

《青海高寒地区紫花苜蓿丰产栽培技术规范》编
制说明

标准名称：青海高寒地区紫花苜蓿丰产栽培技术规范

项目编号：QHNX3-2020

制、修订类型：制定

主要起草单位：中国科学院西北高原生物研究所

协作单位：

归口单位：青海省农学会

起草时间：2019年1月---2020年10月

一、 工作简况

1. 任务来源

2020年06月10日，由中国科学院西北高原生物研究所申请青海省农学会团体标准立项，根据青海省农学会下达的《关于下达2020年第一批团体标准项目计划的通知》（青农字[2020]02号），制定《青海高寒地区紫花苜蓿丰产栽培技术规程》（QHNX3-2020）。

2. 起草单位

中国科学院西北高原生物研究所。

3. 主要起草人

姓名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
窦全文	男	研究员	中科院西北高原生物研究所	总负责、规范总体框架设计
王海庆	男	研究员	同上	田间试验 苜蓿播种 方式条款 编制
刘博	男	研究生	同上	田间试验 部分条款 中数据收 集

陶小燕	女	研究生	同上	品质鉴定 部分条款 中数据收 集
-----	---	-----	----	---------------------------

二、 制定标准的必要性和意义

在全国“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局下，《青海省“十三五”规划纲要》中指出，青海省以生态保护优先理念协调推进经济社会发展，构建农林牧渔多业共生的循环型农牧业体系，坚持集约化、有机化、品牌化方向，加快转变农牧业发展方式，走出一条农业与牧业循环、规模经营与品牌效益兼得、一二三产业融合发展的特色之路。《青海省“十三五”科技创新规划》提出的“八大绿色产业技术体系”和“五项重大科技创新工程”，都明确指出发展现代农牧业，围绕天然草地保护与利用、饲草料产业发展、健康养殖与环境控制、废弃物无害化处理与资源化利用、草牧业全产业链提质增效等方面进行，开展高原生态畜牧业产业化集成示范，着力打造生产生活生态互利共赢的高原特色现代生态农牧业产业技术支撑体系。《青海省农牧业发展“十三五”规划》中指出畜牧业“保供给、保安全、保生态”三大目标的有机融合，农牧结合、草畜联动发展将成为畜牧业重要推动方式。本标准通过在高寒草牧业生产区规范优质紫花苜蓿生产技术，服务于饲草料产业发展，服务生态保护优先

以及现代农牧业发展领域。

青海省深居内陆，地处高原，气候寒冷，自然灾害频繁，生态环境极为脆弱，全省共有 9 个草地类型，以高寒草甸为主，面积 2948.16 万 hm^2 ，为全国五大牧区之一，可利用草场面积 0.316 亿 hm^2 ，其中人工饲草地保留面积 779 万亩，年产鲜草 42.46 亿公斤；改良草场 3534.1 万亩，年产鲜草 21.2 亿公斤。青海省将富有高原特色的现代生态畜牧业作为发展路径，被农业部率先设立为“全国草地生态畜牧业试验区”，但是，由于日趋频繁的人类经济活动和全球气候变化的共同影响，青海省 90%以上草地出现不同程度的退化，其中重度退化天然草地占 50%以上，环境保护与经济发展之间的矛盾日渐严重，成为制约草地畜牧业持续发展的主要因素。饲草料资源开发不足，加工与转化利用效率低，牧草产业发展依然十分落后，生产规模小、市场机制不健全，形成了牧草产品以禾本科牧草为主且质量不高的局面。青海生态草业发展中饲草中优异蛋白源缺乏、缺少优良豆科牧草为草业生产中限制饲草质量、乃至影响畜牧业高质量发展中的一个关键共性问题。

本标准制定了适用于青海省高寒地区水浇地种植紫花苜蓿丰产技术规程。本规程的制定，可以指导高寒地区紫花苜蓿种植和优质高蛋白质源牧草生产，本规程的推广实施可以缓解高寒地区饲草供给中蛋白质含量低、缺少高蛋白优质

