

# 《大黄栽培技术规程》国家标准

## 编制说明（征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1、任务来源

本标准的制定任务是根据 2021 年 12 月国家标准化管理委员会下发了《国家标准管理委员会关于下达 2021 年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》，国标委发[2021]41 号的文件精神，标准名称《大黄栽培技术规程》，计划编号是 202114563-T-432。该计划由全国经济林产品标准化技术委员会归口，主管部门为国家林业和草原局。

#### 2、标准制定的目的意义

大黄为蓼科大黄属植物掌叶大黄 (*Rheum palmatum* L.)、唐古特大黄 (*Rheum tanguticum* Maxim.ex Balf.)和药用大黄 (*Rheum officinale* Baill.)的干燥根及根茎。主产于甘肃、青海、陕西、重庆、四川、湖北等省市，大黄是闻名世界的重要药材之一，具有泻下攻积，清热泻火，凉血解毒，逐瘀通经，利湿退黄等功效。用于实热积滞便秘，血热吐衄，目赤咽肿，痈肿疔疮，肠痈腹痛，瘀血经闭，产后瘀阻，跌打损伤，湿热痢疾，黄疸尿赤，水肿等症。大黄有极其重要的药用和经济价值，制定大黄栽培技术规程，对规范大黄生产、提升大黄品质、保障大黄药源具有十分重要的意义。

其中，全国掌叶大黄种植面积 8 万亩，产量 3.2 万吨，产值 1.6 亿元。甘肃主产区农户种植大黄户均收入达到 2.2 万元，人均收入达到 4200 元。现有礼县大黄科技有限公司、春天药业、鑫晟源公司、陇海中药材公司等中药加工营销企业，有专业合作社 120 个，药材初加工户 3000 多户，贩运专业户 300 多户。掌叶大黄质地坚实，气味清香，断面深黄色，朱砂点，槟榔茬，锦纹清晰，药用成份含量高，品质优良。甘肃省礼县是主要道地产区之一。2004 年礼县大黄获得了国家原产地地理标志保护产品认证，2006 年完成了礼县大黄无公害产品认证。

唐古特大黄种植面积 2 万亩，年产值 1.5 亿元。种植主要集中在青海、甘肃和川西高原地区，其中青海省的主要种植区域为黄南藏族自治州、果洛藏族自治州、海南州兴海县、海北州门源县及海东地区；甘肃省的主要种植区域为甘肃甘南地区的合作市；四川省主要种植区域为甘孜藏族自治州境内的白玉县及若尔盖县、阿坝县、壤塘县等。地理分布范围大致为 32°31'~39°05'N，97°49'~103°04'E，海拔 2800~4700 m。唐古特大黄作为青海著名的地道地产药材的原植物，药材名称为西宁大黄、锦纹大黄等。作为青海特产加工精品，唐古特大黄以其质地优良、色泽鲜亮、油性大、有效成分高、纯天然、无污染而驰名中外，俗称“箱黄”，是青海量大质优的地道药材之一，除大量供给国内市场外，也是主要的出口产品，产品大多畅销国外，品质之好为其它省区不可比拟。

药用大黄全国种植面积约 9 万亩，产量约 2.3 万吨，产值约 3.0 亿元。主要分布于陕西南部、四川、重庆、湖北西部、贵州北部、云南东北部和河南西南部，商品名‘南大黄’其中，商品药用大黄的主产区在重庆市奉节县、酉阳县，湖北省恩施市，四川省平武县、北川县等地。四川省药用大黄种植面积 4.65 万亩，产量 2 万吨，年产值 2.25 亿元；重庆、湖北恩施地区药用大黄种植面积 3.11 万亩，产量 1.55 万吨，年产值 1.24 亿元。陕西省种植药用大黄种植面积 2 万余亩，产量 1 万吨，年产值 0.96 亿元。药用大黄主根粗大，产量高。

随着大黄人工栽培的大面积规模化种植，病虫害发生普遍、入药品质不稳定等因素造成市售栽培大黄质量参差不齐，对产量和品质造成巨大的威胁，成为制约大黄产业可持续发展的重要因素，对当地药农经济带来巨大损失。例如随着种植年限增加，轮作年限缩短，目前掌叶大黄的根腐病、轮纹病、蚜虫，药用大黄的根腐病、根腐病等病虫害有加重趋势，导致产量和品质难以提高。传统上掌叶大黄采用 4 年生开始抽薹的植株采收种子，但现在普遍用 3 年生大黄单株采收种子，导致晚熟种质资源被淘汰，3 年生大黄普遍抽薹，药农只能 2 年生采收药材，出现大量蒽醌含量达不到药典标准的现象。药用大黄近年来栽培面积快速扩大，重庆东部、湖北西部、陕西南部大面积推广种植药用大黄，生产中大多采用子芽繁殖，存在多代无性繁殖导致种质退化，病害加重的问题，而且药农栽培以产量为第一目标，忽视含量，将传统低产优质的品种淘汰，大面积种植高产低含量品种，也导致药用大黄有品质下降趋势。不同地区生产技术指标差异较大，不能实

现优质优价。

为了促进大黄产业又快又好的发展，迫切需要制定大黄栽培技术规程国家标准，从生产源头严把质量关，生产优质、高产、生态安全的大黄产品，实现大黄产品走向国家市场。因此，如何进一步完善并规范大黄药材栽培关键技术，提高栽培大黄药材质量，使其质量稳定可靠是大黄产业发展中亟待解决的首要问题。

在国内外标准现状方面，目前我国颁布现行的大黄相关标准主要以地方标准为主，没有相关国家标准或行业标准。这些已经发布的大黄地方标准包括甘肃省市场监督管理局颁布的 DB62/T2310-2021 地理标志产品 礼县大黄 DB62/T4523-2020 掌叶大黄种子繁育规程、DB62/T4252-2020 掌叶大黄种苗繁育规程，湖北省质量技术监督局颁布的 DB42/T1370-2018 中药材马蹄黄生产技术规程、DB42/T945-2014 中药材掌叶大黄种子生产技术规程，四川省原质量技术监督局颁布的 DB51/T2493-2018 大黄种植技术规程，重庆市质量技术监督局颁布的 DB50/T646-2015 大黄绿色种植技术规程，青海省市场监督管理局颁布的 DB63/T1895-2021 唐古特大黄栽培技术规程等。

综上所述，由于缺乏相应大黄栽培技术标准，全国的大黄目前存在着栽培技术粗放、田间管理技术不规范、初加工质量较差等问题，从而导致大黄产量低下、产品质量良莠不齐以及入药品质不稳定。为科学指导大黄产业健康发展，制定《大黄栽培技术规程》国家标准，以便规范大黄的标准化种植、规范化管理，提高大黄的质量和产量。从源头上保障出口大黄品质，提升出口大黄的国际竞争力，促进大黄及其相关产业的规范化生产和可持续发展，具有重大意义。

### **3、主要工作过程**

#### **3.1 标准草案形成**

制定计划下达后，成立了由起草单位有甘肃大黄研究院有限公司、中国标准化研究院、甘肃农业大学、深圳市标准技术研究院、中国科学院西北高原生物研究所、四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所、重庆市中药研究院、青海大学、礼县春天药用有限公司等单位参加的起草工作组。2021年11月前后牵头单位组织相关起草单位考察药用大黄、唐古特大黄栽培技术，调研相关企业，对接参加起草单位和起草人员，收集相关资料。

2022年3月9日和2022年3月28日，标准起草工作组分别以视频会议形

式，召开两次标准起草工作会，会议中确定《大黄栽培技术规程》国家标准草案整体框架，初步形成标准草案。

### **3.2 形成标准讨论稿**

起草工作组于 2022 年 4 月 11 日以视频会议形式召开《大黄栽培技术规程》国家标准起草第三次工作会。参加单位包括甘肃大黄研究院有限公司、中国标准化研究院、甘肃农业大学、中国科学院西北高原生物研究所、四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所、重庆市中药研究院、青海大学、礼县春天药用有限公司在前期研究工作基础上，与会专家和代表对前两次会议形成的标准草案，围绕开展相关技术指标的试验和论证，充分讨论了主要技术内容，主要包括产地环境、基地建设、栽培技术、种苗选择、田间管理、采收、文件记录和档案管理等方面。会后由起草工作组根据会议讨论确定的内容，形成标准草案讨论稿。

### **3.3 标准研讨及标准征求意见稿形成**

2022 年 4 月 21 日起草工作组邀请中国中医科学院中药研究所、中国医学科学院药用植物研究所、山东中医药大学药学院、西安交通大学药学院、兰州大学药学院、四川省中医药科学院、江西中医药大学、中国林科院亚热带林业研究院 9 位行业专家召开标准文本的专家研讨会。根据专家意见，起草工作组对草案进行了逐条逐句的讨论，并对标准草案进行了修改，形成标准征求意见稿及其编制说明。

### **3.4 标准征求意见**

本标准拟征求中国中医科学院中药研究所、中国医学科学院药用植物研究所、山东中医药大学药学院、西安交通大学药学院、兰州大学药学院、四川省中医药科学院、江西中医药大学、中国林科院亚热带林业研究院、甘肃中医药大学、甘肃省农科院中药材研究所、西北师范大学生命科学院、成都中医药大学、甘肃省经济作物推广总站、四川农业大学、西南民族大学、青海师范大学、礼县农业技术推广中心等科研和技术机构，甘南百草生物科技开发有限公司(唐古特大黄)、礼县大黄科技有限公司、礼县陇海农业有限责任公司、西藏神猴药业有限责任公司、青海丹珠高原农畜产品开发有信心公司等龙头企业。同时征求国家中医药管理局、农业农村部种植司经作处、全国农业技术推广中心经作处、甘肃省林草局、甘肃省农业厅、青海省林草局、四川省农业农村厅、四川省中医药管理局、四川

省园艺作物技术推广总站、青海省海东市乐都区林业和草原局、市场总局认证监管司标准处、中国中药材协会、中华民族医药协会、中国保健协会、中国医药保健品进出口商会等管理部门和行业协会的意见。

### 3.5 主要起草单位及人员分工

起草单位有甘肃大黄研究院有限公司、中国标准化研究院、甘肃农业大学、深圳市标准技术研究院、中国科学院西北高原生物研究所、四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所、重庆市中药研究院、青海大学、礼县春天药用有限公司等。

表 1 项目主要参加单位及人员分工

序号	姓名	工作单位	专业	职称	分工
1	张春晖	甘肃大黄研究院有限公司	大黄种植管理	董事长	主要起草人，负责标准起草全面工作。
2	韩旭	甘肃大黄研究院有限公司	大黄种植管理	总经理	主要标准起草人，负责标准制定的组织和实施。
3	席兴军	中国标准化研究院	农业标准化	研究员	负责标准制定技术工作
4	陈垣	甘肃农业大学	大黄种植	教授	参加标准文本起草，编制说明撰写。
5	杨志花	深圳市标准技术研究院	农业标准化	研究员	参加标准文本起草，编制说明撰写。
6	孙晴	中国科学院西北高原生物研究所	大黄种植技术研究	研究员	参加标准文本起草，编制说明撰写。
7	廖海浪	四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所	大黄种植技术研究	研究员	标准撰写修改
8	瞿显友	重庆市中药研究院	大黄种植技术研究	研究员	参加标准文本起草，编制说明撰写。
9	田丰	青海大学	大黄种植技术研究	教授	参加标准文本起草，编制说明撰写。
10	张淼	礼县春天药用有限公司	大黄种植技术	董事长	参加标准文本起草，编制说明撰写。

## 二、编制原则和标准主要内容的论据

### 1、编制原则

本标准编制遵循：“科学、规范、适用”的原则，考虑标准的前瞻性、指导性  
及生产实际可操作性，兼顾大黄药材的产量和质量，具有适用性，可以作为政府  
相关部门监督、指导生产的依据，在生产上切实可行，可为大黄药材产业生产朝  
着健康的方向发展提供保障。

本标准按照《国家标准管理办法》和 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1  
部分：标准化文件的结构和起草规则》等规定要求编制，并根据项目单位前期研  
究基础及成果资料进行编写，符合国家产业可持续发展的相关规定。

