

种植密度和采收期对唐古特大黄生长发育和产量的影响

沈娜^{1,2}, 崔玉磊^{1,2}, 徐文华^{1*}, 周国英¹, 杨路存¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所/藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810001; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 目的: 研究不同种植密度和采收期对栽培唐古特大黄生长发育和产量的影响, 为唐古特大黄的规范化栽培技术提供理论依据。方法: 设计5种不同种植密度(株距×行距): 10 cm×50 cm, 20 cm×50 cm, 30 cm×50 cm, 40 cm×50 cm, 50 cm×50 cm, 采用随机区组设计, 每一密度设置3个重复; 采收期为5月、7月、10月。对生长发育及产量指标进行测量、数据统计与分析。结果: 种植密度及采收期对唐古特大黄的生长发育和产量均有影响。随株距增大, 药材个体各指标测量值增加。株距为40 cm或50 cm时, 药材个体的根鲜重、根干重达到最大值; 唐古特大黄的生长发育指标与产量指标, 年际之间、月际之间对比均具有显著性差异($P < 0.05$)。结论: 考虑到经济效益, 青海省唐古特大黄种植最宜栽培的行株距为50 cm×30 cm(或40 cm), 于10月份进行采收。

关键词 唐古特大黄; 种植密度; 采收期; 生长发育; 产量

中图分类号: R282.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-4454(2017)06-1253-05

DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2017.06.003

蓼科植物唐古特大黄 *Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf. 为中药大黄的基原植物之一, 以干燥根和根茎入药^[1], 属多年生草本植物。我国大黄资源主要分布于西藏东北部、甘肃南部、青海东部以及四川西北部^[2]。目前对于唐古特大黄的化学成分和药理作用研究较多, 但对于其合理的种植密度以及最佳采收期等研究报道甚少。本研究通过青海省栽培唐古特大黄的最佳种植密度和适宜采收期的确定来改进栽培技术, 以期提高唐古特大黄药材的产量和品质, 旨在为大黄属植物生物资源的可持续利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验田概况 试验田在青海省海东市互助土族自治县东沟乡, 北纬36°50′15″, 东经101°57′06″, 平均海拔2 500 m。气候属大陆性季风气候, 光照时间长, 太阳辐射强, 气温日差大, 春季多风, 夏季凉爽, 冬季干燥, 年平均降水量多集中在7~9月份。

1.2 试验设计 唐古特大黄种植密度设计株距(cm)×行距(cm)分别为: 10×50, 20×50, 30×50, 40×50, 50×50五个梯度, 每一密度水平设置3次重复, 共15个试验小区组, 随机设置试验田, 每一区组面积约为120 m²。采收期分别为5月、7月和10月。

1.3 测定指标 2013年5月在东沟乡用唐古特大黄种子进行育苗, 2014年4月底5月初将幼苗移栽至试验田中。移栽前, 称量并记录每株幼苗的原始重量。在2014年10月, 2015年5、7、10月和2016

年5、7、10月采挖唐古特大黄样品。每次随机采挖15个试验区组的各10株大黄样品, 洗净之后, 测量其株高, 全株鲜重, 根鲜重, 根长度以及根直径。弃去茎和叶, 留取根部置于阴凉处干燥, 之后放入恒温干燥箱中, 温度45℃, 干燥至恒重, 称量根干重。采挖样品经笔者周国英研究员鉴定为蓼科植物唐古特大黄 *Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf. 样本现保存于中国科学院西北高原生物研究所青藏高原生物标本馆内。

唐古特大黄生长发育指标为: 根长度, 根直径, 株高, 折干率(干燥后根干重/干燥前根鲜重×100%); 产量指标为: 根鲜重, 根干重, 根生长量。由于唐古特大黄为多年生草本植物, 10月份茎叶已干枯, 因此2014年、2015年以及2016年每年10月份采挖的唐古特大黄样本无株高这一生长发育指标。

1.4 统计与分析 采用Excel 2003进行数据整理, 用SPSS 20.0对生长发育指标进行方差分析, 用Origin 8.5对产量指标进行作图分析。

2 结果与分析

2.1 年际间种植密度的不同对唐古特大黄生长发育和产量的影响 2014年10月、2015年10月、2016年10月三年间唐古特大黄的生长发育指标进行单因素方差分析结果见表1, 产量指标分析见图1, 年际之间生长发育以及产量的差异多因素方差分析结果见表2。

