

果园套种牧草地上生物量的动态变化及其对土壤肥力的影响

曾丹娟¹, 黄玉清¹, 莫凌¹, 黎彦余^{1,2}, 王静^{1,2}, 王三秋^{1,2}

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 广西师范大学, 广西 桂林 541004)

摘要:以菊苣(*Cichorium intybus*)、黑麦草(*Lolium multiflorum*)、鸡脚草(*Dactylis glomerata*)、高羊茅(*Festuca arundinacea*)、4个紫花苜蓿(*Medicago sativa*)品种(Hunter Rive、Overseason、WL525HQ、Eureka)和3个白三叶(*Trifolium repens*)品种(Haifa、Rivenda、Koala)为对象,研究了其地上部分生物量的动态变化以及种植牧草后土壤养分的变化,为果园套种牧草选择适宜的种类。结果表明,菊苣、黑麦草、Hunter Rive和Haifa 4个牧草具有较高的草产量,黑麦草草产量主要集中在3月,Hunter Rive和Haifa以6月份的草产量较高,菊苣各月草产量较为平均,此4种牧草搭配,可满足家畜不同时期和牧草营养多样化的需求。种植牧草后的土壤中水解性氮和有机质的含量明显提高,土壤酸度降低,有利于促进果树生长。

关键词:牧草;果园;产量;动态变化;土壤养分

中图分类号:S344.3;S158

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2011)12-2170-05

*¹ 牧草是草食牲畜赖以生存的主要饲料来源,广西人多地少,为避免与耕地相争,果园套种牧草实为发展牧业的一条有效途径。大量研究证实,果园套种牧草与传统的清耕相比,可提高单位面积的复种指数^[1],充分利用园间的水肥条件抑制果园杂草生长^[2],促进果树生长,提高果品产量和品质^[3]、提高土壤肥力^[4],有效改善果园小气候^[5],降低地温和气温^[6],减少环境污染,抑制大气扬尘^[7],经济效益、生态效益显著^[8-9]。牧草生物量的高低反映植物群落光合产物积累的大小,是生产力的度量,牧草生物量及其季节变化模式也是牧草选择和制定其管理措施的一个重要依据^[10-12],因此对牧草生物量及其生产性能进行深入研究,探寻其能充分满足家畜饲料需要的种植方式,对于充分合理利用土地,改善生态环境具有十分重要的意义。为此,以菊苣(*Cichorium intybus*)、黑麦草(*Lolium multiflorum*)、鸡脚草(*Dactylis glomerata*)、高羊茅(*Festuca arundinacea*)、4个紫花苜蓿(*Medicago sativa*)品种(Hunter Rive、Overseason、WL525HQ、Eureka)和3个白三叶(*Trifolium repens*)品种(Haifa、Rivenda、Koala)为对象,将其套种于果园,研究其地上生物量的动态变化以及种植牧草后土壤养分的改变,以期为果园选择适宜的牧草种类以及牧草的合理种植提供科学依据。

1 试验地概况

试验地设置在广西植物研究所试验地内,该地地理位置 110°12' E, 25°11' N, 海拔 170 m, 年均温度 19.2 °C, 最热月(7 月份)平均温度 28.3 °C, 最冷月(1 月份)平均温度 8.4 °C, 极端最高温 38 °C, 极端最低温度 -6 °C。年降水量 1 655.6 mm, 降水集中在 4-6 月, 冬季雨量较少, 干湿交替明显, 年平均相对湿度 78%。试验地种植梨树, 树龄为 10 年, 株行距为 3 m × 4 m。土壤为酸性粘土, 全氮 1.68 g/kg, 全磷 1.62 g/kg, 全钾 6.09 g/kg, 有机质 43.4 g/kg, 有效磷 160.6 mg/kg, 有效钾 84.2 mg/kg。

2 材料与方法

2.1 试验材料 菊苣、高羊茅、鸡脚草和白三叶购自贵阳市捷克利草业研究所, 紫花苜蓿和黑麦草分别购自北京中种草业有限公司和广西草业中心。

2.2 试验方法 2007 年 10 月-2008 年 6 月在梨园内进行试验, 随机区组设计, 每品种 3 次重复, 小区设在梨树盘以外的行间, 小区面积 2 m × 3 m, 小区间距为 50 cm, 四周设保护行 1 m。播种前对土壤进行耕翻, 除去地面杂草结合整地并开沟, 用腐熟有