饲草等限制因素。

本标准的制定可以指导青海高寒生态畜牧生产地区的农牧业管理及生产技术推广部门，因地制宜，在条件合适地区发展豆科牧草紫花苜蓿人工草地建植，提升当地优质牧草生产水平；另一方面本标准可以指导农牧民根据自身土地条件，进行紫花苜蓿牧草种植。本标准不属部门内部规范，各地农技部门和农牧生产户均可作为实施主体，实施主体具有广泛的社会性。

三、 主要起草过程

在青海地区畜牧业生产中，缺少优质蛋白源作物是优质饲草生产中的一个关键共性问题，在有关当地畜牧业技术研发、示范、推广等重大项目工程中，优质饲草生产技术集成、示范为不可缺少的必选项目。2018年国家重点研发技术专项“青藏高原牦牛高效安全养殖技术应用与示范”，以及青海省重大科技专项课题“青藏高原现代牧场技术研发与模式示范”中，均涉及到高寒区优质饲草生产关键技术。上述项目相关课题中本研究团队参与高寒区多年生豆科牧草生产的部分技术研发，通过项目实施研发，制定了青海高寒区紫花苜蓿丰产技术规程。

本标准有关条款中的关键技术措施、以及技术参数的获得等主要在青海省海南州贵南县完成，实施地点海拔均在2900m以上。2018年初进行了试验地块的选址，并在春季进

行了整地、播种、浇灌等措施，在 2018 年生长季进行了苗期栽培管理；2019 年进行了越冬性统计、栽培管理以及产量统计等工作；2020 年继续上一年栽培管理工作及生产指标观察。在连续三年高海拔地区紫花苜蓿栽培管理工作的基础上，整理相关资料，最终形成本技术规程草案。

四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

《青海高寒区紫花苜蓿丰产栽培技术规程》按照《青海省农学会团体标准制修订流程》规定，根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》，以及 GB/T20001.6-2017《标准编写规则 第 6 部分：规程标准》的有关规定，通过自主设计、研发青海高寒区紫花苜蓿丰产栽培技术流程，确定了青海高寒区紫花苜蓿丰产栽培技术规范主要内容，在试验资料和数据的基础上编写，与现行有关法律、法规、规章和强制性标准没有抵触。

五、 主要条款的说明

（一）高寒区紫花苜蓿安全越冬栽培试验

1. 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点在青海省海南州贵南县茫曲镇加土乎村，地理位置为 E100° 79' ， N35° 57' ~36° 08' ，海拔 3092 m，年平均气温为 2.3℃，年极端最高气温 31.8℃，年极端最低

气温-29.2℃，年降水量为 403.8 毫米，年平均日照时数为 2907.8 小时，年平均蒸发量为 1378.5 毫米，终霜期为 5 月初，初霜期为 9 月初，无霜期 110—120 天。试验地土壤属耕灌栗钙土，全氮 0.7g/kg，全磷 0.91g/kg，全钾 9.3g/kg。前茬为青稞用地。

1.2 供试材料

选用秋眠性较强紫花苜蓿品种，其中农牧 801、农牧 803、草原 3 号、傲汉苜蓿引自内蒙，同德苜蓿为高寒区逸生紫花苜蓿材料，为本研究组自选繁育品系。

1.3 试验设计

在青稞播种前，整地、施底肥，有机肥每亩 200.00 千克，磷酸二铵每亩 15.00 千克，尿素每亩 7.50 千克。紫花苜蓿在青稞分蘖期套种。试验小区面积为 $4\text{m} \times 2.5\text{m} = 10\text{m}^2$ ，行距 40 公分，行长 2.5m，每行播种 2.5g，每个材料 10 行，3 个重复。5 月 6 日，在青稞分蘖至拔节期在青稞地套种。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 田间出苗

