

四川高原藏区不同播种方式下 25 个饲用型玉米品种的评价与筛选

程明军¹, 刘志华², 严东海¹, 伍文丹¹, 李元华¹, 李小松², 杨春桃¹, 李洪泉¹,
侯众¹, 陈志龙³, 何光武¹

(1. 四川草业技术研究推广中心, 四川 成都 610041; 2. 四川省炉霍县农牧农村和科技局,
四川 炉霍 626500; 3. 四川西南科联种业有限责任公司, 四川 成都 610061)

摘要: 选用 25 个抗寒、短生育期、高产优质的玉米品种, 在四川高原藏区采用直播盖膜、直播、育苗移栽、育苗移栽盖膜 4 种不同的播种方式, 对其株高、叶面积、茎粗、产量以及饲用品质进行比较分析, 筛选适宜的播种方式及玉米品种。结果表明: 适合该地区的玉米播种方式为直播覆膜, 并筛选出在该播种方式下最适合炉霍地区 3 100 m 海拔生长, 品质优良的玉米品种玉草 3 号。

关键词: 高原藏区; 高海拔; 饲用玉米; 青贮; 草食畜牧业

中图分类号: S513; S548 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2020)01-0092-08

DOI: 10. 13817/j. cnki. cyycp. 2020. 01. 014

草食畜牧业是高原藏区传统优势产业, 发展与否关乎着该地区农牧民的收入和精准扶贫的实施效果^[1]。发展草食畜牧业, 首先要发展草业^[2]。高原藏区草地资源分布广泛且类型多样, 但总体上因为草层低矮稀疏、草产量低, 超载过牧等使得草地退化严重, 限制了草原畜牧业的发展^[3]。与此同时, 随着国家精准扶贫政策的实施, 极大促进了高原地区经济的提升, 草食畜牧业发展迅速, 牛羊等牲畜数量增加, 草原载畜压力逐年增大, 草原退化日益严重, 已经严重影响到了高原藏区草食畜牧业的可持续发展^[4]。因此, 在天然草地饲草生产力和供应下降的情况下, 就必须改变供给策略来满足草食牲畜对饲草的需求。

玉米是草食牲畜重要的饲料原料, 适口性好, 营养高, 易消化, 有效能值高^[5]。尤其是青贮玉米和粮饲兼用型玉米, 植株高大, 茎叶繁茂, 营养成分含量高, 产量

在 5 ~ 6 万 kg/hm², 对其进行全株青贮, 能够有效保存营养价值, 且保质期长, 同时青贮饲料经过乳酸发酵后, 寄生虫及其虫卵被杀死, 可减少牲畜体内寄生虫病的发生, 对于草食牲畜的健康成长以及畜产品的食用安全有重要的作用^[6-10]。在欧、美许多国家, 利用玉米制作的青贮饲料早已成为肉牛育肥的强化饲料, 也是建立集约化、规模化养殖场的必要饲料^[11]。法国在全国 28.6 万个农场中, 有 36% 的农场制作玉米青贮饲料, 匈牙利全国每年制作青贮饲料 700 万 t, 其中 85% 是玉米青贮饲料, 俄罗斯青贮饲料中有 80% 是由玉米加工而成, 在粗饲料和多汁饲料的日粮组成中, 玉米青贮饲料占 40%^[12-13]。我国在 2015 年启动粮改饲试点工作, 强力推进以全株玉米青贮为主的优质饲料种植, 青贮加工模式, 成为推动农业供给侧结构性改革, 补齐种养结合短板, 加快现代畜牧业发展的重要抓手^[14]。粮改饲政策实施以来, 对我国玉米青贮产业的发展起到了极大的推动作用, 2018 年我国青贮玉米种植面积达到 133.33 万 hm²。

四川高原农区和半农半牧区土地平整, 集中连片, 适宜机械化种植收获, 该地区引种饲用型玉米成功, 利用该类型玉米产量高, 品质优的特性可满足缺草季节草食牲畜对饲草料的需求。转变喂养方式, 改变农牧

收稿日期: 2019-03-28; 修回日期: 2019-11-25

基金项目: 四川省科技厅项目(2018JY0220)和四川饲草创新团队项目资助

作者简介: 程明军(1987-), 男, 畜牧师, 博士, 主要从事青贮饲用作物遗传育种与栽培利用。

E-mail: cmj013678@126.com

何光武为通讯作者。E-mail: 494418274@qq.com

民传统的养殖模式,是在高原地区建立舍饲养殖和集约化养殖,促进当地养殖产业可持续发展的重要措施^[15-16]。为此,试验前期筛选了包括粮食型玉米,粮饲兼用型玉米和青贮玉米在内的 25 个玉米品种,在 3 100 m 海拔高度下,通过采取直播盖膜,直播,育苗移栽,育苗移栽盖膜 4 种不同的播种方式,对玉米株高、叶面积、茎粗、产量和饲用价值进行比较分析,以期筛选出适合在 3 100 m 海拔高度下种植,高产优质,宜青贮的饲用型玉米品种,为高原地区建立青贮产业,促进

