

新疆杨元素含量与生物量研究*

陈章水 方奇

(中国林业科学研究院林业研究所)

关键词 新疆杨; 元素含量; 生物量

新疆杨(*Populus bolleana* Lauche)在我国新疆栽培最早,尤以和田、喀什地区生长最好。青海、甘肃、宁夏亦早有栽培,近十余年在陕西、内蒙、山西、辽宁、吉林诸省和北京市也有引种^[1],是我国干旱、半干旱地区农田防护林及人工丰产林的优良树种。为进一步利用新疆杨资源,研究其生物量将具有实际应用价值。

一、资料收集

在新疆南部疏勒、麦盖提、叶城等县,新疆杨生长表现良好。在人工营造的片林内,实测调查45株林木的生物量。被调查的林分都属于 2×5 m、 3×3 m密度,8—23年生同龄纯林。

调查实测方法是:选择树冠完整、生长发育正常、第Ⅱ生长级的林分平均木作为研究对象。样木选定后,量取其冠幅,再将样木贴根颈伐倒。

1. 量取树高、胸径、枝下高,对主干按一米区分法计算材积,剥取主干树皮。
2. 分别主干(去皮)、树皮、枝条、叶,称其全量的鲜重。
3. 挖出全部伐根(要求保留至细根)。并称其全量鲜重。
4. 查数全部叶片数量,并测定叶面积。
5. 取根、主干、皮、侧枝、叶的样品,称其鲜重,至室内在 103°C 烘箱内烘干后,称其干重。另取一部分气干后用作元素含量分析。
6. 元素含量分析方法:由中国林科院分析中心分析,采用 Waterr 氨基酸自动分析仪分析氨基酸含量,用高效液相色谱法分析糖量,用 P-E703 原子吸收分光光度计分析矿物元素含量,用手工提取称重法分析灰分及粗脂肪含量。

二、气候、土壤和植被概况

南疆绿洲平原地处暖温带极端干旱的大陆性气候区,以气候温暖干燥、温度变化大,风大沙暴多,光热资源丰富为主要特征,年均气温 $11.3-11.7^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\ 000-4\ 289^{\circ}\text{C}$,

本文于1987年10月收到。

*参加野外工作的有喀什地区林业处阿克木、陈刚同志。

年降水36—41 mm, 年蒸发量2 167.4—2 730.4 mm, 年均相对湿度51.5%, 全年无霜期199.5—245.6 d, 新疆杨林下土壤多为灌淤土、潮土及受到灌淤影响的盐土, 本次收集样品的林下多为灌淤土, 林下植被比较稀疏, 覆盖度为30—50%, 主要植被有苦卖菜 (*Ixeris dentlenlata* Stebb)、骆驼刺 (*Alhagi pseudalhagi* Desr) 等。

三、新疆杨的营养成分分析

对新疆杨的叶、枝、皮、根、木材等器官组织分别进行营养成分分析, 以便进一步扩大资源开发利用。

1. 叶 新疆杨叶子的营养价值比较高, 其有机营养成分如表1、表2。这是生长旺盛季节七月份叶的营养成分, 其粗脂肪与总糖量之和为20.705 g/100 g干叶, 加上氨基酸, 叶

表1 14年生新疆杨叶子有机营养成分

(单位: g/100g干叶)

成分 样本	粗脂肪	总糖	纤维	游 离 糖		
				蔗糖	葡萄糖	果糖
多年生枝上叶	2.435	15.949	10.525	3.170	0.370	1.880
一年生枝上叶	2.635	20.395	19.380	0	0.475	0.540
平 均	2.535	18.170	14.953	1.585	0.423	1.210

的总营养成分为28.003 g/100 g干叶, 一年生枝上叶营养成分含量更高。由此可知, 新疆杨叶是一种营养价值很高的木本饲料。

叶所含的矿物元素有氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、钠(Na)、铁(Fe)、锰(Mn)、硫(S)。其含量百分数如表3, 多年生与一年生枝上叶二者基本一致。其含量次序如下:

表2

14年生新疆杨叶子氨基酸成分

(单位: g/100g干叶)

氨基酸 样本	天门冬氨酸	苏氨酸	丝氨酸	谷氨酸	甘氨酸	丙氨酸	缬氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	络氨酸	苯丙氨酸	蛋氨酸	赖氨酸	总 计
多年生枝上叶	0.730	0.365	0.375	0.925	0.445	0.460	0.370	0.230	0.780	0.370	0.355	0.130	0.535	6.070
一年生枝上叶	0.930	0.165	0.455	1.150	0.560	0.610	0.465	0.435	2.000	0.365	0.575	0.140	0.380	8.530
平 均	0.830	0.415	0.415	1.037	0.503	0.535	0.415	0.332	1.390	0.367	0.465	0.135	0.457	7.300

