

新疆经济林生态系统保育土壤功能及价值评估

黄秀艳¹, 师庆东^{1*}, 张毓涛², 杨 健², 许紫峻¹

(1. 新疆绿洲生态重点实验室, 新疆大学 干旱生态环境研究所/资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046;
2. 新疆林业科学院 森林生态研究所, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要:基于实测数据并结合 2014 年林果统计年报相关数据,采用经济林在南、北、东疆不同气候条件下的实际生产力,计算经济林生态系统保育土壤实物量,并采用国家荒漠生态系统服务评估规范中的方法和市场经济价值法对新疆经济林保育土壤功能效益进行评估。结果表明:1)全疆经济林保育土壤年总功能量为 1.62×10^7 t,总价值量为 4.99×10^9 元;其中年固土功能量 1.54×10^7 t,价值量为 2.58×10^8 元;年保肥功能量 8.23×10^5 t,价值量 4.73×10^9 元;2)南疆的保育土壤功能量及价值均高于北疆和东疆,初产期在固土能力和保肥能力上均比其他产期高;3)全疆不同经济林树种单位面积固土功能排序为:巴旦木>核桃>枣>其他乔木>梨>苹果>杏;保肥功能则为:枣>巴旦木>杏>其他乔木>核桃>梨>苹果;单位面积保育土壤价值量:梨>枣>杏>其他乔木>巴旦木>苹果>核桃。

关键词:新疆;经济林;保育土壤;固土保肥

中图分类号:S714.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2018)05-0290-07

Value Assessment of Soil Conservation Function of Xinjiang Non-Timber Product Forests Ecosystem

HUANG Xiu-yan¹, SHI Qing-dong^{1*}, ZHANG Yu-tao², YANG Jian², XU Zi-jun¹

(1. Key Laboratory of Xinjiang Oasis Ecology, Ecological Research Institute in Arid Zone, College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China;
2. Institute of Forest Ecology, Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

Abstract: Based on the measured data and the relevant data of forest and fruit statistical report in 2014, according to the climatic conditions in northern and southern Xinjiang, the actual productivity of non-timber product forests in different climatic conditions in south, north and east was used to calculate the amount of soil in the forests ecosystem conservation. Methods of national desert ecosystem service evaluation and the market economy value method were used to evaluate the functional benefit of the forest conservation soil in Xinjiang. The results are as follows. 1) The total amount of the soil conservation function of non-timber product forests in Xinjiang was 1.62×10^7 t · a⁻¹, the total value was 4.99×10^9 yuan · a⁻¹, in which the soil fixation capacity was 1.54×10^7 t · a⁻¹, with the value of 2.58×10^8 yuan · a⁻¹; forest fertilizer conservation function was 8.23×10^5 t · a⁻¹, the value was 4.73×10^9 yuan · a⁻¹. 2) The function and value of soil conservation in southern Xinjiang was higher than those in northern and eastern Xinjiang; and the capacity of soil retention and fertilization in initial period was higher than other period. 3) The soil fixation function of different non-timber product forests species per unit area in Xinjiang was in the order of almonds>walnut>jujube>other arbor>pear>apricot>apple. Fertilizer conservation capacity was jujube>almonds>a-

收稿日期:2017-12-09 修回日期:2018-03-21

基金项目:新疆维吾尔自治区财政林业科技专项资金项目(XJLK2013008)。

作者简介:黄秀艳,女,硕士研究生,研究方向:景观生态学。E-mail:10953403544@qq.com

* 通信作者:师庆东,男,教授,博士生导师,研究方向:景观生态学与环境修复。E-mail:363735945@qq.com

pricot>other arbor>walnut>pear>apple. The amount of soil conservation per unit area was pear>jujube>apricot>other arbor>almond>apple>walnut.

Key words: Xinjiang; non-timber product forest; soil conservation; fsoil and fertilizer conservation

森林生态系统对改善和维护生态环境起着决定性作用,同时还能提供人类生存所必需的重要资源^[1]。随着新疆农业产业结构调整,经济林种植面积在逐年扩大,而经济林作为森林生态系统的一部分,其社会及经济效益有目共睹,但当前对其生态效益研究较少。土壤和水是人类生存的重要自然资源,是社会物质生产的基础,由于人们在生产和生活中过度开发利用,并对土地资源实行不合理经营,造成了严重的水土流失。经济林土壤蓄水功能是防止水土流失的有效途径之一^[2],研究经济林保育土壤功能并揭示其过程机理以及生态建设的关键技术和优化模式,对防止土壤侵蚀,建立新疆森林生态系统服务功能研究网络具有不可替代的理论和实践意义。