草食畜牧业的可持续发展,缓解草原载畜压力奠定基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验采用的雅玉 8 号、成单 30、奥玉 5102 等 25 个玉米品种由四川西南科联种业有限责任公司提供,玉米草 3 号由四川功德农业科技有限公司提供,各玉米品种的信息见表 1。

表 1 供试玉米材料信息
Table 1 Tested forage maize varieties

编号	名称	育种单位	育成时间	生育期/d	适应范围	品种类型
1	锋玉 4 号	黑龙江龙江县丰吉种业有限责任公司	2015	117~120	≥10℃活动积温 2 200℃以上的地区种植	粮食型玉米
2	克玉 16 号	黑龙江省农业科学院克山分院	2013	107~110	≥10℃活动积温 2 030℃以上的地区种植	粮食型玉米
3	赛德 1 号	山西中农赛博种业有限公司	2016	106~114	≥10℃有效积温 2 250℃的地区种植	粮食型玉米
4	北青贮 1 号	北京市种子公司	2005	110~120	≥10℃有效积温 2 500℃的地区种植	专用青贮玉米
5	雅玉 04889	四川雅玉科技开发有限公司	2008	98~110	四川、上海、浙江、福建、广东	专用青贮玉米
6	德美亚 1 号	黑龙江垦丰种业有限公司	2004	105~110	黑龙江省第四积温带上限种植	粮食型玉米
7	迪卡 A6565	中种国际种子有限公司	2016	111~119	≥10℃活动积温 2 100℃以上地区种植	粮食型玉米
8	东陵白	河北	2006	155~160	≥10℃活动积温 2 800℃以上地区种植	专用青贮玉米
9	雅玉 158	四川雅玉科技开发有限公司	2018	105~112	≥10℃有效积温 2 500℃的地区种植	粮食型玉米
10	雅玉 116	四川雅玉科技开发有限公司	2018	120~134	云南海拔 2 000 m 以上地区	粮饲兼用玉米
11	川农单交 12 号	四川农业大学玉米研究所	1992	115~120	适宜四川深丘及盆周边缘山区种植	粮食型玉米
12	英国红	呼和浩特市种子管理站引进	2004	120~131	≥10℃有效积温 2 500℃的地区种植	专用青贮玉米
13	并单 6 号	山西省农科院作物遗传研究所	2006	102~114	≥10℃有效积温 2 000℃的地区种植	粮食型玉米
14	道元 8 号	河北天和种业有限公司	2004	101~110	≥10℃有效积温 2 500℃的地区种植	粮食型玉米
15	阿单 9 号	四川阿坝州农科所	1994	160~174	四川海拔 2 800 米以上地区	粮食型玉米
16	雅玉 2 号	四川雅玉科技开发有限公司	1991	125~140	适宜在四川盆周山区种植	粮食型玉米
17	P5697	中国种子集团有限公司	2016	115~120	≥10℃活动积温 2 100℃以上地区种植	粮食型玉米
18	奥玉 5102	北京奥瑞金种业股份有限公司	2004	90~105	适宜在北京、天津、河北北部春玉米区,陕西关中西部夏玉米区及江苏南部、上海、广东、福建	专用青贮玉米
19	奥玉 3286	北京奥瑞金种业股份有限公司	2010	107~116	广西全境、云南 900~1 800 m 海拔	专用青贮玉米
20	雅玉 8 号	四川省雅安地区农科所	2002	119~125	四川丘陵和山区种植	专用青贮玉米
21	成单 30	四川省农科院作物所	2004	116~119	四川省平坝、丘陵和底山区种植	粮饲兼用玉米
22	曲辰 9 号	云南曲辰种业有限公司	2008	90~96	河北省张家口市坝上玉米区	专用青贮玉米
23	玉草 3 号	四川农业大学玉米研究所	2012	80~90	四川省平坝、丘陵地区	专用青贮玉米
24	九玉 201	内蒙古九丰种业有限公司	2005	110~118	≥10℃活动积温 1 830~1 900℃地区种植	粮食型玉米
25	丰田极早熟	赤峰市丰田科技种业有限公司		85~90	需要≥10℃活动积温 1 900℃左右	粮饲兼用玉米

1.2 试验地概况

试验种植地点选择在四川省炉霍县虾拉沱村,该地区属青藏高原湿润型气候,冬季与春季气候较为寒冷,夏季较为温暖,风沙多,海拔高度 3 100 m,2018 年平均气温为 6.5℃,最高温度为 31.1℃,最低温度为-24.1℃,日照总时数为 2 597.0 h,年有效积温 2 000℃,无霜期 100 d,年降水量 644.5 mm。2018 年平均气温为 6.7℃,最高温度为 32.5℃,最低温度为-24.3℃,年日照总时数 2 601 h,年有效积温 2 089℃左右,无霜期 100 d,年降水量 667.4 mm。

