

苜蓿对土壤改良与增产的效果*

李繼雲 刘冠軍 陈玲爱**

(中国科学院西北生物土壤研究所)

“种几年苜蓿,收几年好庄稼”,这句农谚概括的说明了苜蓿对土壤改良的作用。苜蓿是一种多年生的豆科植物,它是牲畜的良好饲料,同时它有发达的根系能够改良土壤。我国栽培苜蓿的历史已有一千多年,到目前为止,在华北、东北与西北各省皆有苜蓿栽培,特别是西北各省栽种得尤为普遍。为了进一步研究苜蓿对土壤改良以及增产的效果,我们曾于1953—1955年在山西省苜蓿分布最多的运城地区作了一些调查研究。这些调查研究工作中有关苜蓿栽培与轮作部分已在1957年8月份发表于农业学报“关于晋南的苜蓿栽培与轮作”一文中,这里,再就苜蓿对土壤改良的作用与增产效果提出一些资料,以供农业生产与科学研究的参考。

关于苜蓿对土壤改良的作用的问题,国内外已累积了不少的资料。苏联的伟大学者威廉斯院士提出的草田轮作制就是建立在苜蓿与其他禾本科草对土壤改良的基础上。近一、二十年来,苏联与其他国家对于通过苜蓿栽培来增加土壤腐殖质的问题作了不少研究,一般都证实栽培苜蓿对土壤改良有良好的作用,但具体效果及作用的大小则因气候、土壤、以及栽培与耕作情况的不同而有差异。在此,以我们在运城的调查资料为基础来谈谈苜蓿对土壤改良的情况。

一、栽培苜蓿后增加了土壤腐殖质的含量

栽培苜蓿后可以增加土壤腐殖质与氮素的含量。在这方面,苏联科诺诺娃教授作了很多研究工作。根据她的资料,栽培三年的苜蓿地每公顷贮存的根系达66.7公担,由于根系不断地死亡与分解,耕作层内腐殖质的增加量可以达到土壤重的0.4—0.5%,合每亩地1,320—1,660斤。根据苏联旁科娃的资料,栽培三年的苜蓿与禾本科草混播地的腐殖质积累量为0.5%¹⁾。这些资料说明,栽培苜蓿后土壤中累积的腐殖质数量是相当大的,这对于土壤的改良有着良好的作用。

我国栽培苜蓿的特点一般是单种苜蓿,而且种植时间较长,华北地区一般栽培七、八年至十几年始翻耕倒茬其他作物。陕西关中地区、陕北绥德米脂一带栽培苜蓿时间较短,但也不少于三、四年至五、六年。我国苜蓿栽培的特点是单种苜蓿而且栽培时间很长,这对于土壤腐殖质的积累情况到底怎样?对土壤肥力提高的情况怎样?都是生产上与科学研究方面需要回答的问题。

我们在1954—1955年于晋南的工作中对苜蓿地积累腐殖质的情况作了一些研究,其中包括粉砂壤土与粉砂粘土上的苜蓿地与连作麦地的腐殖质含量比较,栽培年限不同与翻耕年限不同的苜蓿地腐殖质含量比较,兹将研究结果分述如下:

* 该项工作是在已故的馮兆林先生指导下进行的。

** 陈玲爱同志现在在中国农业科学院土壤肥料研究所工作。

1) 此段参看苏联 M. M. 科诺诺娃著“土壤腐殖质问题及其研究工作的当前任务”一书中第七章。

(一) 不同栽培年限的苜蓿地土壤中腐殖质积累的情况

栽培苜蓿的年限愈久是不是腐殖质的含量也愈高呢？这是我們所关心的一个問題，因为这可以作为我們确定栽培年限长短时的参考。

表 1 不同栽培年限的苜蓿地在翻耕前的腐殖质含量比較

(調查地点: 山西解虞县西张耿村)

| 調查地塊 | 取样日期 (月,日) | 各层土壤中的腐殖质百分数土壤深度 (厘米) | | | | |
|---------|---------------|-----------------------|------|------|-------|-------|
| | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 |
| 一般小麦地 | 6,20 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | 0.72 | 0.68 |
| | 10,2 | 0.81 | 0.83 | 0.81 | 0.76 | 0.71 |
| 栽培三年苜蓿地 | 6,13 | 1.80 | 1.39 | 1.13 | 1.38 | 0.69 |
| 栽培五年苜蓿地 | 6,23 | 1.63 | 1.25 | 1.08 | 0.88 | 0.76 |
| 栽培五年苜蓿地 | 10,11 | 1.84 | 1.15 | 0.98 | 0.83 | 0.68 |
| 栽培八年苜蓿地 | 6,23 | 1.75 | 1.29 | 1.13 | 0.91 | 0.81 |
| 栽培八年苜蓿地 | 10,11 | 3.09 | 1.99 | 1.09 | 0.92 | 0.73 |

