

苜蓿-作物轮作研究*

王庆锁 张玉发 苏加楷

(中国农业科学院畜牧研究所 北京 100094)

张永亭

(山东省东营市胜利油田河口采油厂 东营 257000)

5541.904

摘 要 苜蓿-作物轮作可提高后茬作物的产量与品质,其作用受作物种类与种植年限、苜蓿地耕作方式及耕作时间、苜蓿品种与种植年限、作物对土壤中苜蓿-N利用率及施肥水平的影响。苜蓿-作物轮作可改善农田生态环境,提高土壤N素、有机质含量和水稳性团粒结构,降低土壤容重。苜蓿通过生物脱盐和大量吸水可降低地下水位,改良盐渍化土壤,减少地表径流量和土壤冲刷量,减轻农作物病虫害。

关键词 苜蓿 作物 轮作 农田生态环境

Review on alfalfa-crop rotations. Wang Qingsuo, Zhang Yufa, Su Jiakai (Institute of Animal Science, CAAS, Beijing 100094), Zhang Yongting (Hekou Oil Extraction Factory, Shengli Oil Field, Dongying of Shandong, Dongying 257000), *EAR*, 1999, 7(3): 35~38

Abstract The alfalfa-crop rotations can make the yield increase and the quality of crop raise. During the influence of alfalfa, there are several factors including crop kind and alfalfa varieties, continued years of planting alfalfa or crop, tillage methods of alfalfa field, alfalfa-N use efficiency of crop as well as fertilization. On the other hand, the rotations can improve the field ecological environment such as to increase nitrogen, organic matter and waterable aggregate structure in soil, to decline soil density. By absorbing water amountly and biological desalination, alfalfa can decline the ground water level, improve salinized soil, reduce the runoff of water and soil, it also can decrease the pests and weeds.

Key words Alfalfa, Crop, Rotation, Farmland eco-environment

苜蓿为营养丰富的优质饲料,与作物轮作可提高后茬作物特别是非豆科作物的产量和品质,改善农田生态环境,增加土壤N源和有机质,改善土壤结构,保持水土,消除连作时植物性毒素,减少杂草和病虫害发生等。

1 提高后茬作物产量与品质

苜蓿与作物轮作最显著特征是提高后茬作物特别是非豆科作物的产量和品质。不同作物、苜蓿种植年限、苜蓿后茬作物连作年限、耕作方式、施肥水平等对后茬作物产量的提高有不同影响。苜蓿茬可提高大麦产量17.4%~40.4%^[20~21]、小麦产量18.2%~