出苗 30 天后，每小区在第 5 行取 1m 长的距离调查出苗数，计算密度。

1.4.2 单株鲜重、干重

每品种小区中取中间行中代表性单株，分别截取根和地上茎叶，用电子天平称取鲜重，80℃烘干 24 小时后称取干

重。

1.4.3 粗蛋白、可溶性糖含量测定

取样植株经过杀青、烘干至恒重，粉碎过筛等步骤后，粗蛋白含量按照凯氏定氮法测定，可溶性糖用蒽酮比色法进行测量。

1.4.4 土壤水分含量测定

利用环刀切割耕层土壤，烘干前后称取重量，计算含水量。

1.4.5 越冬成活率

第二年春季每小区第三行，取 1m 长距离调查出苗数，与上一年出苗数比较后，统计出越冬返青成活率。

2. 结果和分析

2.1 紫花苜蓿基本生长动态



图 1. 7 月 15 日长势



图 2. 8 月 24 日观察长势



图 3. 8 月 24 日取单株（左）及 10 月 18 日取单株（右）

5 月初与青稞品种套种后，约 10 天后开始出苗，生长 2 个月（7 月中期）青稞品种已至抽穗期，各苜蓿品种幼苗已生长至 3 叶期后（图 1），在此时期，将青稞植株收割，留茬 20-30 厘米。套种作物收割 1 个月后，苜蓿各品种高度已经长至 24 厘米左右（图 2），挖取部分单株观察，发现部分个体根系有根瘤产生。在生长末期（接近霜期）时间进行生长观察，苜蓿植株高度增长不明显，但是茎秆分枝增加，对部分植株根系进行观察，发现较前一个月根系显著粗壮，根瘤明显增多（图 3）。

2.2 各品种第一年生长后期生物量表现

为了评价和预测在此栽培方式之下，各苜蓿品种的越冬潜力以及越冬性能，进一步在生长后期对各品种代表性单株我们进行了根、茎叶干重、以及含水量及根/茎叶比指标的测定，并与邻近地区（来自森多地区）经过覆土浇水管理的越年生同德苜蓿材料的相应指标作为对照进行了比较（表 1.1）。

表 1.1 第一年生长后期各苜蓿品种（系）代表单株生物量

	农牧 801	农牧 803	草原 3 号	敖汉苜蓿	同德苜蓿	同德苜蓿 (越年生)
根鲜重 (g)	5.029	5.781	5.404	4.486	9.04	24.734
根干重 (g)	2.122	2.351	2.606	1.943	4.16	10.719
根含水量 (%)	57.80	59.33	51.78	56.69	53.98	56.67
茎叶鲜重 (g)	19.103	13.478	14.281	8.746	23.086	30.181
茎叶干重 (g)	5.976	4.652	5.631	3.505	7.775	13.53
茎叶含水量 (%)	68.71	65.38	60.58	59.93	66.32	55.23
总鲜重 (g)	24.132	19.259	19.685	13.232	32.126	54.915
总干重 (g)	8.098	7.003	8.237	5.448	11.91	24.249
总含水量 (%)	66.44	63.63	58.16	58.83	62.93	55.84
根/茎叶	0.355	0.505	0.463	0.554	0.535	0.792

结果表明 5 个参试品种单株干总物质量在 5.448-11.91g 之间，最小为敖汉苜蓿，最大为同德苜蓿；根系干物质量为 1.943-4.16g 之间，最小为敖汉苜蓿，最大为同德苜蓿；茎叶干物质量为 3.505-7.775g 之间，最小为敖汉苜蓿，最大为同德苜蓿；根/茎叶比为 0.355-0.554，最小为农牧 801，最大为敖汉苜蓿。与越年生同德苜蓿相比，越年生同德苜蓿的总生物量、根/茎叶比等显著高于参试品种，

可分别高达 50.9%-77.6%、及 30.1%-57.7%。根系强壮是能够保证苜蓿安全越冬的重要参考指标，本结果揭示农牧 803、草原 3 号、敖汉苜蓿根系较为发达，农牧 803、敖汉苜蓿、同德苜蓿的根/茎叶比较高，其中同德苜蓿的多项与越冬相关性指标均高于其他苜蓿品种。