随着水土流失情况日益加剧和环境恶化,对于生态系统尤其是森林生态系统在保育土壤方面的研究逐渐受到人们的关注。肖寒^[3]等研究了海南岛生态系统的经济价值与土壤保持空间分布特征;鲁绍伟^[4]等对中国森林生态系统保护土壤的价值进行评价;针对滇中高原山地 4 种人工群落,孟广涛^[5]等对其径流量和土壤侵蚀开展了研究;王金叶^[6]等、金铭^[7]等在森林土壤水文效应方面进行了相关研究;贺山峰^[8]等从土壤理化性质方面对科尔沁沙地小叶锦鸡儿群落的保育土壤功能进行了研究。经济林保育土壤方面的研究一开始都包含在森林生态系统的服务功能内^[9-14],但有关经济林保育土壤服务功能的研究尚不多见^[15-16],针对新疆干旱条件下,不同经济林种、不同产期的保育土壤服务功能研究也还未见报道。

本研究参照《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)中保育土壤功能价值评估方法,基于野外采样实测数据和新疆林果统计数据,运用环境经济学理论——市场价值法中的环境效益评估法定量计算新疆不同区域、不同经济林林种和不同林龄的保育土壤功能量及其价值量。为全面了解新疆经济林保育土壤功能,深入了解新疆经济林保肥固土作用,全面评估新疆经济林生态系统生产力提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

2014 年全疆经济林面积为 $7.62 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。巴

州、阿克苏、喀什、克州及和田地区为南疆,乌鲁木齐、昌吉、阿勒泰、博州、塔城、克拉玛依及伊犁州为北疆,吐鲁番及哈密地区为东疆。其中:南疆经济林面积为 $7.22 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占总面积的 94.8%;北疆经济林面积为 $2.57 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占总面积的 3.4%;东疆经济林面积为 $1.39 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占总面积的 1.8%(表 1)。本研究将全疆苹果、核桃、枣树、梨树、杏树、巴旦木和其他乔木经济林(李树、桃树等)按产期划分为产前期、初产期、盛产期及衰产期,分别对这 4 个时期的固土、保肥功能及其价值量进行计算。



图 1 新疆经济林分区

Fig. 1 The partition of non-timber product forests in Xinjiang

1.2 数据来源

本研究数据来源:1)实测数据,依照中国林业行业标准(LY/T 1688—2007)干旱半干旱区经济林生态系统定位观测指标,分别在昌吉、佳木试验站、农科院轮台国家资源圃、喀什、库尔勒、阿克苏、哈密等地选取长势良好、树种丰富的果园设置样地 22 个,选择 7 种经济林林种不同生长时期的标准木,进行观测、采样,共采集土壤样品 140 份,进行实验室理化测试,获得相关参数;2)新疆 2014 年二类森林资源连清数据及林业 2014 年林果统计数据;3)价格参数选用国家权威部门公布的社会公共数据,价值量的估算是依据中华人民共和国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)。

1.3 研究方法

综合运用生态学、经济学理论,对全疆不同区域的巴旦木、核桃、枣、梨、苹果、杏等 6 种经济林林种按产前期、初产期、盛产期和衰产期 4 个生长时期进行生态系统价值研究,并结合实测数据定量分析和

评估各树种各生长期的保育土壤、功能的价值量。其实测数据的采集方法如下:首先在所设置的样地中采用“S”形布点法设置 3~5 个采样点,使用环刀采集土壤容重样品,然后使用土钻按 0~20、20~40、40~60 cm 3 个梯度采集土壤样品并测定土壤容重、氮磷钾含量、土有机质含量等指标。保育土壤物质量及价值量计算公式如下:

$$G_{固土}=A(X_2-X_1) \tag{1}$$

$$G_N=AN(X_2-X_1) \tag{2}$$

$$G_P=AP(X_2-X_1) \tag{3}$$

$$G_K=AK(X_2-X_1) \tag{4}$$

式中, $G_{固土}$ 为林分年固土量($t \cdot a^{-1}$); X_1 为林地土壤侵蚀模数($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$); X_2 为无林地土壤侵蚀模数($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$); G_N 为减少的氮流失量($t \cdot a^{-1}$); G_P 为减少的磷流失量($t \cdot a^{-1}$); G_K 为减少的钾流失量($t \cdot a^{-1}$); A 为林分面积(hm^2); N 为土壤含氮量(%); P 为土壤含磷量(%); K 为土壤含钾量(%)。

