

苜蓿生长年限对其产量及土壤性状的影响

曹永红, 贾志宽, 韩清芳

(西北农林科技大学干旱半干旱农业研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 采用田间测产的方法对 3~26 年不同生长年限苜蓿的产草量及采集 0~20、20~40、40~60 cm 和 80~100 cm 土层土样分析其含水量、容重、有机质含量变化, 结果表明: 随着生长年限的延长, 苜蓿产量呈现先增加后降低的过程, 6 年生苜蓿干草产量达到最高, 为 9 738 kg/hm²; 在各个土层中, 3~12 年生苜蓿地土壤含水量变幅较大, 变幅在 7.90%~17.46% 之间, 主要发生在 80~100 cm 土层, 12 年后土壤含水量变幅平稳, 变幅在 7.24%~12.66% 之间; 在各生长年限土壤容重大小依次为 20~40 cm>40~60 cm>0~20 cm, 80~100 cm 土层土壤容重变化较平稳, 生长年限越长土壤容重越小; 3 年生苜蓿地土壤有机质含量最低, 各土层分别为 1.59、1.82、2.42 和 2.08 g/kg。4~18 年生苜蓿地土壤各土层, 随生长年限延长土壤有机质含量有所降低, 各土层变化幅度分别在 10.41~12.75、8.02~9.73、6.49~10.09、7.74~12.58 g/kg 之间, 18 年后有机质含量开始升高, 各土层分别增加了 2.69、1.39、1.37 和 0.97 g/kg。研究证实了随着苜蓿生长年限的延长, 苜蓿有退化趋势, 土壤含水量、容重、有机质有下降的趋势。

关键词: 苜蓿; 生长年限; 产量; 土壤性状

中图分类号: S551⁺.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0104-05

紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 素有“牧草之王”之称, 是深根性、多年生优质豆科牧草, 具有耐旱、耐寒、耐盐碱、耐瘠薄等特点^[1]。陇东黄土高原有种植紫花苜蓿的传统, 近年种植面积已达 19.7 万 hm² 以上, 在退耕还草减少水土流失、改善生态环境、优化农牧结构和提高土地资源及整体农业经济效益上发挥着重要的导向作用^[2]。但随着苜蓿生长年限的延长, 加之田间管理不善, 退化较为严重^[3~7]。近年来, 前人对不同苜蓿生长年限的土壤理化性状、土壤微生物的影响做了大量研究^[8,9], 但仅局限于浅土层, 且选取年限较少而短。本研究以陇东 3~26 年生较长时期的年限苜蓿为对象, 系统分析苜蓿生长年限对其产量、土壤含水量、土壤容重和有机质含量的影响, 为发展旱区苜蓿草业及区域生态建设提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 采样区概况

采样区位于黄土高原沟壑区的甘肃省镇原县上肖乡旱塬地, 属半湿润偏旱区。海拔 1 297 m, 年均降雨量 502 mm, 年均蒸发量 1 638.3 mm, 无霜期 160 d, 全年太阳辐射 566.05 kJ/cm², 年日照时数 2 473.7 h, 年均气温 9.5℃, 大于 10℃ 的有效积温

3 191.1℃, 干燥度 1.00~1.39, 土壤容重 1.2~1.4 g/cm³, 田间持水量 20%~23%, 凋萎湿度 6%~7%, 在 0~2.8 m 作物根系吸水层内, 可容纳 480~500 mm 的降水, 地下水埋藏 60 m 以下, 不参加生物水循环, 是典型的旱作雨养农业区^[10]。所选调查地块土壤耕性良好, 地势平坦, 苜蓿品种均为当地传统种植品种陇东苜蓿, 生长期间均未施肥、灌水, 且每个地块面积均在 600 m² 以上, 各地块相距小于 2 km。2005、2006 年年降雨量 400~600 mm。该地区 2004 年 9 月 18 日至 2005 年 5 月 14 日共 239 d, 总降水量 48.2 mm, 6 月份降水量 (24.7 mm) 偏少 52%; 伏末期 8 月 13 日至 9 月 14 日 (降水量 7.4 mm) 出现 33 d 旱段。2005 年 10 月 24 日至 2006 年 4 月 10 日共 169 d, 总降水量 14.0 mm, 较历年同期偏少 64%。

