

绿肥试验研究

第三报：小麦与草木樨混作的效果*

刘雨坤

(白城地区农业科学研究所)

白城地区在发展草木樨绿肥生产过程中，曾利用小麦生长期短的特点，在小麦地里混种草木樨，充分利用小麦收获后的休闲土地和光能，收到种养结合肥田增产的效果。但小麦和草木樨在共生过程中是否存在争水争肥的矛盾以及混种中存在的一些技术环节，都曾引起人们的怀疑和争论。对此，我们进行了试经、研究和总结。今将试验资料和生产考察作一分析和讨论，供参考和研究。

一、田间试验结果

1、当年麦草混作效果

1974年我所在长岭县永久公社永久三队进行了小麦和草木樨混作试验。1975年又在洮安县岭下公社四家子青年队和长岭县前进公社西沟一队进行了麦草混作试验。试验结果良好，混种小麦都程度不同地获得了增产，不论有无灌水条件，均增产10%以上（见表1）。

表1 清种小麦与混种小麦的产量比较 (1974~1975年)

试验地点	处理	产量		增 产		密 度 (万株/15亩)	灌 水 条 件	草 木 樨 混种时期	试验面积 (米 ²)	试验年限	混种方式
		(斤/亩)		(斤/亩)	%						
长岭县永久 公社永久三队	清种	161.7				504	无	春天与小麦 同时混播	865.92 (混种一半)	1974	清种小 麦地混种
	混种	182.7	21.0	13.0	477						
长岭县前进 公社西沟一队	清种	398.3				495	无	小麦三叶期时 播入	40000 (混种) 5000	1975	清种小麦 地混种
	混种	466.8	68.5	17.2	486						
洮安县岭下 四家子青年队	清种	409.7					有	小麦孕穗 时播入	10000 (混种) 2000	1975	玉米间种 小麦畦田 地混种
	混种	456.8	47.1	11.13							

通过二年田间试验观察，混种小麦表现在株高、主穗长度、千粒重均略优于清种小麦，其它性状如分蘖、小穗数、每穗粒数等则随条件不同而异（见表2）。值得提出的是在有灌水条件的湿润地上，小麦与草木樨同时混播，则草木樨生长很快，小麦成熟时，草

*前后参加本项试验工作的有：徐庚寺、刘铎、何秉莹同志，本所化验室提供分析资料。

木樨已和小麦等高，影响小麦的收获。1975年在大安、长岭、镇赉等县的一些点上，由于在灌水地上采取同时混播的方式，都发生了无法收获的困难。而洮安县岭下公社青年队在小麦地里采取分期混播的方式是比较成功的。该队的小麦，在三叶、拔节、开花、灌浆也进行了9次灌水，土壤比较湿润。4月13日播种小麦，五月底播种草木樨，播时小麦已孕穗。小麦收获时，草木樨的平均高度才21厘米，并不影响小麦的收获。因此，针对不同条件，采取不同的播种方式，是麦草混种是否成功的关键。

表2 清种小麦和混种小麦的生育性状比较

试验地点	处理	株高 (厘米)	主穗长 (厘米)	千粒重 (克)	有效分蘖	小穗数	每穗粒数
长岭县永久公社永久三队	清种		6.0	24.7	7.8		27.3
	混种		6.1	26.0	10.4		27.4
长岭县前进公社西沟一队	清种	88.1	7.2	25.4	1.1	13.5	28.6
	混种	91.4	7.3	26.0	0.8	12.7	25.5
白城所 (盆栽)	清种	53.6	7.2	25.7	1.23	12.6	34.4
	混种	58.1	7.3	26.5	1.02	12.2	36.8

2、麦草混作后效

麦地里混种草木樨绿肥作物，在于利用小麦收后的休闲地生长旺盛的绿色体翻入土壤肥田，使其后作获得增产。长岭县永久公社永久三队1974年的后效试验，增产效果明显。该队在麦收后21天，每亩产草木樨茎叶和根404.5斤，折合116斤有机质和2斤氮素翻压肥田。1975年在这块地上种植玉米，除观察麦草混作的后效外，还比较了清种草木樨翻压肥地的效果，试验结果见表3。从表3可见，麦草混作地的玉米叶面积增加，穗增大，百粒重提高，秃尖长度减少，因而使产量提高76.7%。这说明混作地所生产的大量鲜草和鲜根，对促进根系利用土壤养分是十分有利的。

