

耕作制度对紫色土养分循环的影响*

朱波 李同阳 张先婉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 用定位试验结果,比较聚土免耕、旱三熟、平作等耕作制对紫色土氮磷钾养分循环结构和强度的影响。紫色土养分主要通过作物收获输出,钾素淋失突出;聚土免耕养分输入量大,其中有机物料形式的氮、磷各为 $336.64\text{kg}/\text{hm}^2$, $48.48\text{kg}/\text{hm}^2$, 养分输入略大于支出。

关键词 养分循环 聚土免耕 紫色土

地处我国中亚热带的四川盆地,大部分为丘陵地貌,紫色土分布面积 200 多万 hm^2 , 占全省耕地面积的 30%, 历来是四川农业的主体区域^[1], 农业经营制度主要是旱三熟和一年多熟制, 传统耕作方式为平作。聚土免耕耕作法是近年开发出来的一种旱坡地经营管理方法, 其生态效益、经济效益显著, 在全省迅速推广^[2]。现用聚土免耕长期定位试验结果, 结合模拟研究, 比较不同耕作制度对生产力、养分循环及土壤环境的影响。

1 研 究 方 法

1.1 试验时间地点

定位试验于 1984~1993 年在四川盆地中北部的中国科学院盐亭农业生态试验站进行。模拟于 1995~1996 年进行。本区土壤为石灰性紫色土, 土壤有机质 0.78%, CaCO_3 10.50%, 全氮、磷、钾分别为 0.059%, 0.065%, 1.97%。当地具中亚热带湿润季风气候。

1.2 试验设计

据旱地特点, 分设旱三熟、一年多熟(平作对照)、聚土免耕和聚土免耕垄沟互换。

模拟研究采集上侏罗统蓬莱镇组紫色泥岩, 置于钵钵中露天风化, 定期测定岩样、土壤量及渗滤液体积, 采样测定其氮、磷、钾含量。

1.3 分析方法

各小区垄沟产量单打单收, 作物产量为垄沟作物产量的平均值, 籽实和秸秆产量分别计量, 地下生物量采用 200cm^3 环刀分层取样, 高秆作物直接测定残根; 另选代表株测定籽实、秸秆和根的养分含量, 各项指标均用常规方法测定。

2 结 果 与 讨 论

2.1 系统生产力

1984~1993 年不同耕作制作物产量、地上生物量、地下生物量(根)列于表 1, 2。

* 国家自然科学基金资助项目(项目编号: 49601009)的部分研究成果。

本文收稿日期: 1996-08-13。

表 1 不同耕作制几种作物的平均产量(t/hm²)Table 1 The average yield (t/hm²) of several crops in different cropping system

耕作制度	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	十年平均	以平作对照为 100%
平作	9.10	7.23	8.56	9.78	8.88	8.72	7.83	7.46	9.10	6.28	8.32	100.0
聚土免耕	8.94	7.79	9.42	11.17	11.06	10.99	11.03	7.98	9.19	8.40	9.60	115.4
垄沟互换 ¹⁾						11.23	13.33	9.63	9.25	10.55	10.80	129.8

1) 聚土免耕连续六年开始后开始垄沟互换。

表 2 不同耕作制小麦、玉米、油菜、甘薯的平均生物量(kg/hm²)Table 2 Average biomass (kg/hm²) of wheat, maize, rape and sweet potato in different cropping system

处 理	小 麦			玉 米			油 菜			甘 薯		
	籽实	秸秆	根	籽实	秸秆	根	籽实	秸秆	根	块茎	藤叶 ¹⁾	根 ²⁾
早 三 熟	3587	6947	—	9994	8793	—	—	—	—	3735	12301	—
平 作	3654	7218	4752	6779	6940	587	1865	7719	1049	4346	11813	2349
聚土免耕	4397	10126	8300	7426	7480	776	2307	9159	1459	5249	16440	3886
垄沟互换	6342	10230	7784	6588	6844	—	2649	11553	3193	5758	19657	—