收稿日期:2011-02-22 接受日期:2011-08-17
基金项目:桂林市科学研究与技术开发计划(20090111-2);广西科技攻关项目(桂科攻 0816003-1-8);广西植物研究所科学研究基金(桂植业 09025、09026)
作者简介:曾丹娟(1982-),女,湖南洞口人,研究员,主要从事植物生理生态研究。E-mail:djzeng221@163.com

机肥作基肥(30 000 kg/hm²)。根据种子发芽率计算播种量,试验所用的菊苣、高羊茅、鸡脚草、白三叶、紫花苜蓿和黑麦草播种量分别为7、18、13、10、18和18 kg/hm²,于2007年10月下旬撒播,播深2 cm。各处理的土壤、地形等生态条件及牧草、梨的田间常规管理措施一致。整个生育期完全自然状态生长,仅进行田间人工除杂草1~2次。

2.3 测定项目和方法

2.3.1 株高 3—6月每月刈割1次,每次刈割时测定牧草的高度作为刈割时株高,每个小区随机选取植株10株,3个小区共测得30株,其平均值作为该牧草的株高值。

2.3.2 牧草鲜草和干草产量 在牧草生长季进行产量测量,每月测定1次,在小区内用1 m×1 m样方框随机框取,测定鲜草质量,将鲜草切成段,放入远红外鼓风干燥箱,105℃杀青30 min,然后在85℃下烘干至质量恒定,测定干草质量。

2.3.3 土壤测定 试验结束后采集0~20 cm土层土壤,重复2次,清耕为对照。检验依据LY/T 1228—1999、LY/T 1232—1999、LY/T 1234—1999、LY/T 1255—1999、LY/T 1229—1999、LY/T 1236—1999、LY/T 1237—1999、LY/T 1239—1999等土壤分析技术规范分析土壤全氮、全磷、全钾、全硫、水解氮、有效磷、有效钾、有机质、pH值等指标。

2.4 数据处理 用SPSS 13.0软件对数据进行相关分析,One-Way ANOVA方差分析,并用LSD法

进行多重比较,用Excel 2003软件作图。

3 结果

3.1 株高和平均日增长量比较

3.1.1 菊苣、黑麦草、鸡脚草和高羊茅 菊苣、黑麦草、鸡脚草和高羊茅刈割时株高与日增长量均存在差异(表1)。其中,3月刈割时黑麦草株高和日增长量均显著大于菊苣、鸡脚草和高羊茅($P<0.05$),表明黑麦草在早春生长较快,由于其不耐高温,6月底全部死亡,仅刈割3次。在观测期内,不同时期各种牧草生长速度也表现出相应的差异,如菊苣5月的日增长量显著高于3、4和6月($P<0.05$),鸡脚草和高羊茅4月刈割株高和日增长量均显著高于3、5和6月($P<0.05$),表明菊苣是在5月长势最好,而鸡脚草和高羊茅在4月长势最好。

3.1.2 紫花苜蓿 株高4个品种间大都差异不显著($P>0.05$);同一品种不同刈割时间差异显著($P<0.05$)。4和5月刈割时,Hunter River和Overseason的日增量均显著高于3和6月($P<0.05$),而WL525HQ和Eureka 5月刈割时的日增量均显著高于3、4和6月($P<0.05$),表明Hunter River和Overseason在4和5月长势最好,而WL525HQ和Eureka 5月长势最好(表2)。

3.1.3 白三叶 Koala和Haifa比Rivenda长势好(表3)。3种牧草均以5月刈割时日增长量最高,4月次之,3月最小。

表1 菊苣、黑麦草、鸡脚草和高羊茅刈割时株高和平均日增长量

牧草种	株高(cm)				日增长量(cm)			
	03-28	04-28	05-28	06-28	03-28	04-28	05-28	06-28
菊苣	36.9±3.1c	48.5±5.3b	54.9±3.5a	44.7±2.8b	0.75±0.19d	1.73±0.19b	1.99±0.17a	1.14±0.07c
黑麦草	81.1±4.0a	66.7±9.4b	31.4±15.4c		2.75±0.46a	2.21±0.14b	1.06±0.73b	
鸡脚草	24.2±2.9d	71.8±11.8a	51.8±5.5b	51.8±5.5b	0.72±0.17d	2.56±0.42a	1.89±0.26b	1.15±0.12c
高羊茅	29.1±1.9d	67.0±9.7a	51.4±5.2b	39.1±3.1c	0.70±0.11d	2.39±0.35a	1.78±0.25b	1.19±0.09c

