

粮肥间套作研究

第一报：套种绿肥对当年玉米生长、 籽实产量及土壤肥力的影响

(1980—1981年)

尹煦昌 马淑时 乔凌媛 王晓明

(吉林省农科院土肥所)

在商品粮基地建设中，培肥地力是一项带有战略意义的基础工作。种植绿肥虽然已被实践证明是培肥地力的有效措施，但在人多地少的地区，粮草轮作难于被人们采用，要想发展绿肥，只要走粮肥间混套复的道路，把绿肥插入到耕作制度中。从1974年起，我们就以玉米为对象，开展玉米绿肥间混种研究。这是鉴于玉米是我省面积最大的一种粮食作物，消耗地力较多，而且由于玉米行株距较大，生长初期地面覆盖度小，便于插入绿肥。根据农村基点三年试验结果，证明采用草木樨串带玉米方式，只要做到加工加肥，串带的玉米可比清种玉米增产3%，还可多得一茬茎叶。根茬还田以后，第二、三年玉米共可增产82.8%。这项成果已在一些地方推广⁽¹⁾。近几年来，由于此种做法不适于机械化作业，费工较多，很少提倡（今后随着生产责任制的改变，在一些地少人多，精耕细作的农户，也有可能推广）。七十年代后期，辽宁省在玉米前期间套种绿肥获得成功⁽²⁾，对我省启发很大，但我省现有耕作制度与辽宁不同，而且无霜期较短，绿肥产量较低，因此要想在玉米地套种绿肥，必须根据当地条件另行设计试验。从1980年起针对我省玉米现行平播后起垄的种植方法，参照少耕法的研究结果，在我院（高肥力黑土）及农村基点（中等肥力黑土）连续二年进行田间试验，以便明确绿肥不同套种方式对当年玉米生长及产量的影响，并探讨提高绿肥产量的途径。

材 料 和 方 法

本院田间试验：试验地土壤为黑土，黑土层厚度30厘米，耕层（0~20厘米）含腐殖质2.6%，全氮0.12%，玉米常年产量800~1000斤/亩。1980年试验处理8个，小区面积67.2米²，4次重复，随机区组排列。1981年重复进行试验，3个处理，4次重复，小区面积126米²，对比法排列。

农村基点田间试验：怀德县陶家公社同庆7队，试验地土壤为岗地黑土，黑土层厚度

20厘米，玉米常年产量500~700斤/亩。1980年试验处理10个，无重复。1981年试验处理2个，4次重复，对比法排列。套种绿肥于4月上旬播种，施过石口肥20斤/亩，玉米于4月末播种，施尿素7斤/亩及过石35斤/亩作口肥。清种玉米区铲耪3次，套绿肥区只铲不耪，6月末结合中耕将绿肥压青。九月下旬收获测产。

结 果 和 讨 论

一、套种绿肥对当年玉米生长的影响

绿肥于五月初出苗，玉米于五月下旬出苗，二者共生期约40天，在此期间，由于争水、争肥、争光，对玉米生长有一定影响(表1)。其中以院内试验(1980年)最为严重，三种种植方式比较，以隔行套种影响最小，大小行次之，行行套影响较大；不同绿肥品种之间，以箭舌豌豆较轻，草木樨次之，三叶草较重。为了明确什么时候绿肥对玉米影响最大，1981年定点进行调查，结果(表2)证明在6月下旬矛盾最大，但绿肥翻压后，可恢复正常。为了明确其原因，两年来对粮肥共生

表1 套种绿肥对玉米生长的影响

1980、6、20 本院

处 理	株高(厘米)	茎粗(厘米)
清种玉米	71	1.2
大小套套草木樨	63	1.0
行行套草木樨	61	0.9
隔行套草木樨	70	1.1
行行套箭舌豌豆	58	0.8
隔行套箭舌豌豆	74	1.1
行行套三叶草	63	1.0
隔行套三叶草	67	1.1