多年生枝上叶: 灰分>Ca>S>K>Mg>N>Fe>Na>P>Mn

一年生枝上叶: 灰分>Ca>S>K>N>Mg>Fe>Na>P>Mn

叶的微量矿物元素成分如表4, 有铜(Cu)、镉(Cd)、钴(Co)、镍(Ni)、锌(Zn)、钼(Mo)、铬(Cr)、铅(Pb)、硼(B)。多年生枝上叶的微量矿物元素较一年生的含量高, 尤其B、Zn含量更高, 只有Cu、Mo、Cd一年生枝上叶含量高于多年生枝上叶的含量, 其顺序为:

多年生枝上叶: Zn>B>Cu>Ni>Mo>Cr=Pb>Cd>Co

一年生枝上叶: Zn>B>Cu>Mo>Ni>Cd>Cr>Pb>Co

2. 根系 根系对改良林地土壤理化性质有很大作用, 其矿物元素成分如表3、表4。从表中可知, 根系中Ca及灰分含量较高, 微量元素中的Cu、Zn、B为多。

3. 皮、枝、干 树皮不是新疆杨的主产品, 但多数元素含量均超过树枝及主干(N、P略低于树枝), 其中又以Ca、K、S、Mg含量最高。在微量元素中, 树皮中含量亦高于枝

表 3 新疆杨叶、根、枝、皮、干矿物元素成分

(单位: %)

元 素		N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	S	灰分
样 本											
多年生枝上叶		0.2360	0.0830	1.3700	4.5800	0.3860	0.1040	0.1840	0.0087	4.2400	13.5600
一年生枝上叶		0.3990	0.0680	1.5430	4.5500	0.3610	0.1070	0.1300	0.0078	2.9800	11.2500
平 均		0.3175	0.0755	1.4550	4.5650	0.3735	0.1055	0.1570	0.0083	3.6100	12.4050
10年生根		0.1550	0.0595	1.2700	2.7550	0.1890	0.0330	0.1445	0.0076	1.4850	6.5750
14年生根		0.1000	0.0336	1.3240	1.7680	0.1930	0.0570	0.1293	0.0073	1.4766	5.9266
平 均		0.1275	0.0465	1.2970	2.2615	0.1910	0.0450	0.1365	0.0075	1.4808	6.2508
10年生树木	枝 条	0.1215	0.0340	0.5075	0.5600	0.1345	0.0380	0.0520	0.0025	0.1490	4.1150
	树 皮	0.1180	0.0335	1.0500	1.1650	0.2865	0.0590	0.0490	0.0038	0.6790	10.2750
	树 干	0.0625	0.0020	0.0905	0.0930	0.0375	0.1000	0.0465	0.0042	0.1635	0.5285
14年生树木	枝 条	0.1120	0.0220	0.5460	0.6503	0.1396	0.0436	0.0410	0.0015	0.1773	2.9633
	树 皮	0.2045	0.0436	1.3400	1.3740	0.3300	0.0686	0.0503	0.0035	0.7416	9.6633
	树 干	0.0416	0.0018	0.1326	0.0583	0.0423	0.0500	0.0226	0.0039	0.1436	0.7303

表 4 新疆杨叶、根、枝、皮、干微量矿物元素成分

(单位: ppm)

元 素		Cu	Cd	Co	Ni	Zn	Mo	Cr	Pb	B
样 本										
多年生枝上叶		12.50	1.30	0.51	3.00	54.80	2.10	1.40	1.40	50.00
一年生枝上叶		15.20	1.40	0.48	2.80	47.30	4.00	1.20	0.97	30.30
平 均		13.83	1.40	0.49	2.90	51.05	3.05	1.30	1.19	40.15
10年生根		19.65	0.93	0.37	0.15	26.65	2.75	1.03	0.98	6.00
14年生根		26.23	0.72	0.33	1.47	23.73	2.73	1.97	1.07	12.07
平 均		23.09	0.86	0.35	0.81	25.19	2.74	1.50	1.03	10.04
10年生树木	枝 条	9.45	0.75	0.11	0.83	32.50	0.16	0.29	0.77	1.03
	树 皮	6.60	1.22	0.36	1.80	53.55	0.40	0.35	0.53	3.42
	树 干	7.60	0.15	0.08	0.39	11.80	0.19	0.22	0.81	1.30
14年生树木	枝 条	10.67	0.57	0.08	0.65	78.03	0.17	0.38	0.63	4.63
	树 皮	7.27	1.00	0.31	1.60	52.17	0.44	0.43	0.56	3.42
	树 干	6.40	0.14	0.07	0.60	13.30	0.17	0.14	0.60	1.76