表 2 苜蓿地比一般小麦地腐殖质含量增加百分数 (土壤为粉砂粘土)

| 調查地塊 | 地塊比較 | 取样日期 (月,日) | 土壤深度 (厘米) | | | | |
|--------------------|-------------------|---------------|-----------|------|------|-------|-------|
| | | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 |
| 山西解虞县西张耿 (王震地) | 栽培三年苜蓿 比一般麦地增加 | 6,13 | 0.95 | 0.55 | 0.31 | 0.66 | 0.01 |
| | | — | — | — | — | — | — |
| 山西解虞县西张耿 (杜幼甫地) | 栽培五年苜蓿 比一般麦地增加 | 6,23 | 0.78 | 0.41 | 0.26 | 0.16 | 0.08 |
| | | 10,11 | 1.03 | 0.32 | 0.17 | 0.07 | -0.03 |
| 山西解虞县西张耿 (韓仲居地) | 栽培八年苜蓿 比一般麦地增加 | 6,23 | 0.90 | 0.45 | 0.31 | 0.19 | 0.13 |
| | | 10,11 | 2.28 | 1.16 | 0.28 | 0.16 | 0.02 |

从表 1 及表 2 的分析結果中可以看出以下两个問題：

1. 栽培苜蓿后的土壤腐殖质皆比連作小麦地大大提高了。一般看来,地表层下 0—7 厘米增加量最多,为半倍至一倍,7—15 厘米的增加量次之,15—30 厘米增加較少。上层增加較多的原因是由于栽培苜蓿多年来脱落于地表的殘枝枯叶經過刈割后的耙耘等措施混于表层,而逐步分解所致。

2. 不同栽培年限的苜蓿地腐殖质含量变化不大,以 6 月份測定結果为例,栽培 3—8 年的苜蓿地 0—3 厘米的腐殖质含量变动在 1.63—1.80% 之間,3—7 厘米的腐殖质含量变动范围为 1.25—1.3%,7—15 厘米变动范围为 1.08—1.13%。这种情况使我們考虑到既然栽培三年与栽培八年的腐殖质积累量差异不大,故縮短栽培年限仍会收到改良土壤的良好效果。当然,栽培年限长一些,根系发育更强大一些,在翻耕后可能分解的腐殖质数量会多一些,維持肥效的时间会长一些。但是,靠延长年限以提高肥力是不如把年限縮短更为有效,因为縮短年限后就可使苜蓿栽培在更大的輪作面积上,使农村所有的土地都可逐步地得到改良。

(二) 翻耕后不同利用年限的苜蓿地土壤中腐殖质变化的情况

了解翻耕后不同利用年限的苜蓿地中土壤腐殖质含量的变化,对于确定苜蓿地翻耕

后利用时间的长短很有意义。但是,我們在这项工作上做的不够系統,在地块选择上也不够完善,但是从研究結果仍可看出一些趋势,茲将分析結果整理于表 3 及表 4。

表 3 翻耕后的苜蓿茬小麦与連作麥地的腐殖質含量比較

| 土壤种类 | 調查地点 | 取样地块 | 取样日期 (月,日) | 各层土壤中的腐殖質% (深度:厘米) | | | | | 平均 |
|------|-------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 | |
| 粉砂粘土 | 山西解虞县西 张耿原王学恭地 | 翻耕后利用第一年的苜蓿地 | 4,20 10,3 | 0.98 1.25 | 0.98 1.02 | 1.06 1.14 | 1.20 1.05 | 0.92 0.63 | 1.03 1.04 |
| | | 連作十年的小麦地 | 4,20 10,3 | 0.78 0.81 | 0.75 0.82 | 0.75 0.80 | 0.77 0.83 | 0.64 0.83 | 0.74 0.82 |
| | 山西解虞县西 张耿原楊榮華地 | 翻耕后利用第二年的苜蓿地 | 4,20 10,3 | 1.12 1.25 | 1.11 1.20 | 1.31 1.40 | 1.03 1.42 | 0.59 0.73 | 1.03 1.20 |
| | | 連作七年的小麦地 | 4,20 10,3 | 0.92 0.81 | 0.92 0.85 | 0.89 0.83 | 0.83 0.68 | 0.72 0.58 | 0.86 0.75 |
| 粉砂壤土 | 山西临猗县楊 中村原张忠元地 | 翻耕后利用五年的苜蓿地 | 4,24 9,30 | 0.90 0.92 | 0.86 0.90 | 0.81 0.88 | 0.60 0.66 | 0.49 0.47 | 0.75 0.77 |
| | | 連作四年的小麦地 | 4,24 9,30 | 0.84 0.86 | 0.82 0.82 | 0.80 0.83 | 0.55 0.69 | 0.48 0.51 | 0.69 0.74 |
| | 山西解虞县麻 村原馮廷甲地 | 翻耕后利用九年的苜蓿地 | 4,22 6,30 | 0.64 0.67 | 0.62 0.61 | 0.70 0.57 | 0.80 0.59 | 0.70 0.48 | 0.69 0.54 |
| | | 連作五年的小麦地 | 4,22 6,30 | 0.61 0.47 | 0.60 0.43 | 0.60 0.42 | 0.65 0.45 | 0.64 0.29 | 0.61 0.41 |
| | 山西临猗县楊 中村原刘鴻章地 | 翻耕后利用十四年的苜蓿地 | 6,6 9,30 | 0.85 0.87 | 0.75 0.87 | 0.76 0.86 | 0.64 0.74 | 0.47 0.51 | 0.69 0.75 |
| | | 連作五年的小麦地 | 6,6 9,30 | 0.93 0.66 | 0.85 0.72 | 0.82 0.72 | 0.61 0.57 | 0.50 0.39 | 0.72 0.61 |