收稿日期: 2016-12-02

基金项目: 青海省科技支撑计划项目(2014-NS-115); 2015年国家星火计划重点项目(2015GA870007)

作者简介: 沈娜(1992-)女, 在读硕士研究生, 专业方向: 药用植物资源; E-mail: shenna62@163.com。

*通讯作者: 徐文华, E-mail: whxu@nwipb.cas.cn。

由表 1 可知:随着生长年限的增加,唐古特大黄的根长度、根直径、根鲜重、根干重以及根生长量呈现明显增加的趋势,根长度的变化范围为 20.61 ~ 48.91 cm,根直径的变化范围为 3.40 ~ 6.93 cm,折干率的变化范围为 26.01 ~ 47.29%。各生长发育指标和产量指标均有明显增加。方差分析表明:同一采收期,不同密度下,唐古特大黄的生长状况具有一定的差异。随着株距的增大,测量值也呈增加的趋势。株距 40 cm、50 cm 的根长度和根直径显著高于株距 10 cm ($P < 0.05$)。人工栽培两年生、三年

生、四年生唐古特大黄根鲜重、根干重以及根生长量的变化如图 1 所示。从图 1 中可以看出随着生长年限的增加,植株根鲜重、根干重和根生长量都逐年增加,且趋势一致。在同一种植密度下,株距 40 cm 时,四年生唐古特大黄根鲜重为两年生的 3.77 倍,根生长量为两年生的 4.0 倍,根干重为两年生的 2.97 倍。当株距为 50 cm 时,根干重的增长量最大,四年生根干重达到两年生的 3.08 倍。在同一年中,随着种植株距的增大,唐古特大黄根鲜重、根干重以及根生长量都明显增加。

表 1 唐古特大黄年际间生长发育指标的平均值和差异性

	株距(cm) × 行距(cm)	10 月		
		2014 年	2015 年	2016 年
根长度/cm	10 × 50	-	26.18 ± 5.57 ^a	33.70 ± 2.08 ^a
	20 × 50	-	27.02 ± 1.80 ^a	37.83 ± 2.37 ^b
	30 × 50	-	34.69 ± 0.87 ^b	42.30 ± 6.61 ^b
	40 × 50	-	34.18 ± 4.40 ^b	37.63 ± 3.75 ^b
	50 × 50	-	34.31 ± 2.81 ^b	42.07 ± 4.19 ^b
根直径/cm	10 × 50	-	3.70 ± 0.30 ^a	3.73 ± 0.35 ^a
	20 × 50	-	3.84 ± 0.32 ^a	5.01 ± 1.01 ^b
	30 × 50	-	4.42 ± 0.13 ^b	5.04 ± 0.10 ^b
	40 × 50	-	4.80 ± 0.91 ^b	5.31 ± 0.38 ^{bc}
	50 × 50	-	4.77 ± 0.23 ^b	6.42 ± 0.51 ^c
折干率/%	10 × 50	42.59 ± 2.64 ^b	29.50 ± 1.43 ^{ab}	36.82 ± 10.47 ^a
	20 × 50	40.56 ± 3.76 ^{ab}	33.42 ± 4.51 ^b	34.67 ± 2.83 ^a
	30 × 50	42.35 ± 2.18 ^{ab}	27.00 ± 0.09 ^a	31.09 ± 0.80 ^a
	40 × 50	38.26 ± 1.26 ^a	30.22 ± 0.59 ^{ab}	30.17 ± 3.49 ^a
	50 × 50	40.29 ± 2.93 ^b	31.67 ± 3.34 ^{ab}	33.12 ± 5.13 ^a

注:①同一指标同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);②“-”表示无测量值;③表中数据是 n 个数值的平均值($n \geq 30$)