### 2、标准主要内容的依据

#### 2.1 标准名称

本规程中文名称为“大黄栽培技术规程”，大黄药材有 3 个基原植物，英文名  
如果用植物拉丁名会很长，最初用 Code of practice of cultivation for *Rheum*  
*palmatum*、*Rheum tanguticum* and *Rheum officinale* Baill.，在标准名称中无法表述。  
而且 3 个基原植物的拉丁名用名在名称上较为混乱，经过数次讨论和专家征求意  
见，起草工作组确定采用中华人民共和国药典药材拉丁名，即为 Code of practice  
of cultivation for RHEI RADIX ET RHIZOMA，主要是考虑大黄作为商品进行种  
植，用药材名较为方便，其次是考虑不包括野生的大黄。

#### 2.2 范围

《中华人民共和国药典》2020 版一部收录大黄基原植物为掌叶大黄、唐古  
特大黄、药用大黄，本文件参照药典，限定范围为此 3 种大黄。

#### 2.3 名词术语

2.3.1 “大黄”术语是根据中华人民共和国药典的相关表述确定，同时与标准名称  
当中的表述保持一致。

2.3.2 “子芽”是根据大黄栽培生产实践总结和权威专家讨论确定。

2.3.3 “打薑”是根据大黄栽培生产实践总结和权威专家讨论确定。

#### 2.4 生产环境

该部分参数的确定，主要根据掌叶大黄、唐古特大黄、药用大黄的主要传统种植区域、近年来甘肃农业大学、中国科学院西北高原所生物研究所、重庆市中药研究院、青海大学等大黄栽培研究机构在相关传统道地产区的试验性栽培情况和品质检测结果、《中国药材产地生态适宜性区划》（陈士林主编，2011）等因素综合确定。

掌叶大黄主产区主要在礼县、宕昌高海拔区，其海拔和气候指标范围为：海拔 1800~2500 m 高寒冷凉地区。年平均气温 5~10℃，年降水量 510~660 mm，无霜期 90~130 d，年日照数 1500~2700 h。

唐古特大黄的种植主要集中在青海、甘肃和川西高原地区。其中，青海省的主要种植区域为黄南藏族自治州、果洛藏族自治州、海南州兴海县、海北州门源县及海东地区；甘肃省的主要种植区域为甘肃甘南地区的合作市；四川省主要种植区域为甘孜藏族自治州境内的白玉县及若尔盖县、阿坝县、壤塘县等。这些地区海拔均在 2000 m 以上，年平均气温 0~8.6℃，冬季最低气温在-5.3~-10℃，夏季平均气温 20℃左右，无霜期 85~100 d，年降水量应为 300~500 mm，日照时数 2300~3500 h。因此，综合考虑不同唐古特大黄的栽培地区气候和海拔特点，确定标准中“唐古特大黄适宜海拔 2000~4500 m 高寒山区。年平均气温 0~5℃，年平均降水量 500 mm 以上，无霜期 85~100 d，年日照时数 1800~2300 h。

药用大黄主要产区为湖北恩施地区、重庆渝东南及渝东北、四川西北部、陕西镇巴等区域，这些地区的海拔 1300~3500 m，年平均气温 10℃，年降水量为 800~1800 mm，无霜期 150~180 d，年均日照时数为 1500~1960 h。

土壤要求是根据三个品种的道地产区的土壤特性综合凝练确定。“选择坡度在 25°以下的缓坡地上种植。”本条根据生产实际确定，大黄（这里不仅限于药用大黄，也适用于唐古特大黄）生长过程中根不耐涝，平地栽培需要注意防止因涝导致根腐病。25°以上的坡地种植药用大黄易致水土流失。

## 2.5 育苗

该部分规定了采种、整地、施肥、播种、苗床管理五个部分的内容，这些内容和技术条款、参数主要依据已经发布实施的甘肃省地方标准、青海省地方标准和重庆市地方标准相关条款，充分参考相关学术文章和部分实验结果，结合三个品种在实际生产栽培实践经验的提炼，基于国家标准制定过程所需的共性要素的

提炼后确定。

依据的地方标准主要包括甘肃省地方标准 DB62/T4523-2020《大黄种苗繁育技术规程》、DB62/T4252-2020《大黄种子繁育技术规程》、青海省地方标准 DB63/T 1895-2021《唐古特大黄栽培技术规程》及其编制说明、重庆市地方标准 DB50/T 646—2015《大黄绿色种植技术规程》及其编制说明、四川省地方标准《大黄种植技术规程》（DB51/2493-2018）、中华人民共和国农产品地理标志质量控制技术规范《利川大黄》。

参考文献主要有：[1].董瑞珍,陈垣,郭凤霞,李欠.掌叶大黄种苗质量分级标准.中国实验方剂学杂志, 2019, 25(24):104-110; [2].董瑞珍. 掌叶大黄质量标准及干燥方法研究.甘肃农业大学, 2019, 06(D); [3].张天铜, 陈垣,郭凤霞,曹师,齐浩. 不同播种量对甘肃礼县掌叶大黄育苗质量的影响. 草业学报, 2013, 22(04):99-105; [4].旦智草, 王元龙. 唐古特大黄的人工栽培试验.甘肃科技, 2012, 28(19): 161-162,151; [5].赵建军, 陈志宏. 甘南高寒冷凉区唐古特大黄栽培技术.中国农技推广, 2016, 32(11): 39,46; [6].陈玉花, 唐青萍. 甘南地区唐古特大黄高产栽培技术. 农业科技与信息, 2017(03): 90, 94; [7].潘水站,刘莉,张杰,张小玉. 掌叶大黄种子育苗试验研究.现代农业科技, 2012,19:61-63; [8].陈红兰. 唐古特大黄栽培技术要点. 青海农技推广, 2005, (02): 48; [9].矫学立, 张付莲. 果洛洲唐古特大黄的栽培方法.中国科技信息, 2006, (05): 116; [10].王昌华, 刘翔, 银福军, 等. 大黄种子质量分级标准研究.时珍国医国药, 2009, 20(7):1605-1606; [11].中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志·第一卷. 西宁: 青海人民出版社, 1997, 155-156; 12. 黄凤, 蒋桂华. 大黄栽培研究进展. 中药材, 2019, 42(01): 230-234 等等。相关的试验和结果详见本文件第三部分。

## 2.6 栽培

该部分分别规定了选地、整地、移栽、田间管理、主要病虫害防治五个方面。这些内容和技术条款、参数主要依据已经发布实施的甘肃省地方标准、青海省地方标准和重庆市地方标准相关条款,充分参考相关学术文章和部分实验结果,结合三个品种的实际生产栽培实践经验的提炼,基于国家标准制定过程所需的共性要素的提炼后确定。

依据的地方标准主要包括甘肃省地方标准 DB62/T 1490-2014《陇南市掌叶大

黄生产技术规程》、DB62/T4252-2020《大黄种子繁育技术规程》、青海省地方标准 DB63/T 1895-2021《唐古特大黄栽培技术规程》及其编制说明、重庆市地方标准 DB50/T 646—2015《大黄绿色种植技术规程》、四川省地方标准 DB51/2493-2018《大黄种植技术规程》及其编制说明、中华人民共和国农产品地理标志质量控制技术规范《利川大黄》。相关的试验和结果详见本文件第三部分。

参考的主要学术文献包括：[1].安桃芳,马秀.唐古特大黄的人工栽培技术.中国农业信息,2016(15):151;[2].杨俊莲,王昌华,刘翔,刘光昆,秦松云.药用大黄常见病虫害种类及防治技术研究[J].资源开发与市场,2009,25(9):779-780;[3].李玉成.唐古特大黄丰产栽培技术[J].农机使用与维修,2021,(07):149-150;[4].沈娜,崔玉磊,徐文华,周国英,杨路存.种植密度和采收期对唐古特大黄生长发育和产量的影响[J].中药材,2017,40(06):1253-1257;[5].青海省地方志编纂委员会.青海省志(十二)·农业志·渔业志[M].西宁:青海人民出版社,1993,25-27,33-36;6.青海省种植业区划.青海省农林厅种植业区划组[M].西宁:青海人民出版社,1985,9-11;[6].黄凤.白玉县大黄栽培部分关键技术及药材质量评价研究[D].成都中医药大学,2019;[7].戴维,陈杰,叶坤浩,等.川西高原唐古特大黄规范化种植技术简介[J].南方农业,2021,15(34):57-60;[8].齐浩.唐古特大黄规范化栽培关键技术研究[D].甘肃农业大学,2015;[9].彭建平,陈永刚.大黄标准化栽培技术.农业与技术,2017,37(14):98-99;[10].任杰,杨滢,缙慧君.镇巴县仿野生栽培大黄的基地优选及产品质量评价.西北药学杂志,2020,35(2):187-189;[11].刘金艳.礼县掌叶大黄病虫害防治技术,农业科技与信息.2019,07(564):38-39等。

## 2.7 采收、初加工与贮藏

该章内容和技术条款和参数,主要依据已经发布实施的甘肃省地方标准、青海省地方标准和重庆市地方标准相关条款,充分参考相关学术文章和部分实验结果,结合三个品种的实际生产栽培实践经验的提炼,基于国家标准制定过程所需的共性要素的提炼后确定。依据的地方标准主要包括甘肃省地方标准 DB62/T4523-2020《大黄种苗繁育技术规程》、DB62/T4252-2020《大黄种子繁育技术规程》、青海省地方标准 DB63/T 1895-2021《唐古特大黄栽培技术规程》及其编制说明、重庆市地方标准 DB50/T 646—2015《大黄绿色种植技术规程》

及其编制说明、中华人民共和国农产品地理标志质量控制技术规范《利川大黄》。  
相关的试验和结果详见本文件第三部分。

参考的主要学术文献包括:[1].董瑞珍.掌叶大黄质量标准及干燥方法研究.甘肃农业大学, 2019, 06(D); [2].冯银平,帖晓燕,张云鹤.掌叶大黄“柴禾”熏制加工过程中成分及体外抗氧化活性动态变化.中成药, 2021, 43(6):1526-1530; [3].王昌华,刘翔,银福军,等.大黄种子质量分级标准研究.时珍国医国药, 2009, 20(7):1605-1606; [4].马琴国.礼县掌叶大黄种植与产地加工关键技术.农艺农技, 2019, 21 (581) :31-34; [5].杨秀娟,马冬妮,戴海蓉.掌叶大黄产地加工与炮制一体化可行性的探讨.时珍国医国药, 2019, 30 (2):328-330; [6].李芸,苗小楼,吴平安.大黄不同品种不同产地加工品的蒽醌含量比较.药物分析杂志, 2012, 32(12):2257-2261; [7].宋平顺,晋小军,赵建邦.不同加工方法对掌叶大黄中蒽醌类和酚酸类成分的影响.中国现代中药, 2012, 14(6):46-49 等等。

### 三、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

#### 1、掌叶大黄

##### 1.1 不同播种期对大黄产量和质量的影响

采用单因素随机区组设计，播种时期设 4 月 4 日、4 月 9 日、4 月 14 日、4 月 19 日、4 月 24 日、4 月 29 日等 6 个水平，3 次重复，播种量为 45 kg/hm<sup>2</sup>。小区面积 4.2 m<sup>2</sup>（1.2 m×3.5 m），走道宽 40 cm。播种方法采用条播，每小区种 6 行，行距 20 cm。试验于 2016 年 4 月 29 日播种结束。

表 2 不同播种期对掌叶大黄种苗质量的影响

播种期 (m.d)	单种苗鲜重 (g/plant)	根粗 (cm)	根长 (cm)	TTC 还原强度 [μg/(g.h)]
4.4	16.64±1.66abAB	1.60±0.15aAB	20.57±1.00aA	73.12±3.67aA
4.9	14.40±1.28cBC	1.52±0.13abAB	18.81±0.79abA	59.25±3.23bcC
4.14	14.79±1.39bcBC	1.59±0.26aAB	18.86±1.39abA	62.19±2.81bBC
4.19	18.33±0.9aA	1.75±0.19aA	19.63±1.8abA	70.19±3.33aAB
4.24	13.55±0.5cBC	1.55±0.14abAB	18.78±2.04abA	56.05±4.41bcC
4.29	12.64±0.7cC	1.32±0.11bB	17.91±1.30bA	52.59±2.57cC