1.2 取样依据

程积民^[11]认为在黄土丘陵半干旱区特殊环境条件下, 紫花苜蓿一般生长年限为 10 年左右, 生长高峰期第 4 年至第 5 年, 生长到第 6 年, 生物产量逐年下降, 草地开始衰败。而张春霞^[9]认为随生长年限延长, 23 年生产草量明显降低, 10 年生苜蓿地杂草生长旺盛, 而在 15 年生苜蓿地表现减弱, 已进入生长衰败期, 23 年生苜蓿地出现了较大面积地表

裸露。本研究拟定 3、4 年生长幼嫩期,6、8、10、12 年为生长旺盛期,14、18、21、26 年为生长衰退期。

1.3 测定方法

2006 年 4 月 21 日~4 月 28 日苜蓿生长初花期分别测定 3、4、6、8、10、12、14、18、21、26 年生苜蓿地 0~100 cm 土壤水分、容重及有机质含量。在各年限的地块上选取长势均匀的苜蓿 1 m×1 m 样方,测定鲜草产量,烘干后换算为单位面积干重(kg/hm²)。

土壤水分测定采用土钻法,20 cm/层,土壤容重测定用环刀法^[12],土壤有机质为重铬酸钾容量法一外加热法^[13],土壤水分用质量含水量表示。各测定指标重复 3 次。

1.4 资料统计处理方法

用 EXCEL 和 SAS 软件进行数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 苜蓿产量随苜蓿生长年限的变化

通过对不同生长年限下两个茬次苜蓿干草产量及年总产量分析表明(见图 1),不同生长年限下不同茬次苜蓿产量、年总产量表现不同。但总体来说,第一茬产量大于第二茬,随着生长年限的延长,苜蓿年总产量出现先高后低的趋势,6 年生苜蓿总产量最高达 9 738 kg/hm²,且与其他年限达到极显著差异。8 年生苜蓿产量明显下降,下降了 2 352 kg/hm²,且随生长年限的增加有降低的趋势。3、8、10 和 12 年之间不存在差异显著,但与 18、21、26 年间存在极显著差异。18 年、21 年和 26 年生苜蓿和其它年限相比产量较低,且与其余年限间存在显著差异。