1.3 田间试验设计

田间试验采用两因素随机区组试验设计。共设 4 个区组,每个区组种植 25 个品种,每个品种分成直播盖膜、直播、育苗移栽和育苗移栽盖膜 4 个不同的处理,共 400 个种植小区,每小区 4 次重复,所有处理组合的种植小区随机安排。每个小区面积 8 m×10 m。小区之间间隔 1 m,过道和保护行为 2 m。播种和育苗时间为 2018 年 4 月 16 日,育苗移栽时间为 4 月 26 日,2019 年播种时间为 4 月 20 日。种植密度行距 0.85 m、株距 0.15 m。基肥用干牛粪 15 t/hm²,追肥

一次,在玉米拔节期追施尿素 225 kg/hm²。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 产量测定 试验区 9 月下旬霜降,故所有的玉米品种于 9 月中旬进行产量测定,以避免因霜降对玉米产量和品质造成影响。刈割留茬高度为 3~5 cm,测定全小区玉米株高、茎粗、叶面积和营养体鲜重产量。其中,株高采用塔尺测定其自然高度,茎粗采用游标卡尺测定植株地上第 3 节间中部茎。叶面积测定玉米倒三叶,采用最长叶长乘以最宽叶宽乘以 0.75 得出叶面积。株高、茎粗、叶面积测定重复数为 10 株,营养体鲜重每公顷产量通过测定 4 个小区鲜重后换算得到;产量测定后,选取鲜重最高的 8 个品种,取样 10 kg 左右,置于 105℃烘箱杀青 10 min,65℃烘至恒重后称其干重。

1.4.2 营养成分测定 将烘干后的 8 个玉米品种,粉碎混匀称取 200 g 装于 10 cm×20 cm 聚乙烯袋中,3 次重复。利用连续流动分析仪测定粗蛋白含量;全自动脂肪分析仪测定脂肪含量;半自动纤维仪测定中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量;直接灰化法测定灰分含量。淀粉含量采用 GB/T 20194-2006《饲料中淀粉含量的测定旋光法》测定。以测定饲用成分含量为基础,分析饲草相对饲用品质(RFV)。RFV 是用饲草中 ADF 和 NDF 值建立起来的一种用于饲草综合评定的指标^[17]。根据饲喂奶牛建立计算方法:

$$RFV = DMI \times DDM / 1.29$$

式中:DMI 是指干物质采食量,DMI(%BW)=120/NDF(%DM);DDM 为可消化干物质,DDM(%DM)=88.9-0.779 ADF(%DM)。

1.5 数据处理与分析

数据用 Excel 2016 初步整理后,用 SPSS 20.0 软件进行数据分析,差异显著性用 LSD 法进行双因素方法分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种生育期比较分析

试验区域因 9 月下旬开始霜降,故所有播种的玉米品种在 9 月 15 日进行性状和产量测定,对 2018 年度种植的 25 个玉米品种的生育期分析表明,锋玉 4 号、克玉 16 号、并单 6 号、九玉 201、丰田极早熟 5 个品种生育期达到蜡熟前期,说明这 5 个品种的生育期较短,其余品种均在灌浆期,因此,25 个品种中,除了锋

玉 4 号、克玉 16 号、并单 6 号、九玉 201、丰田极早熟 5 个品种在蜡熟前期收获,其他品种均在灌浆期收获。

2019 年对 2018 年选择产量最高的雅玉 158、英国红、阿单 9 号、雅玉 2 号、奥玉 5102、雅玉 8 号、曲辰 9 号、玉草 3 号等 8 个品种进行播种,对其生育期分析表明,所有品种的生育期均在灌浆期,因此 2019 年玉米收获时期同样为灌浆期。

2.2 2018 年不同玉米品种不同播种方式下株高比较分析

直播盖膜播种方式下,玉米的株高 142~241 cm,其中,株高排在前 3 位的为雅玉 988(241 cm)、曲辰 9 号(238.67 cm)、英国红(236.50 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(142.80 cm)、并单 6 号(147.33 cm)、九玉 201(158.00 cm)。

直播播种方式下,不同玉米品种的株高为 109.3~230.67 cm,其中株高排在前 3 位的为雅玉 988(230.67 cm)、雅玉 116(216.00 cm)、英国红(215.33 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(109.33 cm)、德美亚 1 号(130.83 cm)、道元 8 号(131.00 cm)(表 2)。