条及树干(只有 Cu、Pb 低于枝条及树干), 无论是枝条、树皮或树干, 都以 Zn、Cu、B 的含量最高。树干中的元素含量都比枝条、树皮的含量少。

灰分是矿物元素含量的重要标志, 各器官的灰分含量, 以叶为最高, 其顺序是: 叶>皮>根>枝>干。

四、新疆杨生物量及其增长规律

新疆杨全株总生物量以及主干、主干树皮、枝条、枝条树皮、叶、根系, 经过灌溉而埋

入土中的淤桩的生物量,按胸径和树高两因素的相关关系,探讨其变化规律,藉以达到预测目的,是本次研究的主要内容。这里所指生物量,是脱水后的干物质。

(一) 运用数理统计方法^[2]探讨生物量与胸径、树高的相关经验式

什么样的回归模式能够比较准确地描述树木生物量随树高、胸径而变化的规律,目前尚无现成的经验,为此,采用下列七个公式进行研究。

$$w = b_0 e^{(b_1 D + b_2 H)} \quad (1)$$

$$w = b_0 D^{b_1} H^{b_2} \quad (2)$$

$$w = b_0 e^{-b_1 D H} \quad (3)$$

$$w = b_0 e^{-b_1 (D^{-b_2} + H^{-b_3})} \quad (4)$$

$$w = b_0 [1 - e^{-b_1 (D^{b_2} + H^{b_3})}] \quad (5)$$

$$w = b_0 + b_1 D^2 H \quad (6)$$

$$w = b_0 + b_1 D H \quad (7)$$

式中 w 为生物量, D 为胸径, H 为树高, e 为自然对数的底, b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 为参数值。第 1、3、4 式是二元指数公式,第 5 式是按威伯尔公式改变成二元形式,第 7 式为线性方程。

将生物量与胸径、树高原始数据,按上述 7 个公式计算出回归方程参数值后,根据复相关系数、偏相关系数的大小,选择其中最佳者,中选的回归模式如下:

总生物量: $w_0 = 0.032\ 927 D^{1.009\ 096} H^{0.850\ 952} \quad (1)$

$$R = 0.9897 \quad r_{w_0 D \cdot H} = 0.881\ 94 \quad r_{w_0 H \cdot D} = 0.564\ 50$$

主干(木质)生物量: $w_1 = 0.008\ 202\ 57 D^{1.912\ 720} H^{1.292\ 528} \quad (2)$

$$R = 0.994\ 5 \quad r_{w_1 D \cdot H} = 0.912\ 92 \quad r_{w_1 H \cdot D} = 0.785\ 68$$

主干树皮生物量: $w_2 = 0.008\ 026\ 827 D^{1.748\ 642} H^{0.844\ 959} \quad (3)$

$$R = 0.986\ 2 \quad r_{w_2 D \cdot H} = 0.857\ 82 \quad r_{w_2 H \cdot D} = 0.467\ 43$$

枝条(木质)生物量: $w_3 = 0.001\ 604\ 657 D^{2.340\ 546} H^{0.716\ 797} \quad (4)$

$$R = 0.971\ 7 \quad r_{w_3 D \cdot H} = 0.777\ 94 \quad r_{w_3 H \cdot D} = 0.308\ 30$$

枝条树皮生物量: $w_4 = 0.000\ 562\ 233 D^{2.221\ 702} H^{0.682\ 634} \quad (5)$

$$R = 0.969\ 1 \quad r_{w_4 D \cdot H} = 0.763\ 58 \quad r_{w_4 H \cdot D} = 0.285\ 43$$

树叶生物量: $w_5 = 36.599\ 332 e^{-8.777\ 69(D-0.648\ 96+H-0.673\ 63)} \quad (6)$

$$R = 0.909\ 43 \quad r_{w_5 D \cdot H} = 0.683\ 24 \quad r_{w_5 H \cdot D} = 0.584\ 08$$

根系生物量: $w_6 = 0.034\ 938 D^{1.035\ 24} H^{0.648\ 578} \quad (7)$

$$R = 0.846\ 98 \quad r_{w_6 D \cdot H} = 0.358\ 27 \quad r_{w_6 H \cdot D} = 0.201\ 58$$