4 月 19 日播种掌叶大黄种苗个体发育最佳，单种苗鲜重最大，根粗和根长

均达到较好的水平。

播种期对掌叶大黄种苗质量有重要影响，对种苗个体质量指标、种苗产量和产苗数都有极显著影响。播种期在 4 月 9 日~4 月 19 日范围内，随播种期延迟，种苗个体质量指标和种苗产量显著增加，但产苗数却显著减少。在该播种期范围内，种苗综合指标优异，个体发育良好，生长健壮，根系活力强，种苗产量高，产苗数多，是掌叶大黄育苗的适宜播种期。

### 1.2 不同播种量对大黄产量和质量的影响

采用单因素随机区组设计，播种量设 35 kg/hm<sup>2</sup>，45 kg/hm<sup>2</sup>，55 kg/hm<sup>2</sup>，65 kg/hm<sup>2</sup>，75 kg/hm<sup>2</sup>，85 kg/hm<sup>2</sup> 等 6 个水平，3 次重复。小区面积 4.2 m<sup>2</sup> (1.2 m×3.5 m)，走宽 40 cm。播种方法采用条播，每小区种 6 行，行距 20 cm。试验于 2016 年 4 月 6 日播种。

表 3 不同播种量对掌叶大黄种苗质量的影响

播种量 (kg/hm <sup>2</sup> )	根长(cm)	根粗(cm)	单种苗鲜(m.d)	TTC 还原强度 [μg/(g.h)]
35	18.49±1.1aA	1.58±0.04 aA	7.68±0.82 aA	74.34±1.66 aA
45	18.2±1abA	1.25±0.026bcB	6.83±0.42abAB	63.48±2.5bB
55	17.88±0.7abcA	1.28±0.055 bB	7.02±0.72abA	62.78±2.63bBC
65	18.09±0.79 abA	1.23±0.022 bcB	7.49±0.66 aA	65.10±1.40bB
75	16.16±0.81cA	1.19±0.074cBC	6.02±0.35bcAB	57.63±2.70cC
85	16.36±0.80bcA	1.08±0.027dC	5.27±0.37cB	50.20±1.25dD

播种量对大黄种苗质量和种苗产量均有极显著影响。播种为 65 kg/hm<sup>2</sup> 条件下大黄种苗综合指标优异，生长健壮，大小适中，种苗质佳，移栽成活率高。从育苗质量和经济效益考虑，大黄育苗适宜种子种量为 65 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.3 大黄最佳采收期的研究

试验选用的 2、3、4、5 年生掌叶大黄均采自礼县洮坪乡大山村，取生长均匀一致的植株，2、4、5 年生掌叶大黄在 11 月 8 日取样，每批取样 6 株。3 年生掌叶大黄从 9 月 29 日开始到土壤封冻为止，每 10 天取样 1 次，分别为 9 月 29 日、10 月 9 日、10 月 19 日、10 月 29 日、11 月 8 日、11 月 18 日，每次取样 6 株。每次取样后分别称重，记录地下部分鲜重，测其根长、主根长、主根粗，待干燥完成后称重，记录干重，计算折干率。

表 4 不同年限对掌叶大黄质量的影响

生长年限 (年)	芦荟大黄素 (%)	大黄酸 (%)	大黄素 (%)	大黄酚 (%)	大黄素甲醚 (%)	总蒽醌 (%)	浸出物 (%)
2	0.136	0.166	0.192	0.319	0.189	1.1	38.5
3	0.155	0.126	0.233	0.630	0.259	1.5	41.4
4	0.200	0.149	0.322	0.683	0.425	2.0	38.9
5	0.313	0.315	0.423	0.860	0.388	2.5	40.1

表 5 不同年限对掌叶大黄产量的影响

生长年限 (年)	根长 (cm)	主根长 (cm)	主根粗 (cm)	总鲜重 (kg)	总干重 (kg)	折干率 (%)
2	31.33	12.22	5.76	2.62	0.66	25.3
3	40.50	17.52	7.63	5.37	1.76	32.8
4	39.03	13.43	8.28	5.12	1.56	30.5
5	35.98	12.70	8.08	4.65	1.37	29.4

不同采收年限对掌叶大黄的产量有不同的影响,第3年是掌叶大黄地下部分生长最快速和关键的时期,也是大黄产量的形成期。4、5年生掌叶大黄根长、主根长、折干率低于3年生,而主根粗最高;这是因为4、5年生掌叶大黄抽薹加重且根腐病发生较严重,导致大黄的产量下降,所以,应当采收3年生掌叶大黄,既可以保证质量,又可提高产量。

表 6 不同采收期对掌叶大黄质量的影响

采收期 (月/日)	芦荟大黄素 (%)	大黄酸 (%)	大黄素 (%)	大黄酚 (%)	大黄素甲醚 (%)	总蒽醌 (%)	浸出物 (%)
09.29	0.150	0.187	0.173	0.329	0.230	1.2	37.1
10.09	0.157	0.156	0.188	0.328	0.222	1.2	42.7
10.19	0.175	0.125	0.160	0.462	0.235	1.3	44.2
10.29	0.171	0.254	0.237	0.354	0.196	1.4	41.9
11.08	0.183	0.276	0.200	0.376	0.268	1.5	46.9
11.18	0.150	0.205	0.208	0.370	0.216	1.5	44.4

不同采收期对3年生掌叶大黄的质量影响(表6)表明,芦荟大黄素、大黄酸、大黄素甲醚含量11月8日最高,大黄素、大黄酚、浸出物含量11月8日和11月18日最高。

表 7 不同采收期对掌叶大黄产量的影响

采收期 (月/日)	根长 (cm)	主根长 (cm)	主根粗 (cm)	总鲜重 (kg)	总干重 (kg)	折干率 (%)
09.29	33.20	14.13	7.62	4.35	1.20	27.5
10.09	40.55	12.08	7.74	5.84	1.70	29.1
10.19	43.77	16.15	9.25	7.55	2.39	31.7
10.29	47.20	17.07	6.31	7.34	2.36	32.2

11.08	37.38	18.53	8.87	8.46	2.87	33.9
11.18	35.88	19.62	9.24	6.77	2.22	33.3

不同采收期对3年生掌叶大黄产量的影响(表7)表明。11月8日和11月18日最高。这是因为在11月份以前是掌叶大黄根部生长快速时期,进入11月份后,天气转冷,大黄根系不在生长,而根部有效成分却在不断积累饱和,含水量减少,折干率上升,产量增加。

在生产上采收3年生的掌叶大黄,其采收日期应在11月上旬进行采收。不同地区可按照当地气候条件对采收期进行适当的调整,因地制宜。在海拔较低,气温下降较缓慢的地区,在土壤结冻之前可在11月8日的基础上适当的延后;在海拔较高,气温下降较早的地区,可适当提前。

## 2、药用大黄

表8 温度对药用大黄种子发芽的影响(纸上,浸泡48h,无光照)

处理	发芽率%	5%显著性	发芽指数	5%显著性
15℃	93.0	a	10.32	a
20℃	94.67	a	11.36	a
25℃	93.3	a	11.21	a
30℃	46.67	b	5.88	b

药用大黄种子在15~25℃的发芽率与发芽指数差异不显著,而显著高于30℃的温度处理。综合来看,药用大黄种子在20~25℃发芽最快,且发芽潜力能充分表现。

表9 浸泡温度对药用大黄种子发芽的影响

处理	发芽率%	5%显著性	发芽指数	5%显著性
温汤浸泡2h	93.33	a	10.51	b
温汤浸泡4h	96	a	12.12	ab
温汤浸泡6h	97.33	a	12.70	a
室温浸泡48h	94.67	a	11.36	ab

温汤浸泡2h、4h、6h与室温浸泡48h的种子发芽率无显著性差异,但从发芽指数来看,温汤浸泡6h的发芽指数最高,综合表3的结果,选择温汤35℃浸泡6h作为最佳的发芽前处理。

表10 不同采集部位对药用大黄种子发芽的影响(20℃,无光照、蒸馏水浸泡48h)

处理	发芽率%	5%显著性	发芽势%	5%显著性
1上部	42	b	70	b
1中部	64	a	79	a

1 下部	38	b	52	c
2 上部	74	b	87	b
2 中部	98	a	96	a
2 下部	76	b	84	b

根据试验结果分析,不同产地的药用大黄种子中部采集部位的种子发芽率和发芽势明显高于上部和下部采集部位的种子发芽率。

表 11 干燥温度和切片厚度对药用大黄根茎 4 类功效组分成分含量的影响

分类	游离蒽醌类			结合蒽醌类		
	F 值	P 值	偏 eta <sup>2</sup>	F 值	P 值	偏 eta <sup>2</sup>
温度	7.247	0.000	0.905	65.962	0.000	0.913
厚度	136.24	0.000	0.901	61.786	0.000	0.815
温度·厚度	114.594	0.000	0.968	33.062	0.000	0.904

以游离蒽醌类为指标,药用大黄根茎最适宜干燥条件为干燥 温度 50℃、切片厚度 3 cm;以结合蒽醌类含量为指标,药用大黄根茎最适宜干燥条件为干燥 温度 40℃,切片厚度 5cm<sup>1</sup>。

表 12 不同产地药用大黄中 5 种游离蒽醌的含量 (n=3)

产地	类别	芦荟大黄素(mg/g)	大黄素(mg/g)	大黄素(mg/g)	大黄酚(mg/g)
四川	平均值	1.0998	2.6963	0.7964	3.0942
	RSD%	1.93	0.44	1.89	1.60
陕西	平均值	0.9783	2.3898	0.6847	2.894
	RSD%	1.52	0.55	2.86	0.31

不同产地芦荟大黄素、大黄素含量较接近,大黄酚则以四川最高。

同一生长年限,随海拔的升高,以及同一生长海拔范围,随生长年限的增加,大黄中蒽醌和鞣质类的量都呈现明显的上升趋势,有显著性差异。而光照(阴坡、阳坡)不同时,大黄中蒽醌和鞣质类的量无显著性差异,但其蒽醌和鞣质类量的均数阳坡高于阴坡。大黄人工种植宜选择海拔在 1400 m 以上,生长年限不低于 3 年,阳光直接照射的阳坡环境,有利于提高药用大黄中蒽醌和鞣质类化学成分的总量<sup>2</sup>。

1 丁一明,商彤,石玥,等.不同干燥工艺对药用大黄功效组分的影响.中国现代中药.2022.22(4):591-595

2 颜永刚,王红艳,邓翀,张岗,陈莹,沈霞,程虎印,彭亮.生长年限、海拔和光照对

药用大黄根据 DB50/T 646—2015《大黄绿色种植技术规程》、《农产品地理标识产品利川大黄》及相关研究文献制定。

### 3、唐古特大黄

#### 3.1 优良种质资源筛选

##### 3.1.1 唐古特大黄果实的植物学形态特征

大黄属植物果实的形态学特征为：瘦果 3 棱状，棱缘具翅，翅上各具 1 条明显纵脉，宿存花被不增大或稍增大。种子具丰富胚乳，胚直，偏于一侧，子叶平坦。其中唐古特大黄种子外观形态除具有上述特征外，其翅与果脐呈现褐色，种子部位黑色，且翅无皱缩现象。

唐古特大黄种皮的结构：由外向内依次为表皮、颓废的薄壁细胞、胚乳细胞。表层为一列呈不规则类长圆形的细胞，细胞外壁不均匀增厚；其下为颓废的薄壁细胞；胚乳细胞呈多角形，内含淀粉粒。种皮对种子萌发影响不大。唐古特大黄种子形态特征为瘦果具 3 翅，长圆形，基部心脏形，先端略有缺口，长 7~9.8 mm，宽 4~7 mm。

##### 3.1.2 唐古特大黄种子萌发特性研究

###### 3.1.2.1 温度和采集年限对唐古特大黄种子萌发的影响

不同类型唐古特大黄种子发芽率和萌发天数结果分别如表 13 和图 1 所示。

表 13 不同处理温度下大黄种子萌发率(%)

种子 类型 处理温 度(°C)	第一组			第二组			第三组			平均
	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	
30 °C										
样品 1	13	63	20.63	9	55	16.36	11	55	20.00	19.00
样品 2	48	59	81.36	29	47	61.70	46	62	74.19	72.42
样品 3	46	60	76.67	41	55	74.55	41	51	80.39	77.20
样品 4	25	67	37.31	37	65	56.92	25	55	45.45	46.56
样品 5	28	47	59.57	25	47	53.19	30	55	54.55	55.77
25 °C										
样品 1	28	58	48.28	29	51	56.86	26	56	46.43	50.52
样品 2	37	49	75.51	41	52	78.85	45	59	76.27	76.88

大黄中 8 种成分量的影响研究[J].中草药,2017,48(11):2285-2291.