1) 鲜重; 2) 未包括块茎。

由表 1 可见, 聚土免耕年产量为 9.60t/hm² 比平作年产量高 15%, 聚土免耕垄沟互换后更为显著, 比常规耕作年产量高 30%; 由表 2 可见, 聚土免耕地上生物量(籽实+秸秆)、地下生物量分别比对照高 20%, 65%。聚土免耕既增加了产量, 又通过秸秆和根系向土壤返还了大量有机质, 与传统耕作方式相比, 有较高的系统生产力。

2.2 系统养分循环

2.2.1 作物养分收获量

不同耕作制作物收获氮、磷、钾量与作物产量变化趋势基本一致。聚土免耕养分收获量明显高于平作对照(表 3), 其中氮最为突出, 为平作对照养分收获量的 140%, 磷、钾各为 120%, 126%。这个结果一定程度上反映了营养元素对系统生产力的重要作用。

表 3 系统养分产投(kg/hm²)Table 3 Nutrients input and output in system (kg/hm²)

产投与平衡	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	平作对照	聚土免耕	平作对照	聚土免耕	平作对照	聚土免耕
输入部分						
人畜粪	53.53	53.53	15.68	15.68	39.98	39.98
桤木叶	120.73	525.57	10.17	72.22	52.27	267.32
秸秆、根茬	69.55	145.79	10.07	16.32	206.52	249.20
母岩释放	0.80	7.50	2.20	18.76	32.00	321.60
化 肥	531.30	542.34	136.56	139.80	—	—
总 量	775.91	1274.73	174.88	262.78	330.77	878.10
输出部分						
经济器官	278.89	348.36	100.30	117.09	170.00	198.47
非经济器官	130.85	162.42	16.89	19.61	638.10	731.92
反硝化、氨挥发	173.04	165.33	—	—	—	—
淋 失	14.89	6.98	8.63	3.96	244.89	127.12
总 量	597.67	683.09	125.82	140.66	1052.99	1057.51
平 衡	178.24	591.64	48.86	122.12	-722.22	-179.41

2.2.2 氮、磷、钾产投与平衡

聚土免耕体系中,氮、磷投入高于输出,两者盈余各为 591.64kg/hm²,122.12kg/hm²,其中以有机物料形式投入的分别为 336.64kg/hm²,48.48kg/hm²;常规耕作制虽氮、磷也略有盈余(178.24kg/hm²,48.86kg/hm²),但主要由化肥投入,以化学氮、磷的投入占总输入的 68.5%,78.3%。可见,聚土免耕的养分通量远高于常规耕作制度的养分通量,首先保证了系统高生产力的物质基础;其次聚土免耕还通过投入大量有机物料维持系统养分再循环,维持旱地生态系统持续稳定的高生产力。系统钾亏缺,但聚土免耕钾的通量明显高于常规耕作,由于聚土免耕秸秆还田率约占 10%,而常规耕作仅为 2%,并且富含钾素的易风化母质经沟内深耕改土后,风化变快,母岩钾源源不断释放出来(321.60kg/hm²)供给农业系统,此外聚土免耕自身的水土保持效益,缓解了移动性极强的钾淋失,增大系统钾素再循环量,可基本满足系统正常生产力水平。

氮是养分循环中最重要最具特色的元素,有人曾把农田生态系统利用和消耗氮的产出定为农业强度的指标^[3]。聚土免耕氮素供应盈余 83.2%,盈余部分主要进入植物库和土壤库,692.57kg/(hm²·a)氮进入植物库,占投入氮的 54.6%,其中部分以秸秆、根茬形式返还到土壤库;另外相当部分盈余氮通过反硝化、氨挥发损失,但聚土免耕该项损失低于常规耕作,主要由于聚土免耕垄上良好的通气性减弱了反硝化过程^[4]。

