

唐古特大黄留茎高度对其产量、品质和土壤水分的影响^①

何淑玲, 马令法*, 巩红冬, 常毓巍, 杨敬军, 羊志晖

(甘肃民族师范学院高寒生态系统研究所, 甘肃合作 747000)

摘要: 采用单因素随机区组法, 在甘南高原地区研究了唐古特大黄不同留茎高度对其产量、品质和土壤水分的影响。结果表明: 唐古特大黄 7 月下旬开花前进行去茎, 留茎 10 cm 的耗水率最小, 主根长、根径、单株根干重等经济性状和产量最高, 且比对照增产 14.07% ($P < 0.01$), 品质也最优。留茎 15 cm 的水分利用效率 9 月份最高为 1.43 kg/(mm·hm²); 留茎高度在 10~15 cm 较为理想, 既可以节水又能达到增产和改善药材品质的效果。

关键词: 掌叶大黄; 生长; 品质; 水分利用效率; 耗水量

中图分类号: S567.23⁺9

唐古特大黄 (*R.tanguticum* Maxim. ex Balf) 属蓼科 (polygonaceae) 大黄属 (Rheum), 草本植物^[1], 为药用大黄 (亦称“正品大黄”) 之一, 产于西藏东部、青海、甘肃, 是我国著名的特产药材之一。唐古特大黄是大黄药材的主要来源, 其有效成分主要是蒽醌类衍生物, 如大黄酸、大黄素、大黄酚、芦荟大黄素和大黄素甲醚等, 具有泻下、抗菌、抗炎、抗肿瘤、降血脂、保肝利胆等药理作用^[2], 相关研究证实, 唐古特大黄中含有多糖成分和挥发油成分, 且表现出众多的生理活性和治疗保健作用。唐古特大黄不仅常用于中藏药产品, 而且已成为众多功能性保健品及特色食品的主要原料, 资源实际需求日趋增加, 天然野生资源的数量则明显减少。长期以来, 大黄的生产一直依赖野生植物的采收, 其资源得不到有效的保护, 已陷入濒危灭绝的境地。作为市场紧缺的名贵中药, 其需求量已呈现供不应求的趋势, 因此研究其高产优质的栽培技术迫在眉睫。目前国内外对唐古特大黄化学成分、药理方面的研究较多, 栽培技术^[3-4]方面虽有报

道, 但欠深入, 关于唐古特大黄不同留茎高度对其生长和土壤水分利用效率的研究未见报道。本试验通过对唐古特大黄进行去茎处理, 研究不同留茎高度对其水分利用效率、耗水量、产量和品质的影响, 找到适合该地区的最佳留茎高度, 为其产业化生产提供理论依据和新途径。

1 材料与方法

1.1 试验区自然概况

试验于 2010 年 4—11 月在甘肃民族师范学院藏药材引种驯化试验基地进行。试验地位于 102°54'E, 39°59'N, 平均海拔 3 000 m 以上, 年均气温 1.7℃, 气候属于高原气候, 昼夜温差大, 年平均降水量 547 mm。田间持水量 24.85%, 处于甘肃南部高寒阴湿区, 该试验地前茬作物为豆科药用植物红芪, 土壤为亚高山草甸土, 由于高原区高寒低温多雨的原因, 有机质分解缓慢, 含量较高为 138.6 g/kg, 试验地土壤基础理化性状见表 1。

表 1 试验地土壤基础理化性状

Table 1 Basic physical and chemical properties of tested soil

土壤层次 (cm)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	pH 值	体积质量 (g/cm ³)
0~20	5.83	39.31	17.31	0.45	1.11	7.06	1.52
20~40	8.41	27.12	9.70	0.62	1.02	7.35	—
40~60	6.72	11.15	3.44	0.30	0.78	7.64	—

①基金项目: 国家星火计划项目 (2010GA860031)、甘肃省教育厅青年基金项目 (1112B-05) 和甘肃民族师范学院院长基金项目 (10-17) 资助。

* 通讯作者 (lingfa99@yahoo.cn)