样品 3	49	55	89.09	-	-	-	56	61	91.80	60.30
样品 4	40	60	66.67	31	43	72.09	35	50	70.00	69.59
样品 5	24	41	58.54	36	49	73.47	40	65	61.54	64.51
20 °C	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
样品 1	40	75	53.33	16	30	53.33	28	55	50.91	52.53
样品 2	59	62	95.16	49	54	90.74	47	51	92.16	92.69
样品 3	35	43	81.40	53	61	86.89	51	60	85.00	84.43
样品 4	36	44	81.82	42	54	77.78	45	56	80.36	79.98
样品 5	47	60	78.33	43	51	84.31	43	52	82.69	81.78
15 °C	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
样品 1	19	61	31.15	24	59	40.68	18	51	35.29	35.71
样品 2	32	52	61.54	41	62	66.13	36	55	65.45	64.37
样品 3	41	51	80.39	38	76	50.00	30	50	60.00	63.46
样品 4	39	77	50.65	27	80	33.75	27	60	45.00	43.13
样品 5	39	65	60.00	31	62	50.00	32	58	55.17	55.06
4 °C	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
样品 1	0	53	0.00	0	45	0.00	0	49	0.00	0.00
样品 2	0	46	0.00	0	62	0.00	0	52	0.00	0.00
样品 3	0	56	0.00	0	55	0.00	0	56	0.00	0.00
样品 4	0	65	0.00	0	43	0.00	0	64	0.00	0.00
样品 5	0	43	0.00	0	60	0.00	0	57	0.00	0.00

备注 样品 1-5 分别指采集 3 年栽培大黄种子, 采集 1 年栽培大黄种子, 采集 2 年栽培大黄种子, 采集 8 年野生大黄种子以及采集 1 年野生大黄种子。

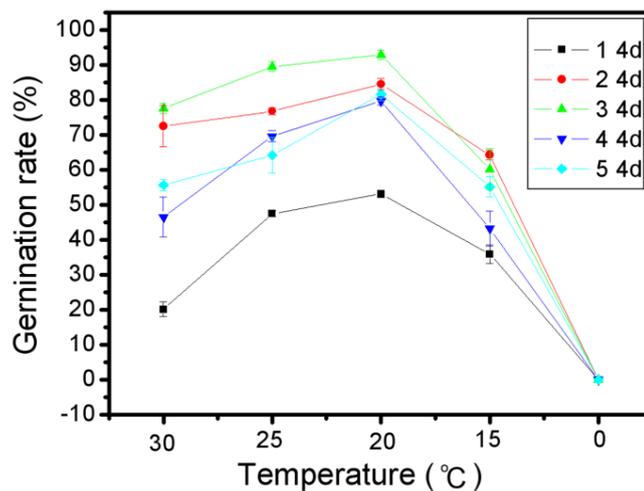


图 1 不同处理温度下唐古特大黄种子萌发天数

从图 1 和表 13 可看出, 唐古特大黄种子的发芽率与温度和种子贮存年限有密切的关系。具体表现如下:

①唐古特大黄种子的较适萌发温度在 15~25 °C 变温左右, 本试验中以 20 °C 萌发率较高, 略低于一般作物种子 25~28°C 的适宜萌发温度, 在此温度下唐古特

大黄种子均能迅速整齐的发芽，种子萌发天数为 4 天。随着温度逐步超过或低于 20 ℃，种子萌发率开始逐渐降低。在 4 ℃和 35 ℃时萌发率很低，几乎不萌发，萌发受到明显抑制。

②选择 20 ℃时为本试验较佳萌发温度时，栽培大黄种子与野生大黄种子萌发率变异幅度不大，CV 值仅为 0.19；说明种源基地收获的栽培大黄种子萌发特性与原生地野生种子差异不大，可逐步替代野生种子用于生产实践中。

③贮存时间对唐古特大黄种子也存在一定的影响。随着唐古特大黄种子贮存年限的增加，种子的萌发率有明显的下降趋势。种源基地栽培大黄种子随着贮存年限的增加，其种子的萌发率呈现降低的趋势，表现为贮存 3 年<贮存 2 年<贮存 1 年；野生大黄种子也表现出这种变化趋势。因此，贮存时间过长的唐古特大黄种子将直接影响萌发，需要进行种子检测。一般认为大黄种子均不耐贮藏，陈种的发芽率较低，贮存的时间也一般不超过 9 个月，贮存温度控制在 0~5 ℃，并保存于冷库或冰柜内。贮存期间要注意避免烟熏和强光照射等，还要随时注意检查防潮和虫蛀现象。

上述实验结果同时也说明，唐古特大黄的上述萌发特性表现出该植物长期对青海省高山气温日较差较大、冷凉生态环境的生理生态适宜性。同时，在高于 30℃的温度条件下，唐古特大黄的种子萌发受到抑制，提示对该植物进行引种栽培时，尤其是由高海拔地区向低海拔地区引种时，考虑到种子萌发，建议选择气候冷凉地区作为种植基地的首选。

### 3.1.2.2 激素对唐古特大黄种子萌发的影响

激素对唐古特大黄种子的萌发存在一定的抑制或促进作用，实验选择的激素类型为赤霉素（GA）。试验用唐古特大黄种子采自青海省果洛地区和种源基地栽培种子，海拔 3800~4200 m。设置了 9 个不同浓度赤霉素液浸种下的唐古特大黄种子的催芽试验。具体操作如下：准备 9 批干净种子，分别用浓度 0、50、100、150、200、250、300 ppm 的赤霉素溶液浸泡种子，以上述 20 ℃条件下进行的萌发率试验作为对照，每培养皿摆放浸泡过的种子 100 粒，每批处理重复 4 次，发芽温度 20 ℃，逐日记载发芽数，计算发芽率，不同年度采集的种子进行上述同样处理，结果见表 14 和图 2。

表 14 不同赤霉素处理浓度下唐古特大黄种子萌发率(%)

种子	第一组	第二组	第三组
----	-----	-----	-----

类型		处理浓度(ppm)								
样品 1	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
0	28	55	50.91	16	30	53.33	40	75	53.33	52.53
50	37	46	80.43	38	44	86.36	42	48	87.50	84.77
100	44	50	88.00	45	50	90.00	46	50	92.00	90.00
150	49	52	94.23	65	70	92.86	47	51	92.16	93.08
200	39	52	75.00	36	58	62.07	28	43	65.12	67.40
250	25	50	50.00	27	56	48.21	29	59	49.15	49.12
300	22	45	48.89	26	58	44.83	30	70	42.86	45.52
样品 2	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
0	23	44	52.27	17	40	42.50	19	45	42.22	45.66
50	28	41	68.29	24	37	64.86	28	39	71.79	68.32
100	40	47	85.11	41	45	91.11	34	42	80.95	85.72
150	32	45	71.11	27	38	71.05	33	46	71.74	71.30
200	21	38	55.26	22	48	45.83	33	50	66.00	55.70
250	21	40	52.50	23	41	56.10	23	41	56.10	54.90
300	25	51	49.02	24	46	52.17	23	43	53.49	51.56
样品 3	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
0	39	56	69.64	37	57	64.91	43	55	78.18	70.91
50	35	47	74.47	31	43	72.09	34	46	73.91	73.49
100	42	48	87.50	33	43	76.74	31	36	86.11	83.45
150	32	42	76.19	28	35	80.00	28	39	71.79	76.00
200	35	50	70.00	32	44	72.73	34	44	77.27	73.33
250	30	46	65.22	26	35	74.29	22	31	70.97	70.16
300	28	49	57.14	25	32	78.13	22	40	55.00	63.42
样品 4	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
0	17	40	42.50	19	39	48.72	18	39	46.15	45.79
50	25	42	59.52	28	40	70.00	22	40	55.00	61.51
100	29	42	69.05	28	41	68.29	37	44	84.09	73.81
150	37	45	82.22	29	33	87.88	22	34	64.71	78.27
200	19	34	55.88	13	30	43.33	20	32	62.50	53.91
250	23	41	56.10	20	33	60.61	21	40	52.50	56.40
300	15	43	34.88	12	32	37.50	10	26	38.46	36.95
样品 5	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	平均
0	23	42	54.76	32	44	72.73	19	33	57.58	61.69
50	26	38	68.42	23	30	76.67	20	29	68.97	71.35
100	29	40	72.50	27	37	72.97	28	39	71.79	72.42

150	28	35	80.00	22	34	64.71	24	31	77.42	74.04
200	35	38	92.11	20	28	71.43	29	32	90.63	84.72
250	23	37	62.16	21	34	61.76	27	41	65.85	63.26
300	21	35	60.00	25	28	89.29	20	32	62.50	70.60
备注	样品 1-5 来源同表 1。									

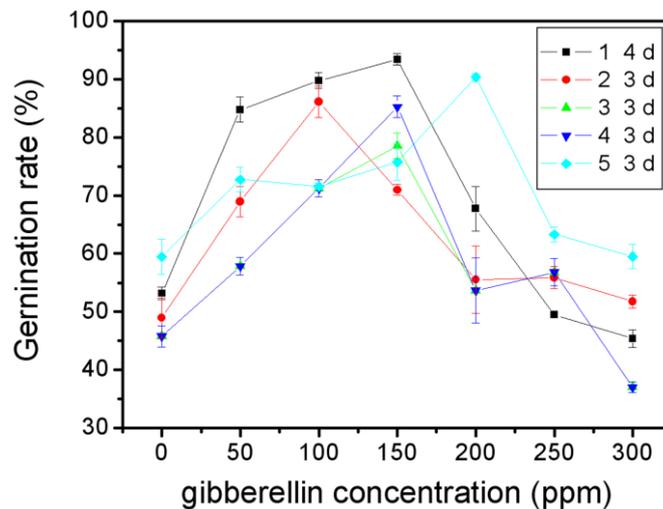


图 2 0~300 ppm 赤霉素处理下唐古特大黄种子萌发天数

从上述实验结果来看，利用赤霉素处理唐古特大黄种子，可有效地促进种子萌发率，具体表现如下：

①样品 1-5 的较适赤霉素处理浓度分别为 150、100、100、150、150 ppm；栽培大黄种子中，以样品 2 与 3 处理浓度一致，二者的贮存年限都较短，样品 1 种子贮存年限稍长，可见随着栽培种子贮存年限的增加，赤霉素处理浓度也有相应的升高。而这种变化在野生种子赤霉素处理浓度方面表现相反，即贮存时间长的反而赤霉素处理浓度低。值得进一步做深入探讨。

②0-300 ppm 赤霉素处理下大黄种子萌发天数在栽培样品与野生样品之间没有较大差异，样品 1 萌发天数为 4 天，其余为 3 天。

③野生唐古特大黄种子的萌发对较低浓度的赤霉素溶液变化不敏感，表现在与平均值相差不大，仅略高于或略低于平均值；唐古特大黄种子经赤霉素溶液处理后，其平均萌发率高于未经赤霉素溶液处理过的种子萌发率，表明赤霉素 GA 能够促进或刺激大黄种子的萌发。保存时间越长，其效果越明显。

### 3.1.2.3 不同赤霉素处理时间对唐古特大黄种子萌发的影响

确定了种子最适萌发温度和最适赤霉素处理浓度后,我们对赤霉素不同处理时间对唐古特大黄种子萌发的影响进行了研究,结果如表 3 和图 3 所示。样品 1 与 2 较适的赤霉素处理时间为 6 h, 其余三个样品均为 4 h。

