

油菜、豌豆茬对土壤肥力和 微生物影响的探讨

汤代良 罗在碧 钟雪美 仇志军*

(西北农业大学土壤农化系)

张西芬** 袁新民* 谢杰* 董晓霞**

周园圣*** 茹晓峰***

摘 要

研究了不同茬口对土壤肥力的结果表明,豌豆茬好,小麦茬差,油菜茬居中。豌豆茬、油菜茬和休闲地肥力水平接近,产量无明显差异。豌豆茬、油菜茬后作产量高,有益微生物数量多,特别是固氮菌和纤维素分解菌占优势。休闲茬有效养分虽高,但却消耗了土壤潜在的肥力。

关键词 油菜; 豌豆; 茬口; 土壤肥力; 微生物

一般认为油菜、豌豆都是好茬口。油菜是用地、养地二者兼有的作物,具有改善土壤理化性质,提高土壤有效养分,有利于后作物增产的作用^[1];豌豆是一般禾谷类作物及其它作物的良好前作,而且对禾谷类作物种子的品质亦有良好的影响,这是由于栽培豌豆不仅能促进土壤氮素的累积,并能改良土壤的物理性质^[2,3]。但也有认为油菜不能增加土壤营养物质,豌豆等秋播豆科作物也不能增加土壤氮素营养。油菜和豌豆的茬口究竟如何?它们在轮作中处于何种地位?这是值得探讨的问题。

材料和方法

(一) 田间试验

本试验在学校农作一站不同田块上进行,土壤为红油土。试验自1981年9月至1985年6月止,共进行了三次(见表1)。

试验小区面积为0.05亩,重复四次,随机排列。

* 八二届学生; ** 八三届学生; *** 八四届学生。

本文承蒙吴守仁、许萱副教授审阅,并提出修改意见,特致谢意。

本文于1986年1月17日收到。

表1 试验各处理与茬口

试验次数	处 理	茬 口	时 间
I (a)	A ₁ (对照 ₁)	小麦—玉米—小麦	1981年9月 ~ 1983年6月
	B ₁	油菜—玉米—小麦	
	C ₁	豌豆—玉米—小麦	
II (b)	A ₂ (对照 ₂)	小麦—玉米—小麦	1982年9月 ~ 1984年6月
	B ₂	油菜—玉米—小麦	
	C ₂	豌豆—玉米—小麦	
	D ₁	豌豆—玉米—小麦	
	E ₁ (对照 ₂)	休闲—玉米—小麦	
III (c)	A ₃ (对照 ₃)	小麦—玉米—小麦	1983年9月 ~ 1985年6月
	B ₃	油菜—玉米—小麦	
	C ₃	豌豆—玉米—小麦	
	D ₂	豌豆—玉米—小麦	
	E ₂ (对照 ₃)	休闲—玉米—小麦	

a) 实验地前茬为青贮玉米; b) 实验地前茬为黄豆; c) 实验地前茬为夏闲。

作物品种: 小麦(小堰6号), 玉米(户单一号), 油菜(华油九号), 豌豆。

播种方式: 油菜育苗移栽, 每亩4500株。小麦条播行距8寸, 播量17斤/亩。玉米条播, 行距2尺, 每亩2,400株; 施肥各次各类各处理均相同。

头茬施过磷酸钙80斤/亩(合P₂O₅14%), 尿素10斤/亩; 二茬玉米施尿素10斤/亩; 三茬小麦施尿素10斤/亩。其余各处理均按当地一般作业进行, 并保证田间无杂草生长。

(二) 分析测定项目

作物产量按小区单打单收。

表2 微生物区系测定项目

微生物	培 养 基	培养时间(天)
氨化细菌	牛肉膏蛋白胨琼脂培养基(M)	3~5
真 菌	察氏克氏酸化培养基(C)	3~5
放线菌	高氏一号(Ka)	3~7
芽孢菌	M+麦芽汁(各半)	2~4
固氮菌	阿须贝无氮培养基	3~6
纤维素分解菌	纤维素分解细菌培养基(H)	3~15