2.3 第一年生长末期单株茎叶蛋白质及根中可溶性糖含量表现

植物中碳水化合物，尤其是可溶性糖与抗寒性密切相关，植物中蛋白质含量与植物的活性密切相关，为了进一步评价高寒区紫花苜蓿在此栽培方式下的各品种的抗寒生理特性，我们进一步对不同品种生长后期代表株的蛋白含量及可溶性糖进行了测定，并与越年生苜蓿材料的相应指标作为对照进行了比较（表 1.2）。

表 1.2 第一年生长后期各品种（系）蛋白含量及可溶性糖含量

	茎叶粗蛋白质含量 (%)	根可溶性糖含量 (g/100g)
农牧 801	24.3	27.1
农牧 803	21.9	30.4
草原 3 号	18.3	33.8
敖汉苜蓿	22.6	31.0
同德苜蓿	21.3	31.6
同德苜蓿（越年生）	14.6	32.0

结果表明,5个参试品种生长后期茎叶中粗蛋白含量为农牧801最高,其次为敖汉苜蓿和农牧803,草原3号最低,与对照越年生同德苜蓿相比,参试品种的粗蛋白含量高出对照约25.3%-66.4%。茎叶中粗蛋白含量差异与植株所处的生长状态密切相关,越年生同德苜蓿处于初花期,在生长活性上可能处于下降期,参试品种均在一年生幼株营养生长期,生长比较旺盛,不同品种间粗蛋白含量的差异也可能与不同品种生长发育有关,草原3号、敖汉苜蓿较其他品种发育较快。对不同品种根系中可溶性糖含量进行比较,其中草原3号、同德苜蓿和敖汉苜蓿的可溶性糖高于其他品种,农牧801为最低,与对照越年生紫花苜蓿相比,越年生紫花苜蓿根可溶性糖含量低于草原3号、略高于敖汉苜蓿和同德苜蓿含量。比较不同品种茎叶粗蛋白含量和根中可溶性糖含量的变化,6个苜蓿材料中表现茎叶粗蛋白含量和根中可溶性糖含量高低呈现负相关趋势,这表明在同一生长环境下,生育期靠后、发育较快的品种,有可能向根中转移及储藏了更多的可溶性糖。对照越年生同德苜蓿为在该地区通过其他栽培方式越冬的材料,一般来说苜蓿植株能够在第一年安全越冬,往后连续多年生中越冬就不会是太大的问题,通过我们对第一年种植的首蓿品种在生长后期相关生理指标比较,发现经过安全越冬的越年生同德苜蓿中根系中含量可溶性糖与部分参试品种相当,以此我们推测在我们的栽培方式下,各品种已经

在根系生理特征上不同程度上具备了在此环境下安全越冬的基本物质基础。

2.4 第一年冬前土壤含水量测定

由于在第一年苜蓿种植中前期为苜蓿和青稞套种模式，灌溉管理按照青稞栽培方式进行，即在青稞播种后春季灌溉一次及秋季青稞灌浆时灌溉一次。在第一年苜蓿生长后期（即在10月份中下旬），对试验地土壤水分进行测定，取不同样点测定耕土层土壤含水量平均为14.6%。由于此生长季为秋季，天然降水较多，土壤含水量较高，而秋季土壤含水量是苜蓿根系能否安全越冬的一个重要环境因子。若含水量不足10%，应进行补充灌溉。

2.5 第二年越冬返青调查

第二年5月中旬，在上一年各品种小区相应行出苗数查考基础上，对各品种越冬返青率进行了统计（表1.3）。

表 1.3 不同参试品种的越冬成活率

品种	越冬率(%)
农牧 801	75.3±5.3b
农牧 803	80.5±4.2b
草原 3 号	90.6±2.6ab
敖汉苜蓿	75.8±6.3b
同德苜蓿	90.2±3.7ab
F 检验	40.3

同列数据比较小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); * 表示差异显著 ($P < 0.05$)

对不同品种越冬成活率统计结果表明, 各品种的越冬成活率均在 75%以上, 不同品种之间比较, 其中同德苜蓿和草原 3 号越冬成活率显著高于其他品种, 参考各品种冬前单株干重, 同德苜蓿和草原 3 号形成的生物量均高于其他品种, 尤其是形成的根系干重, 而且同德苜蓿和草原 3 号根系中可溶性糖含量也是高于其他品种。在本试验中所用品种数量有限, 但是从有限数据来看, 苜蓿品种在生长第一年能够形成较高的生物量、生成较壮的根系, 将有助于来年越冬返青率的提高。