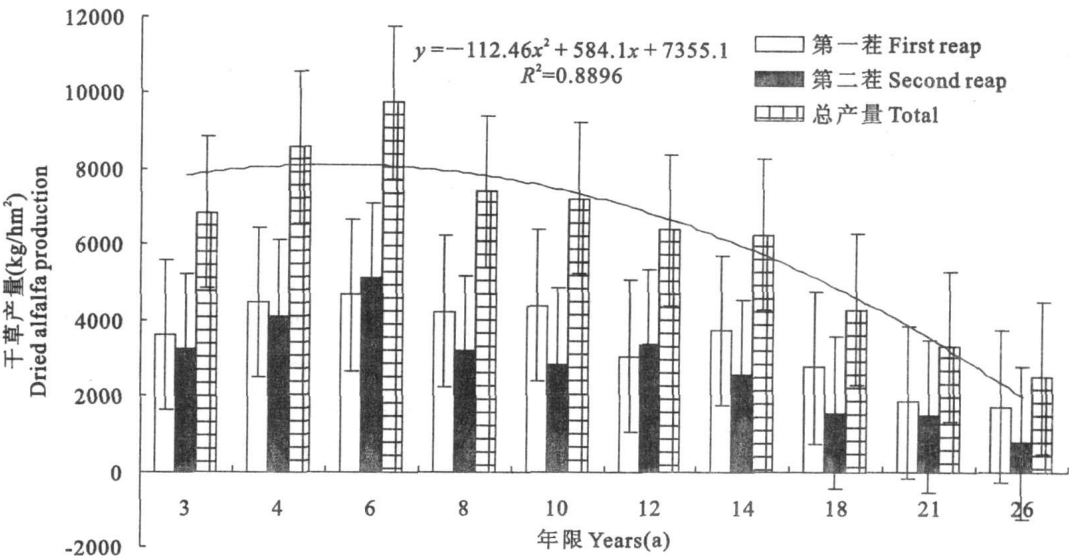


图 1 生长年限对苜蓿干草产量的影响
Fig.1 Effect of alfalfa growth years on yield of dried grass

在此基础上可求出不同生长年限与年干草产量的相互关系。相互关系式为: $y = -112.46x^2 + 584.1x + 7355.1$, $R^2 = 0.8896$ 。上式中, y 为苜蓿年干草产量(kg/hm²); x 为苜蓿的生长年限(a)。由上式可知,苜蓿年干草产量随苜蓿生长年限的变化呈现三段式,一是从 3~6 年为快速增长期,随苜蓿生长年限的延长,苜蓿干草产量逐渐增加;二是 6~14 年为稳定期,即苜蓿干草产量随生长年限的延长保持平稳变化;三是衰退期,14 年后随生长年限的延长苜蓿干草产量出现明显下降,出现衰退现象。

2.2 土壤含水量随苜蓿生长年限的变化

由图 2 可以看出,土层土壤含水量均随苜蓿生

长年限的延长,水分的变化趋势类似。在各个年限中,各层次土壤含水量总体顺序为 80~100>40~60>20~40>0~20 cm。即随着土层深度的增加,苜蓿土壤含水量也随之增加。10 年生苜蓿地土壤含水量在 80~100 cm 最大,为 17.465%。随着生长年限的延长,土壤含水量在各土层 3 年~12 年间变幅较大,变幅在 3.61%~5.57%之间,主要发生在 80~100 cm 土层。80~100 cm 土层 12 年后土壤含水量变化较平稳,变幅在 2.85%~3.51%之间,而 0~20、20~40 cm 土层在 18 年土壤含水量出现低谷。

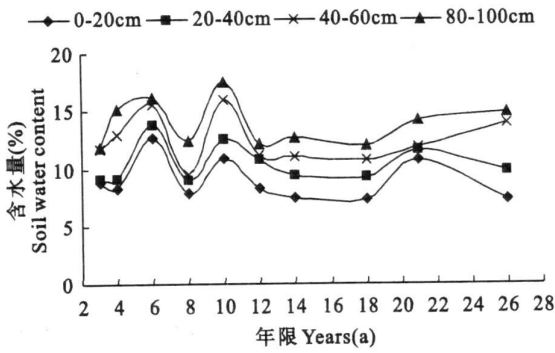


图 2 苜蓿生长年限对土壤含水量的影响

Fig.2 Effect of alfalfa growth years on soil water content

2.3 土壤容重随苜蓿生长年限的变化

如图 3 所示,在各个生长年限土壤容重大小依次为 $20\sim40>40\sim60>0\sim20$ cm, $80\sim100$ cm 土层土壤容重变化较平稳,且生长年限越长土壤容重越小。 $0\sim20$ 、 $20\sim40$ 、 $40\sim60$ cm 土层土壤容重 6 年苜蓿地较 3 年分别增加了 0.19 、 0.07 、 0.17 g/cm^3 , $20\sim40$ cm 土层土壤容重相对 $0\sim20$ 、 $80\sim100$ cm 土层较高,其中最高为 6 年,为 1.81 g/cm^3 ,最低 12 年为 1.51 g/cm^3 ,差距较大,但年限之间不存在显著性差异。6 至 21 年之间随生长年限的延长土壤容重明显下降,各土层下降了 0.21 、 0.25 、 0.27 g/cm^3 和 0.16 g/cm^3 。21 年生苜蓿地土壤容重在各土层均有所升高。