综合二年田间试验结果，小麦与草木樨混作后，小麦当年有所增产，第二年后效显著，二年合计，每亩增产粮食278.05斤。

表3 麦草混种后效对玉米生育和产量的影响
(1975年 长岭县永久公社永久三队)

处理	项目	株高 (厘米)	叶面积 (厘米 ²)	茎粗 (厘米)	穗长 (厘米)	穗粗 (厘米)	穗重 (斤)	秃尖长 (厘米)	百粒重 (克)	产量 (斤/亩)	增 产	
											(斤/亩)	%
清种麦茬		120.1	446.3	2.4	16.8	4.0	0.15	1.5	19.8	335.05		
混种麦茬		169.6	614.5	2.3	20.8	4.2	0.26	1.3	23.5	592.10	257.05	76.73
草木樨茬		151.2	151.2	2.7	22.6	4.6	0.34	0.9	26.2	773.62	438.57	133.91

注：试验面积，每个处理为4300平方米。

二、盆栽试验结果

为了进一步摸清麦、草混种以后对作物和土壤的影响。1975年在所内盆栽条件下进行了

试验。试验分清种小麦、草木樨与小麦混种、清种草木樨三个处理，重复三次。小麦品种为他诺瑞，草木樨为二年生白花草木樨。每盆留23株小麦，混种盆除小麦外混种10株草木樨。盆钵面积为0.06平方米。每盆施用过石和硝铵各1.2克为种肥。试验土壤为低肥力淡黑钙土，土壤全N为0.0898%， P_2O_5 为0.0561%，腐殖质为1.0106%，每100克土含速效 P_2O_5 1.4613毫克和水解氮4.6693毫克。由于肥力很低，麦苗发黄，在小麦苗期每盆追施硝铵1克，随灌水施入。在小麦孕穗、灌浆和腊熟等阶段进行了扣盆观察植株和土壤养分变化情况。现将结果分析于下：

1、关于小麦清种和麦草混种消耗水分的分析

在麦田里混种草木樨后，势必多消耗水分，为此，我们在盆栽条件下，观察了小麦不同生育阶段消耗水分的状况。小麦四片叶时播种草木樨，到小麦孕穗阶段，小麦高度约50厘米时，而草木樨的苗高不过2.4厘米，主茎复叶平均不到二片，所以清种盆和混种盆每日所蒸发的水分基本相似，混种盆每日较清种盆多蒸发35克水（表4）。

到小麦抽穗灌浆阶段，小麦高达55厘米，草木樨苗高约25厘米，主茎复叶数平均不到10片。这时草木樨植株体增大，本身消耗水分增多，但由于草木樨占据了小麦行间的空隙，相对的盆面土壤蒸发水分要少。因此在这个阶段，混种盆仅比清种盆每天多蒸发45克水。

到小麦乳熟阶段，每盆每日蒸发水量显著减少。主要是小麦开始定浆，下部叶片逐渐老死，蒸腾水分减弱，小麦在这个阶段耗水量少。但混种盆的草木樨逐渐长大，株高在35厘米以上，需要水分增多，所以混种盆每天较清种盆多消耗95克水分。

通过盆栽可以看出，草木樨与小麦混作，互相争夺水分的矛盾并不严重。小麦乳熟以前是小麦需要水分多的时期，但这时草木樨处于苗期，消耗水分少。而草木樨需要水分多时，小麦已接近成熟，耗水少。同时，小麦乳熟后，已进入雨季，降水增多，麦草即不存在互相争夺水分的矛盾。

表4 麦草混种和清种小麦不同生育阶段消耗水的分差异

生育阶段	每日每盆蒸发水分(克)		混种较清种多蒸发水分(克/盆)
	清种	混种	
小麦孕穗阶段 (20/5-1/6)	660	695	35
小麦抽穗灌浆阶段 (2/6-25/6)	845	890	45
小麦乳熟阶段 (26/6-3/7)	330	425	95

2、关于小麦清种和麦草混种吸收养分和累积干物质的分析

盆栽试验指出(表5)，小麦与草木樨混作后，共生的各主要生育阶段，混种比清种小麦积累的干物质多。小麦孕穗、灌浆、腊熟阶段，每盆分别多积累3.75、3.58、5.63克干物质。前段积累少，灌浆以后，成熟阶段积累的多，说明草木樨进入麦田混种后，发生了一定作用。