作者简介: 何淑玲 (1975—), 女, 甘肃陇西人, 硕士, 讲师, 主要从事药用植物研究。E-mail: heshuling2010@163.com

1.2 试验装置

试验装置采用称重式蒸渗仪^[5]：塑料结构制作，长 4 m，宽 3 m，深 1.5 m。侧壁和底面密不透水，底角设渗漏孔，通过导水管与蒸渗仪相连，管口置于密封的盛水桶中。蒸渗仪底层铺设 0.5 m 厚砾石，上覆粗沙 0.5 m，再回填原土充满整个蒸渗仪。

1.3 试验材料

试验材料为甘肃民族师范学院高寒生态系统研究所日光温室大棚中自育的一年生实生苗，2010 年 4 月 15 日移栽于称重式蒸渗仪中，移栽前基施农家肥 30 t/hm² 与磷酸二铵 300 kg/hm²，整平耙细。

1.4 试验设计

6 月底等唐古特大黄茎高至 40 cm 时进行去茎处理。试验采用随机区组设计，共设留茎 30、20、10、5 cm 和不去茎 (CK) 5 个高度处理，每个处理重复 3 次。每个蒸渗仪为 1 个试验小区，共 15 个称重式蒸渗仪，每小区按株行距 40 cm×40 cm 移栽，每小区种 150 株。11 月底全小区收获后计鲜根产量，各小区取唐古特大黄茎样品 10 株测定主根长、根径等经济指标和大黄酸、大黄素、大黄素甲醚等质量指标，自然风干后称其根干产量，并计算单株根干重。

1.5 主要测定项目与方法^[5]

1.5.1 土壤体积质量 采用环刀法测定。公式为：

$$P=(M_2-M_1)/V \quad (1)$$

式中， ρ 为土壤体积质量 (g/cm³)； M_1 为环刀质量 (g)； M_2 为环刀和烘干土壤质量 (g)； V 为环刀容积 (cm³)。

1.5.2 土壤质量含水率 采用土钻取样-烘干法测定。公式为：

$$\theta=M_1/M_2 \quad (2)$$

式中， θ 为土壤质量含水率， M_1 和 M_2 分别为湿土质量和干土质量 (g)。

1.5.3 降雨量 通过设在试验地旁 200 mm 的雨量计测定。

1.5.4 渗漏量 通过蒸渗仪底层的导管连接到外面的盛水桶收集渗漏水，采用标有容积刻度的水桶测定容积渗漏量 (m³)，折算成深度渗漏量 (mm)。公式为：

$$P_d=P_v/S \times 1000 \quad (3)$$

式中： P_d 、 P_v 和 S 分别为深度渗漏量 (mm)、容积渗漏量 (m³) 和蒸渗仪横截面积 (m²)。

1.5.5 大黄主要活性成分 大黄酸、大黄素、大黄素甲醚等的测定方法参考文献^[5]。

1.5.6 土壤贮水变化量 公式为：

$$\Delta W=10 \sum H_i \rho_i (\theta_{i2}-\theta_{i1}) \quad (4)$$

式中， ΔW 为土壤贮水变化量 (mm)； H_i 、 ρ_i 、 θ_{i1} 和 θ_{i2} 分别为第 i 层土壤厚度 (mm)、土壤体积质量 (g/cm³)、计算时段起始和结束时土壤质量含水量 (%)。

1.5.7 耗水量 公式为：

$$WC=R+I-P-\Delta W \quad (5)$$

式中， WC 、 R 、 I 、 P 和 ΔW 分别为耗水量、降雨量、灌溉量、渗漏量和土壤贮水变化量 (mm)。

1.5.8 水分利用效率 公式为：

$$WUE_b=Y/WC \quad (6)$$

式中， WUE_b 为水分利用效率 (kg/(hm²·mm))； Y 为唐古特大黄干根生物产量 (kg/hm²)； WC 为耗水量 (mm)。

1.6 数据分析

数据采用 DPS7.05 统计学软件进行方差分析，采用新复极差 (Duncan) 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 唐古特大黄留茎高度对耗水量的影响