表 4 苜蓿地比連作麥地腐殖質含量增加百分數

| 土壤种类 | 調查地点 | 地块比較 | 取样日期 (月,日) | 土壤深度 (厘米) | | | | |
|------|-------------------|-----------|---------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 |
| 粉砂粘土 | 山西解虞县西 张耿原王学恭地 | 翻耕一年苜蓿地比 | 4,20 | 0.20 | 0.23 | 0.29 | 0.43 | 0.28 |
| | | 連作十年麥地增加數 | 10,3 | 0.44 | 0.30 | 0.34 | 0.22 | -0.20 |
| 粉砂壤土 | 山西解虞县西 张耿原楊榮華地 | 翻耕二年苜蓿地比 | 4,20 | 0.20 | 0.19 | 0.42 | 0.20 | -0.13 |
| | | 連作七年麥地增加數 | 10,3 | 0.44 | 0.35 | 0.57 | 0.74 | 0.15 |
| 粉砂壤土 | 山西临猗县楊 中村原张忠元地 | 翻耕五年苜蓿地比 | 4,20 | 0.06 | 0.04 | 0.01 | 0.05 | 0.01 |
| | | 連作四年麥地增加數 | 9,30 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | -0.03 | -0.04 |
| 粉砂壤土 | 山西解虞县麻 村原馮廷甲地 | 翻耕九年苜蓿地比 | 4,20 | 0.03 | 0.02 | 0.10 | 0.15 | 0.06 |
| | | 連作五年麥地增加數 | 9,30 | 0.20 | 0.18 | 0.15 | 0.04 | 0.19 |
| 粉砂壤土 | 山西临猗县楊 中村原刘鴻章地 | 翻耕十四年苜蓿地比 | 6,6 | -0.10 | -0.10 | -0.06 | 0.03 | -0.03 |
| | | 連作五年麥地增加數 | 9,30 | 0.21 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.12 |

从以上分析结果可以看出,在粉砂粘土上翻耕后利用第一年和第二年的苜蓿地与相邻的连作麦地比较,其腐殖质的含量都比较高,0—20 厘米土层内腐殖质含量为土壤重的 0.22—0.74%,苜蓿地比连作麦地平均高 40% 左右。再看粉砂壤土上翻耕后利用五年的苜蓿地的土壤腐殖质含量也皆比连作麦地要高一些。这些资料都说明苜蓿地中腐殖质的分解是比较缓慢的,因而在翻耕后不施肥的情况下,栽培了几年的小麦后,仍旧比连年施肥的小麦地含有较多的腐殖质。腐殖质分解缓慢的原因想来系由于大部分腐殖质是苜蓿根系残体逐渐分解而来,而苜蓿地的土壤是比较紧密的,苜蓿根系的木质化程度是比较高的,因而根系残体的分解也就比较缓慢。我们曾于粉砂粘土上在翻耕四年后的苜蓿地里(地表下 30 厘米处)见到未分解完的根系残体,呈褐色粉末状物胶结在一起,这也就是苜蓿地轮种了别的作物以后增产时间较久的原因之一。这一点对于轮作是非常有利的。

在粉砂壤土上腐殖质的分解是比较快的,因而腐殖质增加量不如粘土那样显著。翻耕后利用 9—14 年的苜蓿地,腐殖质含量已经没有什么差别了,但是就田间观察来看,其增产效果仍然十分显著。

(三) 土壤腐殖质的季节性变动情况

从表 2 看出,在粉砂壤土上不论是翻耕的苜蓿地或连作麦地,在春季和夏季土壤腐殖质的变化都不大。此外在粉砂粘土上,腐殖质含量较低的连作麦地,春季和秋季的土壤腐殖质含量的变化也比较小。但是在粉砂粘土上翻耕时间较短的(一、二年)苜蓿地在 0—20 厘米土层中,春季的土壤腐殖质含量较低,但秋季的含量却明显的提高了。