在育苗移栽播种方式下,不同玉米品种的株高为 113.17~234.67 cm,其中,株高排在前 3 位的为曲辰 9 号(234.67 cm)、雅玉 116(216.00 cm)、英国红(215.33 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(113.17 cm)、丰田极早熟(134 cm)、锋玉 4 号(136.17 cm)。

在育苗移栽盖膜播种方式下,不同玉米品种的株高为 126.50~243.50 cm,其中株高排在前 3 位的为英国红(243.50 cm)、雅玉 988(235.70 cm)、雅玉 2 号(234.40 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(126.50 cm)、丰田极早熟(139.83 cm)、并单 6 号(146.00 cm)。

2.3 2018 年不同玉米品种不同播种方式下茎粗比较分析

在直播盖膜播种方式下,玉米的茎粗为 6.13~10.33 cm,其中茎粗排在前 3 位的为奥玉 5102(10.33 cm)、奥玉 3286(10.08 cm)、曲辰 9 号(9.77 cm),排名后 3 位的为九玉 201(6.13 cm)、阿单 9 号(6.83 cm)、丰田极早熟(6.85 cm)。

在直播播种模式下,玉米的茎粗为 5.98~9.67 cm,其中茎粗排在前 3 位的为曲辰 9 号(9.67 cm)、川农单交 12 号(9.25 cm)、奥玉 5102(8.60 cm),排名后 3 位的为九玉 201(5.98 cm)、并单 6 号(6.60 cm)、阿

表 2 2018 年度不同播种方式下不同玉米品种株高、茎粗、叶面积和鲜重比较分析

Table1 Comparative analysis of plant height, stem diameter, leaf area and fresh weight of different maize varieties under different seeding methods in 2018