表 2 试验结果表明唐古特大黄去茎能显著降低耗水量，各处理耗水量顺序为 CK>20 cm>15 cm>5 cm>10 cm。留茎 10 cm 的耗水量比 CK 减少 50.67%，差异达到极显著水平 ($P<0.01$)，留茎 5 cm 处理的耗水量比 CK 减少 43.86%，差异也达到极显著水平 ($P<0.01$)。

表 2 唐古特大黄留茎高度对土壤耗水量的影响 (kg/hm²)

Table 2 Effects of kept bolt heights on water consumption of *R.tanguticum* L. Maxim. ex Balf

留茎高度 (cm)	降雨 (mm)	渗漏 (mm)	土壤贮水变化量 (mm)	耗水量 (mm)
CK	1 156.85	48.86	248.84	859.15 ± 7.26 a A
20	1 156.85	39.74	556.83	560.28 ± 8.21 b B
15	1 156.85	20.25	600.12	536.48 ± 12.44 b B
10	1 156.85	8.44	724.56	423.85 ± 21.11 d D
5	1 156.85	4.38	663.29	489.18 ± 15.63 c C

注：同列数据小写字母不同表示差异达到 $P<0.05$ 显著水平，大写字母不同表示差异达到 $P<0.01$ 显著水平，下同。

2.2 唐古特大黄留臺高度对水分利用效率的影响

表3表明,去臺处理的水分利用效率均显著高于CK;从6月份去臺后,7—10月生长物候期间,唐古特大黄在9月份水分利用效率最高。在各时期

都是随着留臺高度由5 cm增至不去臺,其水分利用效率呈现出先升高后降低的变化趋势($P < 0.05$),其顺序为15 cm>10 cm>5 cm>20 cm>CK。

表3 唐古特大黄留臺高度对土壤水分利用效率的影响

Table 3 Effects of kept bolt heights on water use efficiency of *R.tanguticum* l. Maxim. ex Balf

留臺高度 (cm)	水分利用效率 (kg/(mm·hm ²))			
	7月	8月	9月	10月
CK	0.28 ± 0.04 d D	0.35 ± 0.03 e D	0.41 ± 0.04 d D	0.31 ± 0.03 e E
20	0.57 ± 0.04 c C	0.67 ± 0.06 d C	0.79 ± 0.04 c C	0.61 ± 0.06 d D
15	1.04 ± 0.09 a A	1.31 ± 0.07 a A	1.43 ± 0.08 a A	1.17 ± 0.06 a A
10	0.85 ± 0.07 b B	1.01 ± 0.05 b B	1.11 ± 0.04 b B	0.96 ± 0.03 b B
5	0.70 ± 0.06 c BC	0.87 ± 0.10 c B	1.06 ± 0.08 b B	0.79 ± 0.033 c C

2.3 唐古特大黄留臺高度对经济性状的影响

表4结果显示,去臺对唐古特大黄的一些经济性状影响很大。去臺处理比CK主根增长、根径增大、侧根数也

增多,从而单株根干重也极显著增加;且留臺10 cm处理的主根最长、根径最大,侧根数最多、单株根干重最大,分别比CK增加25.15%、14.41%、46.19%和14.01%。

表4 唐古特大黄留臺高度对经济性状的影响

Table 4 Effects of kept bolt heights on economic characteristics of *R.tanguticum* l. Maxim. ex Balf

留臺高度 (cm)	主根长 (cm)	根径 (mm)	侧根数 (条)	单株根干重 (g/株)
CK	14.11 ± 0.20 e E	22.75 ± 0.07 e D	2.33 ± 0.58 c B	136.90 ± 1.19 e E
20	15.44 ± 0.06 d D	23.70 ± 0.33 d C	3.00 ± 1 bc AB	142.31 ± 0.33 d D
15	16.10 ± 0.21 c C	24.12 ± 0.15 c C	3.33 ± 0.58 abc AB	151.63 ± 0.62 c C
10	18.85 ± 0.08 a A	26.58 ± 0.04 a A	4.33 ± 0.58 a A	159.20 ± 0.06 a A
5	17.10 ± 0.15 b B	25.56 ± 0.09 b B	3.67 ± 0.58 ab A	154.42 ± 0.06 b B