注:不同字母表示同一指标同一草种不同刈割时间差异显著($P<0.05$);“—”表示植株死亡。下表同。

表2 不同品种紫花苜蓿刈割时株高和平均日增长量

紫花苜蓿品种	株高(cm)				日增长量(cm)			
	03-28	04-28	05-28	06-28	03-28	04-28	05-28	06-28
Hunter River	25.6±7.9d	31.1±5.3c	43.8±4.4a	35.3±4.6b	0.26±0.08c	1.54±0.19a	1.60±0.21a	1.27±0.11b
WL525HQ	21.3±4.0c	36.8±8.0b	43.9±6.3a	33.6±6.7b	0.21±0.04c	1.31±0.29b	1.61±0.30a	1.28±0.16b
Eureka	16.7±1.3c	32.6±5.8b	40.9±5.2a	33.3±6.5b	0.17±0.01c	1.16±0.21b	1.47±0.25a	1.27±0.15b
Overseason	15.5±2.5c	37.7±6.0b	41.2±5.1a	34.7±6.6b	0.16±0.03c	1.35±0.21a	1.49±0.24a	1.30±0.16b

表 3 不同品种白三叶刈割时株高和平均日增长量

品种	株高(cm)				日增长量(cm)			
	03-28	04-28	05-28	06-28	03-28	04-28	05-28	06-28
Koala	16.3±3.7c	24.6±1.7a	25.8±3.6a	19.6±3.1b	0.16±0.04c	0.88±0.06a	0.89±0.17a	0.65±0.07b
Haifa	18.4±3.7b	24.2±3.3a	27.5±2.2a	23.1±2.9a	0.18±0.04d	0.87±0.12b	0.95±0.10a	0.77±0.07c
Rivenda	11.1±3.8b	17.3±4.6a	19.6±2.6a	11.3±3.1b	0.11±0.04c	0.62±0.16a	0.65±0.12a	0.37±0.07b

3.2 鲜草和干草产量比较

3.2.1 菊苣、黑麦草、鸡脚草和高羊茅 菊苣 3—6 月鲜、干草产量均分别在 13 000 和 1 000 kg/hm² 以上,其中 3、4 和 6 月鲜草产量差异不大,5 月鲜草产量最低,为 13 560 kg/hm²,而干草是 3、4 和 5 月差异不大,6 月干草产量最高,为 1 654 kg/hm²。黑麦草在 3 月刈割时鲜草和干草产量高达 35 560 和 3 928.7 kg/hm²,显著高于菊苣、鸡脚草和高羊茅,4 月和 5 月鲜草和干草产量与菊苣、鸡脚草和高羊茅差异不大。鸡脚草 3 月刈割时鲜草和干草产量最低,4、5 和 6 月干草产量差异不大。高羊茅 3、4 和 5 月鲜、干草产量均维持在 10 000 和 1 000 kg/hm² 以上,6 月产量降低。菊苣(刈割 4 次)、黑麦草(刈割 3 次)、鸡脚草(刈割 4 次)和高羊茅(刈割 4 次)总鲜草产量依次为 73 422、59 546、25 634 和 41 250 kg/hm²;干草产

量依次为 6 218.7、6 472.3、3 678 和 5 618.7 kg/hm²。

3.2.2 紫花苜蓿 Hunter River 3—6 月鲜、干草产量均大于其他 3 种牧草,其鲜、干草总产量分别为 31 355 和 4 135.8 kg/hm²。WL525HQ、Eureka 和 Overseason 的鲜草、干草产量差异不大(图 2)。

3.2.3 白三叶 Koala 和 Haifa 3—6 月鲜、干草产量均大于 Rivenda, Koala、Haifa 和 Rivenda 的鲜草总产量分别为 29 534、31 924 和 19 150 kg/hm²;干草总产量分别为 3 887、4 032 和 1 904 kg/hm²(图 3)。