品种名称	株高/cm				茎粗/cm				叶面积/cm ²				鲜重/(kg·hm ⁻²)			
	直播 盖膜	直播	移栽	移栽 盖膜	直播 盖膜	直播	移栽	移栽 盖膜	直播 盖膜	直播	移栽	移栽 盖膜	直播 盖膜	直播	移栽	移栽 盖膜
锋玉 4 号	158.20 ^b	145.60 ⁱ	136.17 ^k	148.75 ^k	7.33 ^{fg}	6.83 ^g	6.60 ⁱ	6.80 ⁱ	366.18 ^{cd}	194.02	193.97 ^m	264.80 ⁿ	41 845.96 ⁱ	36 484.48 ⁱ	30 338.23 ^o	35 307.48 ^q
克玉 16 号	142.80 ⁱ	109.33 ^k	113.17 ⁱ	126.50 ^m	7.15 ^g	6.78 ^g	5.53 ^o	5.98 ^j	375.91 ^e	281.11 ^s	235.77 ⁱ	325.15 ^k	37 270.95 ^m	33 084.45 ^k	24 716.55 ^p	29 032.05 ^s
赛德 1 号	181.33 ^f	175.33 ^f	169.67 ^h	172.54 ⁱ	8.83 ^c	7.33 ^f	7.67 ^f	8.67 ^d	331.63 ^g	253.52 ⁱ	326.94 ^k	361.83 ^{hi}	67 999.55 ^f	59 107.39 ^f	45 507.42 ^k	54 922.75 ^m
北青贮 1 号	171.25 ^g	160.67 ^g	159.00 ⁱ	163.24 ^j	7.75 ^f	7.63 ^e	7.75 ^{ef}	7.93 ^f	338.03 ^{de}	262.22 ^b	259.69 ^j	440.70 ^e	62 768.86 ^g	48 645.87 ^b	52 568.92 ^b	52 830.51 ⁿ
雅玉 04988	241.00 ^a	230.67 ^a	230.25 ^{ab}	235.70 ^b	9.08 ^e	7.92 ^e	7.92 ^e	9.65 ^b	403.22 ^d	365.99 ^e	343.48 ^f	503.99 ^b	73 230.39 ^e	70 606.35 ^c	64 076.50 ^{cd}	70 614.97 ^d
德美亚 1 号	172.17 ^g	130.83 ^j	139.33 ^k	164.00 ^j	7.38 ^{fg}	7.20 ^f	6.98 ^k	7.42 ^g	387.22 ^{de}	286.83 ^{fg}	224.82 ^l	293.72 ^m	49 692.07 ^j	30 209.10 ^l	34 653.67 ⁿ	35 569.07 ^q
迪卡 A6565	193.00 ^{ef}	184.00 ^e	185.33 ^f	196.67 ^e	8.13 ^e	6.63 ^h	6.97 ^k	7.93 ^f	437.10 ^c	313.51 ^e	229.55 ^l	253.48 ^o	58 584.22 ^h	51 522.72 ^g	58 061.20 ^f	72 184.19 ^c
雅玉 158	204.33 ^{de}	188.33 ^e	169.50 ^h	183.90 ^g	7.42 ^{fg}	6.83 ^g	6.15 ^m	6.68 ⁱ	255.92 ^j	207.62 ^k	168.17 ⁿ	207.29 ^q	94 158.29 ^b	67 999.55 ^d	61 199.64 ^e	84 742.20 ^a
雅玉 116	226.00 ^c	216.00 ^b	211.33 ^c	212.45 ^d	8.97 ^c	7.9 ^e	7.33 ^b	8.33 ^e	438.31 ^c	351.09 ^{cd}	246.29 ^k	368.01 ^h	73 491.83 ^e	68 653.52 ^d	55 445.78 ^g	63 422.68 ^f
川农单交 12 号	203.00 ^{de}	172.83 ^f	163.50 ^{hi}	214.67 ^d	9.55 ^b	9.25 ^{ab}	8.13 ^d	9.08 ^c	361.88 ^{cd}	302.45 ^{ef}	404.13 ^c	477.71 ^c	62 768.86 ^g	52 438.13 ^g	52 307.33 ^h	60 284.24 ^k
东陵白	188.67 ^f	180.67 ^{ef}	174.33 ^g	182.00 ^g	7.67 ^f	6.92 ^g	7.83 ^e	8.42 ^e	277.24 ⁱ	251.71 ⁱ	339.56 ^f	360.85 ^{hi}	62 768.86 ^g	47 076.65 ^h	41 845.96 ⁱ	47 076.65 ^o
英国红	236.50 ^{ab}	215.33 ^b	234.00 ^a	243.50 ^a	8.82 ^c	7.67 ^e	8.33 ^c	8.42 ^e	402.20 ^d	265.26 ^b	360.66 ^e	468.03 ^{cd}	89 707.06 ^c	50 999.70 ^g	65 387.55 ^e	81 076.50 ^b
并单 6 号	147.33 ⁱ	142.00 ⁱ	140.33 ^k	146.00 ^k	7.00 ^g	6.60 ^h	7.67 ^f	8.50 ^{de}	294.41 ^h	288.27 ^f	354.05 ^{ef}	379.22 ^g	38 186.25 ^m	35 045.90 ^{ik}	46 553.62 ^j	47 076.65 ^o
道元 8 号	198.33 ^e	131.00 ^j	177.00 ^g	194.00 ^e	8.20 ^{de}	7.40 ^f	7.43 ^g	7.87 ^f	406.50 ^d	303.19 ^{ef}	312.68 ^h	343.48 ^{ij}	48 645.87 ^k	48 384.28 ^h	36 615.12 ^m	37 661.32 ^p
阿单 9 号	195.31 ^e	173.17 ^f	191.17 ^e	192.67 ^{ef}	6.83 ^h	6.62 ^h	7.2 ⁱ	7.28 ^h	286.60 ^j	202.89 ^k	261.65 ^j	298.11 ^m	74 668.82 ^e	47 337.63 ^b	56 230.39 ^{fg}	62 115.04 ^{fg}
雅玉 2 号	231.17 ^b	131.48 ^j	226.33 ^b	234.40 ^b	8.47 ^d	8.07 ^c	8.20 ^{cd}	8.63 ^d	441.14 ^c	400.35 ^b	441.29 ^{ab}	469.95 ^{cd}	93 499.48 ^b	80 988.90 ^a	73 626.30 ^a	74 799.61 ^c
P5697	176.33 ^{fg}	165.83 ^g	156.50 ⁱ	198.00 ^e	8.30 ^{de}	7.83 ^{de}	6.98 ^k	7.72 ^f	330.56 ^g	249.39 ⁱ	256.07 ^j	336.21 ^j	60 807.41 ^{ab}	52 438.13 ^g	58 191.99 ^f	60 545.82 ^g
奥玉 5102	221.33 ^c	198.67 ^d	206.00 ^d	231.14 ^b	10.33 ^a	8.6 ^b	9.37 ^a	9.57 ^b	500.90 ^b	333.54 ^d	453.67 ^a	513.20 ^a	93 634.95 ^b	67 999.55 ^d	62 768.86 ^d	81 603.60 ^b
奥玉 3286	230.67 ^b	179.67 ^{ef}	174.17 ^g	177.50 ^h	10.08 ^a	7.83 ^{de}	8.3 ^c	8.77 ^d	374.13 ^c	292.72 ^f	339.36 ^f	399.72 ^f	70 614.97 ^{ef}	35 176.69 ^{ik}	42 892.01 ^l	47 076.65 ^o
雅玉 8 号	231.17 ^b	205.67 ^c	219.33 ^{bc}	222.83 ^c	9.50 ^b	7.13 ^f	8.42 ^c	8.50 ^{de}	441.471 ^c	334.28 ^d	421.65 ^b	465.81 ^d	80 030.30 ^d	69 045.75 ^d	64 207.29 ^{cd}	65 907.30 ^e
成单 30	210.81 ^d	186.00 ^e	205.50 ^d	209.67 ^d	8.15 ^e	7.5 ^{ef}	8.08 ^d	8.52 ^{de}	325.08 ^{ab}	227.25 ⁱ	280.25 ⁱ	292.05 ^m	54 922.75 ⁱ	42 238.19 ⁱ	47 076.65 ⁱ	60 153.44 ^k
曲辰 9 号	238.67 ^a	215.33 ^b	234.67 ^a	234.00 ^b	9.77 ^{ab}	9.67 ^a	9.20 ^a	10.83 ^a	558.15 ^a	495.62 ^a	378.23 ^d	512.81 ^a	92 061.05 ^{bc}	78 988.05 ^b	69 049.20 ^b	84 480.60 ^a
玉草 3 号	212.17 ^d	184.67 ^e	185.17 ^f	189.33 ^f	9.63 ^{ab}	8.13 ^c	8.85 ^b	9.02 ^c	359.27 ^d	290.55 ^f	330.68 ^{fg}	350.26 ⁱ	111 028.50 ^a	63 291.89 ^e	50 084.30 ⁱ	57 799.61 ^l
九玉 201	158.00 ^b	140.50 ⁱ	150.00 ^j	160.00 ^j	6.13 ^f	5.98 ⁱ	5.85 ⁿ	6.07 ^j	305.98 ^h	262.26 ^b	279.43 ⁱ	308.25 ^j	33 216.90 ⁿ	32 824.50 ^k	18 439.35 ^r	33 739.95 ^r
丰田极早熟	159.50 ^b	150.33 ^h	134.00 ^k	139.83 ⁱ	6.85 ^b	6.83 ^g	7.07 ^j	7.43 ^g	311.83 ^b	261.9 ^b	208.54 ^m	232.93 ^p	41 845.96 ⁱ	24 193.35 ^m	20 400.90 ^q	21 970.20 ^t