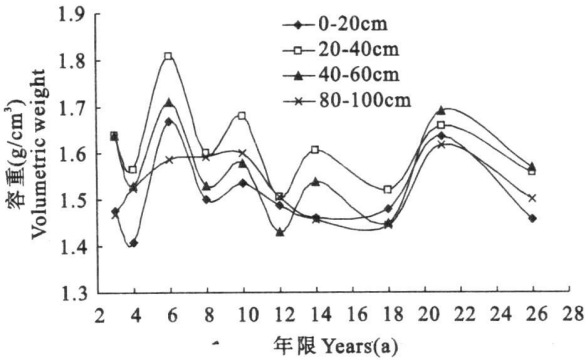


图 3 苜蓿生长年限对土壤容重的影响

Fig.3 Effect of alfalfa growth years on soil volumetric weight

2.4 土壤有机质含量随苜蓿生长年限的变化

苜蓿对土壤养分的利用能力强,自土壤中吸收的养分远较一般作物和牧草高,与小麦相比,对氮、磷的吸收量均多 1 倍,钾多 2 倍^[14]。从图 4 可以看出, $0\sim20$ 、 $20\sim40$ 、 $40\sim60$ 、 $80\sim100$ cm 土层,3 年生苜蓿地土壤有机质为各个年限最低,分别为 1.59 、 1.82 、 2.42 g/kg 和 2.08 g/kg ,且与各年限之间存在显著差异。总体而言,各个土层中,4 年后随着苜蓿生长年限的推延,土壤有机质含量均出现缓慢降

低,各土层分别下降 2.35 、 1.291 、 4.84 g/kg 。18 年达到一个低谷,各土层有机质含量分别为: 8.12 、 6.33 、 9.21 g/kg 和 7.81 g/kg 。26 年较 18 年,土壤有机质含量又缓慢升高各土层分别升高 2.87 、 1.39 、 1.37 、 0.97 g/kg 。

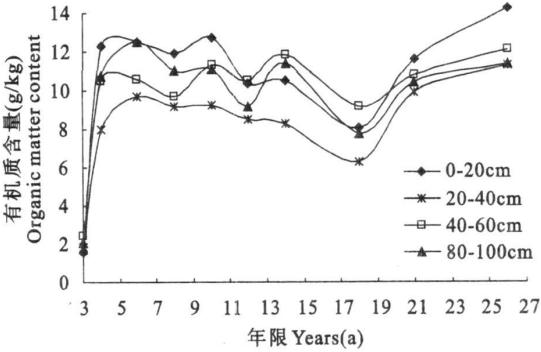


图 4 苜蓿生长年限对土壤有机质含量的影响

Fig.4 Effect of alfalfa growth years on soil organic matter content

3 结论与讨论

1) 草地产草量的高低标志着草地生产力的大小,也是退化衡量的重要的指标。研究表明,陇东黄土高原区苜蓿产量最高出现在生长第 6 年,该结论与李裕元等人的结论一致^[4,15~16]。这与研究区干旱的气候条件及粗放的经营管理方式有密切的关系。紫花苜蓿对土壤水分特别是深层土壤水分的强烈消耗是导致其生产力随生长年限延长而降低的重要原因。随着生长年限延长,通体土层向干燥发展,土层储水的供水调节能力急剧降低,转而使苜蓿产量逐渐转向依靠当年降水提供水源,于是随降水丰缺形成了产量的上下波动。因而必须在苜蓿生长 6 年后进行轮作倒茬,或改变以往粗放的管理模式,以增加其经济效益。