为了弄清小麦与草木樨混种以后吸收养分的状况，在其各主要生育阶段进行了氮、磷养分和草木樨根瘤的观察。氮磷养分观察结果见表6。麦草混种以后，不管茎叶或根，磷的吸收率均稍有降低；而对氮的吸收，则随着草木樨的生长变化较大。小麦孕穗阶段，草木樨苗很小（苗高2~2.5厘米，1~2片复叶），清种与混种的土壤养分状态基本一致，小麦的根和茎叶的吸氮百分率差异很小。小麦灌浆阶段，草木樨株高已接近30厘米，

表5 麦草混种与清种小麦不同生育阶段累积干物质状况 单位: 克/盆

小麦生育阶段	项目	清种				混种				混种比清种增加
		茎叶	根	籽实	计	茎叶	根	籽实	计	
孕穗	鲜重	69.80	12.60		81.90	80.55	13.65		94.20	12.30
	干重	15.85	5.00	—	20.85	19.30	5.30	—	24.60	3.75
灌浆	鲜重	131.75	14.30		146.05	139.37	16.13		155.50	9.45
	干重	59.85	8.00	—	65.85	63.03	6.40	—	69.43	3.58
腊熟	干重	23.83	5.32	29.79	58.94	26.28	7.48	30.81	64.57	5.63

表6 麦草混种和清种小麦在不同生育阶段吸收氮、磷养分状况

生育阶段	处	吸收养分 (%)						吸收养分数量 (克/盆)							
		茎叶		根		籽实		茎叶		根		籽实		合计*	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
孕穗	清种	2.9962	0.6278	1.3483	0.3105			0.4734	0.0993	0.0681	0.0157			0.5415	0.1150
	混种	2.9237	0.5625	1.3481	0.3536	—	—	0.5638	0.1081	0.0718	0.0190	—	—	0.6505	0.1279
灌浆	清种	1.6749	0.4133	0.7078	0.1725			1.0072	0.2490	0.0425	0.0085			1.0497	0.2575
	混种	1.6473	0.3650	0.8516	0.1444	—	—	1.0256	0.2303	0.0547	0.0092	—	—	1.2103	0.2566
腊熟	清种	0.4966	0.0693	0.8982	0.0577	3.1439	0.9445	0.1183	0.0165	0.0479	0.0031	0.9368	0.2811	1.1030	0.3007
	混种	0.5202	0.0519	1.0017	0.0346	3.1543	0.8222	0.1364	0.0136	0.0745	0.0029	0.9702	0.2523	1.2877	0.2986

注: * 麦草混作盆内将草木樨吸收的氮磷养分统计在表内。

8~10片复叶, 每株平均40个根瘤, 混种小麦根的吸收氮率比清种高。到了小麦腊熟阶段, 草木樨株高达45厘米左右, 主茎复叶14~15片, 混种小麦吸收的氮多, 干物质积累也相对增加。

麦草混作后, 清种与混种作盆的吸收磷量只相差1/100~9/10000; 每盆吸氮量则相差1/10~1.8/10。即混种以后, 吸收磷量基本相似; 吸收氮量则多于清种。从小麦的各个生育阶段中, 土壤养分的消长情况来比较, 也呈现类似规律: 土壤全磷变化不大, 全氮有一定变化。混种小麦土壤全氮的亏损略多于清种, 速效氮、磷的绝对含量也随植株摄取养分而有降低的趋势, 但却相对地高于清种(见表7)。说明麦草混作后, 虽然植株多消耗一部分氮素, 但和清种比, 土壤的供氮水平没有降低。这种供氮水平的保持, 可以设想: 一是草木樨的固氮效果, 二是土壤根际微生物发生了变化, 活化土壤养分的能力增强, 因而根系吸收养分的能力也在提高。

混种小麦收获后, 草木樨继续生长37天, 每盆积累38.71克干物质, 折合39.0658克有机质, 1.0134克氮素和0.0595克磷酸翻入土壤。按每盆实含营养物质计算, 混种比清种每盆增加18.18%有机质和40.61%氮素, 减少3.64%磷素。显然麦草混种土壤的营养状况优于清种小麦茬。