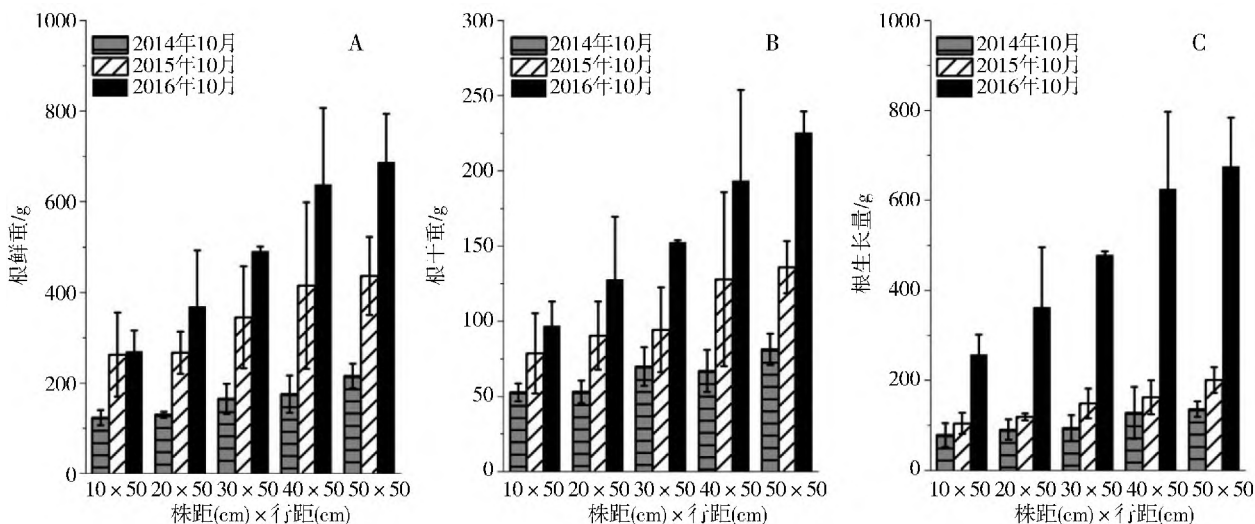


图 1 唐古特大黄年际间产量变化趋势
A. 根鲜重 B. 根干重 C. 根生长量

由表 2 可知:3 个生长年际之间进行多重比较,随着生长年限的增加,2016 年 10 月唐古特大黄生

长发育指标(除折干率)和产量指标显著高于 2015 年 10 月和 2014 年 10 月($P < 0.05$);2015 年 10 月唐

表 2 年际间唐古特大黄生长发育及产量指标差异显著性分析

年际对比量指标	根长度/cm	根直径/cm	折干率/%	根鲜重/g	根干重/g	根生长量/g
2014 年 10 月	-	-	40.30 ^c	162.24 ^a	64.76 ^a	147.17 ^a
2015 年 10 月	31.28 ^a	4.35 ^a	30.36 ^a	382.18 ^b	115.59 ^b	370.34 ^b
2016 年 10 月	38.71 ^b	5.07 ^b	33.18 ^b	490.55 ^c	159.06 ^c	479.46 ^c
概率 Pr > F(年份)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: ①同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); ②“-”表示无测量值; ③表中数据是 n 个数值的平均值 ($n \geq 30$)

古特大黄生长发育指标(除折干率)和产量指标显著高于 2014 年 10 月 ($P < 0.05$)。

2.2 月际间种植密度的不同对唐古特大黄生长发育和产量的影响 2015 年 5、7、10 月 2016 年 5、7、10 月月际间唐古特大黄的生长发育指标进行单因素方差分析结果见表 3,产量指标分析见图 2,月际间生长发育以及产量的差异多因素方差分析结果见表 4。

由表 3 可知:随着采收月份的不同,唐古特大黄的根长度、根直径、根鲜重、根干重以及根生长量呈现明显增长的趋势。2015 年和 2016 年三个不同采收月份之间,根长度的变化范围分别为 18.84 ~ 38.58 cm 和 24.12 ~ 48.91 cm,根直径的变化范围为 2.10 ~ 6.01 cm 和 2.70 ~ 6.93 cm,各生长发育指标明显增加。2015 年和 2016 年三个不同采收月份间折干率的变化范围分别为 13.00% ~ 45.86% 和

22.46% ~ 47.29%。方差分析表明:2015 年和 2016 年 3 个采收期中,在同一密度不同采收期,各指标之间具有显著性差异 ($P < 0.05$)。在同一采收期,随着种植株距的增大,各指标均呈现增加的趋势。当株距为 40 cm 和 50 cm 时,各采收季节(2015 年 5 月根长度和 7 月根长度和株高各密度之间未达到显著性)与其他株距相比均具有显著性差异 ($P < 0.05$)。人工栽培三年生和四年生唐古特大黄 3 个采收月份间产量指标变化如图 2 所示,从图 2-A1、A2、A3 可以看出:2015 年 5 月至 10 月,相同密度下根鲜重、根干重和根生长量均逐月增加,增加量明显。从根干重可以看出,从 5 月到 7 月显著增加,相同密度下 7 月的根干重均超过 5 月根干重 2.3 倍。7 月到 10 月根干重增长稍缓。从图 2-B1、B2、B3 可以看出:2016 年 5 月至 10 月,同一密度下根产量也呈现增加的趋势。当株距为 40 cm 时 7 月与 5 月相比,