综上所述: 种子萌发的试验结果为: 选着 1 号 150 ppm 处理 6 h 生长 4 天, 2 号 100 ppm 处理 4 h 生长 3 天, 3 号 150 ppm 处理 4 h 生长 3 天, 4 号 150 ppm 处理 4 h 生长 3 天, 5 号 200 ppm 处理 6 h 生长 3 天, 可达到 90% 以上的萌发率。

表 15 不同赤霉素处理时间下唐古特大黄种子萌发率(%)

种子 类型 处理 时间(h)	第一组			第二组			第三组			平均
	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	发芽	总数	萌发率	
样品 1 (4 天)										
0	16	30	53.33	40	75	53.33	28	55	50.91	52.53
2	31	45	68.89	35	55	63.64	36	51	70.59	67.70
4	48	61	78.69	52	60	86.67	48	53	90.57	85.31
6	65	70	92.86	47	51	92.16	49	52	94.23	93.08
样品 2 (3 天)										
0	17	40	42.50	19	45	42.22	23	44	52.27	45.66
2	37	53	69.81	38	48	79.17	45	55	81.82	76.93
4	55	58	94.83	48	59	81.36	27	51	52.94	76.37
6	41	45	91.11	34	42	80.95	40	47	85.11	85.72
样品 3 (3 天)										
0	37	57	64.91	43	55	78.18	39	56	69.64	70.91
2	47	52	90.38	46	53	86.79	45	56	80.36	85.84
4	40	48	83.33	50	56	89.29	53	56	94.64	89.09
6	33	43	76.74	31	36	86.11	42	48	87.50	83.45
样品 4 (3 天)										
0	19	39	48.72	18	39	46.15	17	40	42.50	45.79
2	39	49	79.59	45	56	80.36	35	52	67.31	75.75
4	42	51	82.35	48	51	94.12	49	57	85.96	87.48
6	29	33	87.88	22	34	64.71	37	45	82.22	78.27
样品 5 (3 天)										
0	32	44	72.73	19	33	57.58	23	42	54.76	61.69
2	43	54	79.63	41	52	78.85	34	48	70.83	76.44
4	40	46	86.96	45	57	78.95	48	53	90.57	85.49

6	20	28	71.43	29	32	90.63	35	38	92.11	84.72
备注			样品 1-5 来源同表 1。							

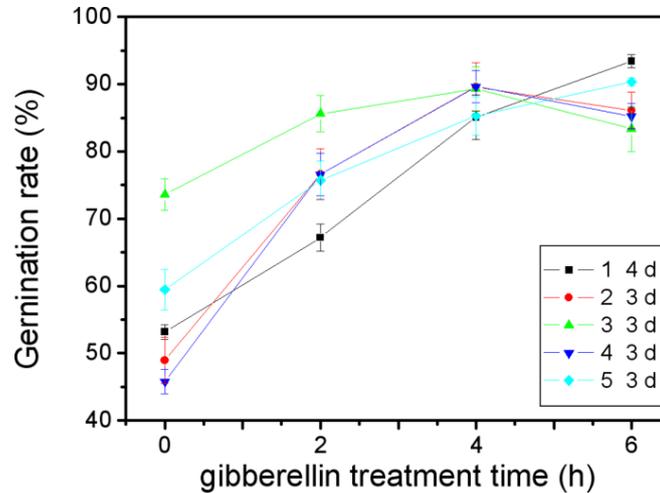


图 3 0~6 h 赤霉素处理时间对唐古特大黄种子萌发的影响

#### 3.1.2.4 种子播种前的预处理

根据上述唐古特大黄种子的萌发特性，种子外皮对其萌发影响不大，播种前可采用 18~20℃ 温水浸泡 6~8 h，浸后湿布覆盖催芽，或用 20~200 ppm 赤霉素浸种 1~2 天，期间翻动 1~2 次，待有 1~2 % 的种子开始萌动时，进行播种。该方法种子萌发率达 80 % 以上，且费用少，方便、安全可靠。

### 3.1.3 唐古特大黄种源基地建设

#### 3.1.3.1 种子大小分析

分别收集种源基地不同年限、不同地点栽培唐古特大黄种子和果洛州野生唐古特大黄种子，测定种子的长与宽。每一类型设置 3 组，每组 45 粒种子，分别记录其种子长与宽 (mm)，比较分析结果如表 4 和表 5 所示。可以看出，栽培唐古特大黄种子长约 6.81~7.68 mm，宽约 4.92~5.71 mm；野生唐古特大黄种子长约 6.83~9.54 mm，宽约 4.97~5.02 mm。方差分析结果如下：

①群加同一栽培地点不同栽培年限间大黄种子的长、宽均存在显著差异，其顺序为样品 1>样品 3>样品 2，这可能与不同年限气候条件的差别有关，说明唐古特大黄种子可能存在“大小年”问题。

②比较样品 6 (东峡乡) 与群加乡不同栽培地点种子大小，二者种子长度无显著差异，但宽度存在显著，东峡乡种子宽度大于群加；说明不同栽培地点对种

子大小存在一定影响。

③样品 4 与样品 5 的野生种子相比较，长度和宽度都存在显著性差异，样品 5 的种子显著大于样品 4 的种子。这可能还是与不同年限气候条件的差异有关。

④综合长度和宽度分析种子大小来看，样品 4 的种子大小与样品 1、2、3 之间无显著差异，且显著小于其他各栽培种。说明用来作为种源基地建设的原生地种源（样品 4）经过人工栽培后，在种子大小方面未发生显著差异，种源基地建设是初步成功的。

表 16 唐古特大黄种子大小单因素多重比较分析

种子长度 P 值	样品 1	样品 2	样品 3	样品 6	样品 4	样品 5
样品 1						
样品 2	0.000					
样品 3	0.000	0.445				
样品 6	0.000	0.214	0.048			
样品 4	0.000	0.339	0.089	0.770		
样品 5	0.000	0.011	0.067	0.000	0.001	

种子宽度 P 值	样品 1	样品 2	样品 3	样品 6	样品 4	样品 5
样品 1						
样品 2	0.000					
样品 3	0.000	0.002				
样品 6	0.544	0.000	0.000			
样品 4	0.000	0.329	0.023	0.000		
样品 5	0.000	0.000	0.653	0.001	0.007	

备注 样品 1-5 同前，样品 6 为湟源县采集 2 年栽培大黄种子。下同。

表 17 唐古特大黄种子大小分析结果

种子类型	来源	样品编号	种子大小 (mm)	
			长	宽
栽培	湟中县群加乡	1	7.68±0.18 a	5.71±0.12 a
		2	6.92±0.168 c	4.92±0.19 c
		3	6.99±0.22 b	5.25±0.24 b
	湟源县东峡乡	6	6.81±0.12 c	5.65±0.27 a
野生	果洛州	4	6.83±0.25 c	5.02±0.17 c
		5	7.16±0.17 b	5.30±0.22 b

备注 字母 a、b、c 如果不同代表差异显著，反之则差异不显著。下同。

### 3.1.3.2 种子千粒重分析

收集不同栽培年限与不同地点唐古特大黄种子，设置 3 个重复，每一重复内设置 3 组，组内种子测定重复 5 次，得到栽培与野生唐古特大黄种子千粒重（表 6 和表 7）。栽培期间，栽培种子千粒重逐年增大，基本呈现增长的趋势；且不同贮存年限种子千粒重大小差异显著，分别为样品 1<样品<样品 3。经逐年栽培后，种子千粒重大小逐步接近甚至有的已经超过原生地野生种子千粒重，可初步替代原生地野生种作为种源。

表 18 唐古特大黄种子大小单因素多重比较分析

千粒重 P 值	样品 1	样品 2	样品 3	样品 6	样品 4	样品 5
样品 1						
样品 2	0.000					
样品 3	0.000	0.000				
样品 6	0.000	0.000	0.000			
样品 4	0.000	0.360	0.020	0.000		
样品 5	0.000	0.000	0.680	0.000	0.010	

表 19 唐古特大黄种子千粒重(g)

种子类型	来源	样品编号	千粒重
栽培	青海省湟中县群加乡	1	8.218±0.45 a
		2	9.957±0.14 c
		3	10.379±0.46 b
	青海省湟源县东峡乡	6	11.531±0.43 a
野生	青海省果洛州	4	10.073±0.22 c
		5	10.431±0.21 b

### 3.1.3.3 种子结实量分析

唐古特大黄种子成熟在 8 月下旬至 9 月上旬，种子成熟时（大部分果实变成褐色时），于种源基地内随机选择 20 株生长发育状况均良好的健康植株（1 亩地范围内），分别剪下花茎，种子阴干或晒干脱粒精选后，称量得到植株的种子结实重量，如表 8 所示。可以看出，唐古特大黄单株种子结实量约为 142.59 g。按照每亩地保持植株 2500~2600 株计算，亩产 713~741 斤种子；按照 25 元/kg，一亩地种子收益约 8912~9263 元，经济效益比较可观。

表 20 唐古特大黄单株种子结实量 (g)

编号	结实量/g	编号	结实量/g	编号	结实量/g	编号	结实量/g
----	-------	----	-------	----	-------	----	-------

1	97.04	6	155.96	11	139.90	16	281.86
2	106.6	7	219.02	12	166.35	17	99.63
3	179.25	8	158.42	13	118.14	18	49.46
4	215.02	9	99.53	14	165.91	19	104.65
5	54.12	10	121.10	15	135.35	20	184.40
平均	142.59 g						

### 3.1.3.4 种子含水量分析

种子含水量的大小直接影响到种子贮藏的安全性。为此，我们进行了种子含水量大小的测定。目前，常用种子水分测定的标准方法是烘干减重法。即将种子样品分两份，放入称量盒内测定重量。置入烘箱内，在 40~45 °C 恒温下，烘干至恒重，取出称量盒，盖好盖子放入干燥器中冷却，约 30 min 后取出称重，记下重量。接着再放入 40~45 °C 的烘箱内烘 2 h，冷却后称重，直至后次称重和前次称重不超过 0.02 g 为止，记下最后一次重量作为烘干后重量。进行水分含量计算。公式如下：

$$\text{种子含水量 (\%)} = (\text{烘前试样重} - \text{烘后试样重}) / \text{烘前试样重} * 100\%$$

测定中要求称量准确度为 0.01 g；两份试样测定结果，差距不得超过 0.4%，否则重新测定。每一类型种子随机选取 3 组，每组 100 粒种子，按照上述试验方法，测定种子含水量，结果如表 9 所示。可以看出，栽培唐古特大黄种子含水量约在 4.51~5.23%，野生唐古特大黄种子含水量为 4.72% 左右，均在药种含水量的安全线以下，可直接入库贮存。同时还应注意定期入库检测种子含水量水平，确保种子贮藏的安全性。

表 21 唐古特大黄种子含水量测定结果(%)

种子类型	来源	样品编号	种子含水量(%)
栽培	青海省湟中县群加乡	1	4.51
		2	4.77
		3	5.23
野生	青海省果洛州	6	4.67
		4	4.72
		5	4.73

### 3.1.3.5 种源基地土壤理化性质分析

对所选两处种源基地与果洛州原生地土壤样品进行了分析，主要分析指标和方法如表 22 所示，分析结果见表 23。从营养成分检测指标来看，两处种源基地土壤养分条件大部分都优于原生地土壤条件，土壤 pH 值环境条件较为相似；重金属测定中，种源基地土壤中砷与汞含量都较低，铅与镉含量与原生地相比差别