2) 不同生长年限土壤含水量在各土层的变化规律可以看出,小于 12 年生苜蓿地土壤含水量变幅较大,12 年后苜蓿地土壤含水量变化较平稳,这与苜蓿在生长过程中退化密不可分。8 年土壤含水量出现低谷,是与苜蓿生长旺盛,根系分布影响水分的消耗。10 年土壤含水量出现高峰,这与 8 年后苜蓿出现衰退,水分消耗减少有关。即 12 年后土壤水分得到逐步恢复。18 年后土壤含水量又开始升高,苜蓿植株部分腐败。26 年苜蓿地土壤 $40\sim60$ 、 $80\sim100$ cm 土层含水量达到一个高峰,而 $0\sim20$ 、 $20\sim40$ cm 土层土壤各个年限均较低,这与当地气候干燥,土壤表层水分强烈蒸发有关,下层土壤水分得到恢复。

3) 土壤容重反映了土壤松紧程度^[17],随着生长年限的增加,紫花苜蓿地土壤容重总体呈波浪式下降,生长年限越长土壤容重下降越明显。也就是说,长期生长苜蓿有利于疏松土壤。杨恒山^[7]、胡发成^[16]等人认为是根系的生长分布及穿透作用,苜蓿的根颈增粗,侧根数量增加,使不同层次土壤容重下降。21 年有上升趋势,其原因有待进一步研究。

4) 土壤有机质含量在不同生长年限中的土壤中,0~20 cm 土层有机质含量最高,张国盛等人^[18]认为是由于苜蓿根系的固氮作用,以及长期种植苜蓿避免了经常翻动土壤,因此促进了土壤有机质在土壤表层的累积。在各土层中,3 年生有机质为各个年限最低,这是由于前茬作物对养分的消耗,苜蓿生长年限短,对有机质的积累较少的缘故。4~6 年生苜蓿土层有机质含量降低,这与 6 年生苜蓿处于生长旺盛期,对土壤养分的需求量较大有关,养分含量较小。6 年后苜蓿土地出现了明显的土地退化现象,生长衰退与土壤肥力衰退同时发生,土壤肥力降低的多少与草地退化程度有明显的相关趋势,发生退化的草地中也存在不同程度的营养比例失调^[19]。21 年、26 年生苜蓿地土壤有机质含量较高,这是由于该年限苜蓿地上、地下部分的大面积的死亡,伴有大量的掉落物沉积到土壤中,凋落物的腐化完全,而造成土壤有机质的增加。

参 考 文 献:

[1] 洪绶曾. 草业与西部大开发[M]. 北京:农业出版社,2001.

[2] 王位泰,张天锋,黄 斌,等. 陇东黄土高原春播紫花苜蓿生长规律及气候生产潜力评估[J]. 干旱地区农业研究,2007,25

(5):214—219.

[3] 韩 路,贾志宽,韩清芳. 西北干旱半干旱地区发展草业的优势条件及前景分析[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(2):154—157.

[4] 何有华. 紫花苜蓿在陇中地区生态环境建设中的作用分析[J]. 草业科学,2002,(7):17—18.

[5] 李裕元,邵明安,上官周平,等. 黄土高原北部紫花苜蓿草地退化过程与植被演替研究[J]. 草业学报,2006,(2):85—92.

[6] 潘成忠,上官周平. 黄土半干旱区坡地土壤水分、养分及生产力空间变异[J]. 应用生态学报,2004,(11):2061—2066.

[7] 杨恒山,曹敏建,范 富,等. 紫花苜蓿生长年限对土壤理化性状的影响[J]. 中国草地学报,2006,(6):29—32.

[8] 杨玉海,蒋平安. 不同种植年限苜蓿地土壤理化特性研究[J]. 水土保持学报,2005,(2):110—113.

[9] 张春霞,郝明德,王旭刚,等. 黄土高原地区紫花苜蓿生长过程中土壤养分的变化规律[J]. 西北植物学报,2004,(6):1107—1111.

[10] 张春霞,郝明德,李丽霞. 黄土高原沟壑区苜蓿地土壤碳、氮、磷组分的变化[J]. 草地学报,2005,(5):69—70.

[11] 程积民,万惠娥,王 静. 黄土丘陵区紫花苜蓿生长与土壤水分变化[J]. 应用生态学报,2005,16(3):435—438.

