间差异不明显和氮肥无效的原因。但是，随着有机质的分解，土壤容重也提高到接近于1的水平（表5）。

三、关于氮肥效果

本试验中，三料过石在5%显著水平上优于磷酸二铵（表1，3，4）。两种处理的差异，在于后者（磷酸二铵含P20%，N18%）比前者（三料过石含P21%）多含N素

用（表5）。这主要表现在降低容重、提高土壤孔隙，从而改善通气、透水、保水性能。掺砂起到了相反的作用。直到1989年人参收获迹地上栽培草莓时，仍表现了土壤保水能力随有机物增加而提高，和因掺砂而降低的明显趋势（表6）。说明了

表6 加砂和草炭对后作（草莓）土壤保水力的影响

草炭(%)	土壤含水(%)		
	无砂	加砂	平均
5	20.64	17.01	18.83
10	20.05	16.60	18.33
20	24.90	19.97	22.44
30	28.33	24.57	26.45
平均	23.48	19.54	

注：1989年7月7日干旱时取5—15cm土层测定掺砂减产的原因。

二、黑土的肥力调节与人参生产

土壤有机质、全氮及碱解氮等速效性养分，均随草炭用量增加而增加，但都达到丰足的水平（表7）。在氮、磷、钾三要素中，氮的活性最大，速效性氮除供植物

吸收利用外，更遭受淋洗、挥发等损失。损失的氮，要由有机物的矿化分解来补充。比较表8中1986和1988年收获时土壤有机质和全氮的含量，可知除5%草炭处理有机质减少6.3%外，多数减少1/4—1/5。全氮减少更多，达40%。正是由于有机质的矿化分解，不断补充着速效养分的供应。直到收获时，腐殖质和速效磷的含量仍属高肥力黑土水平^(3,4)，速效钾也远高于129ppm的临界值⁽⁵⁾。这可能是草炭、猪粪不同处理水平间差异不明显和氮肥无效的原因。但是，随着有机质的分解，土壤容重也提高到接近于1的水平（表5）。

表7

参床土壤的化学分析

取样时间	试验区号	PH	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (P)%	全钾 (K)%	碱解氮 (N ppm)	速效磷 (P ppm)	速效钾 (K ppm)
1986. 8. 29	1	5.80	3.625	0.239	0.061	1.838	203.3	84.5	218.6
	2	5.98	3.384	0.284	0.079	1.796	218.4	90.3	206.5
	3	5.81	4.914	0.361	0.071	1.766	247.5	70.0	250.3
	4	5.96	6.009	0.354	0.090	1.739	250.7	125.1	175.9
	5	5.90	7.295	0.389	0.076	1.796	259.2	73.2	207.3
	6	6.00	5.356	0.321	0.079	2.006	245.6	106.7	171.7
	7	5.95	9.371	0.401	0.069	1.910	295.4	62.9	251.1
	8	6.05	7.273	0.367	0.083	1.733	277.8	100.7	247.0
1988. 9. 28	1	8.00	3.616	0.179	0.075	2.362	125.9	34.5	192.5
	2	7.50	2.954	0.158	0.065	2.468	129.9	41.1	200.7
	3	7.45	3.465	0.173	0.083	2.404	178.6	23.0	140.7
	4	7.20	4.228	0.204	0.081	2.477	162.4	31.2	196.9
	5	6.70	5.196	0.251	0.081	2.337	194.9	32.5	192.5
	6	6.42	4.537	0.235	0.075	2.633	162.4	32.4	235.5
	7	6.60	6.437	0.260	0.092	2.509	182.7	29.2	167.8
	8	6.60	5.880	0.278	0.072	2.277	194.9	44.6	251.1

注：1. 全磷、钾的测定。1988年采用NaOH碱溶同一待测液进行。1986年采用高氯酸—硫酸酸溶测磷，用CaCO₃·NH₄Cl法测钾，故该年全钾结果偏低。

2. 碱解氮用1N NaOH水解，速效磷为0.5N NaHCO₃浸提，速效钾用中性醋酸铵浸提。

3. 1986年结果为土肥所土壤室分析。

表8 栽参过程中土壤有机质和全氮的分解

草炭施量 (%)	有机质			全氮		
	1986	1988	减少 (%)	1986	1988	减少 (%)
5	3.504	3.285	6.3	0.282	0.169	40.3
10	5.461	3.847	29.6	0.358	0.189	47.3
20	6.325	4.867	23.1	0.355	0.243	31.6
30	8.322	6.159	26.0	0.384	0.269	29.9

质3.5—4.0%，全氮0.25—0.35%，全磷(P)0.07—0.10%，全钾(K)2.3—2.5%，碱解氮200—250ppm，速效磷(0.5N NaHCO₃浸提P) > 40ppm，速效钾(中性醋酸铵浸提K)150—250ppm，可供人参正常生育。这些数据，多数处于长白山区栽参土壤指标^[1]的下限。可以认为，把长白山林区的人参，扩展到松辽平原东部的黑土上种植，是可行的。

参 考 文 献

(1) 高金方等：《土壤通报》，1988，19(4)，159—163。

(2) 熊毅、李天逵：《中国土壤》(二版)，科学出版社，1987，112—131。

(3) 孙宏德：黑土腐殖质含量组成及其与肥力相关性分析，《土壤通报》，1983，(2)8—9。

(4) 张宽等：吉林省主要土壤氮磷化肥用量与配比试验研究，第六报黑土磷肥指标与建议施肥量，《吉林农业科学》，1986，(1)，50—55。

18%。是否是由于施入大量草炭和猪粪，已使土壤中有效养分相当丰足，过多增加矿质氮素，反对人参生育有所抑制所致？值得进一步研究。

四、适参土壤理化指标初探

在中等肥力黑土上，每平方米施用15—30公斤腐熟草炭、15公斤猪粪、0.1公斤重过磷酸钙(三料过石)，使土壤容重保持在0.85—0.9，总孔隙65%左右，有机