微生物区系测定项目见表2。所用方法均采用涂抹法, 各项处理均为四次重复。对照(CK)试验为无菌水接种。

土壤养分测定：有机质，全氮、水解氮、全磷和有效磷测定均按常规法。

酶活的测定^[10,11]：采用A.ШГалстян气量法测过氧化氢酶；用A.ШГалстян奈氏比色法测脲酶；用G.Hoffmann与D.J.Ross磷钼酸比色法测转化酶；用G.Hoffmann与E.Hoffmann法测定淀粉酶。

呼吸强度的测定：各新鲜土样采回后，除去植物根系、杂物等，用土培养碱吸收酸滴定法进行分析测定。以每克干土1小时释放出的二氧化碳的毫克数表示土壤的呼吸强度。

所有测定项目均取之土壤表层（0~20cm）混合样品。

结果与分析

（一）产量结果与分析

试验从1981年9月至1985年6月分三次进行，各处理、产量结果与分析见表3。

表3 不同处理后茬产量比较

实验次数	处 理 (前作号)	产 量 (斤/0.05 亩)	不同前作后茬产量及其对照区增产数				试验地 前 茬
			后茬玉米小 区产量(斤 /0.05亩)	较对照A 增产%	第二料小麦产 量(斤/0.05 亩)	较对照A 增产%	
I	A ₁ (ck)小麦	32.70	27.5	—	15.9		青 贮
	B ₁ 油菜	19.11	23.0	20.0**	18.6	11.7**	
	C ₁ 豌豆	17.70	34.6	25.5**	19.2	20.8**	玉 米
II	A ₂ (ck)小麦	24.70	34.6		18.0		黄 豆
	B ₂ 油菜	10.70	45.9	32.7**	19.6	8.8	
	C ₂ 豌豆	12.50	45.0	30.1**	22.1	22.8**	
	D ₂ 豌豆麦	25.6	38.5	11.3*	19.8	10	
	E ₂ 休闲	—	46.0	32.9**	24.0	33.3**	
III	A ₃ 小麦	21.10	28.1		14.1		夏 闲
	B ₃ 油菜	8.0	34.3	22.1**	15.6	10.6**	
	C ₃ 豌豆	9.10	32.5	15.7*	15.0	6.4*	
	D ₃ 豌豆麦	23.2	28.9	2.8	14.3	1.4	
	E ₃ 休闲	—	32.6	16.0*	14.8	5.0	

* 1%显著水平；** 5%显著水平

从试验情况看，油菜茬和豌豆茬均能提高后作玉米和第二料小麦的产量。豌豆茬的后作玉米三次试验的增产值分别为140斤/亩、20斤/亩、88斤/亩；增产百分率分别为25.5%、30.1%和15.7%。油菜茬的后作玉米三次试验增产分别为110斤/亩、226斤/亩、124斤/亩，增产百分数分别为20.0%、32.7%和22.1%。第二料小麦的增产情况是，油菜茬分别增产17.0%、22.8%、10.6%，豌豆茬各次分别增产20.8%、5.6%和6.4%。

从经济角度观察，虽然油菜、豌豆茬和休闲地对后作均有增产作用，但油菜和豌豆

茬的经济效益远较歇茬高得多, 平均每亩多收油菜258.7斤, 豌豆268.7斤。小麦、油菜、豌豆、休闲地三次试验的各茬三季作物的总收入从表4可以看出, 以油菜茬收入最高, 其次是小麦和豌豆茬, 休闲地的后茬玉米产量虽比油菜茬和豌豆茬高, 因少种一季油菜或豌豆, 所以经济收入最低。

表4 各茬作物总收入比较

处理或前茬	前茬小麦、油菜、豌豆产量(斤/亩)				后作第一年		玉米产量(斤/亩)		后作第二年小麦产量(斤/亩)				按市场价折合人民币总价值(元)
	82年6月收	83年6月收	84年6月收	三年合计(斤)	82年9月收	83年9月收	84年9月收	三年合计(斤)	83年6月收	84年6月收	85年6月收	三年合计(斤)	
A. CK (小麦作前茬)	654	494	422	1570	550	692	562	1804	318	360	282	960	890.8
B (油菜作前茬)	382	234	160	776	660	918	686	2264	372	380	312	1064	993.4
C (豌豆作前茬)	354	270	182	806	690	900	650	2240	384	442	300	1126	884.3
E (冬闲地)	—	—	—	—	—	920	652	1572	—	480	296	776	436.7