* "九五"国家科技攻关专题资助项目

收稿日期:1998-06-02 改回日期:1998-06-30

136.1%^[1,3~4,7,24]、玉米产量20.0%~206.8%^[3,6,9,12,16,22,25]、谷子产量22.2%~87.5%^[3~4]、棉花产量12.0%~114.4%^[4~4]、高粱产量48.9%~67.3%、大豆产量72.0%~110.0%^[3]和向日葵产量51.3%~100.1%^[11]。苜蓿-作物轮作还可提高后茬作物品质,增加小麦、高粱等谷物籽粒蛋白质含量。Hobbs^[18]指出连作小麦和高粱籽粒蛋白质含量分别为13.4%和8.9%,而苜蓿-作物轮作的蛋白质含量分别为14.2%和10.8%。谭超夏等^[4]研究结果与Hobbs类似。而Griffin和Hesterman^[4]研究发现苜蓿对后茬马铃薯的块茎产量无影响,但对马铃薯茎的干物质和含N量有所提高。一般随着苜蓿种植年限延长,苜蓿生物量和翻耕土壤中的有机质、N量均增多,后茬作物产量也越高^[6,8~9]。Hoyt和Hennig^[19]研究发现4年生苜蓿地翻耕种植小麦产量最高,5年生以上苜蓿地翻耕种植小麦产量有所下降。根据不同种植年限苜蓿产草量的变化、对后茬作物产量和土壤耗水量的影响,苜蓿3~7年生(以3~5年为宜)就应翻耕种植作物。随苜蓿后茬作物连作年限增加,其产量逐渐降低,不施肥时更明显。如2年生苜蓿后茬种植玉米当年产量4792 kg/hm²,翌年产量3851 kg/hm²^[4]。3年生以上苜蓿地增产一般可维持3~4年。也有研究表明我国关中地区苜蓿地种植小麦当年增产20%~30%,翌年增产30%~50%,第3年与第1年相同^[1];Stickler等^[22]研究表明苜蓿后茬种植玉米产量当年低于翌年;Tucker等^[24]研究发现苜蓿后茬种植小麦产量第1年低于第2、3年,第2年产量最高。其原因可能是苜蓿大量消耗土壤水分,使第1年产量易受不利气候影响。Tucker^[24]发现苜蓿表面清翻耕和表面留茬覆盖耕作对后茬小麦产量无显著影响,但表面清翻耕比表面留茬覆盖耕作小麦籽粒含N量高。Triplett等^[23]试验结果表明苜蓿地翻耕和免耕对后茬玉米产量与品质无显著影响。而Groya和Sheaffer^[15]研究2年发现苜蓿后茬种植苏丹草产量为翻耕>深松土>少耕;1981年苏丹草干物质产量秋耕(翻耕或深松土)>春耕,而翌年为秋耕<春耕,秋深松土与春深松土相同。Kroontje和Kehr^[21]报道了6个苜蓿品种地后茬种植大麦其产量几乎相同。Groya和Sheaffer^[15]发现休眠苜蓿和非休眠苜蓿当年固定土壤中的N对苏丹草干物质及吸N量无显著影响。Stickler等^[22]、Bruulsema和Christie^[16]研究发现不同苜蓿品种当年固定土壤中的N量差异很大,但对后茬作物产量无显著影响。而Badaruddin和Meyer(1989)发现不同苜蓿品种对小麦产量影响不同。许多研究表明,后茬作物产量的提高与土壤中苜蓿-N量有关,但这并不意味着作物产量的提高直接与苜蓿-N量的贡献相关^[10]。作物对苜蓿-N量利用率较低。Fribourg和Bartholomew^[12]报道,1年生苜蓿固定到土壤中的N约34%当年被利用,约7.5%翌年被利用。Stickler等^[22]研究指出约33%~71%的苜蓿-N量被利用(上述苜蓿-N的利用率为肥料-N的替代值)。后茬作物对苜蓿-N的利用率随苜蓿-N量的增加而降低^[13,17]。苜蓿-N的利用须经其残体的分解和N的矿化才被作物利用。但苜蓿-N究竟被矿化多少尚不清楚。有些现象表明,苜蓿残体的物质组成对其分解和N的矿化有很大影响。Hesterman等^[17]认为苜蓿木质素的浓度和C/N值控制苜蓿残体的分解率和N释放到土壤的速率,苜蓿残体木质化的程度越高,其残体分解和N释放率越慢。苜蓿在土壤中固定大量N,故苜蓿后茬作物应避免大量施用N肥。但1~2年生苜蓿地翻耕种植作物少量施用N肥可提高作物产量,3年生以上苜蓿地翻耕种植作物第1~2年可不施N肥。Hesterman等^[16]研究表明1年生苜蓿地翻耕后茬种植玉米施N肥可提高其产量,且较高施N肥量效果好,高施N肥量增产不显

著,甚至产量下降;2~3年生苜蓿地翻耕种植玉米低N肥水平下对增产有很大促进作用,而高N肥水平下无明显影响^[6]。Triplett等^[23]报道3年生苜蓿地翻耕种植玉米低N肥水平下第1年有增产作用,第2、3年对增产无显著影响。