固土保肥价值量计算公式:

$$U_{固土}=AC\pm(X_2-X_1)/\rho \tag{5}$$

$$U_{肥}=A(X_2-X_1)(NC_1/R_1+PC_1/R_2+KC_2/R_3+MC_3) \tag{6}$$

式中, $U_{固土}$ 为林分年固土价值($元 \cdot a^{-1}$); X_2 为无林地土壤侵蚀模数($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$); ρ 为林地土壤容重($t \cdot m^{-3}$); $U_{肥}$ 为林分年保肥价值($元 \cdot a^{-1}$); X_1

为林地土壤侵蚀模数($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$); M 为林分土壤有机质含量(%); R_1 为磷酸二铵化肥含氮量,取值 14.0%; R_2 为磷酸二铵化肥含磷量,取值 15.01%; R_3 为氯化钾化肥含钾量,取值 50%; C 土为挖取和运输单位体积土方所需费用,取值 20.97 元 $\cdot m^{-3}$; C_1 为磷酸二铵化肥价格,取值 3 254.25 元 $\cdot t^{-1}$; C_2 为氯化钾化肥价格,取值 2 983.07 元 $\cdot t^{-1}$; C_3 为有机质价格,取值 433.90 元 $\cdot t^{-1}$ 。

2 结果与分析

2.1 新疆经济林保育土壤功能量评估

根据公式(1)~(4)对 7 种经济林木的林分固土功能和保肥功能分别进行测定(表 1、表 2)。新疆经济林固土功能量为 $1.54 \times 10^7 t \cdot a^{-1}$,保肥功能量为 $8.23 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$ 。从不同林种来说,7 种类型经济林固土功能量以核桃最高,为 $4.93 \times 10^6 t \cdot a^{-1}$,占总固土功能量 32.05%,最低为其他乔木是 $3.7 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$,占总固土功能量 2.42%,各类型经济林种固土功能量依次排序为:核桃>枣>杏>巴旦木>梨>苹果>其他乔木经济林。7 种类型经济林木保肥功能量以枣最高,为 $3.14 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$,占总保肥功能量 38.2%,最低为其他乔木是 $1.86 \times 10^4 t \cdot a^{-1}$,占总保肥功能量 2.3%,各类型经济林种保肥功能量依次排序为:枣>核桃>杏>巴旦木>梨>苹果>其他乔木经济林。

表 1 新疆经济林固土功能评估

Table 1 The soil fixation capacity of non-timber product forests in Xinjiang (t · a⁻¹)

区域	时期	苹果	核桃	枣	梨	杏	巴旦木	其他乔木	合计
南疆	产前期	108 871.95	699 373.82	655 446.75	14 482.46	91 367.15	519 594.59	87 295.99	2 176 432.71
	初产期	75 724.61	2 921 837.39	2 205 628.38	157 200.55	573 292.75	684 815.85	140 784.34	6 759 283.87
	盛产期	118 197.83	1 039 409.56	1 871 477.21	604 288.49	1 540 636.85	212 475.44	102 992.67	5 489 478.06
	衰产期	30 442.46	257 522.82	0.00	61 471.84	122 220.35	38 201.34	9 278.93	519 137.75
	合计	333 236.86	4 918 143.59	4 732 552.34	837 443.34	2 327 517.10	1 455 087.22	340 351.93	14 944 332.39
北疆	产前期	14 622.32	1 618.58	79.64	20.28	4 073.18	0.00	2 373.62	22 787.62
	初产期	44 382.39	5 784.17	1 915.52	1 122.21	33 174.65	0.00	11 924.36	98 303.30
	盛产期	39 852.45	1 042.17	9 615.75	484.96	49 328.12	0.00	15 669.86	115 993.30
	衰产期	2 895.11	0.00	0.00	0.00	47.54	0.00	899.27	3 841.92
	合计	101 752.26	8 444.92	11 610.91	1 627.45	86 623.50	0.00	30 867.11	240 926.14
东疆	产前期	0.00	17.59	2 356.70	0.00	2 985.62	0.00	42.57	5 402.49
	初产期	0.00	65.81	108 514.80	51.30	587.16	0.00	48.21	109 267.29
	盛产期	77.49	581.79	62 995.30	680.23	6 033.83	0.00	765.11	71 133.74
	衰产期	2.55	92.94	0.00	44.18	425.73	0.00	65.81	631.21
	合计	80.04	758.12	173 866.79	775.72	10 032.34	0.00	921.70	186 434.72
总计		435 069.17	4 927 346.63	4 918 030.04	839 846.51	2 424 172.95	1 455 087.22	372 140.74	15 371 693.26