表2 套种绿肥不同时期对玉米生长的影响

1981年本院

处 理	6月9日		6月17日		6月24日		7月3日	
	株 高	叶 数	株 高	茎 粗	株 高	茎 粗	株 高	茎 粗
	厘 米	片	厘 米	厘 米	厘 米	厘 米	厘 米	厘 米
清种玉米	27	5.9	54.7	0.9	83.0	1.7	123.6	2.5
隔行套草木樨	28	5.9	58.3	1.0	84.5	1.6	122.8	2.5
行行套草木樨	29	6.3	59.3	1.0	78.9	1.4	125.9	2.5

关系进行了初步探讨。

1、地下部的矛盾：粮肥争水争肥的矛盾，集中表现在根系的穿插上，6月16日在行距70厘米套种草木樨处理挖剖面观察，看到玉米的根系大部集中于20×20厘米的范围内，而草木樨则集中于20×15厘米之内，而且由于玉米是须根系，而草木樨则是直根—侧根系，二者很少穿插，不会引起很大的矛盾。

据资料介绍^[3]共生期间的矛盾一是争水，一是争肥，为了明确争水的矛盾，翻压前测定玉米不同距离的耕层水分状况(表3)。看不到二者争夺水分的现象。为了明确争肥的矛盾，在温室进行小麦与草木樨混作的盆栽试验。从产量结果(表4)看来，在水分供应充足的条件下，二者的争夺主要是氮，其次是磷。为了保证粮肥双丰收，应在播种时施入少量氮磷化肥。

表 3

玉米不同距离土壤水分状况

1980、6、16本院

距玉米(厘米)	0	7.5	15	22.5	30
水分%	19.2	18.7	19.2	19.3	19.3

表 4

施用氮磷肥对小麦、草木樨混作的影晌

1981、4、10

施 肥	种 植 方 式	小 麦			草 木 樨	
		株 高	粒 重	百粒重	鲜茎叶	鲜 根
		厘 米	克/盆	克	斤/米 ²	斤/米 ²
无 肥	麦草混种	94	28	4.6	4.2	1.8
	小麦清种	96	29	4.8	—	—
	草木樨清种	—	—	—	8.4	6.0
氮	麦草混种	94	32	4.9	2.6	1.4
	小麦清种	95	29	4.8	—	—
	草木樨清种	—	—	—	9.6	4.8
磷	麦草混种	93	29	4.8	3.2	1.8
	小麦清种	97	29	5.3	—	—
	草木樨清种	—	—	—	7.4	5.0
氮 磷	麦草混种	97	30	4.9	3.2	1.4
	小麦清种	100	32	5.3	—	—
	草木樨清种	—	—	—	10.4	5.2

2、地上部的矛盾：6月中旬绿肥迅速生长，其株高很快赶上或超过玉米，形成一堵墙，对玉米的光照影响较大，特别是箭舌豌豆具有半匍匐性，靠在玉米上，妨碍玉米生长。6月20日调查清种和套种玉米的光照，从（表5）看到在上午10时以前和下午2时以后，套种绿肥的玉米下部5片叶子光照显著减少，这对玉米生长一定有所影响。

表 5

套种绿肥对玉米光照的影响

1981、6、20本院 单位：万勒克斯

玉米叶位	上午 8 时		上午 10 时		下午 2 时		下午 4 时	
	清 种	套 种	清 种	套 种	清 种	套 种	清 种	套 种
第 3 片叶	7.2	0.3	5.4	5.4	3.0	1.8	2.9	1.0
第 4 片叶	6.9	1.3	8.4	9.0	8.7	4.5	3.2	1.5
第 5 片叶	6.6	3.2	9.0	10.2	8.4	5.1	3.6	3.5
第 6 片叶	6.6	8.4	10.2	10.2	8.7	8.7	3.2	3.5
第 7 片叶	6.6	6.9	10.2	10.2	8.7	8.7	3.1	3.5

