

绿 肥 试 验 研 究

第一报：白城地区粮草轮作的意义与效果

刘雨坤 梁钧琦 刘 铎

(白城地区农业科学研究所)

白城地区自六十年代中期以来，引种草木樨绿肥，七十年代初期形成种植绿肥高潮。十几年来，我们针对绿肥的种植和利用进行了一些调查研究。现将试验调查总结资料系统整理，并予陆续发表，以供有关方面参考。

一、白城地区农业的基本概况

白城地区土地总面积占全省24.6%。全区均为平原，唯洮南西北部为丘陵半山区。平均每个农业人口占有6亩耕地，每个劳力负担30亩，其中盐碱地占耕地13%，易旱地占70%。

全区无霜期120~135天。年平均降水量为430mm。近十年平均降水量为389.1mm，降水有降低的趋势。年蒸发量为1500~1800mm，蒸发比降水多三、四倍，加上每年八级以上的大风日多达20天以上，因而风沙干旱是本区不利因素。

全区土壤类型多而复杂。据土壤普查初步分类全区多达11个土类。如黑土、黑钙土、淡黑钙土、栗钙土、草甸土、盐土、碱土、沼泽土、草炭土、风沙土、河淤土。而绝大多数土壤的肥力不高，供肥能力低。农家肥料多以土粪为主，数量不足，质量低，化肥供应数量低于全省水平，绿肥还没有广泛应用到生产中来，这些均直接影响农业的稳产高产。

全区粮食产量低而不稳。据1949~1979三十一年资料统计，最高年份亩产235斤，最低年份亩产94斤，平均亩产146斤。人均产量不过1019斤。人均向国家交粮318斤。

白城地区虽然存在着风沙干旱盐碱等不利的自然因素，同时人们对自然生态系统的调控也是很不够的。如森林覆被率低，农田防护林少，风蚀加剧，盲目开垦沙丘，垅子开花，沙化现象日趋严重；广种薄收，粗放经营，土壤肥力日趋下降；草原严重退化，饲草不足，影响牲畜繁殖成活率和商品率；灌溉工程的实际效益低等等。如能认真加以调控改造，白城地区的农业面貌将会逐步改观。

二、绿肥在农业生态系统中所占的地位

通过农业现代化的讨论，人们逐渐认识到一个现代化的农业，不只是生产技术手段的变革，而必需有一个科学的、合理的生态结构，在这一结构下农业系统应该形成一个动态

稳定的生态平衡。

有人设想农业生态系统时归结为三个三结合。即：从农业结构看，应该是农、林、牧相结合；从生态机能看，应该是保地、养地和用地相结合；从农田的作物布局看，应该是耗地作物、自养作物和养地作物相结合。在现阶段中，我认为这种论点是正确的。因为，从农业生态结构看，抓住了紧密相关的农、林、牧业相结合，能够充分利用当地自然资源，在农、林、牧业相互制约中，结构上不致受到破坏，生态容易保持动态平衡；从影响农业进程向着良性循环发展看，抓住了农田养分循环对发挥各种生态因素起到积极作用，能够不断改善自然环境条件，从而获得最佳的物质转化效率，取得最大的生物生产效果。最终如能做到上述三个三结合，就能建立起一个经济有效的农业生态系统。

绿肥是培养地力的重要物质基础，它具有生物固氮的效用，一般一亩地一年可以固氮10~32斤，直接增加土壤氮素养分。绿肥有机质可以更新土壤肥力。绿肥既可作肥料，又可作饲草；能养地，又能养畜，畜粪又能肥地。所以在农业生态系统中通过牧草、绿肥发展畜牧业，增加畜粪，促进农田养分收支平衡。所以绿肥在一定程度上既成了农田养分循环的中心，又成了农牧业之间相互依存，相互制约的中心。

显而易见，绿肥是建立良好的农业生态系统的中心环节，在农业生态系统中占有重要的地位。特别在我区发展畜牧业基地中，发展绿肥更具有举足轻重的地位，因为绝大多数的绿肥，都是家畜的良好饲草。绿肥的比重将逐渐由少增多，绿肥作用也将逐渐变得强大。

三、粮草轮作的实践范例

白城地区农业耕地土壤腐殖质含量一般都在1~1.5%，甚至多数低于1%。砂粒多、结构差，保肥性能不佳，土壤供肥能力低。以作物需要量大的速效氮素营养为例，一亩地的速效氮素水平仅能维持亩产100斤粮谷的需求，甚至不足。我区长期以来，农肥质量不高，数量不足，平均一亩地只有一吨左右；农村燃料缺乏，秸棵还田数量极少，土壤有机质得不到补充和提高；耗地作物比例逐年增加，养地和自养作物仅占10%左右，消耗地力多；补偿土壤养分的化肥数量少，平均每亩地只有10斤左右。因此土壤肥力始终处于低水平。为此，我们于六十年代末期引种草木樨绿肥成功以后，试图以豆科绿肥插入粮食轮作，一方面以绿肥茎叶沤肥，提高有机肥质量，增加数量；同时发展畜牧业，获得更多的肥料，以牧促农。一方面实行粮草轮作，以根肥田，从根本上提高地力；同时在低产地区建立起有利于培肥地力，获得稳产高产的轮作制。