在青海高寒地区栽培苜蓿, 越冬成活率是关键限制因子, 冬季干旱、寒冷、以及春季倒春寒等因素决定在该生态条件下很难越冬成活。李春喜等 (2014) 曾在祁连海拔 2700m 地方通过苜蓿盖土方式进行苜蓿越冬试验, 即在第一年通过常规种植管理, 冬季复土, 第二年调查越冬率。结果表明, 利用这种栽培方法, 8 个苜蓿品种的越冬率为 12.6%-42.3%, 平均为 16.6%, 这与我们的结果相比越冬率很低。在对第一年生长后期植株干重来看, 8 个品种的单株干重在 0.31-0.66g 之间, 平均为 0.44g, 干鲜比为 0.20-0.21, 而在我们的栽培方式下单株干重在 7.0-11.9g 之间, 远远高于他们获得的结果。单株干鲜比, 他们的结果为 0.20-0.21,

平均为 0.21, 我们的结果为干鲜比为 0.33-0.42, 平均为 0.38, 也是显著高于他们的结果。苜蓿越冬处理中盖土方式虽然能够保温保墒, 能够提高苜蓿的越冬成活率, 但是与我们的结果相对比, 我们认为苜蓿在第一年生长中能够快速生长, 尽量形成壮根壮苗, 对于苜蓿安全越冬起着非常重要的作用。除去品种因素, 栽培方式的不同是形成两种结果差异较大的主要原因。在我们的栽培方式中, 我们采取套播的方式播种苜蓿, 由于套种作物青稞早期生长较快, 在苜蓿早期生长中形成密闭的小环境, 这种环境相对保温、保湿, 在苜蓿早期生长能起到对生长的促进作用, 尤其是高寒环境中苜蓿早期生长环境温度低, 这种套种形式在苜蓿苗期早发早壮中起了重要的作用。在生长中期, 外界温度升起, 高原植物生长进入雨热同步时期, 在这个时期, 我们割去套种作物, 成苗苜蓿可以充分接受光照, 进一步能够快速生长。

(二) 高寒区紫花苜蓿产量及品质测评

1.1 材料和方法

1.1.1 材料 选用抗寒性较强的苜蓿品系同德苜蓿

1.1.2 栽培方式 第一年栽培方式与上述 1 中处理方式相似, 春季与青稞套种, 条播 (15 厘米宽) 青稞地, 每隔两行播种紫花苜蓿, 采用滚动式播种器穴播, 在小麦或青稞苗行间播种, 行距 45.00 厘米, 穴距为 5 厘米, 播种深度 1.50 厘米~

2.00 厘米，每穴播种 8~10 粒，每亩播量约为 0.5 千克。第二年春季苗期浇水，追施尿素 10kg/亩，硫酸钾 10kg/亩。栽培面积为 2 亩。

1.1.3 取样方式种植后越年（第二年）盛花期在地块中间区域，随机选择 3 个样点，每个样点取样面积为 1 x 1m²。、第三年初花期个取样 1 次。

1.1.4 含水量及粗蛋白含量测定 与上述 1 中测定方法相同。

2、结果



图 2.1 越冬返青（左），7 月份植株（约 70cm）

表 2.1 种植第二年 8 月份刈割产量产量

	取样产量鲜重 (kg)	干重 (kg)	折后亩产 (鲜重 kg)	折后亩产 (干重 kg)
样点 1	4.68	0.71	3119.5	477.39
样点 2	5.53	0.89	3690.6	595.27
样点 3	3.34	0.61	2226.8	406.69
平均	4.52	0.74	3012.3	493.12