注:同列不同小写字母表示差异显著(

单 9 号(6.62 cm)。

在玉米育苗移栽播种方式下,不同玉米品种的茎粗为 5.53~9.37 cm,其中茎粗排在前 3 位的为奥玉 5102(9.37 cm)、曲辰 9 号(9.20 cm)、玉草 3 号(8.85 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(5.53 cm)、九玉 201(5.85 cm)、雅玉 158(6.15 cm)。

在育苗移栽盖膜播种方式下,不同玉米品种的茎粗为 5.98~10.83 cm,其中茎粗排在前 3 位的为曲辰 9 号(10.83 cm)、雅玉 988(9.65 cm)、奥玉 5102(9.57 cm),排名后 3 位的为克玉 16 号(5.98 cm)、九玉 201(6.07 cm)、雅玉 158(6.68 cm)。

2.4 2018 年不同玉米品种不同播种模式下叶面积比较分析

在直播盖膜播种模式下,玉米的叶面积为 255.92~558.15 cm²,其中叶面积排在前 3 位的为曲辰 9 号(558.15 cm²)、奥玉 5102(500.90 cm²)、雅玉 8 号(441.47 cm²),排后 3 位的为雅玉 158(255.92 cm²)、东陵白(277.24 cm²)、阿单 9 号(286.60 cm²)。

在直播播种模式下,玉米的叶面积为 194.02~495.62 cm²,其中叶面积排在前 3 位的为曲辰 9 号(495.62 cm²)、雅玉 2 号(400.35 cm²)、雅玉 988(365.99 cm²),排名后 3 位的为锋玉 4 号(194.02 cm²)、阿单 9 号(202.89 cm²)、雅玉 158(207.62 cm²)。

在玉米育苗移栽播种方式下,不同玉米品种的叶面积为 168.17~453.67 cm²,其中叶面积排在前 3 位的为奥玉 5102(453.67 cm²)、雅玉 2 号(441.29 cm²)、雅玉 8 号(421.65 cm²),排名后五位的为雅玉 158(168.17 cm²)、锋玉 4 号(193.97 cm²)、丰田极早熟(208.54 cm²)。

在育苗移栽盖膜播种方式下,不同玉米品种的叶面积为 207.29~513.20 cm²,其中叶面积排在前 3 位的为奥玉 5102(513.20 cm²)、曲辰 9 号(512.81 cm²)、雅玉 988(503.99 cm²),排名后 3 位的为雅玉 158(207.29 cm²)、丰田极早熟(232.93 cm²)、迪卡 A6565(253.48 cm²)。

2.5 2018 年不同玉米品种不同播种模式下产量比较

在直播盖膜播种方式下,不同玉米品种的鲜重为 33 216.9~11 1028.05 kg/hm²,其中鲜重排在前 3 位的为玉草 3 号(111 028.05 kg/hm²)、雅玉 158(94 158.29 kg/hm²)、奥玉 5102(93 634.95 kg/hm²),排名后 3 位的为九玉 201(33 216.9 kg/hm²)、克玉 16