1、粮草轮作的增产效果和经济效益

草木樨绿肥作物插入粮食轮作，目的在于提高土壤肥力，增加轮作总产，通过长岭县三青山公社小榆树九队的五年粮草轮作试验和全队大面积种植草木樨以后，比较明显地看出具有肥地、增产和增收效果。

我们采用两年草木樨三年粮食作物粮草轮作与五年粮食作物轮作进行比较试验。试验结果表明：草木樨茬地肥效可以延续到第三年，致使粮草轮作周期的总产提高。粮草轮作区三年产量相加，每亩收粮644.8斤。粮食轮作区五年产量相加，每亩收粮542.6斤。粮草轮作区比粮食轮作区每亩增产102.2斤（表1）。

表 1

粮食轮作与粮草轮作产量和施肥比较

(长岭县三青山公社小榆树九队)

1969~1973

项目	各 年 粮 食 产 量 (斤/亩)					轮作总产量 (斤/亩)	增 加 (斤/亩)
	1969	1970	1971	1972	1973		
粮食轮作区	玉米	谷子	高粱	谷子	玉米	542.6	—
	75.0	45.0	198.0	26.5	198.1		
粮草轮作区	草木樨	草木樨	高粱	谷子	玉米	644.8	102.2
	0	0	317.9	72.1	254.8		
粮草轮作比粮食轮作增产%			60.8	172.1	28.8	18.8	
项目	各 年 施 肥 状 况					轮作施肥比较	
	1969	1970	1971	1972	1973		
粮食轮作区	玉米	谷子	高粱	谷子	玉米	二茬土粪 二茬化肥	
	土粪(1.3车/亩)	无肥	过石(30斤/亩)	无肥	土粪1.6车/亩 过石20斤/亩		
粮草轮作区	草木樨	草木樨	高粱	谷子	玉米	一茬土粪 二茬化肥	
	无肥	无肥	同上	同上	同上		

注：1、1972年遭受特大旱灾、低温和虫害

2、1969年每亩收鲜草木樨茎叶950斤

2、1970年每亩收草木樨籽60斤

在粮草轮作周期中，每亩配施20~30斤过磷酸钙，粮食亩产可提高到250~300斤以上。而粮食轮作区施用等量化肥，没达到亩产200斤以上的水平。此外，粮食轮作区施了

表 2 草木樨绿肥在轮作中的经济效益统计

(长岭县三青山公社小榆树九队)

1969~1973

增 产 增 收 账			省 肥, 省 劳, 畜 力 增 收 账		
减 产 玉 米	斤/亩	18.30	省 土 粪	车/亩	1.30
	元	1.46		元	3.51
增 产 高 粱	斤/亩	119.90	造 草 木 樨 肥	车/亩	3.00
	元	10.79		元	4.05
增 收 草 木 樨 种 籽	斤/亩	60.00	省 劳 力	工/亩	0.70
	元	15.00		元	0.63
增 收 成 本 合 计	元	24.33	省 畜 力	工/亩	0.80
	元	24.33		元	0.39
总 计	元			8.58	
				32.91	

注：草木樨粪施用在其它地块上的增产账未计算在内。

两茬土粪，而粮草轮作只施一茬。节约的粪可供给高产田的需要，加上草木樨茎叶肥增加，一亩草木樨茎叶可造2~3亩地的肥料。所以草木樨豆科绿肥插入轮作以后，会使整个生产队的肥、粮和科学种田水平发生很大变化。

草木樨绿肥插入轮作以后，不但肥田增产，而且省肥、省劳畜力、经济效益高。我们通过小榆树九队五年轮作试验资料统计。从表2可以看出，粮草轮作区每亩增产粮食101.6斤（增产少量谷子未计入）和草木樨籽60斤，可以增收24.33元。每亩省土粪1.3车；草木樨茎叶造肥三车；省劳力0.75个和畜力0.8个，可以降低成本8.58元，总计可以增收26.01元，平均每年每亩增收6.58元。

本节未讨论土壤肥力，仅从绿肥插入轮作后的增产效果和经济效益来看，就可以说明粮草轮作在我省白城地区的自然条件下是可行的。

3、通过发展粮草轮作改变生产面貌的典型生产队

白城地区有一种穷队，粮食产量低，经济收入少。通过什么途径来改变这样的穷队？我们在这个问题上进行了大胆尝试。从提高土壤肥力做起，发展豆科绿肥草木樨实行粮草轮作。通过十年生产考验，证明这条路是比较可行的。