这种情况反映了土壤中残存的苜蓿根系的分解过程。在夏季因雨水较多,土壤湿润,同时温度较高,适于根系的分解,因而到秋季时,腐殖质含量增加起来;而到春季,土壤比较干旱,根系分解不易,但土壤通气性良好,腐殖质逐渐分解,因而含量逐渐减低。从这一积累与分解的过程看来,对小麦的养分供应是有利的。

(四) 栽培苜蓿后改善了土壤的团粒结构

栽培苜蓿后随着土壤腐殖质的增加,土壤中水稳性团粒结构也增加了。以下分别谈不同栽培年限的苜蓿地与翻耕后不同利用年限的苜蓿地土壤团粒结构的变化。

1. 不同栽培年限的苜蓿地中土壤团粒结构的变化

所有栽培苜蓿地的水稳性团粒比一般麦地都增加了 20—30%,这标志着栽培苜蓿以后,土壤物理性状的改善。从不同栽培年限的苜蓿地比连作麦地水稳性团粒增加的百分数看来(表 5,表 6),似乎有苜蓿栽培年限愈久,团粒增加也愈多的趋势。特别是在 7—15 厘米的土层间,这一点与土壤腐殖质的积累情况有所不同,土壤腐殖质的绝对量,并不与团粒构造含量成正相关。

表 5 不同栽培年限的苜蓿地翻耕以前的团粒百分数比较(山西解虞县西张耿村,粉砂粘土)

| 苜蓿栽培年限 | 取样日期 (月,日) | 各层土壤中 >0.25 毫米的水稳性团粒% (土壤深度,厘米) | | | | |
|--------|---------------|---------------------------------|------|------|-------|-------|
| | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 |
| 3 | 6,13 | 33.7 | 31.9 | 47.8 | 51.3 | 57.7 |
| 5 | 6,23 | 49.5 | 29.4 | 35.6 | 35.4 | 30.1 |
| 8 | 6,23 | 38.5 | 37.5 | 64.4 | 54.3 | 59.6 |
| 8 | 10,11 | 48.9 | 50.3 | 54.2 | 57.3 | 57.8 |
| 连作麦地 | 6,20 | 12.7 | 11.5 | 15.1 | 17.5 | 25.8 |
| 连作麦地 | 10,2 | 14.4 | 12.2 | 12.2 | 28.1 | 37.9 |

表 6 苜蓿地比一般連作小麥地水穩性团粒增加百分數

| 比較地塊 | 土壤深度 (厘米) | | | | | 取樣日期 |
|-----------------|-----------|------|------|-------|-------|-------|
| | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 | |
| 栽培三年苜蓿地比一般麥地增加% | 21.04 | 20.4 | 32.7 | 33.8 | 31.9 | 6,13 |
| 栽培五年苜蓿地比一般麥地增加% | 36.8 | 17.8 | 20.5 | 17.9 | 4.3 | 6,23 |
| 栽培八年苜蓿地比一般麥地增加% | 25.8 | 26.0 | 49.2 | 36.8 | 33.8 | 6,23 |
| 栽培八年苜蓿地比一般麥地增加% | 34.6 | 38.1 | 41.9 | 29.2 | 19.9 | 10,11 |

表 7 翻耕后的苜蓿茬麥地与連作麥地的水穩性团粒百分數比較

| 土壤种类 | 調查地点 | 調查地塊 | 取樣日期 (月,日) | 各层土壤中>0.25毫米的水穩性团粒% (土壤深度:厘米) | | | | |
|------|---------------|----------|---------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 |
| 粉砂粘土 | 山西解虞县西张耿原王学恭地 | 翻耕一年苜蓿地 | 4,20 10,3 | 24.1 31.0 | 22.8 24.7 | 32.0 27.7 | 34.0 29.9 | 54.1 41.6 |
| | | 連作十年麥地 | 4,20 10,3 | 12.6 15.9 | 12.4 15.0 | 16.9 11.1 | 13.8 25.1 | 24.7 33.6 |
| | 山西解虞县西张耿原楊榮華地 | 翻耕二年苜蓿地 | 4,20 10,3 | 29.0 24.8 | 31.9 25.1 | 44.3 38.2 | 40.5 44.3 | 30.8 29.6 |
| | | 連作七年麥地 | 4,20 10,3 | 11.2 12.9 | 10.7 9.5 | 13.3 13.3 | 21.3 31.1 | 55.6 42.5 |
| 粉砂壤土 | 山西临猗县楊中村原張忠元地 | 翻耕五年苜蓿地 | 4,20 9,30 | 20.1 19.6 | 10.1 19.8 | 19.9 19.6 | 23.8 24.2 | 19.2 15.6 |
| | | 連作四年麥地 | 4,20 9,30 | 17.8 9.0 | 11.2 8.7 | 15.4 10.2 | 10.6 6.5 | 9.5 5.2 |
| | 山西解虞县麻村馮廷甲地 | 翻耕九年苜蓿地 | 4,22 10,13 | 23.7 7.6 | 16.8 4.3 | 28.4 3.8 | 34.5 4.5 | 31.7 3.5 |
| | | 連作五年麥地 | 4,22 10,13 | 16.4 4.5 | 7.5 6.7 | 5.6 4.3 | 8.6 4.4 | 8.9 7.9 |
| | 山西临猗县楊中村刘鴻章地 | 翻耕十四年苜蓿地 | 4,6 9,30 | 30.4 3.9 | 11.6 — | 13.6 4.7 | 16.0 — | 24.5 8.6 |
| | | 連作五年麥地 | 4,6 9,30 | 12.1 2.2 | 12.5 3.8 | 17.0 2.7 | 16.3 7.2 | 15.6 7.6 |