2.2.3 紫色母岩养分释放

在盐亭县林山乡采集粒径相近的紫色泥岩,置于钵中进行露天风化,模拟自然气候条件下紫色泥岩养分风化释放过程。试验结果见表 4。供试母岩经三个月风化,约有 0.45%的母岩成土;半年以后,约有 1.23%的母岩成土,风化过程中养分释放明显,尤以钾素突出。半年后,5kg 紫色母岩释放出 30mg 氮、65mg 磷、1 200mg 钾。因此从养分循环的观点来看,紫色母岩养分储量丰富,其是四川盆地的土地资源的潜在优势,也是紫色土改良、培肥的重要养分库。聚土免耕可充分发挥这一优势。若聚土免耕每年凿岩改土 10cm,则每公顷可从母岩获得大量的养分补给:7.50kg 氮、18.76kg 磷、321.60kg 钾,这些养分投入量与人畜粪投入量大致相当。紫色母岩积极参与系统养分产投,不仅不能忽略,且因其养分释放快而成为最重要的养分库之一。可见,紫色母岩在紫色土养分循环中有着重要作用。

表 4 紫色母岩(重 5kg)的养分释放

Table 4 Nutrients release from purple rock

风化时间(月)		0	3	6
降雨量(mm)		0	315.7	566.5
母岩	N	1000	991.50	960.60
	P(mg)	3150	3128.00	3015.00
	K	120000	119000.00	118000.00
土壤	N	—	8.92	22.50
	P(mg)	—	18.50	45.31
	K	—	536.70	1045.46
渗滤液	N	—	0.63	5.62
	P(mg)	—	2.34	18.46
	K	—	7.76	185.20

3 结 论

聚土免耕耕作制的系统生产力比常规多熟制的系统生产力要高,其产量高 15%~30%,地上生物量高 20%,地下生物量高 65%。

聚土免耕氮、磷输入大于支出,而且仅依靠有机肥供应即可满足系统氮、磷平衡,传统农业耕作制度须投加大量化学肥料才能维持氮、磷平衡。传统耕作制系统钾素

亏缺明显。

聚土免耕循环通量大,养分主要通过作物收获输出,其氮、磷、钾的作物收获量分别为平作对照的 140%, 120%, 126%。

紫色土养分循环中最具特色的是紫色母岩的养分输入。模拟研究结果表明,聚土免耕改土 10cm,可向土壤提供氮、磷、钾分别为 7.50kg/hm², 18.76kg/hm², 321.60kg/hm²;而平作对照未经改土,母岩养分输入仅为聚土免耕养分输入的 10%。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土(上篇). 北京:科学出版社,1991. 258.
- [2] 李同阳,陈实,罗治平等. 一种丘陵旱地的新耕作法——聚土免耕法. 西南农业学报,1988,1(2):44~49.
- [3] Frissel M J. Cycling of Mineral Nutrients in Agricultural Ecosystem. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1987. 3~7.
- [4] 张先婉主编. 土壤肥力研究进展. 北京:中国科学技术出版社,1991. 7~13.

EFFECTS OF CULTIVATION SYSTEM ON NUTRIENT CYCLE OF PURPLE SOIL

Zhu Bo Li Tongyang Zhang Xianwan

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

A comparative study on effects of various cultivation system on nutrient cycle of purple soil was conducted according to long term experiments. Results showed, input amount of nutrients goes beyond output amount with high fluxes of Seasonal No-Tillage Ridge Cropping System (SNTRCS), in which 336.64kg/hm², 4.48kg/hm², input of nitrogen and phosphorus are attributed to organic materials, and harvest is main output of nutrients. Results of modeling study indicated nutrient input of purple rock is the most special character in nutrient cycle of purple soil with 7.50kg/hm², 18.76kg/hm², 321.60 kg/hm². N, P, K released from rock respectively.

Key words nutrient cycle, purple soil, SNTRCS