号(37 270.95 kg/hm²)、并单 6 号(38 186.25 kg/hm²)。

直播播种下,玉米鲜重的在 32 824.5~80 988.9 kg/hm²,其中鲜重排在前 3 位的为雅玉 2 号(80 988.9 kg/hm²)、曲辰 9 号(78 988.05 kg/hm²)、雅玉 04889(70 606.35 kg/hm²),排名后 3 位的为丰田极早熟(24 193.35 kg/hm²)、德美亚 1 号(30 209.1 kg/hm²)、九玉 201(32 824.5 kg/hm²)。

在育苗移栽播种方式下,玉米鲜重在 18 439.35~73 626.3 kg/hm²,其中鲜重排在前 3 位的为雅玉 2 号(73 626.3 kg/hm²)、曲辰 9 号(69 049.2 kg/hm²)、英国红(65 387.55 kg/hm²),排名后 3 位的为九玉 201(18 439.35 kg/hm²)、丰田极早熟(20 400.9 kg/hm²)、克玉 16 号(24 716.55 kg/hm²)。

育苗移栽盖膜播种方式下,玉米鲜重在 21 970.2~84 742.2 kg/hm²,其中鲜重排在前 3 位的为雅玉 158(84 742.2 kg/hm²)、曲辰 9 号(84 480.6 kg/hm²)、奥玉 5102(81 603.6 kg/hm²),排名后 3 位的为丰田极早熟(21 970.2 kg/hm²)、克玉 16 号(29 032.05 kg/hm²)、九玉 201(33 739.95 kg/hm²)。

2.6 2018 年玉米品种不同播种方式下比较分析

将 25 个玉米品种不同播种方式下测定的数据平均值进行统计分析,结果表明不同播种方式下株高、茎粗、叶面积和鲜重均有显著性的差异,其中直播盖膜播种方式下株高、茎粗、叶面积和鲜重均值均显著高于其他播种方式,说明该播种方式最适合高海拔 3 100 m 以上地区;育苗移栽盖膜播种方式下各性状的均值显著高于直播和移栽方式,显著低于直播盖膜播种方式;移栽播种方式下株高、茎粗和叶面积均值显著高于直播播种方式,显著低于直播盖膜和移栽盖膜播种方式,鲜重均值显著低于其他 3 种播种方式(表 3)。

2.7 2019 年直播覆膜播种方式下玉米株高、茎粗、叶面积和鲜重分析

针对 2018 年度选择的鲜重最高的 8 个玉米品种在 2019 年度进行重复播种,结果表明,2019 年度播种的 8 个玉米品种株高、茎粗、叶面积和鲜重与 2018 年度差异不大,其中株高排在前 3 位的为曲辰 9 号、英国红和雅玉 8 号,茎粗排在前 3 位的为奥玉 5102、曲辰 9 号、玉草 3 号,叶面积排在前 3 位的为曲辰 9 号、奥玉 5102、雅玉 2 号,鲜重排在前三位的为玉草 3 号,雅玉 158、雅玉 2 号(表 4)。

表 3 2018 年不同播种方式下 25 个饲用型玉米性状平均值的比较

Table 3 Comparative analysis of average plant height,stem diameter,leaf area and fresh weight of 25 maize varieties under different seeding methods in 2018

	播种方式	株高/cm	茎粗/cm	叶面积/cm ²	鲜重/(kg·hm ⁻²)
平均值	直播盖膜	197.63 ^a	8.22 ^a	372.89 ^a	66 143.69 ^a
	直播	173.1 ^d	7.44 ^d	291.36 ^d	51 509.22 ^c
	移栽	180.27 ^c	7.57 ^c	305.78 ^c	48 213.29 ^d
	移栽盖膜	191.59 ^b	8.13 ^b	370.27 ^b	55 797.96 ^b
F 值	F	1 244.64 ^{**}	1 080.59 ^{**}	5 968.35 ^{**}	5 267.52 ^{**}
	N	141.41 ^{**}	82.76 ^{**}	191.24 ^{**}	436.18 ^{**}
	F×N	6.76 ^{**}	4.89 ^{**}	21.66 ^{**}	24.05 ^{**}

注:同列不同小写字母表示 25 个玉米性状平均值下不同播种方式间的差异显著($P\leq 0.05$),**表示显著水平为 $P\leq 0.01$

表 4 2019 年直播覆膜方式下不同玉米品种的株高、茎粗、叶面积和鲜重

Table 4 Comparative analysis of plant height,stem diameter, leaf area and fresh weight of different maize varieties under different seeding modes in 2019