表 3 唐古特大黄月际间生长发育指标的平均值和差异性

	株距(cm) × 行距(cm)	2015 年			2016 年		
		5 月	7 月	10 月	5 月	7 月	10 月
根长度/cm	10 × 50	22.03 ± 3.19 ^a	29.97 ± 2.28 ^a	26.18 ± 5.57 ^a	30.15 ± 1.83 ^a	30.35 ± 1.83 ^a	33.70 ± 2.08 ^a
	20 × 50	23.96 ± 0.94 ^a	27.66 ± 2.87 ^a	27.02 ± 1.80 ^a	30.60 ± 6.48 ^a	37.33 ± 3.09 ^b	37.83 ± 2.37 ^{ab}
	30 × 50	26.02 ± 3.05 ^a	30.27 ± 3.76 ^a	34.69 ± 0.87 ^b	34.77 ± 8.54 ^b	38.16 ± 2.67 ^b	42.30 ± 6.61 ^b
	40 × 50	25.84 ± 3.12 ^a	28.76 ± 1.68 ^a	34.18 ± 4.40 ^b	34.33 ± 2.31 ^b	37.05 ± 4.00 ^b	37.63 ± 3.75 ^{ab}
	50 × 50	25.89 ± 2.98 ^a	28.57 ± 3.13 ^a	34.31 ± 2.81 ^b	33.26 ± 4.64 ^b	37.12 ± 3.09 ^b	42.07 ± 4.19 ^b
根直径/cm	10 × 50	2.80 ± 0.08 ^a	2.99 ± 0.45 ^b	3.70 ± 0.30 ^a	3.00 ± 0.30 ^a	3.40 ± 0.20 ^a	3.73 ± 0.35 ^a
	20 × 50	3.19 ± 0.20 ^a	2.76 ± 0.66 ^a	3.84 ± 0.32 ^a	3.25 ± 0.43 ^{ab}	3.82 ± 0.19 ^{ab}	5.01 ± 1.01 ^b
	30 × 50	3.33 ± 0.05 ^a	4.62 ± 1.85 ^{ab}	4.42 ± 0.13 ^b	3.91 ± 0.18 ^b	4.42 ± 0.51 ^{bc}	5.04 ± 0.10 ^b
	40 × 50	3.97 ± 0.11 ^{ab}	4.73 ± 0.15 ^{ab}	4.80 ± 0.91 ^b	4.78 ± 0.45 ^c	4.85 ± 0.58 ^c	5.31 ± 0.38 ^{bc}
	50 × 50	4.98 ± 1.53 ^b	4.96 ± 1.07 ^{ab}	4.77 ± 0.23 ^b	4.76 ± 0.43 ^c	4.77 ± 0.59 ^c	6.42 ± 0.51 ^c
株高/cm	10 × 50	18.43 ± 0.49 ^a	49.37 ± 3.44 ^a	-	19.08 ± 2.75 ^a	59.65 ± 3.29 ^a	-
	20 × 50	23.41 ± 1.35 ^b	50.26 ± 4.75 ^a	-	18.21 ± 6.55 ^a	58.88 ± 9.52 ^a	-
	30 × 50	24.20 ± 1.90 ^b	47.23 ± 5.53 ^a	-	16.60 ± 4.33 ^a	64.35 ± 13.22 ^a	-
	40 × 50	26.91 ± 3.67 ^b	45.36 ± 15.51 ^a	-	19.50 ± 1.82 ^a	68.98 ± 13.51 ^a	-
	50 × 50	31.53 ± 2.41 ^c	48.68 ± 3.04 ^a	-	19.07 ± 7.04 ^a	60.50 ± 3.69 ^a	-
折干率/%	10 × 50	24.78 ± 1.42 ^c	37.01 ± 2.39 ^a	29.50 ± 1.43 ^{ab}	30.21 ± 3.60 ^b	37.74 ± 5.57 ^a	36.82 ± 10.47 ^a
	20 × 50	22.59 ± 0.79 ^b	37.75 ± 9.34 ^a	33.42 ± 4.51 ^b	24.78 ± 1.10 ^a	33.34 ± 4.17 ^a	34.67 ± 2.83 ^a
	30 × 50	15.12 ± 1.13 ^a	41.18 ± 4.55 ^a	27.00 ± 0.09 ^a	26.23 ± 3.55 ^b	32.66 ± 1.85 ^a	31.09 ± 0.80 ^a
	40 × 50	13.14 ± 1.17 ^a	34.31 ± 1.24 ^a	30.22 ± 0.59 ^{ab}	25.50 ± 3.04 ^{ab}	35.44 ± 4.23 ^a	30.17 ± 3.49 ^a
	50 × 50	13.58 ± 0.58 ^a	40.68 ± 5.18 ^a	31.67 ± 3.34 ^{ab}	24.23 ± 0.74 ^a	34.42 ± 2.53 ^a	33.12 ± 5.13 ^a