从不同区域来说,南疆固土功能量为 $1.49 \times 10^7 t \cdot a^{-1}$,占总固土功能量 97.2%,北疆为 $2.41 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$,占总固土功能量 1.6%,东疆为 $1.86 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$,占总固土功能量 1.2%。南疆保肥功能

量为 $7.99 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$,占总保肥功能量 97.1%,北疆为 $1.24 \times 10^4 t \cdot a^{-1}$,占总保肥功能量 1.5%,东疆为 $1.17 \times 10^4 t \cdot a^{-1}$,占总保肥功能量 1.4%。

从不同生长期分析,全疆经济林产前期、初产

表 2 新疆经济林保肥功能评估										
Table 2 The fertilizer conservation capacity of non-timber product forests in Xinjiang										(t • a ⁻¹)
区域	时期	指标	苹果	核桃	枣	梨	杏	巴旦木	其他乔木	合计
南疆	产前期	N	13.98	152.71	49.24	10.72	67.21	1.21	11.29	306.36
		P	999.15	772.22	5 667.31	1 066.29	4 674.78	113.50	785.40	14 078.64
		K	1 335.74	18 953.03	19 420.89	1 864.38	12 676.72	280.57	2 129.79	56 661.12
		M	2 384.75	12 588.73	16 725.41	1 262.10	8 609.47	472.54	1 446.46	43 489.45
		合计	4 733.61	32 466.69	41 862.85	4 203.48	26 028.18	867.82	4 372.94	114 535.58
	初产期	N	9.72	637.99	165.69	18.44	74.16	57.44	18.21	981.66
		P	694.94	3 226.19	19 070.93	1 834.59	5 157.90	5 366.73	1 266.63	36 617.92
		K	929.06	79 181.79	65 352.77	3 207.73	13 986.81	13 267.17	3 434.76	179 360.09
		M	1 658.69	52 593.07	56 282.28	2 171.48	9 499.23	22 344.43	2 332.74	146 881.92
		合计	3 292.41	135 639.05	140 871.68	7 232.24	28 718.10	41 035.77	7 052.35	363 841.59
	盛产期	N	15.18	226.96	140.59	70.87	199.29	17.82	13.32	684.03
		P	1 084.73	1 147.68	16 181.70	7 052.27	13 861.07	1 665.12	926.62	41 919.19
		K	1 450.16	28 168.00	55 451.87	12 330.71	37 587.43	4 116.36	2 512.75	141 617.27
		M	2 589.03	18 709.37	47 755.56	8 347.31	25 527.72	6 932.73	1 706.55	111 568.26
		合计	5 139.09	48 252.01	119 529.72	27 801.15	77 175.51	12 732.03	5 159.24	295 788.75
	衰产期	N	3.91	56.23	0.00	7.21	15.81	3.20	1.20	87.56
		P	279.38	284.35	0.00	717.40	1 099.61	299.37	83.48	2 763.59
		K	373.50	6 978.87	0.00	1 254.35	2 981.85	740.09	226.38	12 555.04
		M	666.82	4 635.41	0.00	849.14	2 025.14	1 246.45	153.75	9 576.70
		合计	1 323.60	11 954.86	0.00	2 828.10	6 122.41	2 289.11	464.81	24 982.90
	南疆合计		14 488.71	228 312.60	302 264.24	42 064.97	138 044.21	56 924.74	17 049.34	799 148.81
北疆	产前期	N	2.49	0.35	0.01	0.00	0.53	0.00	0.31	3.69
		P	140.92	1.79	0.69	0.24	36.65	0.00	21.36	201.64
		K	179.85	43.86	2.36	0.41	99.37	0.00	57.91	383.78
		M	440.76	29.13	2.03	0.28	67.49	0.00	39.33	579.03
		合计	764.03	75.14	5.09	0.93	204.04	0.00	118.90	1 168.13
	初产期	N	7.56	1.26	0.14	0.13	4.29	0.00	1.54	14.94
		P	427.73	6.39	16.56	13.10	298.47	0.00	107.28	869.53
		K	545.90	156.75	56.76	22.90	809.37	0.00	290.92	1 882.61
		M	1 337.81	104.12	48.88	15.50	549.69	0.00	197.58	2 253.58
		合计	2 319.01	268.52	122.34	51.63	1 661.83	0.00	597.33	5 020.65
	盛产期	N	6.79	0.23	0.72	0.06	6.38	0.00	2.03	16.21
		P	384.07	1.15	83.14	5.66	443.80	0.00	140.98	1 058.81
		K	490.19	28.24	284.91	9.90	1 203.47	0.00	382.30	2 399.02
		M	1 201.27	18.76	245.37	6.70	817.35	0.00	259.64	2 549.09
		合计	2 082.32	48.38	614.15	22.31	2 471.01	0.00	784.95	6 023.12
	衰产期	N	0.49	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.12	0.62
		P	27.90	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	8.09	36.42
		K	35.61	0.00	0.00	0.00	1.16	0.00	21.94	58.71
		M	87.27	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	14.90	102.96
		合计	151.27	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	45.05	198.70
	北疆合计		5 316.62	392.03	741.58	74.87	4 339.25	0.00	1 546.23	12 410.60
东疆	产前期	N	0.00	0.00	0.18	0.00	0.39	0.00	0.01	0.57
		P	0.00	0.02	20.38	0.00	26.86	0.00	0.38	47.64
		K	0.00	0.48	69.83	0.00	72.84	0.00	1.04	144.19
		M	0.00	0.32	60.14	0.00	49.47	0.00	0.71	110.63
		合计	0.00	0.82	150.52	0.00	149.56	0.00	2.13	303.03
	初产期	N	0.00	0.01	8.15	0.01	0.08	0.00	0.01	8.25
		P	0.00	0.07	938.27	0.60	5.28	0.00	0.43	944.66
		K	0.00	1.78	3 215.29	1.05	14.33	0.00	1.18	3 233.63