长岭县三青山公社小榆树九队位于长岭县的最东部，全队集体耕地面积1700多亩。是个土薄，肥少、缺草、缺烧柴、耕作粗放、生产水平很低的生产队。历年单产不足100斤，遇上灾年还要吃返销，生产面貌长期处于落后状态。自1969年大种草木樨绿肥以来，坚持10年实行粮草轮作，生产队面貌大变，社员生活水平显著提高（表4）。

表4 种草前后历年农业生产基本情况变化

（长岭县三青山公社小榆树九队）

种草前后	年 限	粮豆面积 (亩)	草田面积 (亩)	农 肥 (车)	犁趟遍数	粮 豆 产 量	
						总 产 (万斤)	单 产 (斤/亩)
种草前	1963—1968	2625	0	800	1.5	12~20	46~76
种 植 草 木 樨 后	1969	2430	305	1500	2.0	25.8	106.1
	1970	1770	347	2400	4.0	32.1	181.3
	1971	1620	328	2000	3.0	30.0	185.2
	1972	1583	300以上	2000	2.0	21.3	134.2
	1973	1425	300 "	2000	3.0	34.0	245.6
	1974	1260	300 "	2500	3.0	94.8	276.2
	1975	1260	300 "	3800	3.0	35.8	284.1
	1976	1260	300 "	4000	3.0	37.0	293.7
	1978	1260	300 "		3.0	37.0	293.7

该队总产翻了一番多，单产提高约三倍，基本上改变了低而不稳的产量状况。由缺粮队变为余粮队，社员口粮由300多斤，提高到520斤，改变了人缺粮、马缺料的面貌。由缺钱户变为储蓄户，社员日收入由三角左右提高到一元以上。改变了社员借债渡日的面貌。由于产量提高，秸棵增多，基本不缺柴烧。由于大面积种草木樨，肥源增多，基本每年可收十多万斤鲜草沤肥，使有机肥有了很大改善。过去只有800左右车粪，现在可以达到

3000~4000车粪，从根本上改变了人缺粮、马缺料，粮缺肥的面貌。

粮草轮作所以能收到这样高的效果。主要在于：第一，由于较大面积种草木樨，草木樨地省肥，省人、畜力，使人、畜、肥三力集中，利于精耕细作，扩大科学种田面积。既提高了地力，又提高了生产水平。如铲耨次数增加，缩短播期，都是十分有利于提高产量的。该队1970年三力集中搞了135亩高产田，实测亩产达到580斤，总产达到78,300斤，为全队总产的四分之一，为种草木樨前全队总产的二分之一。第二，由于大面积种草木樨，有机肥源大增，该队种草木樨前一个大粪堆，仅有800车。种草木樨后搞茎叶沤肥，增加了粪堆二到三个。第三，肥地增多。种一亩草木樨，根茬可肥一亩地；茎叶沤肥，肥二亩地；腾出一亩地的粪肥，肥另一亩地；一亩草木樨籽可作二亩地的肥料（二年产一亩籽，等于一年肥一亩），等于一亩草木樨可肥五亩地。

4、粮草轮作后的土壤肥力与土地生产力

根据多年实践和测定，草木樨绿肥插入粮食作物轮作后，由于根瘤固氮和根系解磷的作用，明显地增加了土壤中氮、磷营养成份。同时在我区自然条件下，实行粮草轮作，绿肥根系在土壤中是可以增加有机质的。根据前郭、长岭二县的测定资料可以明显看出绿肥茬的土壤肥力有所提高（表5）。

表5 草木樨绿肥茬与粮食作物茬土壤中的腐殖质和氮、磷营养成份比较

试验地点	茬口	腐殖质 %		全 N %		全 P ₂ O ₅ %	
		含量	增加	含量	增加	含量	增加
长岭县三青山公社小榆树九队	草木樨茬	1.6936	7.7	0.0857	29.5	0.1439	6.6
	玉米茬	1.5719		0.0662		0.1360	
	草木樨茬	1.8703	12.1	0.0914	41.3	0.1778	15.6
	谷茬	1.6682		0.0647		0.1537	
前郭县奎呼太公社畜牧场	草木樨茬	1.6825	16.2	0.0881	101.1	0.1092	10.2
	玉米茬	1.4484		0.0438		0.0991	
	草木樨茬	1.2895	16.6	0.1007	28.3	0.1146	
	土豆茬	1.1055		0.0797		0.1154*	

*注：土豆地施用了过磷酸钙，致使磷的含量高于草木樨茬地。

由于土壤肥力的提高，其土地生产力也有相应的提高，据小榆树九队群众1974年鉴定，该队长垄子120亩，种草木樨前亩产80斤左右，种草木樨后培肥了地力，亩产提高到200斤。十八条垄30亩地，种草木樨前亩产90斤左右，种草木樨后，亩产提高到230斤。整个生产队经过两个轮作周期培肥后，土地生产力，已由亩产80斤左右提高到300斤左右。