3、关于小麦与草木樨共生期中生长状况的分析

在灌水条件下, 小麦与草木樨同时混播(4月8日)生长22天时, 小麦发育到三叶末

表 7

小麦混种与清种土壤中养分消长情况

采土时期	处 理	全 N (%)	全P ₂ O ₅ (%)	速P ₂ O ₅ (毫克/100克)	水 解 N	有 机 质 (%)	采土时作物 生育阶段
基 础	土 壤	0.0898	0.0561	1.4613	4.6893	1.0106	种 前
6月2日	清 种	0.0801	0.0481	1.1644	0.9659	1.4452	小 麦 孕 穗 阶 段
	混 种	0.0673	0.0482	1.1659	0.8957	1.3606	
6月26日	清 种	0.0671	0.0527	0.8720	0.5371	1.4273	小 麦 灌 浆 阶 段
	混 种	0.0669	0.0516	0.8727	0.6537	1.5121	
7月14日	清 种	0.0662	0.0513	0.5819	0.6957	1.4023	小 麦 腊 熟 阶 段
	混 种	0.0513	0.0485	0.8750	0.7574	1.4902	
8月26日	清 种	0.1048	0.0458	0.6324	—	1.4474	草 木 樨 压 翻 前
	混 种	0.1406	0.0437	0.8005	10.9806	1.4495	

期、四叶开始，草木樨处于真叶期，而清种草木樨的复叶已张开。小麦生长42天时，小麦发育到拔节至八片叶，草木樨是两片复叶，而清种草木樨已四片复叶，同时真叶节也开始长出复叶。小麦生长至73天抽穗开花时，草木樨的根、茎、叶干重9.2克，而清种草木樨的根、茎、叶干重为32.5克，相差2.5倍；每株根瘤数为43.1比102.9，相差1.4倍。说明草木樨混种在小麦地里生长和发育都受到小麦的抑制，显著不如清种。不过，草木樨虽然受到抑制，但这时株高已达48厘米，小麦高58厘米，只相差10厘米了。所以在灌水地里，小麦与草木樨同期混播是不恰当的。因此进行了分期播种观察。小麦4片叶时播草木樨，至八片叶拔节时出齐苗，到小麦孕穗时，正是草木樨出苗后15天，仅生长1.3片复叶；而同期混播草木樨者，20天可以生长三片复叶。小麦乳熟时，苗高54~56厘米；而草木樨苗高17~29厘米。到小麦收获时，苗高56~60厘米；这时草木樨苗高38~45厘米。小麦与草木樨的高比为1:0.7，说明分期播，生长比较缓慢。当然这样的高度，已妨碍小麦收获。所以在有灌水的条件下，或雨水充足的地区，小麦和草木樨不能同时混播，避免草木樨生长过高而造成小麦收获的困难。通过生产实践证明，小麦孕穗阶段（5月底）播种草木樨，不致出现草木樨生长过旺的现象。

分期播种的草木樨，在与小麦共生期中，生长缓慢。小麦收获时，混种草木樨的茎叶和根，平均每盆干重才5.43克；而清种草木樨，每盆重74.15克，相差12.6倍。当小麦收获后，草木樨得到充足的阳光，生长迅速，37天内平均每盆由5.43克增长到42.01克，增长3.7倍。而清种草木樨在同时期内只增长0.8倍（见表8）。因此，利用麦收后这段高温多湿的休闲季节生长草木樨是十分有利于养地的一种措施。

表 8

草木樨在麦草共生期和麦后生长速度的比较

处 理	项 目 测定时期	草 木 樨 茎 叶、 根 干 重 (克)	
		麦 草 共 生 期	麦 收 后 三 十 七 天 草 木 樨 翻 压 前
清 种 草 木 樨		74.15	132.84
混 种 草 木 樨		5.43	42.01

4、关于麦草混种生育性状和产量结果的分析

从各个生育阶段来看，小麦与草木樨混种后，对小麦的生长发育有较好的影响。如植株略有增高，叶片稍宽，穗略长，主穗粒数显著增多，千粒重明显增加等（见表9）。但在分蘖性状方面，却有减少的趋势。由于主穗籽实多而饱满，千粒重明显的提高1克左右。二者的产量基本相似（见表10）。