2 改善农田生态环境

苜蓿根瘤对固定空气中游离N有很强能力。据估算当年生苜蓿固定到土壤中的N约35~305kg/hm²^[13,22],比其他作物地和天然草地高,N循环为正值。苜蓿固N量随苜蓿种植年限延长而增加。据邢新海等^[6]研究,3年生苜蓿地0~5cm土层全N平均含量为0.064%,6年生苜蓿地为0.068%,8年生以上苜蓿地为0.089%。苜蓿-作物轮作可增加土壤有机质,2年生苜蓿地2个观测点有机质分别比对照提高24.4%和53.0%,这是提高后茬作物产量的重要原因。苜蓿根系庞大可改善土壤物理性状。Barber^[8]在威斯康星州研究发现苜蓿可增加土壤水稳性团粒指数,4年试验期间水稳性团粒指数随苜蓿种植年限延长而增加。苜蓿后茬种植玉米当年比翌年土壤水稳性团粒指数高。有研究表明苜蓿地土壤水稳性团粒结构为33.23%,而玉米地为24.4%,小麦地为13.3%。有研究表明3年生苜蓿地与棉花连作地相比土壤水稳性团粒结构增加了6.5%^[1]。苜蓿地还降低土壤容重,增加土壤孔隙度。0~160cm土层苜蓿地总孔隙度为50.75%,而农作物地为48.59%^[5]。

苜蓿根深叶茂,需水量大,蒸腾系数高^[2~2],随其种植年限增加,土壤含水量降低。宁夏回族自治区固原县崆峒1、3、6、9、12年生苜蓿地土壤含水量依次为8.9%、7.9%、6.4%、6.2%和6.1%^[2]。土壤含水量降低必然造成土壤水分亏缺,不足水分靠地下水补充,从而导致地下水位下降。新疆3年生紫花苜蓿可降低地下水位0.9m。种植苜蓿可防止因地下水位上升而引起的土壤次生盐渍化,特别适于西北地区种植以防止因过量灌溉造成土壤次生盐渍化,也适于沿海滩涂和内陆盐碱地种植。苜蓿是中等耐盐植物,通过生物脱盐和土壤淋溶降低土壤含盐量,对改良轻度盐渍化土壤作用很大。含盐量高的沿海滩涂通过抬田并经灌水和降水淋洗盐分可大面积种植苜蓿改良土壤。

种植苜蓿防风固沙,防止水土流失。研究表明,水土流失严重的黄土高原陇东地区20°坡地种植苜蓿比耕地年地表径流量减少88.4%,年土壤冲刷量减少97.4%;比9°坡耕地年地表径流量减少58.1%,年土壤冲刷量减少95.6%。辽宁省七家子水土保持实验站观测,苜蓿与大豆带状间作比大豆单作年地表径流量减少34%,年土壤冲刷量减少50%。

合理的苜蓿-作物轮作可减少作物病虫害草害,增加苜蓿后茬作物产量。谭超夏等^[4]调研表明,山西省南部棉花黄萎病发生随棉花连作年限延长而增加,2年生苜蓿地种植棉花当年棉花黄萎病发生率最低。加拿大安大略省在连续种植6年苏丹草地进行连作玉米和苜蓿-玉米轮作试验,结果玉米连作导致玉米根寄生虫(*Diabrotica* sp.)猖獗,玉米产量对N无响应;而苜蓿后茬种植玉米未受玉米根寄生虫损害^[16]。Caporali和Onnis^[11]研究连种6年1年生作物后连种4年苜蓿地和连种10年1年生作物后茬种植向日葵地杂草量结果发现,苜蓿后茬种植向日葵地杂草量明显减少。施用化学除草的苜蓿后茬种植向日葵地杂草为36.1株/m²,而未种植苜蓿地杂草为53.8株/m²;未经化学除草处理苜蓿后茬种植向日葵地杂草为50.3株/m²,而未种植苜蓿地杂草为88.9株/m²。