续表 2

区域	时期	指标	苹果	核桃	枣	梨	杏	巴旦木	其他乔木	合计
盛产期	M		0.00	1.18	2 769.03	0.71	9.73	0.00	0.80	2 781.46
	合计		0.00	3.05	6 930.75	2.36	29.41	0.00	2.42	6 967.99
	N		0.01	0.13	4.73	0.08	0.78	0.00	0.10	5.83
	P		0.71	0.64	544.69	7.94	54.29	0.00	6.88	615.15
	K		0.95	15.77	1 866.55	13.88	147.21	0.00	18.67	2 063.02
	M		1.70	10.47	1 607.49	9.40	99.98	0.00	12.68	1 741.71
衰产期	合计		3.37	27.01	4 023.46	31.29	302.25	0.00	38.33	4 425.71
	N		0.00	0.02	0.00	0.01	0.06	0.00	0.01	0.09
	P		0.02	0.10	0.00	0.52	3.83	0.00	0.59	5.06
	K		0.03	2.52	0.00	0.90	10.39	0.00	1.61	15.44
	M		0.06	1.67	0.00	0.61	7.05	0.00	1.09	10.48
	合计		0.11	4.31	0.00	2.03	21.33	0.00	3.30	31.08
东疆合计			3.48	35.19	11 104.73	35.69	502.55	0.00	46.17	11 727.82
总计			19 808.82	228 739.83	314 110.55	42 175.53	142 886.01	56 924.74	18 641.74	823 287.22

表 3 新疆经济林单位面积固土及保肥功能

Table 3 Fertilizer conservation capacity and soil fixation capacity of non-timber product forest in Xinjiang $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$

功能	苹果	核桃	枣	梨	杏	巴旦木	其他乔木
固土功能	18.64	21.13	20.70	19.35	17.63	32.40	20.16
保肥功能	0.85	0.98	1.32	0.97	1.04	1.27	1.01

期、盛产期及衰产期固土功能量分别为 $2.20 \times 10^6 t \cdot a^{-1}$, $6.70 \times 10^6 t \cdot a^{-1}$, $5.68 \times 10^6 t \cdot a^{-1}$, $5.24 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$; 分别占总固土功能量的 14.3%, 45.3%, 36.9%, 3.4%。而其保肥功能量分别为 $1.16 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$, $3.76 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$, $3.06 \times 10^5 t \cdot a^{-1}$, $2.52 \times 10^4 t \cdot a^{-1}$, 分别占总保肥功能量的 14.1%, 45.6%, 37.2%, 3.1%。