2.4 唐古特大黄留臺高度对干根产量和品质的影响

表5研究结果表明唐古特大黄去臺能显著增加产量和改善其药材品质,其顺序为10 cm>5 cm>15 cm>20 cm>CK,留臺10 cm比CK增产14.07%,

差异达到极显著水平($P < 0.01$)。大黄酸、大黄素、大黄素甲醚等药用成分比CK依次增加0.16、0.32和0.23个百分点。各处理间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

表5 唐古特大黄留臺高度对干根产量和品质的影响

Table 5 Effects of kept bolt heights on dry root yields and qualities of *R.tanguticum* l. Maxim. ex Balf

留臺高度 (cm)	小区产量 (kg/m ²)	折合产量 (kg/hm ²)	大黄酸 (g/kg)	大黄素 (g/kg)	大黄素甲醚 (g/kg)
CK	1.71 ± 0.01 d D	17083.33	5.9 ± 0.3 c B	8.9 ± 0.3 c C	8.7 ± 0.4 d D
20	1.78 ± 0.01 c C	17808.33	6.5 ± 0.4 c B	9.8 ± 0.8 bc BC	9.5 ± 0.6 c C
15	1.89 ± 0.02 b B	18938.89	7.0 ± 0.1 b AB	10.9 ± 0.8 b ABC	10.1 ± 0.1 bc BC
10	1.99 ± 0.05 a A	19955.56	7.5 ± 0.3 a A	12.1 ± .04 a A	11.0 ± 0.6 a A
5	1.93 ± 0.01 b B	19252.78	7.2 ± 0.2 ab A	11.3 ± 0.2 a AB	10.7 ± 0.6 ab AB

2.5 不同留蔓高度下唐古特大黄干根产量与耗水量的相关关系

由表 6 可知,随着唐古特大黄留蔓高度由 5 cm 增至不剪蔓,其干根产量与耗水量之间,符合一元一次直线回归方程,呈负相关,且相关关系极显著 ($P < 0.01$)。

表 6 干根产量与耗水量之间的相关关系

Table 6 Correlations between dry root yield and water consumption of *R. tanguticum* l. Maxim. ex Balf

留蔓高度 (cm)	回归方程	相关系数 (r)
CK	$Y = -16\,224X + 33\,308$	1
30	$Y = -17\,248X + 35\,056$	1
20	$Y = -18\,402X + 37\,341$	1
10	$Y = -19\,532X + 39\,487$	1
5	$Y = -18\,764X + 38\,016$	1

3 讨论

影响唐古特大黄耗水量的主要因素有留蔓高度、气候和灌溉,气候主要通过影响作物生长季的长短、降水量的多少和土壤大气蒸散力的强弱;灌溉主要是通过增加土壤含水量,进而影响蒸散作用。本研究主要是在降雨量相同和没有灌溉的条件下仅对唐古特大黄留蔓高度对土壤耗水量的影响作了探讨,结果表明在降雨量相同的条件下,留蔓高度不同耗水量不同,在 0~10 cm 范围内,耗水量随着唐古特大黄留蔓高度的减小而减小,5 cm 留蔓高度处理的耗水量比 10 cm 留蔓高度处理的大。有研究报道^[7-10],紫花苜蓿的耗水量在相同的气候条件下,修剪高度不同耗水量不同,在一定范围内,耗水量随着留茬高度的增加而增加,本研究出现这一结果的原因有待进一步的研究。留蔓 10 cm 处理的主根长、根径、单株根干重等经济性状和大黄酸、大黄素、大黄素甲醚等有效成分含量以及产量都最高。

本研究结果还显示,随着留蔓高度的增加,唐古特大黄的水分利用效率出现先升高后降低的趋势,以留蔓高度 15 cm 的土壤水分利用效率较好。这一结论为唐古特大黄标准化种植时节约用水提供理论依据。在甘南州高原地区,由于特殊的气候原因,9 月份是唐古特大黄的生长旺盛季节,也是降雨量较多的季节,