不大。综合各项分析指标，选择群加乡和东峡乡作为种源基地是切实可行的，比较切合原生地土壤生境条件。

表 22 土壤样品检测分析方法

检验项目	检验方法	检验依据	使用仪器
全氮	半微量凯氏法	LY/T1228-1999	Tecator 1030 型自动定氮仪
全磷	碱熔-钼锑抗比色法	LY/T1232-1999	Cary50 紫外可见分光光度计
全钾	碱熔-火焰光度法	LY/T1234-1999	WGH-1A 型火焰光度计
碱解氮	碱解扩散法	LY/T1239-1999	28YX-500 型电热恒温培养箱
有效磷	碳酸氢钠提取—钼锑抗比色法	GB 12297-1990	Cary50 紫外可见分光光度计
速效钾	乙酸铵浸提—火焰光度法	LY/T1236-1999	WGH-1A 火焰光度计
有机质	重铬酸钾硫酸氧化—外加热法	LY/T1237-1999	—————
铅	火焰原子吸收法	GB/T1714-1997	WYX-9004 型原子吸收分光光度计
汞	原子荧光法	GB/T17136-1997	XGY-1016 型原子荧光光度法
镉	GFAAS	GB 15618-1995	日立 180-80 原子吸收分光光度计
砷	原子荧光法	GB/T17135-1997	XGY-1016 型原子荧光光度法
碳氮比	计算法	LY/T1237-1999	—————
全盐量	电导率法	LY/T1251—1999	DDS-12A 数显电导率仪
pH 值	电极法	LY/T1239—1999	pHS—25 型酸度计

表 23 土壤样品检测分析结果

检测指标	青海省湟中县群加乡	青海省湟源县东峡乡	青海省果洛州大武镇
全氮 (N, g/kg)	4.84	2.04	2.45
全磷 (P, g/kg)	0.97	1.02	0.59
全钾 (K, g/kg)	18.46	22.07	18.46
碱解氮(N, mg/kg)	335	145	191
有效磷(P, mg/kg)	11.00	42.8	4.20
速效钾(K, mg/kg)	582	291	111
有机质(g/kg)	109	33.56	45.76
砷 (mg/kg)	6.35	6.48	7.58
汞(mg/kg)	0.21	0.20	0.95
铅(mg/kg)	42.20	42.58	34.99
镉(mg/kg)	0.29	0.27	0.11
全盐量 (%)	0.048	0.035	0.026
碳氮比	13.06	6.19	10.83
pH 值(水:土, 2.5:1)	7.96	8.05	7.79

综上，可以得出唐古特大黄种植基地基本情况如表 24 所示。

表 24 唐古特大黄种源基地基本情况

地点	地形地貌	气候条件	土壤类型	植被特征
青海省 湟源县 东峡乡	高山峡谷地貌 (退耕还林地)	高原大陆性气候, 有垂直差异, 地势高低对气候影响较大。年平均温度-0.8~3.5℃, 降水分布不均, 年均降水量约 490 mm。年日照时数 2537.6 h。年太阳总辐射量 142.7~152.7 千卡/m <sup>2</sup> , 无霜期 27~71 d。	灌丛草甸土、 草甸土	原生植被为林缘、灌丛草甸、草甸
青海省 湟中县 群加乡	浅山丘陵沟壑 (退耕还林地)	高原大陆性气候, 年平均气温 0~5℃, 年均降水量 460~600 mm, 年蒸发量 900~1000 mm, 无年均日照时数 2588.3 h, 霜期 150-190 d。	灌丛草甸土、 草甸土	原生植被为林缘、灌丛草甸、草甸

### 3.2 生长发育特性研究

#### 3.2.1 高海拔地区唐古特大黄出苗及生长发育状况

表 25 给出了免浇灌人工种植条件下大黄的出苗率。可以看出, 种植第一年的 8 月, 越冬前大黄出苗率达到 3.07%, 育苗率为 50.9%; 第二年越冬前出苗率为 1.75%, 育苗率为 17%, 说明大黄苗均能正常出苗。经过一年栽培后, 旱地免浇灌种植条件下种苗越冬率为 57%, 育苗的越冬率为 34%, 具有较高的越冬率。从表 26 给出的唐古特大黄生长发育指标来看, 第一年大黄生长发育状况较为缓慢, 到第二年、第三年增长速度变快。以植株株高为例, 分别较第一年增长 94% 和 96%, 但是增长速率变缓。第三年 6 月, 植株开始萌发时, 一部分营养要供应越冬的生长发育需要, 故而略低于第二年 9 月份生长发育指标; 到第三年 7 月、9 月, 开始于第二年指标持平并超过, 整体呈现上升的增长趋势。总体而言, 受高寒地区恶劣的气候环境条件影响, 唐古特大黄植物生长发育十分缓慢, 幼苗移栽在 1-2 年均可。

表 25 青海省果洛州人工种植唐古特大黄出苗统计

采集时间	玛沁 (免浇灌种植) 出苗率/%	玛沁 (育苗) 育苗率/%
种植第 1 年 8 月	3.07	50.9
种植第 2 年 9 月	1.75	17.0
越冬率	57.0	34.0
备 注	免浇灌种植穴播方式按穴统计出苗株数, 按 3 组每组 20 穴; 育苗为撒播方式, 统计 10 个 25×25 cm <sup>2</sup> 平均株数。	

表 26 青海省果洛州人工种植唐古特大黄生长发育状况

时间	生长发育指标 (n=20)
----	---------------

	株高/cm	根长/cm	叶数/个	生物量/g			
				鲜重		干重	
				地上	地下	地上	地下
种植第 1 年 8 月	1.29	6.47	1.85	0.27	0.70	0.04	0.19
种植第 2 年 9 月	22.35	16.73	1.55	5.295	8.080	0.687	2.417
种植第 3 年 6 月	13.80	18.25	1.20	5.605	8.253	0.614	1.628
种植第 3 年 7 月	20.00	15.63	1.30	4.526	8.078	1.083	3.117
种植第 3 年 8 月	33.68	24.95	1.16	9.420	22.821	1.972	9.108

### 3.2.2 低海拔地区种植唐古特大黄生长发育状况

西宁低海拔地区种植大黄生长发育状况如图 4 和图 5 所示。可以看出,栽培唐古特大黄在整个生长季节中地上部分植株的高度从子叶出土开始其变化呈现出十分均匀的增高趋势,变化曲线是标准的一次曲线  $Y=7.618X-2.884$  ( $R^2=0.9975$ ),拟和的效果非常好;而地下部根长的生长的趋势是先慢后快,符合指数式的增长,拟和曲线方程  $Y=4.9089e^{0.3063X}$  ( $R^2=0.9692$ )。但是株高和根长的实际值跟变化趋势线在六月份处都存在微弱的偏离,主要的原因是六月份的降雨较多,株高根长增长较多。

叶片数目在整个生长季节之内变化不是很大,并没有随着植株的增高而增多,五月份大多数的植株是三片,从 6 月到 9 月份都是四片,虽然叶片的数目变化不大,但是叶片的面积却是在不断的增大。叶片数目的增长符合根茎植物的一般规律。叶片面积的增长是极其显著的,在 5 月初只有  $2.16\text{ cm}^2$ ,到了生长季后期时,达到  $100\text{ cm}^2$  多,叶片面积的增长符合幂函数方程:  $Y=1.5488e^{0.8868X}$  ( $R^2=0.9091$ ),叶片面积的增加跟地上生物量的增加有明显的正相关关系,叶面积的加大增强了大黄地上营养器官合成有机物的能力。

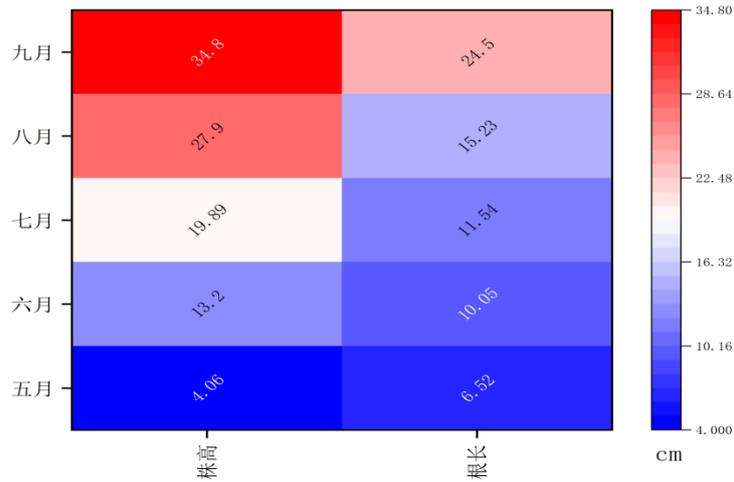


图 4 栽培唐古特大黄株高、根长的月际间变化

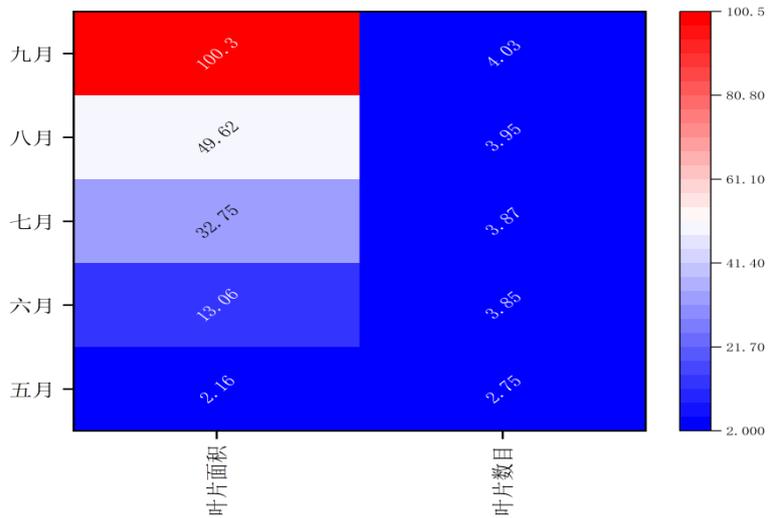


图 5 栽培唐古特大黄叶片数目、叶面积 (cm<sup>2</sup>) 的月际间变化

### 3.2.3 低海拔地区种植唐古特大黄生物量变化规律

西宁地区栽培大黄生物量分析见图 6 和图 7。地上部分干重和鲜重在生长季节的 5 月、6 月、7 月份增长缓慢，到了 8 月、9 月份，干重和鲜重的增长极其迅速，干物质积累趋势线  $Y=0.0598e^{0.8891X}$  ( $R^2=0.9739$ )，地上生物量的积累在整个生长季节内是先慢后快的趋势。地下部分生物量的积累跟地上部分生物量的积累非常相似，其鲜重和干重都是先慢后快的趋势，趋势线  $Y=0.0096e^{1.216X}$  ( $R^2=0.9814$ )。

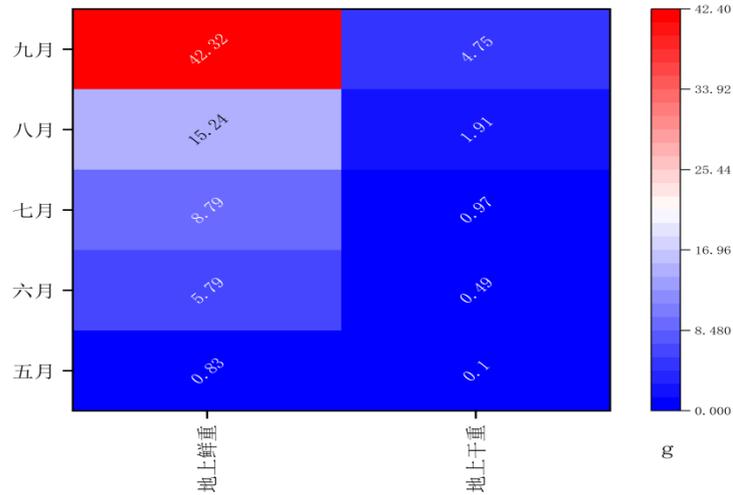


图 6 栽培唐古特大黄地上部生物量月际间的变化 (g)

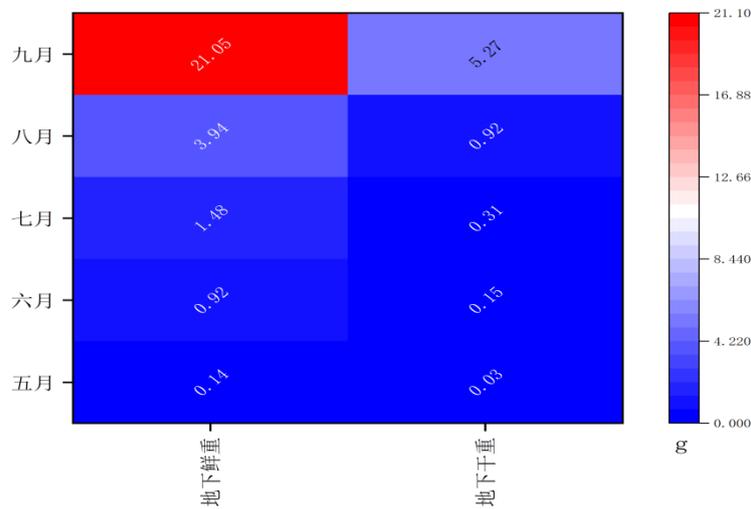


图 7 栽培唐古特大黄地下部生物量月际间的变化 (g)