3.3 土壤变化 种植过牧草的土壤养分与清耕相比,土壤中的水解氮和有机质明显增多,pH 值升高,而有效钾、磷的含量降低,其余养分元素变化不大。如菊苣区和 Haifa 区土壤中水解性氮含分别比对照区提高了 30.0% 和 130.0%,有机质含量提高

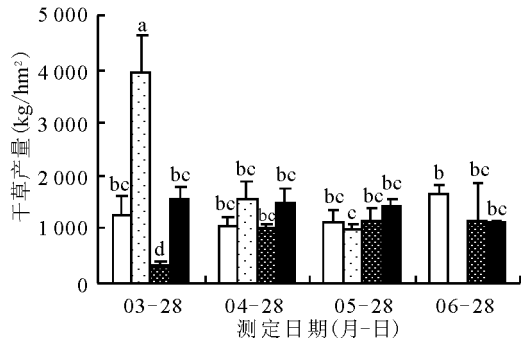
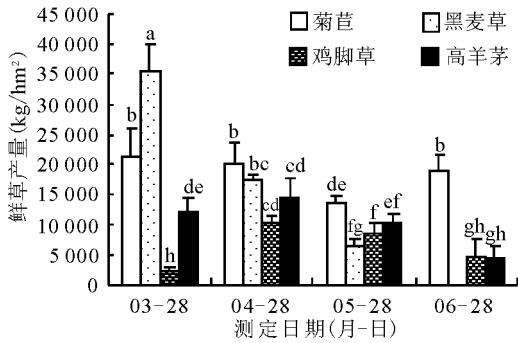


图 1 4 种牧草鲜草和干草产量的动态变化

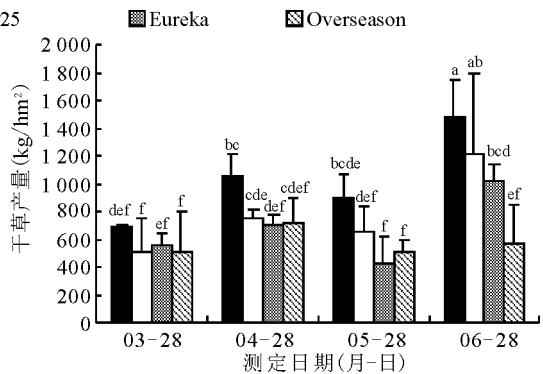
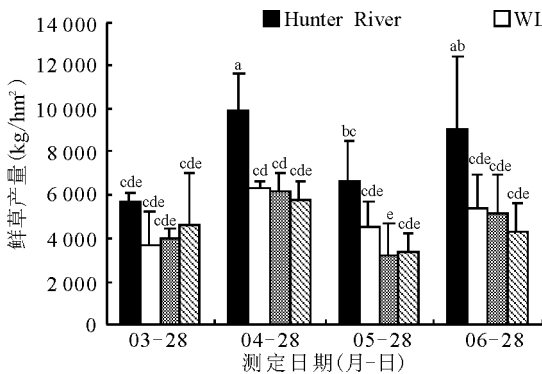


图 2 4 个紫花苜蓿品种鲜草和干草的动态变化

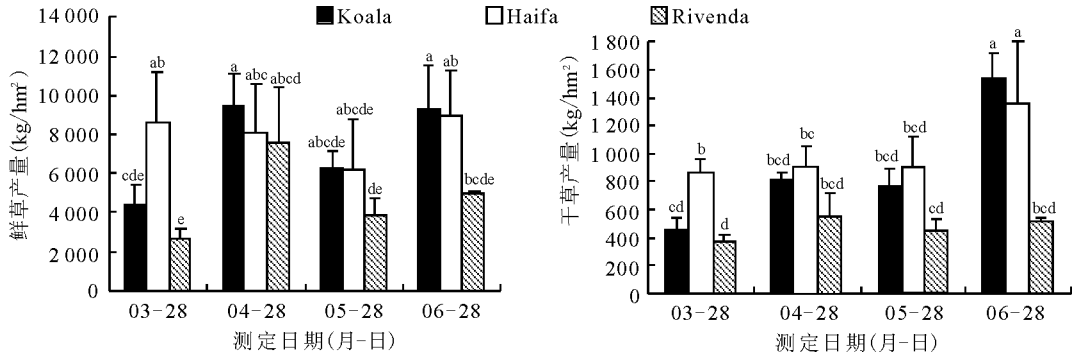


图3 3个白三叶品种鲜草和干草的动态变化

了55.3%和68.0%，有效钾比对照区降低47.9%和41.8%，有效磷降低了9.7%和13.2%（表4）。说明果园套种牧草能提高土壤肥力，促进果树生长，并有降低土壤酸度的效果。