农村基点两年试验，并未发现套种绿肥对玉米有不良的影响（表6），这可能是土壤肥力较差，而且绿肥密度较小，所以影响不大。

表 6

农村基点玉米生育状况表

陶家基点(厘米)

区 号	处 理	株 高	茎 粗
1980. 7. 6			
1	清种玉米	98	1.9
2	大小行套箭舌豌豆	109	1.7
3	大小行套三叶草	106	2.1
4	大小行套草木樨	119	2.2
5	隔行套箭舌豌豆	109	2.0
6	隔行套三叶草	107	2.0
7	隔行套草木樨	116	2.1
8	行行套箭舌豌豆	94	1.6
9	行行套三叶草	106	1.9
10	行行套草木樨	101	2.0
1981. 6. 11			
1	行行套草木樨	43	
2	清种玉米	43	
3	行行套草木樨	49	
4	清种玉米	44	
5	行行套草木樨	42	
6	清种玉米	42	
7	行行套草木樨	47	
8	清种玉米	40	

二、套种绿肥对当年玉米籽实产量的影响

表 7

套种绿肥对玉米籽实产量的影响

土 壤	年 份	处 理	产 量		百粒重(克)
			斤/亩	%	
高肥力黑土(院内)	1980	清种玉米	1045	100.0	31.9
		大小行套草木樨	1099	105.2	31.5
		行行套草木樨	1058	101.3	32.4
		隔行" " " "	1091	104.4	31.4
		行行套箭舌豌豆	1058	101.3	30.3
		隔行" " " "	1050	100.5	31.7
		行行套三叶草	1034	99.0	30.8
		隔行套" " "	1029	98.4	31.1
	1981	清种玉米	1039	100.0	31.8
		隔行套草木樨	1022	98.3	32.9
行行套" " "		984	94.7	31.8	
中上等肥力黑土(陶家公社)	1980	清种玉米	690	100.0	
		隔行套草木樨	662	95.9	
		大小行套草木樨	760	110.1	
		行行套箭舌豌豆	708	102.6	
	隔行套" " " "	715	103.6		
	1981	清种玉米	767	100.0	31.0
行行套草木樨		760	99.1	31.0	
中肥力(团结公社)	1981	清种玉米	426	100.0	25.1
		行行套草木樨	449	105.3	26.7

粮肥间混套种，必须保证当年粮食不减产或少减产，这是试验的前提，院内（高肥力黑土）两年田间试验，陶家公社（中上等肥力黑土）两年田间试验以及团结公社（中肥力黑土）一年试验，一致证明套种绿肥的玉米不比清种玉米减产（表7）。

从院内试验中提出一个问题：既然套种绿肥对玉米前期生长有不良影响，为什么籽实产量并不降低？为了探讨绿肥翻压后对玉米生长后期的影响，进行了绿肥干物质消失量调查，结果如表8。从表上看到绿肥翻压后，由于高温多雨，分解迅速，10天以后干物质损

表8 绿肥翻压后干物质消失量 1981年本院

调查日期	22/6	3/7	17/7	31/7	12/8	27/8
翻压天数	0	11	25	39	51	66
干物重(克)	22	8.7	3.6	1.6	1.4	1.0
百分比	100	39.5	16.4	7.3	6.4	4.6

表9 压绿肥对土壤水分及氮素的影响（1980年8月22日本院调查）

深度(厘米)	水分 %		全 氮 %		NO ₃ -N (PPM)	
	无绿肥	压绿肥	无绿肥	压绿肥	无绿肥	压绿肥
0~10	20.1	20.3	0.1166	0.1178	3.4	23.0
10~20	20.3	21.3	0.1204	0.1229	4.0	24.0
20~30	19.9	20.7	0.1069	0.1145	4.7	11.6

表10 压绿肥对土壤CO₂释放量的影响
1980(单位:毫克/小时/米²)本院

测定日期	6/7	11/7	22/7	2/8
翻压后天数	14	19	30	72
清种玉米	636	323	124	113
套种绿肥	669	356	127	126