5、粮草轮作茬口的合理安排

根据试验，草木樨后茬第一作是增产最显著的。因此，要特别重视绿肥后的第一茬作物的安排。实地观测，草木樨茬地增加，氮素量最高可达40%。但由于深根系作物耗水量大，土壤比较干旱，茬地铲耨次数少，容易草荒。所以后茬第一作应安排需氮量高，耐旱性强，不易发生草荒的作物。根据在前郭县奎呼太公社畜牧场试验观察，草木樨茬第

一作种大豆增产15.1%，种高粱增产19.4%，种谷子，田间肥效虽明显，但由于茬地杂草过多，影响增产效果。种植小麦，由于生长期短，四分之三的生长季节处于旱季，不易保证高产；而种植玉米却增产38.4%（见表6）效果较高。因此我们认为草木樨茬地第一作安排玉米，能充分发挥根茬肥效。第二作高粱，第三作谷子是比较合理的轮作顺序。

表6 草木樨一年根茬肥效试验

（前郭县奎呼太公社畜牧场）

1973年

项目 作物	产量 斤/亩		增 产	
	对 比 田	草 木 樨	斤/亩	%
玉 米	235.9	326.4	90.5	38.4
高 粱	327.6	391.1	63.5	19.4
大 豆	131.0	150.8	19.8	15.1

四、如何建立白城地区的粮草轮作

目前在生产上实行的粮草轮作，还没有形成一个完整的制度，只是根据当地的具体条件，把豆科绿肥插进粮食轮作中，现仅就当前生产水平和一定的科学实践，对建立白城地区的粮草轮作提出几个基本原则供参考。

1、草田面积：草田必须拥有相当数量的面积，才有可能在各地块中进行轮种。草田面积过小，起不到增产作用；草田面积过大，影响粮食收入。适宜的草田面积，要针对当地不同的途径而定。白城地区不少公社、大队、甚至县已定为以牧为主，他们需要大面积的草田，而且在临近屯边的草田，也必然要实行粮草轮作。甚至栽培方式上也可以以草为主，或者粮草并重。在以农为主的社队里，土壤肥力水平是确定草田面积的依据。肥力水平较高者，草田面积可以小些，反之草田面积可以大些。通过对长岭县两个公社的调查资料（见表7）可以看出，永久公社的土壤肥力和农业生产水平较高，平均亩产170斤左右，草田面积由3.5%发展到10.2%。小榆树九队的土壤肥力和农业生产水平比较低，亩产100斤以内，草田面积由11.1%发展到24.3%。均没有因增加了草田面积而降低了总产。相反，粮豆总产有明显的提高。初步看出，土壤肥力水平比较低的生产队，草田面积可以适当增大到耕地面积（粮豆+草）的20%左右。土壤肥力水平比较高的生产队，草田面积可以缩小到10%左右。总之要在不断提高粮豆总产的前提下实行粮草轮作。

表7 各地粮草面积与粮豆产量的关系

调查地点	粮豆+草木樨 总面积(亩)	粮豆面积 (亩)	草木樨面积 (亩)	草田占总面积 (%)	粮豆总产 (万斤)	
	1970~1973年	1970~1973年	1970~1973年	1969~1970~1973年		
长岭县	永久公社	85695~88500	82695~79500	3000~9000	3.5~10.2	1136.8~1464.8~1862
	三青山公社小榆树九队	2117~1850	1770~1425	348~450	11.1~16.4~24.3	25.8~32.1~32.7

2、轮作方式：草木樨绿肥与粮食作物进行轮作，基本上有两种方式，一是清种，二是间、混、套、复种。在地多人少、土质瘠薄地区，采用清种形式实行粮草轮作，收效显著。不考虑劳力少、负担重；粪肥少、土地多的矛盾，硬搞粮草间、混、套种是不会搞好绿肥发展的。但在地少人多，土质中等的条件下，硬搞清种，占地过多，也是不适宜的。白城地区属于人少地多、土质瘠薄地区，适于建立粮草清种轮作形式，但也要因地制宜。如建立麦草复种轮作、麦草混种轮作、葵草间种轮作、米草间种轮作等形式。此外，近年来在生产上还有在坨岗地实行林草带间种粮食轮作形式。这对防风固沙、增加饲草、提高地力、都将收到多方面的效果。

总之，将绿肥纳入到粮食作物轮作中来，在白城地区农业建设的进程中已迫不及待。它既是我区当前解决农用耕地用养结合的肥地措施；又是建立良好农业生态系统的中心环节。特别是豆科绿肥的生物固氮，更是对农业生态的氮素平衡具有更为重大的意义。