### 3.2.4 低海拔地区种植唐古特大黄地上地下生长速率的比较

图 8 给出了栽培大黄月际间生长速率的比较。虽然种植大黄的地上地下生物量的积累都是呈现出先慢后快的趋势，但是增长的速率却是不相同的。通过图 8，我们可以看出，在生长季节初期的 5 月到 7 月份，地上部分的增长速率要超过地下部分，这段时间大黄地上茎叶生长发育迅速，植物体内的物质能量主要分配到了地上部分，以适应同化器官的需求，增加光合面积，固定更多的太阳能，为以后的生长打基础。从 8 月份开始，地上部分的增长优势开始减弱，到九月份已经被地下部分超过，表明大黄体内的物质能量分配逐渐转入地下部分，地上部分同化的有机营养物质逐渐的转入地下储存，以备越冬之用。

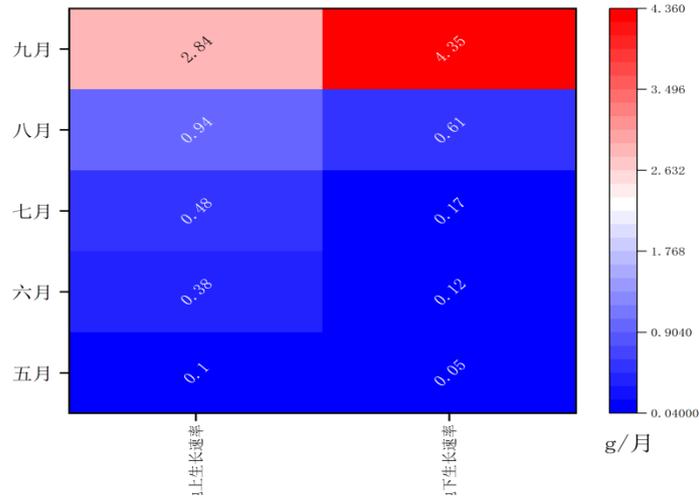


图 8 栽培唐古特大黄月际间生长速率的变化 (g/月)

### 3.2.5 低海拔地区种植唐古特大黄含水量的月变化

图 9 反映了大黄在生长季节内地上地下部分的含水量变化。总体上看，地上部分的含水量无论在哪一个月份都要大于地下部分；除了 6 月份以外，大黄地上地下的含水量在季节间的变化基本不大，地上稳定在 88% 左右，地下稳定在 77% 左右。由于 6 月份降水较多，所以比其他月份偏高。

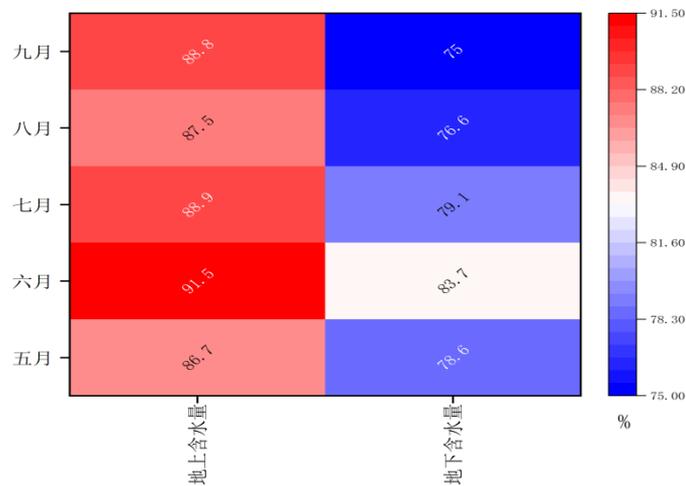


图 9 栽培唐古特大黄含水量的月际间变化 (%)

### 3.2.6 西宁地区种植唐古特大黄生物量年际变化

图 10 显示了种植唐古特大黄在三年内的生物量积累过程。可见，大黄的生长主要集中在第二、第三年，第一年属于幼苗期，经过一年的生长，唐古特大黄已经适应了当地的气候条件，到了第二年生长迅速，到第三年，鲜重达 1481 g，干物质积累 480.57 g。干物质的年际间的积累曲线可以用方程式  $Y=6.2058e^{2.2565X}$

( $R^2=0.9044$ ) 来拟和。三年期间的生长发育是一个先慢后快的过程。

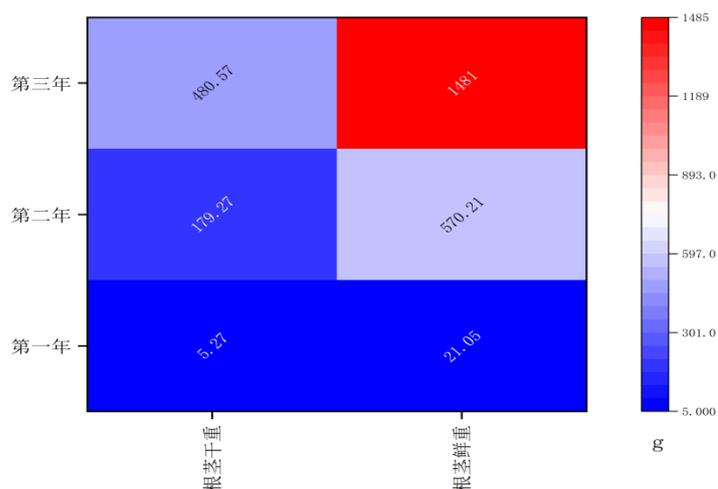


图 10 栽培唐古特大黄年际间生物量动态 (g)

### 3.2.7 种植唐古特大黄地下生物量年际变化

为了深入开展唐古特大黄旱地免浇灌种植关键技术研究,我们先后在青海省湟源县东峡乡(大黑沟)和青海省湟中县群加乡利用退耕还林地,建立了唐古特大黄种植示范基地。表 27 和表 28 是两个不同示范基地种植的唐古特大黄地下生物量变化情况。

表 27 显示了青海省湟源县东峡乡(大黑沟)利用退耕还林地,采用旱地免浇灌技术种植的唐古特大黄的地下生物量变化过程(育苗移栽方式),经过一年移苗生长,唐古特大黄已经适应了当地的气候条件,到了第二年而生长迅速,到第三、四年呈加速趋势。

表 27 青海省湟源东峡(大黑沟)栽培 1-4 年生唐古特大黄地下生物量(g)

种植年限	地下生物量(g)	
	鲜重	阴干重
第一年	0.792	0.189
第二年	570.21	179.28
第三年	810.40	216.67
第四年	1988.00	932.00
备注	种植方式: 育苗移栽方式。第一年数据为冬季温室育苗,于 5 月份初进行移苗种植;其他采样观察时间均为每年的 9 月底至 10 月初。	

表 28 显示了青海省湟中县群加乡利用退耕还林地,采用免浇灌技术种植的唐古特大黄的地下生物量变化过程(种子直播方式),第一年属于幼苗期,经过一年的生长,唐古特大黄已经适应了当地的气候条件,到了第二年生长迅速,到

第三、四年呈加速趋势。

表 28 湟中县群加栽培 1-4 年生唐古特大黄地下生物量(g)

种植年限	地下生物量(g)	
	鲜重	阴干重
第一年	4.075	0.972
第二年	652.00	226.56
第三年	952.30	253.67
第四年	2264.00	1058.78
备注	种植方式：种子直播方式（第一年春季播种）。 采样观察时间均为每年的 9 月底至 10 月初。	

综上，得出主要结论如下：

①栽培的唐古特大黄在生长季节的前段时间地上部分是生长的中心，地上的单叶生长迅速，叶片数目虽然变化不大，但是叶面积的增长极为显著，这样为以后的气温降水最适宜的 8、9 月份的干物质积累提供了很好的条件。自 8 月份开始，生长的中心由地上转到地下的根茎上，整个生长季节内合成的营养物质迅速向地下转运，这期间根茎的重量迅速的增加。这是种植唐古特大黄在西宁地区的生长规律特点。根据这种规律我们就可以选择相应的管理措施，在生长的初期，可注意增施氮肥和磷肥，满足植物地上部分的生长需要，在生长季节的后期，增施钾肥，满足地下部分的生长需要。

②从低海拔地区（西宁地区）和高海拔地区（青海唐古特大黄原产地果洛地区）的气候条件相比，西宁地区的年平均降水量为 367.5 mm，蒸发量为 1729.2 mm；果洛地区以达日藏族自治县为例，年平均降水量为 548.2.1 mm，蒸发量为 1204.3 mm。以上数据显示，西宁地区要比果洛地区的气候干燥，水分的亏缺是在西宁地区种植唐古特大黄生长的一个重要的限制因子，适时灌溉是增产的一个重要的管理措施。而在原产地果洛地区，采用免浇灌种植技术，只需充分利用自然降水过程即可。

③传统的栽培措施是第一年进行育苗，第二年春季才移栽幼苗到大田中。唐古特大黄的种植表明，可以利用高海拔地区以杂类草为主的严重黑土型退化草地种植唐古特大黄，采用直接播种方式或当地育苗移栽方式进行。相比较而言，采用种植直播可以节省大量的人力物力和财力，便于更大面积的推广种植。

④传统的种植在移苗前要对大田整治打土垄，移苗以后还要不断的培土。唐古特大黄采用免浇灌种植技术表明，唐古特大黄在生长发育过程中，随着生长年

限的加长，其根茎顶端在土壤中的位置逐渐自然加深，到第三年的时候，根茎上端距离地面可达 10 cm 左右，大黄的这种生长呈现出向地性的规律。在土层深厚，砂质疏松的土壤条件下，大黄的向地生长受到的阻碍较小，根部分支较少，主根明显，不需要培土，但这项措施并不适合于所有的生境与土壤条件。

⑤西宁地区种植唐古特大黄在第三年上开始进入繁殖期，出现少量的抽苔开花现象，抽苔率小于 5%，到了第四年，抽苔率达到 95% 以上，抽苔开花对地下根茎的品质有重要的影响，不仅消耗了大量的营养物质，根茎萎缩，生物量减少。如不采收种子应及时打苔，去除花茎，也可以在第三年或第四年的春秋季节直接采挖。

⑥西宁地区种植唐古特大黄各项生长发育指标来看，要好于高海拔的三江源区种植唐古特大黄的生长状况。利用海拔 2900 m 左右的退耕还林草地，采用免浇灌技术种植的唐古特大黄地下生物量在生长的第四年达到一定水平。而高海拔的三江源区受自然环境条件等因素的影响，气候较低海拔地区更为冷凉，种植唐古特大黄植株生长发育缓慢，预计完成整个生长周期需要 5~6 年。

### 3.3 唐古特大黄采收期确定

#### 3.3.1 不同地区人工栽培唐古特大黄中蒽醌含量水平的分析

采用醋酸镁比色法测定了青海省湟源大黑沟、湟中群加及西宁二十里铺三个大黄种植基地的唐古特大黄样品中的总蒽醌含量，并和野生大黄药材进行了评价比较。可以看出，在海拔 2900 m 左右的青海省湟源县和湟中县山区种植的二年生栽培唐古特大黄根部总蒽醌含量分别为 1.96%、1.77%；三年生栽培唐古特大黄根部总蒽醌含量分别为 2.11%、2.00%。而在海拔 2300 m 左右的西宁郊区种植的二年生和三年生栽培唐古特大黄根部总蒽醌含量明显较低，其含量分别为 1.53%、1.68%。栽培三年后唐古特大黄总蒽醌含量尚未达到药典入药的标准。野生唐古特大黄药材总蒽醌含量为 4.52%，明显高于低海拔地区栽培 2、3 年唐古特大黄总蒽醌含量。