注: ①同一指标同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); ②“-”表示无测量值; ③表中数据是 n 个数值的平均值 ($n \geq 30$)

表4 月际间唐古特大黄生长发育及产量指标差异显著性分析

		根长度/cm	根直径/cm	株高/cm	折干率/%	根鲜重/g	根干重/g	根生长量/g
2015	5月	24.75 ^a	3.66 ^a	24.90 ^a	17.84 ^a	216.95 ^a	34.27 ^a	182.69 ^a
	7月	29.05 ^b	4.02 ^{ab}	48.18 ^b	38.19 ^c	269.03 ^b	92.29 ^b	346.31 ^b
	10月	31.28 ^c	4.35 ^b	-	30.36 ^b	382.18 ^c	115.59 ^c	370.34 ^c
概率 Pr > F(月份)		<0.001	0.066	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2016	5月	32.82 ^a	3.94 ^a	18.49 ^a	26.19 ^a	316.20 ^a	81.03 ^a	303.92 ^a
	7月	36.00 ^{ab}	4.25 ^b	62.47 ^b	34.72 ^b	379.91 ^b	131.19 ^b	367.64 ^b
	10月	38.71 ^b	5.07 ^c	-	33.18 ^b	490.55 ^c	159.06 ^c	479.46 ^c
概率 Pr > F(月份)		0.003	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001

注: ①同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); ②“-”表示无测量值; ③表中数据是 n 个数值的平均值 ($n \geq 30$)

根鲜重和根生长量无增加,分析可能的原因为植株产量的增加除了与植株个体自身的营养状况有关外,还跟植株根部周围的土壤营养成分、水分含量等有一定的关系。

行多重比较,随着生长期的增加,10月唐古特大黄生长发育指标(除折干率)和产量指标显著高于7月和5月($P < 0.05$);7月唐古特大黄生长发育指标和产量指标显著高于5月($P < 0.05$)。