4 讨论与结论

要实现果园生草的最佳生理生态效应，必须加强草种与果园的最佳组合的选择，做到果树与不同草种的配套^[13]。果树和草种都有其不同的生态适应性，因此本研究对果园套种不同牧草开展地上生物量的研究，并比较了种植牧草后土壤养分的变化。在菊苣、黑麦草、鸡脚草和高羊茅4种牧草中，鲜草产量从高到低依次为菊苣>黑麦草>高羊茅>鸡脚草，干草产量从高到低依次为黑麦草>菊苣>高羊茅>鸡脚草，菊苣和黑麦草的草产量较高。菊苣3—6月鲜、干草产量均在13000和1000 kg/hm²以上，且各月差异不大，表明菊苣是一种具有较高生产力和持续利用时间较长的牧草^[14]。黑麦草为冷季

型牧草，在3月生长迅速，刈割时草产量显著高于其他牧草品种，进入6月，气温有时超过30℃，过高温导致黑麦草死亡，仅能刈割3次，但其干草产量仍是4种牧草中最高的。杜华平等^[15]研究表明，一年生黑麦草的产草量主要集中在初穗期第1次刈割。本研究中黑麦草的产草量主要集中在第1次刈割，能满足早春家畜对牧草的需求。紫花苜蓿4个品种中，以Hunter River的鲜草和干草产量最高，白三叶3个品种中，以Haifa最高，其鲜草和干草产量均在30000和4000 kg/hm²以上。

果园生草后能够改善表层土壤的物理性状，降低表层土壤容重，增加田间持水能力，提高土壤有机质、水解氮、速效磷、速效钾的含量，改善土壤实际供肥能力^[16-17]。本研究中果园种植的几种牧草能明显提高土壤中水解氮和有机质的含量，降低土壤酸度，从而提高土壤肥力和促进果树生长，但有效磷和有效钾含量下降，需补充磷肥和钾肥。

表4 土壤养分变化

套种牧草	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	全硫 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	有效钾 (mg/kg)	水解氮 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	pH 值
菊苣	1.83	1.38	6.58	0.213	173.4	61.6	167.0	67.4	5.91
黑麦草	1.68	1.84	6.49	0.319	168.5	103.9	16.1	64.7	5.81
鸡脚草	1.70	1.38	6.48	0.188	150.9	73.6	165.7	57.4	6.42
高羊茅	1.65	1.70	6.16	0.216	133.9	80.9	76.7	63.2	6.15
Hunter River	1.68	1.55	6.75	0.195	181.8	103.8	118.3	51.7	6.54
WL525HQ	1.69	1.77	6.63	0.206	160.4	91.7	107.0	64.3	6.15
Eureka	1.60	1.54	6.61	0.176	188.6	99.0	156.0	57.7	6.24
Overseason	1.70	2.15	6.54	0.218	251.4	86.3	262.0	59.8	5.73
Koala	2.00	2.04	6.84	0.202	149.6	131.8	102.2	51.9	6.54
Haifa	1.71	1.82	6.38	0.372	166.8	68.9	295.5	72.9	6.45
Rivenda	1.63	1.83	6.72	0.202	275.8	55.3	278.5	72.7	6.32
对照(清耕)	1.66	1.57	6.55	0.206	192.1	118.3	128.5	43.4	5.64

综合考虑牧草的产量和改善土壤肥力的效果,选择菊苣、黑麦草、Hunter River 和 Haifa 4 种牧草作为果园的套种牧草,既能获得较高的草产量,又能满足家畜对牧草营养多样化的要求,并能提高土壤肥力,促进果树生长。