表 8 苜蓿茬麥地比連作麥地团粒增加百分數

| 比較地塊 | 取樣日期 (月,日) | 土壤深度 (厘米) | | | | | 土壤种类 |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | | 0—3 | 3—7 | 7—15 | 15—20 | 20—30 | |
| 翻耕一年苜蓿地比連作十年麥地增加% | 4,20 10,3 | 11.4 16.2 | 10.5 9.7 | 15.1 16.6 | 10.2 4.8 | 29.5 8.0 | 粉砂粘土 |
| 翻耕二年苜蓿地比連作七年麥地增加% | 4,20 10,3 | 17.9 11.9 | 21.3 15.6 | 35.9 24.5 | 19.3 13.2 | — — | 同上 |
| 翻耕五年苜蓿地比連作四年麥地增加% | 4,20 9,30 | 2.3 10.5 | — 11.1 | 4.6 9.3 | 13.2 17.7 | 9.7 10.4 | 粉砂壤土 |
| 翻耕九年苜蓿地比連作五年麥地增加% | 4,22 9,30 | 7.3 3.1 | 9.3 -2.4 | 22.8 -0.6 | 25.9 0.1 | 22.8 -4.4 | 同上 |
| 翻耕十四年苜蓿地比連作五年麥地增加% | 6,6 9,30 | 13.3 1.7 | -0.9 — | -3.4 1.9 | -0.3 — | 8.9 0.9 | 同上 |

2. 翻耕后的不同利用年限苜蓿地的土壤团粒结构变化

在粉砂粘土上, 翻耕后利用第一年和第二年的苜蓿茬麦地的水稳性团粒仍比连作麦地高出 10% 以上(见表 7, 表 8), 但与前面所述的未翻耕的苜蓿地比较是显著的降低了(未翻耕苜蓿地比连作麦地高 20—30%)。这可能是由于耕作的破坏。在粉砂壤土上, 翻耕后利用五年的比连作麦地稍高一些, 利用九年与十四年的苜蓿地比连作麦地的团粒百分数差异已不明显。这一点与腐殖质的变化近似。这同样说明苜蓿地在翻耕后利用年限较久时, 对土壤改良的作用即逐渐的消失。

二、栽培苜蓿后提高了土壤的蓄水性能

栽培苜蓿后引起了土壤水分的一系列变化, 概括起来说, 水分在栽培苜蓿后先消耗, 在翻耕苜蓿后再恢复, 最后则大大提高土壤的蓄水性能。以下谈谈我们调查的一些初步资料。

(一) 栽培苜蓿后土壤水分的消耗情况

苜蓿是深根作物, 枝叶繁茂, 生长量很大, 每年需刈割数次, 故需消耗大量的土壤水分。干旱地区由于雨水较少, 苜蓿从土壤深层吸收了土壤水分后就造成深层土壤的干旱状态。一般认为谷茬地是比较早的, 但是新翻耕的苜蓿地比谷茬地水分还少, 表 9 即说明了此种情况。

表 9 新翻(头年秋翻)苜蓿地与谷茬地土壤水分比较

| 测定日期 | 地 别 | 不同深度(厘米)土壤内含水分百分数 | | | | | | | | | |
|----------|------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 0—10 | 10—20 | 20—30 | 30—40 | 40—50 | 50—60 | 60—70 | 70—80 | 80—90 | 90—100 |
| 4 月 10 日 | 苜蓿茬地 | 3.02 | 9.97 | 9.91 | 9.57 | 9.94 | 10.61 | 11.74 | 11.75 | 11.14 | 11.51 |
| | 谷茬地 | 3.16 | 11.11 | 12.18 | 12.42 | 12.10 | 12.64 | 13.08 | 12.72 | 12.49 | 15.12 |
| 5 月 20 日 | 苜蓿茬地 | 4.56 | 10.56 | 9.78 | 9.16 | 9.41 | 11.66 | 12.64 | 12.32 | 11.47 | 10.63 |
| | 谷茬地 | 4.54 | 9.46 | 9.56 | 10.78 | 11.73 | 12.27 | 13.02 | 13.76 | 14.30 | 14.10 |