由表4可知:2015年和2016年3个月际之间进

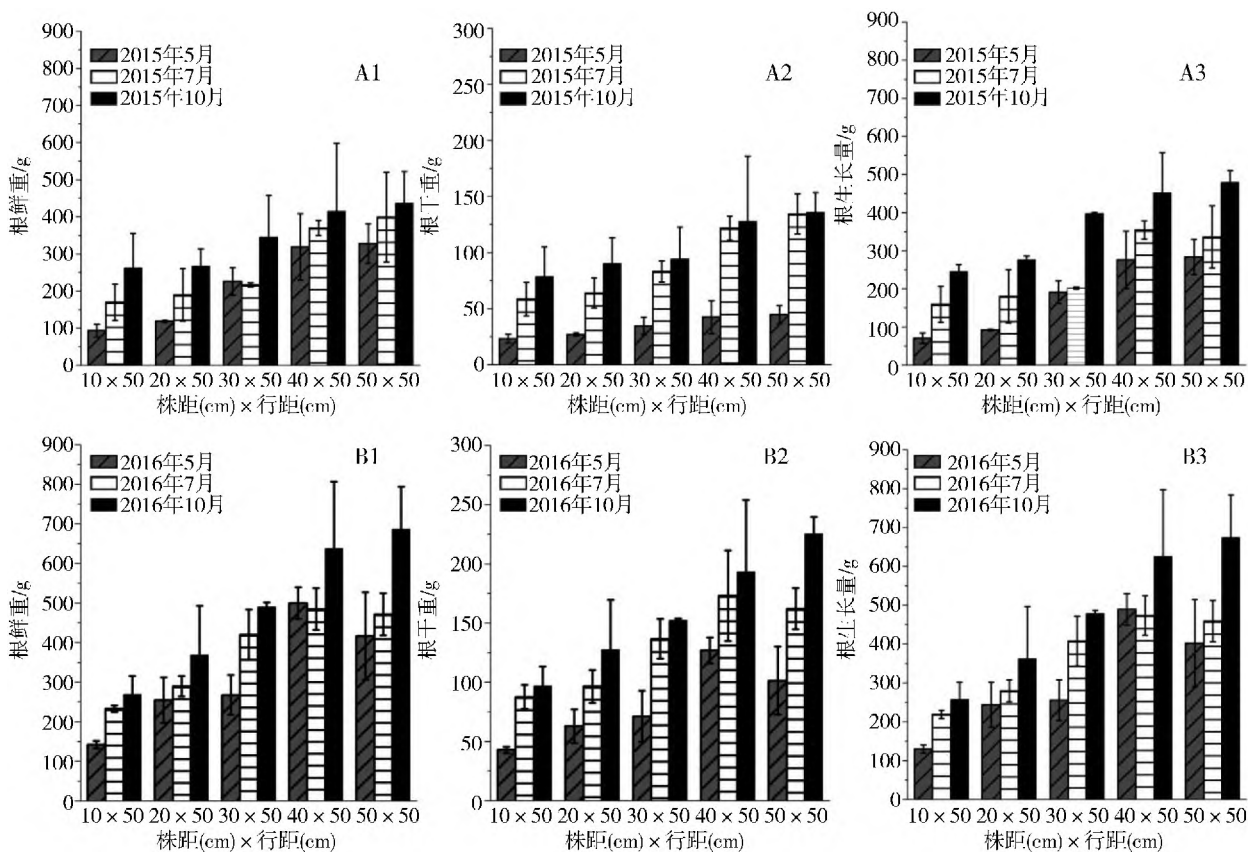


图2 唐古特大黄月际间产量变化趋势

A1B1. 根鲜重 A2B2. 根干重 A3B3. 根生长量

3 讨论

密度是影响唐古特大黄药用部位产量和品质的重要因素之一,唐古特大黄产量的高低,会影响其代谢产物的积累。因此,在保证产量的前提下,需要探究出唐古特大黄合理的种植密度保持其良好的生长形态及促进其干物质的增加和积累。本试验结

果表明:行距为50 cm,株距为40 cm或50 cm时,大黄的个体指标和产量基本都已达到最大值;为了达到经济效益最大化,同时能够达到土壤中养分的充分利用,建议将唐古特大黄种植密度(株距 × 行距)设置为30 cm × 50 cm或40 cm × 50 cm。齐浩⁽³⁾在甘肃甘南州卓尼县的研究表明:移栽密度宜设置株

距75 cm、行距90 cm,唐古特大黄的个体指标、产量和经济效益达到最高。与本实验之间的差异应该是两地生境不同所引起的。5月份采收的唐古特大黄的折干率明显低于7月份与10月份,说明在返青期唐古特大黄充分吸收环境中的水和养分,从而根鲜重增加相对根干重较大。药材采收期也是影响药材产量与品质的重要因素,中国药典^[1]中记载:唐古特大黄适宜秋末茎叶枯萎或次春发芽前采挖。本试验从年际(2014年10月,2015年10月,2016年10月)和月际(2015年5、7、10月和2016年5、7、10月)对唐古特大黄各指标进行比较,四年生唐古特大黄产量明显高于两年生和三年生的产量,而且10月份产量明显优于5月份和7月份。因此,在生产上应以采收四年生唐古特大黄为主。采收期定为10月中旬前较为合理,时间过晚,土壤会形成冻土层,不适宜采挖。齐浩^[3]的研究表明:唐古特大黄的最佳采收年限为四年生,最佳采收季节为10月25日左右。李敏等^[4]研究表明:大黄定植于第3年

或第4年秋末冬初时采收。本研究结果与之相吻合。

青海省互助县东沟乡唐古特大黄的种植密度宜将株距与行距设置为30 cm×50 cm或40 cm×50 cm,于10月中旬前进行采收,四年生唐古特大黄较为合理。本试验结果是唐古特大黄移栽后三年内的生长状况,五年生甚至更多年生的唐古特大黄合理的种植密度和采收期还需要进一步探究。

参 考 文 献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 23-24.
- [2] 薛国菊, 何兰, 潘宣. 中药大黄的资源与开发利用研究[J]. 中国野生植物资源, 1995, 3(2): 1-5.
- [3] 齐浩. 唐古特大黄规范化栽培关键技术研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015.
- [4] 李敏, 卫营芳. 中药材 GAP 与栽培学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2006: 161.