表11 压绿肥对玉米根系的影响
(1980年8月22日本院调查)

处 理	根重(克)	根数(条)	总根长(米)
无绿肥	33.1	19	9.5
压绿肥	61.7	23	10.5

失一半以上，一个月以后所剩无几。其结果是增加土壤养分和保水能力（表9），同时提高土壤CO₂的释放量（表10）。这些因素都有利于玉米的后期生长，由于此时玉米转入生殖生长阶段，从地上部难于看出差异。因此，我们进行了根系调查，发现压有绿肥的根系发达，根毛较多，特别是接近地表压有绿肥处的根系，显得新鲜繁茂（表11）。由此可见，套种绿肥对玉米初期生长虽有些影响，但由于营养体尚小，生殖生长尚未开始，对产量影响小，而当绿肥翻压以后，改善了土壤水肥条件，并增加CO₂的供应，有利于光合作用和籽粒形成，产量才不致下降。

三、玉米套种绿肥的产草量

在玉米地套种绿肥，由于生长期短，而且常遇春旱，因此绿肥产量多少是试验成败的

关键。两年来采用二年生白花草木樨，在提早播种的情况下，翻压时其全株鲜草产量可达1000~1500斤/亩（表12），这个数量的鲜草翻压入土中，约可增加氮素8~12斤/亩，腐殖质60~90斤/亩。

表12 玉米套种草木樨鲜草产量（全株）

地点	调查日期	种植方式	鲜草产量* 斤/亩
院 内	1980.6.20	大小行套种	985
		行行套	1460
		隔行套	740
	1981.6.19	行行套	1568
陶家公社	1980.6.25	大小行套	1049
		行行套	1334
	1981.6.21	行行套	1167

* 绿肥产量均系混合面积计算

达1867斤/亩。

2、加宽播幅加大播量。在玉米行距70厘米的条件下，也可采用双条播，使绿肥播幅达到30~40厘米，1981年院内试验绿肥播幅宽40厘米，虽然与玉米距离很近，但产草量很高，可以提早压青，对玉米没有不良影响。随着播幅的加宽，播种量也应增加，米间株数可达到300株左右。

3、提早播种绿肥。草木樨抗寒力强，应尽量早播，1981年院内试验，4月8日播种的草木樨，翻压前株高53厘米，根长21厘米，每平方米鲜草2.90斤；而4月24日播种的草木樨，株高只有25厘米，根长9厘米，鲜草产量每平方米2.07斤。

4、施用少量氮磷化肥。为了加速绿肥生长，增强抗旱抗杂草能力，应该施用少量化肥。根据盆栽试验结果（表4），不但需要施磷，而且更要施氮。这样既可避免与玉米争氮，影响玉米生长，而且提高绿肥产量，做到以小肥换大肥，以无机氮换有机氮。

四、套种绿肥对土壤肥力的影响

土壤肥力是一个广义的概念，不仅包括土壤有机质和养分，而且包括水、热、养、气在内的整个土壤生态系统。提高土壤肥力是一个长期积累过程，需要长期观察，一、二年的试验只能看到一些表面的现象。据资料介绍玉米是消耗地力的作物，不但需要的水分养分较多，而且由于行株距大，苗期地面覆盖度小，中耕次数多，容易引起土壤侵蚀，美国国会材料介绍^[4]，每收获一吨玉米要损失表土1~2吨。我省中、西部多岗坡地，春季风大，据估测在中部怀德县一场大风可刮去表土30~50吨/亩^[5]。因此从农业生态平衡的要求看来，一项农业技术措施的价值，不能单看粮食产量，我们在试验中看到套种绿肥对土壤肥力的提高有多方面的益处。