表 29 栽培与野生唐古特大黄药材总蒽醌含量比较 (%)

地点	生长年限	海拔 (米)	总蒽醌含量 (%)
青海省湟源县 东峡乡	二年 (栽培)	2900	1.96
青海省湟源县	三年 (栽培)	2900	2.11

东峡乡			
青海省湟中县 群加乡	二年（栽培）	2900	1.77
青海省湟中县 群加乡	三年（栽培）	2900	2.00
青海省西宁二 十里铺	二年（栽培）	2300	1.53
青海省西宁二 十里铺	三年（栽培）	2300	1.68
青海省果洛州	不详（多年，野生）	3600—3900	4.52

### 3.3.2 栽培和野生唐古特大黄蒽醌类成分对比分析

栽培与野生唐古特大黄蒽醌含量比较分析结果如图所示。栽培唐古特大黄中 5 种蒽醌总量二、三、四年龄的分别为 1.21%、2.01%、1.62%，蒽醌活性成分积累基本呈上升趋势。三、四年龄的栽培唐古特大黄均达到《药典》规定的药用标准。即栽培大黄生长时间越久，其成分含量越高，三年龄大黄质量可以达到药典要求相一致。

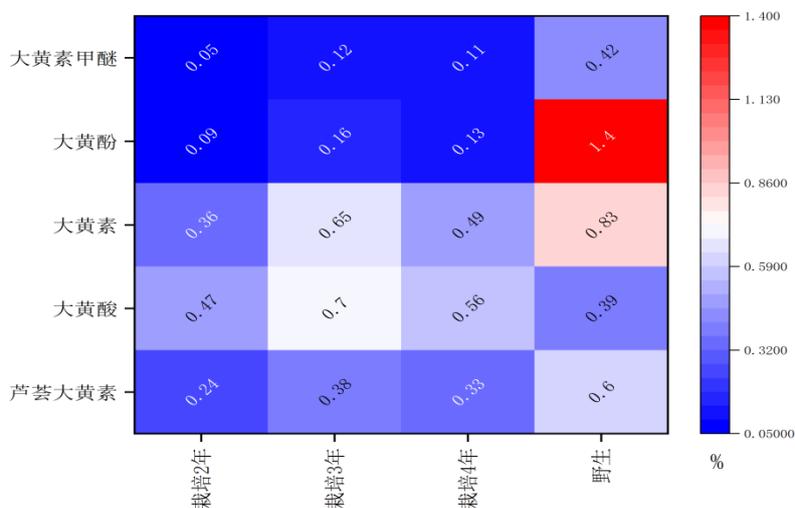


图 11 栽培和野生大黄中 5 种蒽醌成分的对比分析

### 3.3.3 栽培唐古特大黄中蒽醌含量的季节动态变化

采用《中华人民共和国药典》所载 HPLC 法测定和比较了三年和四年生不同季节唐古特大黄中芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚 5 种蒽醌的含量及季节动态变化，结果如图所示。

#### ① 三年生栽培唐古特大黄蒽醌类化合物季节动态变化

表和图的结果表明，栽培三年后，大黄 5 种蒽醌类成分的含量整体呈现倒 S 形的变化趋势，5~6 月份呈现上升趋势，7~9 月整体则呈现下降的趋势（芦荟大黄素含量 9 月份时略有增长），10 月份又有所回升。其中大黄素含量的变化最为显著。

表 30 栽培唐古特大黄样品含量测定结果

产地与年限	月份	含量 (%)					总量
		芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	
青海省湟中 3 年生	5 月初	0.34	0.89	0.52	0.11	0.12	1.98
青海省湟中 3 年生	6 月初	0.54	0.94	0.79	0.12	0.14	2.53
青海省湟中 3 年生	7 月初	0.33	0.68	0.78	0.15	0.16	2.10
青海省湟中 3 年生	8 月初	0.23	0.58	0.30	0.06	0.08	1.25
青海省湟中 3 年生	9 月初	0.24	0.39	0.14	0.01	0.06	0.84
青海省湟中 3 年生	10 月初	0.16	0.55	0.23	ND	0.02	0.96
青海省湟中 4 年生	5 月初	0.35	0.72	0.36	0.11	0.08	1.62
青海省湟中 4 年生	6 月初	0.41	0.94	0.49	0.13	0.12	2.09
青海省湟中 4 年生	7 月初	0.40	0.75	0.53	0.13	0.16	1.97
青海省湟中 4 年生	8 月初	0.35	0.74	0.37	0.07	0.07	1.60
青海省湟中 4 年生	9 月初	0.24	0.70	0.30	0.03	0.06	1.33
青海省湟中 4 年生	10 月初	0.23	0.76	0.31	0.03	0.05	1.38

ND= not detectable

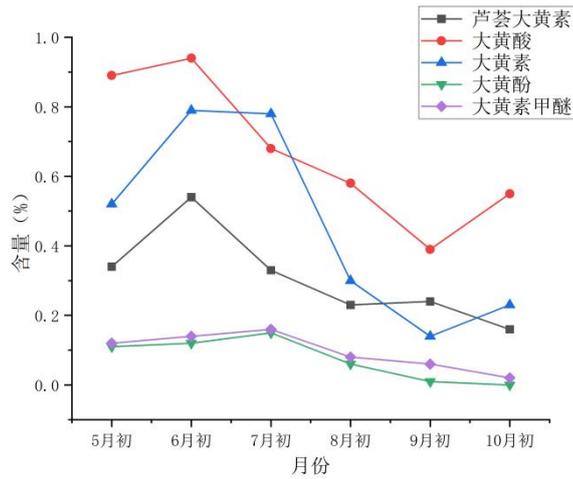


图 12 三年生栽培唐古特大黄蒽醌类化合物含量的季节动态变化

②四年生栽培唐古特大黄蒽醌类化合物含量季节动态变化

表和图的结果表明，四年生栽培唐古特大黄中蒽醌类成分含量的变化趋势跟要三年生的类似，但变化幅度较小。

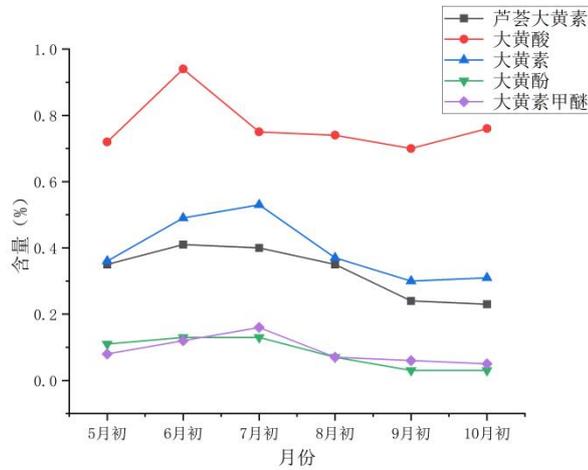


图 13 四年生栽培唐古特大黄蒽醌类化合物含量的季节动态变化

③总蒽醌含量的季节动态变化

图给出了栽培大黄总蒽醌含量的结果，可以看出，三年、四年生栽培唐古特大黄总蒽醌含量在 4~10 月间基本在 1.5% 上下波动，尤以三年生大黄波动幅度较大（在 0.8-2.5% 之间）。5-7 月间 5 种蒽醌总量三年生高于四年生；而在 7~10 月，三年生的总量明显低于四年生的。

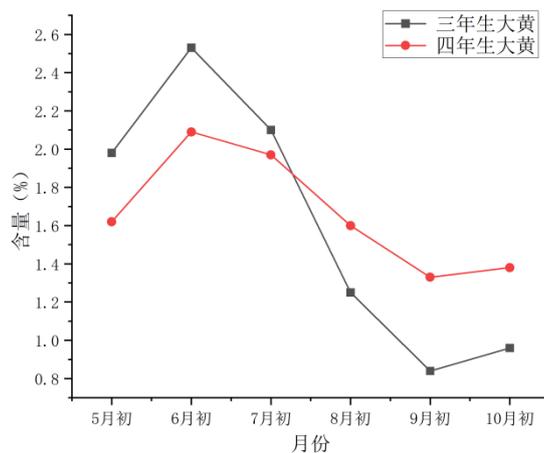


图 14 栽培唐古特大黄总蒽醌含量季节动态变化

#### ④高海拔地区种植唐古特大黄中的蒽醌含量测定

高海拔地区种植唐古特大黄中蒽醌含量测定结果如下表所示。由于所处区域水热条件比低海拔西宁地区要差，生长 3 年的唐古特大黄相当于西宁及周边地区 1 年生幼苗的根中蒽醌类成分的含量。

表 31 果洛州免浇灌种植唐古特大黄样品含量测定结果

产地与年限	月份	含量 (mg/g)					总量 (%)
		芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	
青海省玛沁 2 年生	9 月初	0.14	2.38	0.16	0.21	0.18	0.31
青海省玛沁 3 年生	7 月初	0.16	0.93	0.21	0.31	0.41	0.20
青海省玛沁 3 年生	8 月初	0.12	0.27	0.15	0.20	0.25	0.10
青海省玛沁 3 年生	9 月初	0.08	0.44	0.19	0.19	0.21	0.10

可见，在湟源、湟中海拔 2900 m 生境栽培的二、三年生唐古特大黄中，其（分光光度法测定的）总蒽醌含量均明显高于西宁海拔 2300 m 地区栽培的同龄唐古特大黄。海拔 2900 m 栽培的唐古特大黄生长 3~4 年后总蒽醌含量较为稳定，并且达到《中华人民共和国药典》规定药用大黄中以上 5 种蒽醌的总量不得少于 1.5%，可以代替野生唐古特大黄入药。而本次在高海拔地区免浇灌种植唐古特大黄芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚 5 种蒽醌的含量明显偏低，仍未达到《中华人民共和国药典》规定的以上 5 种蒽醌的总量不得少于 1.5% 的

标准，可见高海拔地区栽培时间要较低海拔地区更长。

表 32 种子样品检验指标测定

编号	样品号	净度 (%)	水分 (%)	千粒重/g	发芽率 (%)
1	2065-4	95.3	7.8	11.50	87
2	2065-6	97.0	8.0	11.34	97
3	2065-10	91.0	8.1	10.20	87
4	2065-11	93.4	7.4	11.14	90
5	2065-12	96.6	8.5	9.34	72
6	2065 (2) -1	95.0	8.3	10.23	74
7	2065 (12) -1	91.2	7.9	9.65	94
8	2066-1	92.4	7.8	11.52	93
9	2066-10	93.1	7.5	9.59	81
10	20676	92.3	8.4	9.44	76

据试验数据可知：大黄种子发芽率 72~97%，千粒重 9.34~11.52g；净度 91~97%，种子各项指标差异明显。

表 33 大黄种子分级标准

等级	净度 (%)	水分 (%)	千粒重/g	发芽率 (%)
I	≥97	≤9	≥10.8	≥90
II	≥94	≤9	≥9.8	≥85
III	≥91	≤9	≥8.8	≥75

#### 四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行法律、法规和强制性国家标准协调一致。

#### 五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制与国内地方标准无重大分歧。

#### 六、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

建议本标准性质为推荐性国家标准。本标准作为推荐性标准，应加强标准的宣讲解读，引导大黄产区企业和种植户自觉按照这一标准进行大黄的规范化生产。可以组织专门的培训班进行标准贯彻培训，同时建立标准化示范点、示范区，通过示范加快标准的贯彻。因为贯彻这一标准十分有利于对大黄这一资源的保护开发和利用，有利于提高大黄生产水平，保证大黄的产量和品质。建议对符合本标准进行大黄生产的企业、种植户给予“示范点”、“示范区”授牌或确认，并给予适当奖励或补助。

#### 七、贯彻国家标准的要求和措施建议（包括组织措施、技

## 术措施、过渡办法等内容)

建议本标准发布 6 个月后实施，由归口单位组织行业相关单位积极开展宣传贯彻工作。

## 八、废止现行相关标准的建议

无。

## 九、其他应予说明的事项

无

《大黄栽培技术规程》国家标准起草工作组

2022 年 6 月 2