全疆经济林不同树种单位面积固土功能依次排序为:巴旦木>核桃>枣>其他乔木>梨>苹果>杏;保肥功能则为:枣>巴旦木>杏>其他乔木>核桃>梨>苹果。

2.2 新疆经济林保育土壤功能价值量核算

2.2.1 不同经济林类型单位面积保育土壤价值核算 地域不同单位面积的保育土壤价值也不同,南疆保育土壤固土及保肥价值皆高于北疆及东疆,说明南疆经济林经济效益高于北疆及东疆(图 2、图 3)。北疆及东疆并未种植巴旦木。其次,从经济林类型来看,南疆单位面积固土价值依次为:巴旦木>梨>杏>枣>核桃>苹果;北疆则为:苹果>梨>杏>枣>核桃;东疆为:梨>杏>枣>核桃>苹果。南疆单位面积保肥价值排序为:梨>枣>杏>巴旦木>苹果>核桃;北疆及东疆为:梨>枣>杏>苹果>核桃。造成南疆保育土壤价值大于北疆及东疆的原因可能是由于新疆远离海洋以及其独特的三山夹两盆的地理环境使南北东疆降水差异显著。其他乔木经济林按杏树算,故图表中并未画出。

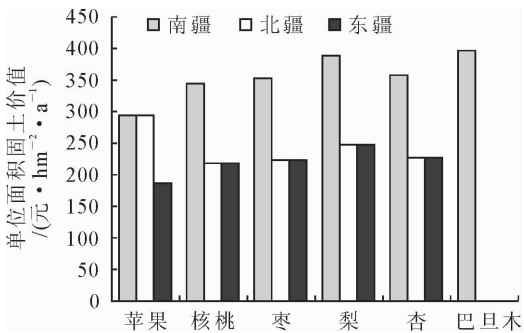


图 2 新疆不同区域各种树种保育土壤单位面积固土价值
Fig. 2 Soil fixation value per unit area of all the tree species in different regions of Xinjiang

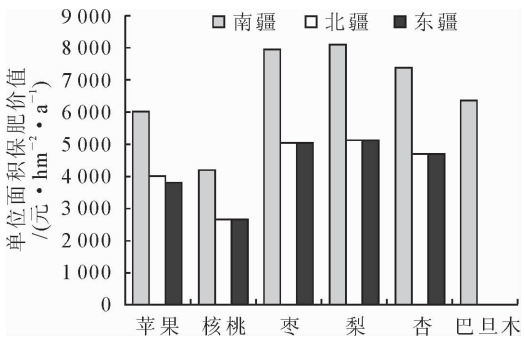


图 3 新疆不同区域各种树种保育土壤单位面积保肥价值
Fig. 3 The fertilizer conservation value on per unit area of all the tree species in different regions of Xinjiang

2.2.2 新疆经济林保育土壤价值核算 对 7 种经济林木的林分保育土壤价值量进行测定。全疆经济林总保育土壤功能价值量^[17]为 $4.99 \times 10^9 \text{ 元} \cdot$

a^{-1} ,其中固土功能价值量为 2.58×10^8 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 5.2%,保肥功能价值量为 4.73×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量的 94.8%。从不同林种来说,7 种类型经济林保育土壤功能价值量以枣最高为 1.94×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 38.8%,最低为苹果是 1.32×10^8 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 2.7%,各类

型经济林种保育土壤功能价值量依次排序为:枣>核桃>杏>梨>巴旦木>其他乔木>苹果。从不同区域来说,南疆保育土壤功能价值量为 4.83×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 96.8%,北疆为 8.29×10^7 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 1.7%,东疆为 7.30×10^7 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能价值量 1.5%。

表 4 新疆经济林保育土壤总价值

Table 4 Total value for soil conservation of non-timber product forests in Xinjiang

(万元 $\cdot \text{a}^{-1}$)

区域	功能	苹果	核桃	枣	梨	杏	巴旦木	其他乔木	合计
南疆	固土	462.82	7 995.58	7 877.05	1 682.04	4 660.75	1 778.82	575.63	25 032.70
	保肥	9 485.75	97 628.51	178 443.49	35 062.73	96 675.26	28 650.90	11 940.01	457 886.65
	合计	9 948.57	105 624.09	186 320.54	36 744.77	101 336.01	30 429.73	12 515.64	482 919.35
北疆	固土	222.29	13.73	19.33	2.99	146.51	0.00	52.21	457.04
	保肥	3 046.13	167.64	437.80	62.41	3 038.87	0.00	1 082.86	7 835.71
	合计	3 268.42	181.37	457.12	65.40	3 185.38	0.00	1 135.07	8 292.75
东疆	固土	0.11	1.23	289.39	1.43	16.97	0.00	1.56	310.69
	保肥	2.28	15.05	6 555.74	29.75	351.95	0.00	32.33	6 987.10
	合计	2.39	16.28	6 845.13	31.17	368.92	0.00	33.89	7 297.79
合计		13 219.38	105 821.74	193 622.79	36 841.35	104 890.30	30 429.73	13 684.60	498 509.89