注〔1〕按国家收购价格小麦为0.476元/公斤、油菜为0.973元/公斤、玉米为0.32/公斤; 豌豆为议价0.64元/公斤。

〔2〕冬闲地的后茬产量及折合的人民币为两个轮回的总和。

由以上试验得出, 油菜茬和豌豆茬是轮作中的好茬口。以油菜和豌豆作为前作, 不仅后作产量高, 而且三料的总收入也相当可观。

(二) 豌豆茬和油菜茬后效原因的分析

豆科作物的后效问题, 早已为实践所证实。从理论上讲豆科作物根瘤固氮作用是显而易见的, 但据不少学者意见, 作为收获种子种植豌豆、大豆之类一年生豆科作物, 对土壤中的氮素含量在大多数情况下几乎不受影响, 对后作的影响很小或者没有 (E. W. Russell, 1979)。至于油菜茬的后效, 过去研究较少, 这方面报道也不多见。为此, 我们从微生物区系、酶活性、土壤有效养分等几个方面进行了分析测定。

1. 不同茬口微生物区系及其变化趋势

土壤微生物对土壤肥力的形成、植物营养的转化, 有着重要的作用^[10, 11]。进行微生物区系分析是探明土壤肥沃和作物生长关系的基本方法之一。几种重要的微生物类群数量比较见表9。

(1) 氨化菌: 氨化菌各个生育期各处理经方差分析差异都达到显著或极显著水平。说明氨化菌在各处理间有质的差异。油菜、豌豆茬氨化菌多 (87.2×10^6 、 76.6×10^6 个/克干土), 小麦茬和休闲地氨化菌少 (54.4×10^6 、 41×10^6 个/克干土), 经多重比较, 豌豆、油菜茬与小麦茬、休闲地相比, 差异达显著或极显著水平。而油菜与豌豆茬、小麦茬与休闲地之间差异不明显。但成熟期小麦茬与休闲地差异也达显著水平。说明休闲地随时间的延续氨化菌数递减。

(2) 真菌

真菌多重比较见表5。由表看出, 休闲地真菌数最少, 其次是小麦茬, 油菜和豌豆

茬含量最高。

表 5 不同作物真菌数的L.S.D多重比较

处 理	平均菌数 (个/克干土)	$\bar{X}-1.012$	$\bar{X}-1.135$	$\bar{X}-1.237$
B油菜	1.269	0.257**	0.134	0.032
C豌豆	1.237	0.226*	0.103	
A小麦	1.135	0.123		
E休闲	1.012			

L.S.D(0.05) = 0.178; L.S.D(0.01) = 0.256

(3) 纤维素分解菌: 土壤中分解纤维素的微生物很多, 这对降低C/N及提高有效肥力水平有一定的意义。本试验地主要是好气性纤维素分解细菌, 优势菌是生孢食纤维菌(*Sporocyto Phaga*), 纤维素分解菌的统计结果为: 生育期的前三个时期各处理间差异不显著, F值分别为1.14, 1.67, 1.97。成熟期各处理经方差分析差异达到极显著水平, F值为9.32**。

表 6 成熟期纤维素分解菌L.S.D多重比较

处 理	平均菌数 (个/克干土)	$\bar{X}-61.49$	$\bar{X}-117.14$	$\bar{X}-117.94$
B油菜	132.25	70.76**	15.11	14.31
C豌豆	117.94	56.45**	0.8	
A小麦	117.14	55.65**		
E休闲	61.49			

L.S.D(0.05) = 27.22; L.S.D(0.01) = 37.64

从表6可知, B、C、A三个茬口之间纤维素分解菌差异不显著, 但B、C、A与E比较差异都达到极显著水平, 反映了休闲地微生物数量减少。

(4) 好气性自生固氮菌: 固氮菌在本地分离得到的只有圆褐色固氮菌(*Azotobacter Chroococcum*) 数量在数千至一万多个/克干土。其数量随土壤熟化程度和土壤肥力水平的提高而增加。各处理固氮菌测定结果经方差分析, 整个生育期F值分别为2.9, 1.4, 1.9, 22**。前三时期差异不显著, 只有成熟期差异达到了极显著水平。从多重比较看C、B、A差异不显著, 但C、B、A与E比较差异达到极显著水平(表7)。