参考文献

- [1] 赖志强,陈远荣,覃尚民,等.以动物为手段进行岩溶地区休养再生研究[J].草业科学,2008,25(9):103-108.
- [2] 易显凤,赖志强,蔡小艳,等.果园套种豆科牧草试验研究[J].草业科学,2010,27(8):161-165.
- [3] 俞立恒,毛培春,孟林,等.京郊果园种植几种优质果园草覆盖越冬技术研究[J].草业科学,2009,26(6):166-171.
- [4] 董素钦.果园套种牧草对生态环境、培肥地力的影响[J].现代农业科技,2006(12):11-12.
- [5] 李会科,郑秋玲,赵政阳,等.黄土高原果园种植牧草根系特征的研究[J].草业学报,2008,17(2):92-96.
- [6] 谷艳蓉,张海伶,胡艳红,等.果园自然生草覆盖对土壤理化性状及大桃产量和品质的影响[J].草业科学,2009,26(12):103-107.
- [7] 孟林,俞立恒,毛培春,等.苹果园间种鸭茅和白三叶对园区小环境的影响[J].草业科学,2009,26(8):132-136.
- [8] 曾馥平,王克林.桂西北喀斯特地区 6 种退耕还林(草)模式的效应[J].农村生态环境,2005,21(2):18-22.
- [9] 吴佳海,牟琼,唐成斌,等.石漠化山区种草养羊技术开发[J].草业科学,2009,26(1):126-128.
- [10] Smart A J, Schacht W H, Volesky J D, et al. Seasonal changes in dry matter partitioning, yield, and crude protein of intermediate wheatgrass and smooth brome grass [J]. Agronomy Journal, 2006, 98(4): 986-991.
- [11] 陈勇,罗富成,毛华明,等.施肥水平和不同株高刈割对王草产量和品质的影响[J].草业科学,2009,26(2):72-75.
- [12] 刘小飞,李科云,江定伟.混播草场牛鞭草、白三叶及黑麦草产草量和株高的测定[J].饲料与营养,2005(11):13-16.
- [13] 韦兰英,袁维园,尤业明,等.岩溶石漠化区牧草植物地上部分生物量的动态变化[J].草业科学,2009,26(10):73-79.
- [14] 寇建村,杨文权,韩明玉,等.我国果园生草研究进展[J].草业科学,2010,27(7):154-159.
- [15] 杜华平,江海东,周琴.氮肥对一年生黑麦草生长和产量影响的研究[J].上海农业科技,2008(4):28-29.
- [16] 李会科,赵政阳,张广军.种植不同牧草对渭北苹果园土壤肥力的影响[J].西北林学院学报,2004,19(2):31-34.
- [17] 李会科,张广军,赵政阳,等.生草对黄土高原旱地苹果园土壤性状的影响[J].草业学报,2007,16(2):32-39.

Aboveground biomass of intercropping forages in orchard and its effect on soil fertility

ZENG Dan-juan¹, HUANG Yu-qing¹, MO Ling¹, LI Yan-yu^{1,2}, WANG Jing^{1,2}, WANG San-qiu^{1,2}

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guangxi Guilin 541006, China;
2. Guangxi Normal University, Guangxi Guilin 541006, China)

Abstract: Eleven kinds of forage plants, including *Cichorium intybus*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, four alfalfa varieties (Hunter River, Overseason, WL525HQ, Eureka) and three white clover varieties (Haifa, Rivenda, koala) were intercropped in pear orchard to monitor the aboveground biomass change of forages and investigate the effect of intercropping forages on soil fertility for selecting the suitable forage plants. The results of this study showed that *C. intybus*, *L. multiflorum*, Hunter Rive and Haifa had a higher yield and their fresh yield were more than 30 000 kg/ha and dry yield more than 4000 kg/ha. The highest yield of *L. multiflorum* was found in March, while the yield of Hunter River and Haifa were highest in June, and the yield of *C. intybus* was similar between March and June, and these four forages intercropping in pear orchard together provided the rational nutrition supplies for livestock. The intercropping forages in pear orchard greatly increased the soil pH value, organic matter content and hydrolytic N at 0—20 cm soil layer, which would encourage pear trees to grow well.

Key words: forages; orchard; yield; change; soil nutrient;