致谢 本文承蒙冯宗炜教授、刘巽浩教授指正,谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 耿华珠等. 中国苜蓿. 北京: 中国农业出版社, 1995
- 2 韩仕峰. 宁南山区苜蓿草地土壤水分利用特征. 草业科学, 1990, 10(5): 47~52
- 3 李福岭. 鲁北滨海地区三县牧草引种、推广、草粮棉轮作初报. 草业科学, 1993, 10(1): 30~34
- 4 谭超夏, 李继云. 晋南的苜蓿栽培与轮作. 农业学报, 1957, 8(3): 314~327
- 5 邢新海, 田魁祥. 河北省黑龙港地区苜蓿发展与水分生态系统分析. 农业现代化研究, 1992, 13(4): 218~222
- 6 Adams W. E., Morris H. D., Darson R. N. Effect of cropping systems and nitrogen levels on corn yields in the southern Piedmont region. *Agron. J.*, 1970, 62: 655~659
- 7 Badaruddin M., Meyer D. W. Forage legume effects on soil nitrogen and grain yield, and nitrogen of wheat. *Agron. J.*, 1989, 81: 419~424
- 8 Barber S. A. The influence of alfalfa, bromegrass, and corn on soil aggregation and crop yield. *Soil Sci. Am. Proc.*, 1959, 23: 258~259
- 9 Bolton E. E., Durks V. A., Aylesworth J. W. Some effects of alfalfa, fertilizer, and lime on corn yields in rotations on clay soil during a range of seasonal moisture condition. *Can. J. Soil Sci.*, 1959, 56: 21~25
- 10 Bruulsema T. W., Christie B. R. Nitrogen contribution to succeeding corn from alfalfa and red clover. *Agron. J.*, 1987, 79: 96~100
- 11 Caporali F., Onnis A. Validity of rotation as an effective agroecological principle for a sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1992, 41: 101~113
- 12 Fribourg H. A., Bartholomew W. V. Availability of nitrogen from crop residues during the first and second seasons after application. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 1956, 20: 505~508
- 13 Fribourg H. A., Johnson I. J. Dry matter and nitrogen yields of legume tops and roots in fall of the seeding year. *Agron. J.*, 1955, 47: 73~77
- 14 Griffin T. S., Hesterman O. B. Potato response to legume and fertilizer nitrogen sources. *Agron. J.*, 1991, 83: 1004
- 15 Groya F. L., Sheaffer C. C. Nitrogen from forage legumes: harvest and tillage effects. *Agron. J.*, 1985, 77: 105
- 16 Hesterman O. B. *et al.* Alfalfa dry matter and nitrogen production, and fertilizer nitrogen response in legume-crop rotations. *Agron. J.*, 1986, 78: 19~23
- 17 Hesterman O. B. *et al.* Nitrogen utilization of fertilizer and legume residuals in legume-corn rotations. *Agron. J.*, 1987, 79: 726~731
- 18 Hobbs J. A. Yields and protein contents of crops in various rotations. *Agron. J.*, 1987, 63: 832~836
- 19 Hoyt P. B., Hennig A. M. F. Effects of alfalfa and grasses on yield of subsequent wheat crops and some chemical properties of a gray wooded soil. *Can. J. Soil Sci.*, 1971, 51: 177~183
- 20 Hoyt P. B., Letch R. H. Effects of forage legume species on soil moisture, nitrogen and yields of succeeding barley crops. *Can. J. Soil Sci.*, 1983, 63: 125~136
- 21 Kroontje W., Kehr W. R. Legume top and root yields in the year of seeding and subsequent barley yields. *Agron. J.*, 1956, 48: 127~131
- 22 Stickler F. D., Shrader W. D., Johnson I. J. Comparative value of legume and fertilizer nitrogen for corn production. *Agron. J.*, 1959, 51: 157~160
- 23 Triplett G. B., Haghir J. F., Van Doren D. M. Plowing effect on corn yield response to N following Alfalfa. *Agron. J.*, 1979, 71: 801~803
- 24 Tucker B. B., Cox M. B., Eck H. V. Effects of rotation, tillage methods, and N fertilization on winter wheat production. *Agron. J.*, 1971, 63: 699~702