表 7 成熟期固氮菌数L.S.D多重比较

处 理	平均菌数(个/克干土)	$\bar{X}-36.9$	$\bar{X}-104.2$	$\bar{X}-111.5$
C豌豆	124.4	87.5**	20.2	12.9
B油菜	111.5	74.6**	7.3	
A小麦	104.2	67.3**		
E休闲	36.9			

L.S.D(0.05) = 26.66; L.S.D(0.01) = 37.38

将固氮菌各处理全部重复进行方差分析, 差异达到极显著水平, 方差比F值为6.7**。经多重比较, 结果见表8。

表8 各处理L.S.D多重比较

处 理	平均菌数(个/克干土)	$\bar{X} - 62.75$	$\bar{X} - 80.99$	$\bar{X} - 88.80$
B油菜	92.64	29.89**	11.65	3.84
C豌豆	88.80	26.05**	7.81	
A小麦	80.99	18.24**		
E休闲	62.75			

L.S.D(0.05) = 14.72; L.S.D(0.01) = 19.58。

固氮菌在休闲地随生育期的变化而逐渐降低, 由每克干土4,000多个降至1,000多个。从各处理整个生育期固氮菌变化的趋势图1可看出, 休闲地是下降趋势, 而种植作物的各处理是上升趋势。

表9 不同处理在小麦收获期微生物类群和数量(个/克干土)

处理	氮化菌	放线菌	真菌	纤维素分解菌	好气性自生固氮菌
A小麦	9.06	1.89	1.14	117.14	104.20
B油菜	9.77	2.12	1.27	132.25	111.50
C豌豆	10.61	1.97	1.24	117.94	124.40
E休闲	6.62	1.09	1.01	61.49	36.90

注: 氮化菌、放线菌菌数为 $\sqrt{\text{菌数}} \times 10^{-3}$; 真菌数为 $\sqrt{\text{菌数}} \times 10^{-2}$; 纤维素分解菌及好气性自生固氮菌为 $\sqrt{\text{菌数}}$ 。

表9表明了不同茬口与微生物的关系, 可以看出, 在五种微生物类群中。均以油菜茬和豌豆茬的数量最高, 一般而言, 土壤肥力愈高, 微生物数量愈多, 即油菜茬和豌豆茬的肥力水平均较小麦茬高。从微生物的生理活动分析, 氮化细菌分解有机质生成 NH_4^+ , 它的数量增多, 表明土壤供给作物更多的 $\text{NH}_4\text{-N}$, 从而增加土壤的氮素营养, 使玉米获得高产。放线菌、真菌和纤维素分解细菌分解有机质, 它们的数量直接反映了有机质分解性能的强弱。分解性能强, 供给作物的营养多, 其产量高也是必然的。

2. 不同茬口的土壤酶活性

在不同前茬作物的生长后期, 我们对花期和收获期的过氧化氢酶、转化酶和脲酶的活性进行了测定, 结果见表10。

土壤酶活性经方差分析, 淀粉酶、过氧化氢酶及脲酶活性差异未达显著水平。淀粉酶F值为1.1; 过氧化氢酶F值为1.19; 脲酶F值为3.25; 只有转化酶活性各处理间差异达到显著水平, 其方差比F值为6.63*。多重比较见表11。

从表11可知, 转化酶多重比较差异极显著或显著。转化酶与微生物的数量和代谢活性有关。豌豆茬转化酶的活性最强, 其次是休闲地, 脲酶虽未达显著水平(F为3.25),