表 2.2 种植第三年 7 月份刈割产量

	取样产量鲜重 (kg)	干重 (kg)	折后亩产 (鲜重 kg)	折后亩产 (干重 kg)
样点 1	4.03	0.65	2688.3	433.6

表 2.3 粗蛋白含量测定

	粗蛋白含量 (%)
种植后第一年 (8 月)	16.7
种植后第二年 (7 月)	17.8

大面积种植的同德苜蓿第二年越冬率可达 80%以上，第二春季进行浇水和施肥管理，同年 8 月紫花苜蓿开始开花，但是最终在此地区不能完成整个生育期，不能得到结实种子。

第二年 8 月份始花期（10%-25%开花）对所栽培紫花苜蓿茎叶刈割进行产量测定，同德紫花苜蓿鲜重亩产平均为 3012.3kg，根据含水量测定，折合干重为 493.1kg（表 2.1），粗蛋白含量为 16.7%（表 2.3）。第三年 7 月份花前进行刈割产量测定，同德紫花苜蓿鲜重每亩约 2688.3kg，折合干重为 433.6kg（表 2.2），粗蛋白含量为 17.8%（表 2.3）。

六、 重大意见分歧的处理依据和结果

本规范撰写前，就有关本标准的意义、可行性、应用前景、技术难点等，征求了青海省畜牧兽医科学院、青海省农林科学院、中国农业科学院草原所、内蒙古农业大学、中国科学院西北高原生物研究所等单位畜牧、栽培、育种等相关专业专家的意见，共征集到意见 7 条，其中格式、书写意见

1 条，内容修改意见 6 条，根据意见进行了修改完善，详见下表。

序号	标准条款	意见内容	提出意见单位	处理意见和理由
1	封面	题目名称建议改为“青海高寒区紫花苜蓿套种丰产技术规程”	中国农科院草原研究所	待讨论
2	3.1	苜蓿秋眠等级按照 11 级区分	内蒙古农业大学	采纳并修改
3	3.2	“有 25% 植株”改为“10%”	中国农科院草原研究所	采纳并修改
4	6.1.1	“选择马铃薯、油菜作物茬口”建议改为“选择马铃薯、油菜、麦类作物茬口”	青海省农科院	采纳并修改
5	6.1.3	“选择在高寒地区适宜种植的青稞”，建议改为“选择在高寒地区适宜种植的青稞	青海省畜牧兽医科学院	采纳并修改

		或燕麦”。		
5	6.4	“根据此时期天然降水”改为“当时降雨”	中科院西北高原生物研究所	采纳并修改

七、 贯彻标准的要求、措施等建议

建议《青海高寒区紫花苜蓿丰产栽培技术规程》作为农学会团体标准发布实施。该标准发布后，标准归口单位将联系相关生产、经营和管理单位对该标准进行宣传和贯彻，并可由标准归口单位进行相应技术指导，全面推广引用该标准。

八、 预期的经济、社会效益及其他应说明的事项

紫花苜蓿以牧草之王著称，不仅产草量高，草质优良，而且富含粗蛋白质，维生素和无机盐，蛋白质中氨基酸成分齐全，动物必需氨基酸含量丰富。紫花苜蓿蛋白质含量高，接近于豆饼的一半，比玉米高1倍左右，适口性好，可青饲、青贮或晒制干草。苜蓿根系强大，是很好的水土保持植物，根上长根瘤，可固定空气中的氮，除满足自身的需氮外，还可增加土壤中氮，因此，也是很好的绿肥植物。

我们初步利用刈割的鲜苜蓿草和利用青干燕麦草饲喂牦牛增重效果进行了比较，初期以重量50%青干草加50%苜蓿鲜草为20天饲喂适应期，后期以80%苜蓿鲜草为配比进行补饲

实验,结果表明短期(30天)增重效果实验组(平均增重5.4%)显著大于对照组(平均增重0.015%)。

青海高寒牧区中饲料蛋白质含量低,饲料缺少优异蛋白源为畜牧业生产中一个共识限制因素。利用本规程建立的栽培技术方法,可在青海高寒适宜性地区生产优质苜蓿饲料,产品可作为当地牲畜进行补饲的优质蛋白源饲料。

建议该规范实施3年后,根据在实际生产中的应用情况再进行复审。