[12] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质测定方法[M]. 北京:科学出版社,1978.

[13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005.

[14] 耿华珠,吴永敷,曹致中. 中国苜蓿[M]. 北京:中国农业出版社,1995. 146—149,154—157.

[15] 李玉山. 苜蓿生产力动态及其水分生态环境效应[J]. 土壤学报,2002,39(3):404—411.

[16] 胡发成. 种植苜蓿改良培肥地力的研究初报[J]. 草业科学,2005,22(8):47—49.

[17] 林大仪. 土壤学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.

[18] 张国盛,黄高宝,张仁徒,等. 种植苜蓿对黄绵土表土理化性质的影响[J]. 草业学报,2003,(5):88—93.

[19] 龙章富,刘世贵. 退化草地土壤农化性状与微生物区系研究[J]. 土壤学报,1996,33(2):192—200.

Effect of alfalfa growth years on its yield and soil characteristics

CAO Yong-hong, JIA Zhi-kuan, HAN Qing-fang

(The Agricultural Research Center in Arid and Semiarid Areas, Northwest A & F University,
Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: By method of field investigation the yield of alfalfa with different growth ages from 3~26 years was determined and the soil samples from 0~20, 20~40, 40~60 cm and 80~100 cm layers were collected to analyze the variation of soil moisture, volumetric weight and organic matter. The results indicated that the yield of dried alfalfa increased and then declined with alfalfa growth ages increasing. The yield of 6-year alfalfa was the highest, reaching $9\,738\text{ kg/hm}^2$. In each of layers, greater variation amplitude was in water content of soil with 3 to 12-year alfalfa, ranging within $7.90\%\sim 17.46\%$, and the variation mainly occurred at 80~100 cm soil layer. For soil with more than 12-year alfalfa, the variation amplitude in water content, ranging $7.24\%\sim 12.66\%$, was smooth. The layer of soil volumetric weight in decreasing order was $20\sim 40>40\sim 60>0\sim 20$ cm. The soil volumetric weight of 80~100 cm soil layer was smooth. The soil organic matter content with 3-year alfalfa was the lowest of those years. The soil organic matter content of the order layer was 1.59, 1.82, 2.42 g/kg and 2.08 g/kg. The soil organic matter content of soil with alfalfa growth ages increasing from 4 years to 18 years at each of soil layers, variation amplitude ranging within 10.41~12.75, 8.02~9.73, 6.49~10.09 g/kg and 7.74~12.58 g/kg respectively. The organic matter content began to rise for soil with more than 18-year alfalfa, and the variation amplitude was 2.69, 1.39, 1.37 g/kg and 0.97 g/kg in each layer of the soil respectively. The study indicated that alfalfa showed a trend of degradation, the soil water, volumetric weight and organic matter indicated the trend of decline with alfalfa growth ages increasing.

Keywords: alfalfa; number of growth years; yield; characteristics of soil

(上接第 89 页)

Study on optimum fertilization model of Pumpkin quality in loess plateau

GAO Jing¹, LIANG Yin-li^{1,2}, CHEN Jia-rui¹, XIONG Ya-mei¹, ZHOU Mao-juan¹, HE Li-na¹

(1. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and
Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The experiment for optimum design of N, P and K fertilization model was conducted to study the influence of different fertilization rate to pumpkin dry matter quality and Vc content. The results showed that N had significant effect on Vc content of pumpkin, and P had significant effect on the content of dry matter, while the influence of N and P, N and K correlation to pumpkin dry matter and Vc content was remarkable. The optimum amount of N, P, and K fertilization was nitrogen $N\,90\sim 95\text{ kg/hm}^2$, phosphorous $P_2O_5\,75\sim 80\text{ kg/hm}^2$ and potassium $25\sim 30\text{ kg/hm}^2$. The N:P₂O₅:K proportion was 1:0.83:0.28.

Keywords: pumpkin; N; P; K; quality; fertilizing model