表 9 所述的田地粉砂壤土, 苜蓿地在头年秋翻后, 连作地在头年收谷子后, 进行同样耕作, 第二年同时种上棉花。从我们两次水分测定看出, 苜蓿地的各层土壤水分皆比谷茬地要低, 特别是下层的土壤水分更少, 这说明栽培苜蓿后消耗了大量的土壤水分, 在翻耕后的短时期内还未补充起来。

(二) 苜蓿地翻耕后的土壤水分恢复情况

我们选择了同一块苜蓿地不同时间翻耕的地段与未翻耕的地段进行了土壤水分的测定比较, 同时, 也以前述测定腐殖质与团粒的田地即利用第一年与利用第二年的苜蓿地与连作麦地作了土壤水分比较。从测定结果可以看出苜蓿地翻耕后的土壤水分恢复情况。

(1) 不同时间翻耕的苜蓿地与未翻耕苜蓿地的土壤水分比较: 秋翻苜蓿地比春翻苜蓿地的土壤水分较高, 春翻苜蓿地又比未翻耕的苜蓿地土壤水分较高(表 10), 这说明了苜蓿地在翻耕以后, 土壤水分已逐渐得到补充。但是, 为了种下一作物, 翻耕时间也很重要。据我们调查, 以夏季初翻耕, 当年种谷或玉米, 第二年种棉花, 或翻耕后休耕, 当年种小麦为最好, 因为这样就可使翻后的苜蓿地在雨多的夏季保蓄大量的土壤水分, 对后作增产是有利的。

(2) 翻耕一年与翻耕二年苜蓿地上的土壤水分比较: 翻耕第一年的苜蓿地在翻耕当年(1954 年)的土壤水分不如连作地高, 特别是 30 厘米以下比连作地的水分更低(见表

11)。但是在翻耕次年(1955年)水分逐渐增加,自1955年3月份以后,在80厘米土层以上的水分已增至与連作地相近。

翻耕第二年的苜蓿地系于翻耕后的次年(即1954年)开始测定水分(結果見表12),此

表 10 苜蓿地翻地时间与土壤水分的关系

| 测定日期 | 地 别 | 不同深度土层内含水百分数 | | | | |
|------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0—10 | 10—20 | 20—30 | 30—40 | 40—50 |
| 6月4日 | 秋翻苜蓿地 | 3.07 | 9.03 | 8.60 | 9.31 | 10.76 |
| | 春翻苜蓿地 | 4.51 | 7.21 | 8.13 | 8.94 | 10.46 |
| | 未翻苜蓿地 | 1.85 | 4.45 | 5.67 | 6.47 | 7.11 |

表 11 翻耕第一年苜蓿地的土壤水分变动情况

(該地为1954年7月20日翻耕,土壤水分于1954年9月开始测定)

| 土壤深度 | 土 壤 含 水 百 分 数 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---------------|------|-------|------|--------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| | 1954年 | | | | | | 1955年 | | | | | | | |
| | 9月8日 | | 10月1日 | | 10月30日 | | 2月18日 | | 3月1日 | | 3月23日 | | 4月28日 | |
| | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 |
| 0—10 | 16.1 | 16.5 | 13.5 | 12.6 | 14.7 | 17.2 | 18.5 | 18.3 | 12.8 | 14.7 | — | 13.7 | 14.3 | 13.7 |
| 10—20 | 18.2 | 17.8 | 14.5 | 16.7 | 19.9 | 18.2 | 20.5 | 20.5 | 19.4 | 19.2 | 15.5 | 17.7 | 15.9 | 16.3 |
| 20—30 | 16.3 | 16.6 | 14.7 | 17.0 | 14.6 | 19.9 | 21.7 | 21.0 | 19.8 | 18.8 | 13.1 | 15.9 | 15.9 | 15.9 |
| 30—40 | 14.2 | 21.4 | 14.6 | 21.8 | 14.7 | 20.7 | 17.8 | 20.5 | 18.2 | 19.6 | 15.4 | 15.6 | 15.9 | 15.9 |
| 40—50 | 14.4 | 18.7 | 14.0 | 18.6 | 16.2 | 20.0 | 19.5 | 20.0 | 19.4 | 20.7 | 16.5 | 15.6 | 14.8 | 17.1 |
| 50—60 | 16.1 | 18.5 | 16.0 | 17.8 | 18.4 | 19.8 | 18.0 | 20.4 | — | 20.5 | 18.3 | 18.8 | 15.0 | — |
| 60—70 | | | 16.3 | 15.9 | | | 17.8 | 19.6 | 19.5 | 18.1 | 18.7 | 19.7 | 15.3 | 15.6 |
| 70—80 | | | 16.4 | 16.2 | | | 16.5 | 20.8 | 21.2 | 19.5 | 15.4 | 20.2 | 13.5 | 12.2 |
| 80—90 | | | 17.2 | 18.7 | | | | | 20.2 | 22.7 | 15.5 | 19.1 | — | 19.7 |
| 90—100 | | | 17.8 | 17.7 | | | | | 22.1 | 22.3 | 20.7 | 22.5 | 17.1 | 20.3 |