3 结论与讨论

3.1 结论

林分保育土壤功能量为 $1.62 \times 10^7 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$,其中固土功能量为 $1.54 \times 10^7 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$,保肥功能量为 $8.23 \times 10^5 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$,固土功能量是保肥功能量的 18.67 倍。林分年保育土壤价值为 4.99×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,其中固土功能价值量为 2.58×10^8 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,保肥功能价值量为 4.73×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,保肥功能价值量是固土功能价值量的 18.32 倍。说明新疆经济林的保育土壤功能中的固土功能较强,保肥功能量虽低,但其价值量较大。

按区域和生长时期来说,南疆保育土壤功能量为 $1.57 \times 10^7 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤功能量 97.2%,而北疆及东疆保育土壤功能量分别为 $2.53 \times 10^5 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 和 $1.98 \times 10^5 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。南疆保育土壤价值量为 4.83×10^9 元 $\cdot \text{a}^{-1}$,占总保育土壤价值量 96.9%,北疆及东疆保育土壤价值量分别为 8.29×10^7 元 $\cdot \text{a}^{-1}$ 和 7.30×10^7 元 $\cdot \text{a}^{-1}$ 。全疆经济林产前期、初产期、盛产期及衰产期分别占总固土功能量的 14.3%、45.3%、36.9%、3.4%,占总保肥功能量的 14.1%、45.6%、37.2%、3.1%。说明南疆保育土壤功能量占比最大;其次,初产期不论是在固土能力和保肥能力上均比其他产期要高,说明经济林在初产期的代谢功能最强。

全疆单位面积固土功能为:巴旦木>核桃>枣>其他乔木>梨>苹果>杏;保肥功能则为:枣>巴旦木>杏>其他乔木>核桃>梨>苹果。其单位面

积保育土壤价值量是梨>枣>杏>其他乔木>巴旦木>苹果>核桃。且 7 种类型经济林木单位面积的固土功能量高于保肥功能量,固土价值量低于保肥价值量。

3.2 讨论

南疆地区的实物量和价值量在全疆所占的比例最高,是由于新疆经济林的种植受地理位置、土壤质地和气候条件等因素的影响。其次,农业和农副产品加工是南疆的优势产业,相当一个时期内仍然是南疆的主导产业,发展生态、绿色、有机农业及特色林果业,促进一二三产业融合发展^[18],对南疆经济的发展有促进作用。南疆作为生活条件相对恶劣、经济发展较为落后的地区,经济林面积最大,可加强各级政府科技扶农力度,提高果农个人管理能力,提高经济林产量,增强经济林的固土保肥功能,在保证南疆经济效益的同时,确保经济林的生态效益,对提高南疆生活及生态环境都有至关重要的作用。

从不同类型林种来看,枣树、梨树及杏树的种植范围相对较广,遍布南北东疆,说明这 3 种树种对环境的适应能力较强,其实物量和价值量不论是从总量和单位面积量上均较高;而巴旦木只在南疆种植,说明巴旦木更喜热耐旱,适合在南疆生长。依据南北东疆不同的地理环境及气候等条件种植适宜名优果种,可以增加全疆经济林产量及增强保育土壤功能,对改善当地的经济效益和生态效益都有极大的促进作用。

本研究从不同区域、不同经济林林种入手,利用市场价值法定量分析了新疆经济林保育土壤功能及

其价值,对了解新疆经济林林种分布格局,种植林种选择以及较全面了解新疆经济林固土及保肥功能,为评估新疆经济林生态系统生产力提供数据参考。生态服务功能价值评估的意义主要在于抓住几个有计算依据的核心服务功能,不在于对每一项功能价值的精确估算,评价的目的是为政府决策提供依据^[19]。但由于人为因素以及监测条件的限制,本文未能对全疆所有经济林树种进行监测,在监测及计量中也有一定误差。

参考文献：

[1] 党普兴. 新疆生产建设兵团森林生态系统服务功能价值评估[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5): 47-57.
DANG P X. Evaluation of forest ecosystem services in Xinjiang production and construction corps[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(5): 47-57. (in Chinese)

[2] 夏江宝, 杨吉华, 李红云, 等. 山地森林保育土壤的生态功能及其经济价值研究——以山东省济南市南部山区为例[J]. 水土保持学报, 2004, 1(2): 97-100.

[3] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值评估[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 552-558.