1、提高光能利用率。6月12日测定，清种玉米区的干物质产量为每平方米2.5克；玉米套种绿肥区为29克，提高光能利用率10倍以上。

2、增加地面覆盖度。六月下旬玉米9叶期的地面覆盖度只有6.4%，即有93.6%的地面裸露，不利于土壤生态平衡。套种绿肥区地面覆盖度可达43%以上，增加7倍。

3、降低风速。本地区五、六月间，风蚀严重，据6月14日大风天调查，套种绿肥大大

为了提高套种绿肥的养地效果，必须千方百计地增加产草量，根据两年摸索，提高绿肥产草量的途径有如下几种：

1、采用早生快发的绿肥品种。根据田间辅助试验结果，6月15日测定箭舌豌豆鲜草产量为900斤/亩，地中海三叶草为740斤/亩，二者均不宜作套种绿肥。

二年生白花草木樨1140斤/亩，属中等水平。今后有希望的是一年生天兰草木樨，鲜草可达1514斤/亩，另一个途径是采用箭舌豌豆与燕麦2:1混播，鲜草产量可

表13 不同处理地面(10厘米)风速
1980年6月14日本院

处 理	风速 米/秒	百分比
清种玉米	10.4	100
套种箭舌豌豆	2.8	27
套种三叶草	5.6	54
套种草木樨	8.4	80

表14 不同作物行内杂草数目
1980年5月20日本院

作 物	杂草数目 株/平方米
玉米	108
箭舌豌豆	29
草木樨	86
三叶草	72

降低风速(表13),从而减小风蚀。

4、抑制杂草,实现少耕法。玉米套种绿肥后,玉米苗眼的杂草,仍需用人工清除,而绿肥苗眼的杂草,由于绿肥早播早出,能抑制杂草生长,特别是到6月中旬绿肥迅速生长,压草能力更大(表14)。套种绿肥区少耪两次,实现少耕,减少对土壤结构的破坏。

5、增加土壤氮素。1980年在院内试验地各小区内定点采土进行分析,结果看到套种绿肥区耕层(0~20厘米)全氮有增加的趋势(表15),土壤分析的结果与从绿肥产草量计算的结果(表12)基本相符。

表15 套种绿肥对土壤全氮的影响
1980年11月本院采土

处 理	全 氮 %			折合每亩 增减(斤)
	春 季	秋 季	增 减	
清种玉米	0.1403	0.1396	-0.0007	-1.5
行行套草木樨	0.1337	0.1380	+0.0043	+12.0
大小行套草木樨	0.1324	0.1346	+0.0022	+6.6
行行套箭舌豌豆	0.1349	0.1379	+0.0030	+9.0

小 结

在不同肥力水平的黑土上经过两年试验,已取得一致的结果。证明在行距70厘米的玉米行间,行行套种绿肥,虽然对玉米苗期生长稍有影响,但绿肥翻压后,生长恢复正常,套种绿肥的玉米籽实产量并不减少。却可获得绿肥鲜草1000~1500斤/亩,折算每亩增加氮素8~12斤,有机质60~90斤,为下茬增产提供物质基础,实现用地养地结合,为商品粮基地发展绿肥闯出一条新路。

在试验中还发现,玉米前期地面覆盖度很小,容易造成水土流失,套种绿肥后可大大增加植被覆盖度,提高光能利用率,降低风速,保持水土,并可抑制杂草,实行少耕,有利于土壤生态平衡。

此项研究只是开始,绿肥插入耕作制度以后对轮作周期产量的影响,土壤肥力的变化以及播种翻压和提高产草量的技术均需作长期深入的研究。

参 考 文 献

- (1) 吉省农业科技成果技术经验选编 1981年 吉林人民出版社。
- (2) 锦州市农科所:平地绿肥应用研究 1978年东北地区绿肥协作会议资料。
- (3) C.M.Donald: Competition among Crops and pastures <Advances in Agron> 1963
- (4) 雷通明教授谈美国现代化农业中土壤肥料问题 土壤通报 1981.1。
- (5) 马萼等:建立科学耕作制度是实现农业现代化的重要课题 油印本。