表 12 翻耕第二年苜蓿地的土壤水分变动情况

(該地为1953年6月翻耕,土壤水分于1954年6月开始测定)

| 土壤深度 (厘米) | 土 壤 含 水 百 分 数 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 1954年 | | | | | | | | 1955年 | | | | | |
| | 6月16日 | | 8月11日 | | 9月8日 | | 9月30日 | | 2月18日 | | 3月23日 | | 4月30日 | |
| | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 | 苜蓿地 | 連作地 |
| 0—10 | 12.6 | 9.2 | 16.7 | 15.8 | 18.4 | 16.1 | 15.1 | 10.7 | 20.8 | 17.1 | 12.9 | 14.0 | 14.0 | 12.5 |
| 10—20 | 16.8 | 11.7 | 14.3 | 14.4 | 19.1 | 16.1 | 18.6 | 17.0 | 20.0 | 18.7 | 17.8 | 15.7 | 15.5 | 11.9 |
| 20—30 | 17.0 | 10.5 | 18.8 | 15.4 | 17.5 | 18.1 | 19.6 | 17.2 | 22.1 | 18.3 | 22.3 | 16.3 | 14.4 | 15.5 |
| 30—40 | 11.2 | 11.8 | 16.9 | 15.7 | 20.1 | 17.2 | 19.5 | 15.9 | 23.0 | 15.4 | 18.5 | 14.4 | 14.2 | 12.3 |
| 40—50 | 13.6 | 13.6 | 14.5 | 15.8 | 19.7 | 17.5 | 21.1 | 16.1 | 23.6 | 15.8 | 20.3 | 21.4 | 16.5 | 16.9 |
| 50—60 | | | 16.1 | 16.1 | 20.3 | 20.7 | 19.9 | 19.8 | 23.4 | 19.7 | 21.9 | 17.8 | 13.6 | 18.3 |
| 60—70 | | | 16.9 | 19.6 | | | 21.2 | 22.7 | 21.8 | 21.2 | 20.5 | 20.9 | 15.5 | 16.7 |
| 70—80 | | | | | | | 20.3 | 20.9 | 22.1 | 23.8 | 20.4 | 23.5 | 19.6 | 19.1 |
| 80—90 | | | | | | | | | | | 23.7 | 20.8 | 18.6 | 19.2 |
| 90—100 | | | | | | | | | | | 21.3 | 22.9 | 18.6 | 22.6 |

时,該地已經过一次夏季的多雨季节,故40厘米以上的土壤含水已經超过了連作地(1954年6月),到下半年(1954年9月)已經过了两个夏季,在60厘米的土层内水分含量也超过連作地了。从这一系統的土壤水分測定結果中使我們更明显的看到了苜蓿地翻耕后的土壤水分恢复过程。

(3) 栽培苜蓿后土壤蓄水性能的提高: 从上述資料看到了苜蓿地的土壤水分消耗与恢复过程,更重要的是栽培苜蓿后由于土壤腐殖质含量与团粒结构的增加,因而土壤蓄水性能大大的改善了。这也是在干旱地区苜蓿地增产的重要原因之一。表13是苜蓿地翻耕第二年0—50厘米土层中平均水分含量与連作麦地水分的比較。

表13 翻耕二年后苜蓿地与連作麦地土壤水分的比較

| 地 别 | 0—50 厘米土层内水分平均% | | | | | | |
|----------|-----------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 1954年 | | | | 1955年 | | |
| | 6月6日 | 8月11日 | 9月8日 | 9月30日 | 2月18日 | 3月23日 | 4月30日 |
| 翻耕第二年苜蓿地 | 14.2 | 16.2 | 19.0 | 19.8 | 21.9 | 18.4 | 14.9 |
| 連作麦地 | 11.4 | 15.4 | 17.0 | 15.4 | 17.1 | 16.5 | 12.8 |

由表13看出,翻耕二年的苜蓿地在多雨季节的土壤含水量逐渐增高起来,0—50厘米内的水分平均含量在9月30日比連作麦地高3.4%,2月18日高4.8%,而且在小麦旺盛生长的季节里一直保持着較高的水分含量,这无疑对小麦的生长具有十分良好的作用。