淤桩生物量: $w_7 = 373.347\ 641 e^{-8.608\ 18(D-0.494\ 33+H-0.578\ 28)} \quad (8)$

$$R = 0.835\ 99 \quad r_{w_7 D \cdot H} = 0.568\ 70 \quad r_{w_7 H \cdot D} = 0.483\ 43$$

带皮主干每立方米生物量:

$$w_8 = 394.798\ 924\ 3 + 0.180\ 467\ 923\ D H \quad (9)$$

$$R = 0.536\ 5$$

每立方米总生物量:

$$w_9 = 579.345\ 844\ 9 + 0.154\ 083\ 051\ D H \quad (10)$$

$$R = 0.505\ 227$$

$$\text{叶片数量: } w_{10} = 2\ 077.74 + 1.056D^2H \quad (11)$$

$$R = 0.917\ 4$$

$$\text{叶面积: } w_{11} = -0.210\ 75 + 0.094\ 378DH \quad (12)$$

$$R = 0.893\ 8$$

以上公式中 w_0 — w_9 是生物量(kg), D 是胸径(cm), H 是树高(m), w_{10} 为叶片张数, w_{11} 为叶面积(m^2)。

(二) 生物量预测

按照上述回归模式, 可以预测新疆杨各部位的生物量, 从而可以计算出林分总生物量, 对生产具有实际指导意义。为方便计, 按上列公式编制了以 D 、 H 为自变量的二元生物量表共 12 种, 这里限于篇幅, 生物量表从略。

从生物量表中可以看出有以下规律: 主干生物量占总生物量 53—74%, 随树高、胸径的增大, 其比重逐步增大, 枝条比重亦略有增大, 约为 8.2—9.8%。其他部位的生物量都是随树高和胸径的增大而比重逐步下降, 主干树皮由 10.4% 降至 5.6%, 枝条树皮由 2.0% 降至 1.9%, 叶由 3.84% 降至 1.37%, 根系由 10.26% 降至 5.15%, 淤桩由 11.36% 降至 5.15%。随着胸径和树高的增长, 每一立方米主干生物量逐步有所增加, 说明随年龄的增大, 单位体积的干物质有所增长; 叶片数与叶面积随胸径、树高的增加, 其增大幅度较多, 而一片叶的平均面积则在胸径为 16 cm, 树高为 16 m 时为最大, 之后又略有减少。

五、小 结

1. 通过分析, 新疆杨树叶的粗脂肪和总糖量达 20.705 g/100 g 干叶, 加上氨基酸共计 28.005 g/100 g 干叶, 营养成分较高, 是很好的牲畜、家禽饲料, 应予充分利用。

2. 新疆杨树体内矿物元素种类较多, 已分析所得常量元素及微量元素就有 18 种, 在常量元素中, 磷较缺, 这也反应了林下土壤养分含量情况及今后施肥的方向。

3. 研制了新疆杨各部位生物量预测经验模式并首次编制了生物量表, 对于今后推算新疆杨生物量提供了方便条件, 在生产上具有一定价值。

参 考 资 料

- [1] 中国主要树种造林技术编委会, 1978, 中国主要树种造林技术, 农业出版社, 334。
[2] 中国科学院数学所, 1974, 回归分析方法, 科学出版社, 57。

A STUDY ON NUTRIENT CONTENT AND BIOMASS OF *POPULUS BOLLEANA*

Chen Zhangshui Fang Qi

(The Research Institute of Forestry CAF)

Abstract

45 sample trees of *p. bolleana* were collected from the plantation at Su Le, Mai Gai Ti and Ye Cheng counties in Xinjiang Autonomous Region for study. The study showed that the contents of sugar, raw-vegetable fat, and amino acids per kg of dry leaves are 28.005 g, the content of common mineral elements 11.1907 %, the content of trace elements 126.3 ppm. The leaf is a good feed for livestock. The nutrient contents of branch, stem, root, and bark were analysed too. Twelve dualistic prediction regression models, namely regular increment of biomass, total biomass, biomass of stem, stembark, branch, branchbark, leaf, root, silted-stem and stem per m³, total biomass of stem per m³, number of leaves and leaf area were obtained. The total biomass per mu of a ten-years stand with a stand density of 3×3 is up to 7506 kg, the biomass of stem per m³ 609 kg.

Key words: *Populus bolleana*; nutrient content; biomass