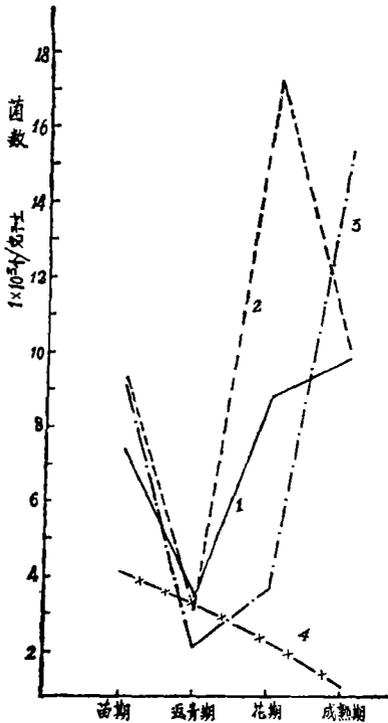


图1 固氮菌在不同作物生育期的变化趋势

1. 小麦地 2. 油菜地 3. 豌豆地 4. 休闲地

但已接近显著水平 (F值3.9)。土壤中的生化反应靠酶的催化作用来实现, 因此土壤酶活性的大小反映了土壤肥力水平的高低。脲酶与土壤速效氮密切相关; 过氧化氢酶又可防止土壤中过氧化物的形成, 所以, 酶被视为土壤中生物活性和有效养分的一个重要指标。

由表10可看出油菜和豌豆地三种重要酶活均较小麦地高, 这表明油菜地和豌豆地较小麦茬地的生物活性大, 即肥力水平高, 因此后效也高。

3. 各处理土壤养分的测定

各个处理的土样养分分析结果, 经方差分析各处理间有机质、全氮、全磷、速效磷差异不显著, F值分别为: 有机质0.188、全氮1.85、全磷0.62、速效磷0.35, 只有速效氮的差异达到了显著水平, F值为3.66*。各处理经多重比较 (见表12) 可知, E、C、B之间虽有差异, 但未达到显著水平; E、C与A比较差异达到显著水平。休闲地和豌豆茬水解氮高, 估计是作物产量高的原因之一。

表10 不同前茬作物的生育后期土壤酶活性

生育期	作物种类	脲酶 (mgNH ₄ -N/克干土·24小时)	转化酶 (mg糖/克干土·24小时)	过氧化氢酶 (O ₂ ml/克干土·分钟)
花期	小麦	53.63	42.87	3.65
	油菜	61.84	45.02	3.95
	豌豆	63.43	50.66	4.40
	休闲	62.90	46.90	3.90
成熟期	小麦	47.04	41.91	4.40
	油菜	53.34	45.84	4.40
	豌豆	73.69	46.74	4.40
	休闲	55.80	41.83	3.90

4. 油菜根对固氮菌的刺激试验

将油菜根用清水和无菌水充分冲洗, 然后研磨, 用滤纸吸收汁液, 以不吸收汁液的为对照 (无菌水浸湿), 置于无氮培养基表面, 喷洒好气性自生固氮菌悬浊液, 重复三次。经28~30℃培养一周后, 可观察到浸有汁液的滤纸片周围固氮菌明显增厚。

表11 各处理转化酶活性多重比较

处 理	酶活性(糖毫克/克干土·24小时)	$\bar{X} - 43.43$	$\bar{X} - 43.84$	$\bar{X} - 47.4$
豌豆	50.09	6.66**	6.25**	2.69
休闲	47.40	3.97*	3.56	
油菜	43.84	0.37		
小麦	43.43			

L.S.D(0.05) = 3.91; L.S.D(0.01) = 5.62

表12 各处理水解氮多重比较

处 理	水解N含量(ppm)	$\bar{X} - 52.22$	$\bar{X} - 54.60$	$\bar{X} - 58.10$
E休闲	58.89	6.67*	4.29	0.79
C豌豆	58.10	5.88*	3.5	
B油菜	54.60	2.38		
A小麦	52.22			

L.S.D(0.05) = 4.91; L.S.D(0.01) = 6.85

将用上述方法清洗过的根段和活植株根系置于无氮培养基上,其它步骤同上,也可观察到上述同样的效果。

油菜根粉与土壤混合培养,测固氮菌的试验是将油菜根系阴干后粉碎加入土壤中(R),以不加根粉和加等量豌豆根粉作对照(S),加入适量水,重复三次。28~30℃温度下培养一周,测好气性自生固氮菌数,结果(见表13)表明,油菜根对好气性自生固氮菌具有刺激生长的作用。