三、苜蓿地对后作的增产效果

上面談过苜蓿对土壤改良的各方面的作用,这些作用的集中表现是对后作的增产。我們曾在以上調查地块及大面积上作了苜蓿对后作增产效果的調查,結果見表14。

表14 苜蓿地对后作的增产效果*

| 調查時間 | 調查地点 | 取样地块 | 亩产小麦(斤) | 苜蓿前作地增产% |
|-------|------------------|----------------|-----------------|----------|
| 1954年 | 山西解虞县西张耿 王学恭地 | 利用第一年的苜蓿地連作麦地 | 186.9 87.2 | 114.3 |
| 1954年 | 山西解虞县西张耿 楊荣华地 | 利用第二年的苜蓿地連作麦地 | 160.82 134.5 | 19.6 |
| 1954年 | 山西解虞县西张耿 刘兴旺地 | 利用第三年的苜蓿地連作麦地 | 266.2 123.6 | 115.3 |
| 1954年 | 山西解虞县西张耿 王洪杰地 | 利用第六年的苜蓿地連作麦地 | 175.0 118.0 | 25.7 |
| 1955年 | 山西临猗县楊中村 刘鴻章地 | 利用第十四年的苜蓿地連作麦地 | 215.3 121.3 | 77.5 |

* 本表所述利用不同年限的苜蓿地是翻耕不同年限后連种小麦,其中利用第二与第六年的苜蓿茬麦地因受地下害虫,故增产率較低。

表14所述的田地的基本情况皆系旱地,苜蓿后作地在每一年都未施用过任何肥料,而連作麦地一般施肥为每亩2—3車(这是当时晋南羣众的习惯),所有比較的产量数字皆系

实测的结果,根据这一结果可以说明苜蓿地翻耕后种小麦有显著的增产效果,而其增产的比例是相当高的。此外,我们曾于干旱的 1955 年在解虞县西张耿、东张耿、羊村三个自然村与三娄寺调查了大面积上的苜蓿对小麦的增产情况,调查面积达七十多亩,了解到增产百分数为 20—51%,由此更证实了经苜蓿提高了土壤肥力,改善了土壤蓄水性能,不但在气候良好的年度,而且在干旱年份也可使后作物稳定增产。同时,苜蓿地不仅对小麦能增产,对其他作物如棉花、谷子、甘薯、高粱等也同样增产(关于其他作物的增产效果就不再多述)。

結 語

通过本文所述的调查研究资料,我们在苜蓿对农业生产的作用以及如何利用这一作物方面有以下几点看法:

1. 苜蓿不但可作为牲畜的良好饲料,而且无论在良好年份或干旱年份都可使后作物稳定增产,这说明它对农业生产具有重要的作用。

2. 苜蓿能改良土壤的原因在于:(1)提高了土壤腐殖质的含量;(2)改善了土壤的团粒结构;(3)增加了土壤的蓄水性能。无论粘土或壤土苜蓿对土壤改良的效果皆十分明显,特别是粘土地更为显著。当然,苜蓿对土壤改良效果还不止以上所谈的几点,例如它能增加土壤的氮素与微生物活动等等,但本文工作中未研究这方面的作用。

3. 栽培苜蓿三、四年后对土壤改良与后作增产即有良好效果,因此为了使这一作物在轮作中充分发挥其优越性,缩短其栽培年限具有重要的意义。目前看来,旱地可缩短至三、四年,水地可缩短至二、三年。

4. 根据晋南及某些其他地区的轮作习惯,苜蓿地翻耕的第一年不种小麦,而苜蓿地不用来种棉花。群众一般认为苜蓿地头年种小麦要风干,种棉花要徒长。但是根据我们调查结果,苜蓿地翻耕当年种小麦容易产生风干不实系由于土壤水分的影响,如果改变过去习惯,改苜蓿地秋翻为夏初翻耕,经过夏季休耕,耙耘保墒,以蓄存雨水,在苜蓿地翻耕的当年种小麦是可以获得良好的收成的,至于可灌溉的田地,即使翻耕较晚,也不会因土壤水分缺乏而对小麦产生不良的影响。其次关于苜蓿地种棉花的问题,据我们调查结果,只要在苜蓿地增施磷肥,进行合理灌溉与防治虫害等措施,苜蓿地可促使后作棉花大大增加产量。

最后,我们认为应该在不同地区进一步研究苜蓿在轮作中的配置问题,以便更加发挥苜蓿地的作用,使它更好地为农业生产服务。

РОЛЬ ЛЮЦЕРНЫ В МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ И В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Ли Чи-юнь Лю Куан-цзун Чэнь Лин-эй

(Институт биологии и почвоведения на северо-западе Китая АН КНР)

(Резюме)

Авторы статьи провели анализы и исследования по гумусовым веществам, комковатой структуре и влагоемкости в полях с повторным посевом люцерны в течении 2—8 лет, и сравнительно изучили эти свойства и урожайность культур после люцерны.

Результаты исследования показывают, что непрерывные посевы люцерны в течении 3—4 года дают уже полные эффекты в мелиорации почв и в повышении урожая культурных растений после люцерны, на основе чего авторы дали предложения о сокращении срока люцерны в севообороте, т.е. в полях богарных культур 3—4 года, а в порожаемых полях 2—3 года.