表9 麦草混种与小麦清种的生育性状和产量性状比较 单位：厘米、克

测定阶段	测定日期	处 理	生 育 性 状			产 量 性 状					
			株 高	分 蘖	叶 宽	穗 长	小穗数	每 盆 粒 数			千粒重
								主 穗	分蘖穗	合 计	
旗 叶	5月27日	清 种	39.34	1.02	1.16	—	—	—	—	—	—
		混 种	40.78	0.87	1.20						
孕 穗	6月2日	清 种	47.40	1.92	1.22	—	—	—	—	—	—
		混 种	49.24	1.82	1.32						
乳 熟	6月26日	清 种	54.64	1.28	—	7.17	—	—	—	—	—
		混 种	55.29	1.22	—	7.38					
腊 熟	7月14日	清 种	53.60	1.23	—	7.22	12.57	792	507	1299	25.67
		混 种	58.10	1.01	—	7.33	12.20	846	450	1296	26.47

此外，初步观察出由于同期混播，在共生期中，草木樨生长过旺，影响小麦的产量是明显的。分期播草木樨的小麦，每盆重30.82克，同时播种的每盆小麦只有22.25克。因此，在灌水条件下，掌握分期混播草木樨，是十分重要的环节。

表10 麦草混作与小麦清种的产量比较

项 目	处 理	清 种				混 种			
		1	2	3	平 均	1	2	3	平 均
籽 实 重 (克/盆)	重 复								
	主 穗	18.1	21.3	22.0	20.47	23.2	23.5	21.90	22.87
	分 蘖 穗	10.6	9.4	8.0	9.33	10.0	6.25	7.60	7.95
	主穗+分蘖穗	28.7	30.7	30.0	29.80	33.2	29.75	29.50	30.82
增 产	百 分 比				100.0				103.4

三、结 论

草木樨与小麦混种经过二年试验和生产考察，我们认为这项措施，基本上是成功的。一般都表现出当年不减产，田间试验有增产的趋势，增产10%左右。在全氮含量不足千分之一的土壤条件下，麦草混作后效增产达70%以上。二年累计，每亩增产达278斤。

通过试验证明，麦草混种以后互相争水的矛盾并不存在。盆栽试验表明，小麦需水多的时期是在乳熟以前。小麦孕穗阶段，草木樨处于苗期，本身需要水分少。到小麦抽穗灌

浆时期，虽然草木樨耗水增多，但由于草木樨占据小麦行间，盖住地面，土壤蒸发水分少。所以在小麦乳熟以前，混种小麦地消耗的水分虽大于清种小麦，但差异不大。小麦乳熟以后，草木樨需要水分逐渐增多，但小麦开始定浆，叶片逐渐老化，蒸腾水分少。麦草混作过程中的需水矛盾，正好是一多一少到一少一多，互相调剂，矛盾并不严重。特别是在生产上，到了小麦乳熟以后已逐渐进入雨季，自然降水多，互相争水的矛盾就更显得缓和了。

盆栽试验表明，麦草混作的需肥矛盾，表现在氮素养分方面。混作以后吸收养分增多，但土壤供氮水平没有降低。在麦草共生阶段内，土壤中的速效氮素养分水平始终保持和清种小麦一致或更高一些。虽然土壤含氮亏损一些，但在小麦收后的草木樨生长阶段，比较快地恢复了原有的氮素水平（试验资料可能表现过高一点）。所以氮素养分的矛盾，由于后期草木樨的旺盛生长和豆科作物的固氮作用而得到了缓和。麦草共生期中，也由于活化土壤养分的能力增强而调剂了需肥的矛盾。更重要的是可以获得更多的新鲜有机质翻压肥田。实质上，从作物生育表现来看，并不存在由于麦草混种而出现缺肥的矛盾，小麦产量水平没有降低，而土壤营养状况却得到了改善，因而后效十分显著。

小麦与草木樨共生期中，可能产生麦草齐长而影响小麦的收获。试验结果明确指出，可以因地制宜采取分期播种的方法来调节。麦草分期播种既不影响小麦收获，也不影响小麦产量。当然根据不同自然条件，灵活掌握其播期，才能收到最佳效果。

目前农村中有机肥料不足，对小麦地的培肥，多不引人注意。所以，在小麦轮作体系中，利用其半休闲地混种一茬草木樨绿肥，对培肥地力是有百利而无一害的。