因此此期水分利用效率也最高。

唐古特大黄的产量与耗水量间的关系符合直线回归方程,负相关关系显著。直线的斜率随着修剪唐古特大黄留蔓高度的增加而减小,所以要实现其高产,需较低的留蔓高度,本研究结果以 10 cm 的留蔓高度最大。为找到全年的数量关系,下一阶段研究有必要继续进行。

4 结论

唐古特大黄蔓长至 40 cm 高时进行去蔓处理,并控制留蔓高度在 10~15 cm 时可有效提高产量、土壤水分利用率和药材品质,尤其可以降低在旱作条件下的土壤耗水量,在唐古特大黄的山地生产栽培中有一定的指导意义,建议在生产中推广。

参考文献:

- [1] 刘尚武. 青海植物志. 西宁: 青海人民出版社, 1997: 155-156
- [2] 吴艳, 格日力, 魏全嘉, 屠鹏飞, 王戌梅, 李晓波. 青海产不同海拔唐古特大黄的遗传多样性分析. 中国药杂志, 2008, 43(21): 1608-1611
- [3] 陈红兰. 唐古特大黄栽培技术要点. 青海农技推广, 2005(2): 48-49
- [4] 矫学立, 张付莲. 果洛州唐古特大黄的栽培方法. 中国科技信息, 2006(5): 116
- [5] 孙洪仁, 刘国荣, 张英, 高飞, 逯涛林, 韩建国, 张英俊. 紫花苜蓿的需水量、耗水量、需水强度、耗水强度和水分利用效率研究. 草业科学, 2005, 22(12): 24-30
- [6] 吴江, 赵景丽. RP-HPLC 法同时测定唐古特大黄中大黄酸、大黄素、大黄素甲醚含量. 青海科技, 2006(5): 33-44
- [7] Krogman KK, Lutwick LF. Consumptive use of water by forage crops in the Upper Kootenay River Valley. Canadian Journal of Soil Science, 1961, 41: 1-4
- [8] Snaydon RW. The effect of total water supply, and of frequency of application, upon Lucerne. I. Dry matter production. Australian Journal of Agricultural Research, 1972, 23: 239-251
- [9] 孙洪仁, 张英俊, 厉卫宏, 逯涛林, 高飞, 韩建国. 北京地区紫花苜蓿建植当年的耗水系数和水分利用效率. 草业学报, 2007, 16(1): 41-46
- [10] Carter PR, Sheaffer CC. Alfalfa response to soil water deficits. I. Growth, forage quality, yield, water use, and water-use efficiency. Crop Science, 1983, 23: 669-675

Effects of Kept Bolt Height on Yield and Quality of *R.tanguticum* L. Maxim. ex Balf and on Soil Moisture

HE Shu-ling, MA Ling-fa, GONG Hong-dong, CHANG Yu-wei, YANG Jing-jun, YANG Zhi-hui

(Institute of Alpine Ecosystems of Gansu Normal University for Nationalities, Hezuo, Gansu 747000, China)

Abstract: The effects of kept bolt height on yield and quality of *R. tanguticum* L. Maxim. ex Balf and on soil moisture were studied in Gannan plateau area by the single factor randomized block. The results showed that when *R. tanguticum* L. Maxim. ex Balf bolt was cut before flower in July and 10 cm bolt kept, the water consumption was the smallest, economic characteristics such as the root length, the root diameter, root dry weight per plant and yield were the highest, and the yield were increased by 14.07% ($P < 0.01$) compared to the control, and the quality was also the best. Water use efficiency of 15 cm bolt kept was the highest and reached 1.43 (kg/(mm·hm²)) in September. The optimal height of stalk kept was 10 ~ 15 cm because it not only saved water, but also increased yield and quality.

Key words: *R.tanguticum* L. Maxim. ex Balf, Yield, Quality, Water use efficiency, Water consumption