[4] 鲁绍伟, 靳芳, 余新晓, 等. 中国森林生态系统保护土壤的价值评价[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(3): 16-21.

[5] 孟广涛, 袁春明, 方向京, 等. 滇中高原山地 4 种人工群落径流量和土壤流失量的研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 33-36.

[6] 王金叶, 田大伦, 王彦辉, 等. 祁连山林草复合流域土壤水文效应[J]. 水土保持学报, 2005, 19(3): 144-147.

[7] 金铭, 张学龙, 刘贤德, 等. 祁连山林草复合流域灌木林土壤水文效应研究[J]. 水土保持学报, 2009, 23(1): 169-172.
JIN M, ZHANG X L, LIU X D, *et al.* Analysis on soil and water conservation function of scrub forest in complex watershed on forestry and grasses of Qilian Mountains[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2009, 23(1): 169-172. (in Chinese)

[8] 贺山峰, 王娟, 邱兰兰, 等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿群落保育土壤作用的研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(3): 73-77.
HE S F, WANG J, Q L L, *et al.* Effects of caragana microphylla communities on protection and improvement of soils in Horqinsandy land[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2009, 29(3): 73-77. (in Chinese)

[9] 侯元兆, 王琦. 中国森林资源核算研究[J]. 世界林业研究, 1995 (3): 51-56.

(上接第 284 页)

[18] 安锋, 阚丽艳, 谢贵水, 等. 海南外来植物入侵的现状与对策[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(5): 193-197.
AN F, KAN L Y, XIE G S, *et al.* Alien invasion plants in Hainan island and contral countermeasures[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(5): 193-197. (in Chinese)

[19] 刘森, 刘心茗, 董丽. 北京市郊野公园植物景观综合评价[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(6): 245-249.
LIU M, LIU X M, DONG L. The synthetical evaluation and

[10] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.

[11] 赵同谦. 中国陆地生态系统服务功能及其价值评价研究[D]. 北京: 中国科学院生态环境研究中心, 2004.

[12] 郭仲军, 黄继红, 路兴慧, 等. 基于第七次森林资源清查的新疆天然林生态系统服务功能[J]. 生态科学, 2015, 34(4): 118-124.
GUO Z J, HUANG J H, LU X H, *et al.* Ecological system service function of natural forest ecosystem in Xinjiang based on the seventh forest resources inventory[J]. Ecological Science, 2015, 34(4): 118-124. (in Chinese)

[13] 刘胜涛, 高鹏, 刘潘伟, 等. 泰山森林生态系统服务功能及其价值评估[J]. 生态学报, 2017, 37(10): 3302-3310.
LIU S T, GAO P, LIU P W, *et al.* An ecosystem services assessment of Tai Mountain[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(10): 3302-3310. (in Chinese)

[14] 张旭峰, 吴水荣, 王邦磊, 等. 南阳市森林与湿地资源生态系统服务价值评估及其经济贡献分析[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(3): 306-312.
ZHANG X F, WU S R, WANG B L, *et al.* Valuation of forest and wetland ecosystem services and related economy contributions: a case study of Nanyang, Henan Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(3): 306-312. (in Chinese)

[15] 王兵, 鲁绍伟. 中国经济林生态系统服务价值评估[J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 417-425.
WANG B, LU S W. Evaluation of economic forest ecosystem services in China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(2): 417-425. (in Chinese)

[16] 牛辉. 桂西北不同经济林退耕模式综合效益评价研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013.

[17] 秦珊. 森林生态系统服务功能经济价值估算及比较分析——以新疆为例[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2004.

[18] 邓铭江. 南疆未来发展的思考——塔里木河流域水问题与水战略研究[J]. 干旱区地理, 2016, 39(1): 1-11.
DENG M J. Prospecting development of south Xinjiang—water strategy and problem of Tarim river basin[J]. Arid Land Geography, 2016, 39(1): 1-11. (in Chinese)

[19] 朱玉伟, 桑巴叶, 王永红, 等. 新疆农田防护林生态系统服务功能价值核算[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(6): 302-307.
ZHU Y W, SANG B Y, WANG Y H, *et al.* Evaluation for ecosystem services value of farmland shelterbelt in Xinjiang[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(6): 302-307. (in Chinese)

study on plant landscape of country parks in Beijing[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(6): 245-249. (in Chinese)

[20] WILLIAMSON M. Biological invasions[M]. London: Chapman and Hall, 1996 .

[21] KNAPP S, KÜHN I, WITTIG R, *et al.* Urbanization causes shifts in species’ trait state frequencies[J]. Preslia, 2008, 80: 375-388.