表13 油菜根对好气性自生固氮菌的影响

处 理	纯土	土样+0.1%的豌豆根粉	土样+1%的豌豆根粉	土样加0.1%的油菜根粉	土样+1%的油菜根粉
菌数个/克干土	3540	3137	5042	4022	5882
R/S		0.89	1.42	1.12	1.66

结 论

1. 以小麦茬作对照与油菜、豌豆和休闲茬口相比较,玉米产量均高于小麦茬。经统计分析处理间产量,差异达到显著或极显著水平,说明油菜、豌豆及休闲茬口都比小麦茬口好,影响产量的主要原因是茬口的不同。

2. 休闲、油菜及豌豆茬口的玉米产量虽有差异,但差异未达显著水平,说明这三个茬口肥力近似。

3. 休闲地产量高是土壤有效养分增加,特别是有效氮、磷在各处理中最高,速效氮

的差异已达显著水平；其次转化酶和脲酶的活性也比较高。休闲地有效肥力的提高消耗了土壤潜在肥力。休闲地有益微生物数量减少，特别是氨化细菌。好气性自生固氮菌和纤维素分解菌等与油菜、豌豆地相比，差异已达显著或极显著水平；好气性自生固氮菌数随生育期成直线下降趋势。

4. 豌豆茬产量高后效长，与小麦茬相比，差异已达显著水平，有益微生物数量多，特别是氨化细菌、自生固氮菌及纤维素分解菌，放线菌和真菌也比休闲和小麦茬高，有的差异达到了显著或极显著水平；土壤酶活性强，而以转化酶和脲酶活性增加得更加明显；豌豆茬的速效磷和速效氮与休闲地近似，速效氮的含量与小麦相比差异已达显著水平。因此，豌豆是好茬口，是养地作物。

5. 油菜茬产量高，与休闲和豌豆茬产量近似。氨化细菌、好气性自生固氮菌及纤维素分解细菌在各处理中最高，这可能是油菜茬较好的重要原因，加之，收获期早，经济效益高，在轮作中应占一定的地位。

参 考 文 献

- [1] 中国农业科学院油料作物研究所编：《油菜栽培技术》，农业出版社，1979年。
- [2] 丁振麟等：《豆类作物》，高等教育出版社，1959年。
- [3] [美] A.D. 麦克拉伦，G.H. 波得森，J. 斯库金斯，E.A. 保罗著，闵九康、关松荫、王维敏等译：《土壤生物化学》，农业出版社，1984年。
- [4] 山东农学院：《作物栽培学》（北方本下册），农业出版社，1980年。
- [5] 北京农业大学：《耕作学》，农业出版社，1981年。
- [6] 中国科学院南京土壤研究所：《中国土壤》，科学出版社，1978年。
- [7] 李春勃等：“油菜根茬肥田作用的研究”，《河北农大学学报》，1982年1月。
- [8] 彭琳、彭祥林：豌豆在轮作中的培肥增产作用，《土壤通报》，1981年第2期。
- [9] 关松荫：土壤酶与土壤肥力的关系，《土壤肥料》，1980年第2期。
- [10] [苏] Ф. X. 哈兹耶夫，郑洪元等译：《土壤酶活性》，科学出版社，1980年。
- [11] 郑洪元等：《土壤动态生物化学研究法》，科学出版社，1982年。

A Discussion About Effects of Rape and Pea Residues Upon Soil Fertility and Microorganisms

Tang Dailiang Luo Zaibi et al.

(Soil and Agrochemical Department, Northwestern Agricultural University)

Abstract

Studying the effects of various crop residues upon soil fertility shows that the fertility of pea residue fields is good, that of wheat residue fields is poor, and that of rape residue fields is in the middle. Land fertility of pea and rape residue fields is close to that of fallow lands so that there is no distinct difference in crop yields among them. The yields of after-reap crops in pea and rape residue fields are high because there has been the great number of beneficial microorganisms, of which the Azotobacter chroococcum and cellulosedecomposing bacteria have a domiant quantity. Although the available plant nutrients in fallow lands are high, the potential soil fertility in them has been exhausted.

Key Words rape and pea residue field, soil fertility, microorganism

果 茶 察 歎