品种名称	株高/cm	茎粗/cm	叶面积/cm ²	鲜重/(kg·hm ⁻²)
雅玉 158	206.78 ^f	7.80 ^e	263.85 ^g	96 034.35 ^b
英国红	236.70 ^b	9.17 ^d	410.09 ^d	90 491.83 ^d
阿单 9 号	196.46 ^g	7.13 ^f	293.70 ^f	75 703.16 ^f
雅玉 2 号	233.94 ^c	8.90 ^d	454.80 ^c	95 367.48 ^{bc}
奥玉 5102	221.52 ^d	10.74 ^a	510.73 ^b	94 449.38 ^c
雅玉 8 号	234.18 ^c	9.99 ^c	455.60 ^c	81 710.96 ^e
曲辰 9 号	241.53 ^a	10.27 ^{ab}	575.43 ^a	93 900.40 ^c
玉草 3 号	214.71 ^c	10.12 ^b	370.40 ^e	113 240.59 ^a

2.8 8 个鲜重产量最高的青贮玉米品质分析

将鲜重最高的 8 个青贮玉米品种的品质进行比较分析,结果表明,不同玉米品种品质差异较大,玉草 3 号的干物质含量、干重、粗蛋白显著高于其他玉米品种,分别为 20.15%、22 372.19 kg/hm² 和 10.73%;曲辰 9 号的酸性洗涤纤维(ADF)显著高于其他玉米品种,为 39.71%;英国红的淀粉含量最高,为 4.69%;雅玉 2 号的粗脂肪含量最高,为 2.80%;雅玉 158 的灰分含量最高,为 6.52%;曲辰 9 号和玉草 3 号的中性洗涤纤维含量显著高于其他玉米品种,分别为 64.54%和 64.51%。对各个品种的相对饲用品质进行比较表明,玉草 3 号的相对饲用品质最高,为 112,其次是阿单 9 号,为 106(表 5)。

表 5 玉米品质比较分析

Table 5 Comparative analysis of maize quality

营养品质	雅玉 158	奥玉 5102	阿单 9 号	曲辰 9 号	雅玉 2 号	雅玉 8 号	英国红	玉草 3 号
干物质/%	18.11 ^c	17.34 ^d	24.4 ^b	15.21 ^g	15.60 ^g	15.35 ^f	16.28 ^c	20.15 ^a
干重/(kg·hm ⁻²)	17 051.91 ^{bc}	15 726.29 ^c	18 219.36 ^b	14 003.24 ^c	14 003.18 ^c	12 285.29 d	14 605.04 ^c	22 372.19 ^a
粗蛋白/%	7.69 ^d	7.51 ^d	6.89 ^{df}	7.06 ^d	9.33 ^b	6.07 ^f	8.69 ^c	10.73 ^a
酸性洗涤纤维/%	36.71 ^b	36.92 ^b	28.74 ^d	39.71 ^a	36.45 ^b	36.27 ^b	33.79 ^c	36.39 ^b
中性洗涤纤维/%	58.62 ^e	60.79 ^c	50.16 ^g	64.51 ^a	59.78 ^d	61.75 ^b	56.63 ^f	64.54 ^a
淀粉/%	0.40 ^e	0.40 ^e	1.52 ^d	0.40 ^e	0.53 ^e	2.21 ^c	4.69 ^a	2.93 ^b
粗脂肪/%	2.53 ^{bc}	2.17 ^d	1.93 ^e	2.52 ^{bc}	2.80 ^a	2.13 ^d	2.42 ^c	2.60 ^b
灰分/%	6.52 ^a	5.47 ^d	5.58 ^{cd}	6.02 ^b	5.45 ^d	5.72 ^c	5.85 ^{bc}	5.36 ^d
相对饲用品质	92 ^d	94 ^d	106 ^b	100 ^c	100 ^c	98 ^c	104 ^b	112 ^a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同

3 讨论

“民以食为天,畜以草为本”,饲草是草食畜牧业发展的基础^[18]。然而随着高原藏区草食畜牧业的发展,

饲草料短缺日益严重,传统牧区由于自然灾害和过度放牧等因素的影响,导致草原退化,草地沙化日渐加剧,生态环境日益恶化,急需保护和恢复^[19-20]。玉米是目前世界上种植面积最大的农作物,其优势在于具

有“粮、经、饲”三元价值^[21]。而“粮、经、饲”中的“饲”即是可作饲用的玉米品种,其具有植株高大、叶片茂盛、生物产量高、茎叶富含糖、蛋白、优质纤维以及胡萝卜素、维生素 B1、B2 等微量元素的生物学特性,是牛羊等草食牲畜最佳的饲料^[22]。引种饲用型玉米品种,建立青贮产业化生产基地,以高产优质的青贮饲料保障草原牧区饲草供给,是推进牧区草原利用方式转变,缓解草原载畜压力过大,修复草地退化沙化的重要措施,是有效巩固草原保护建设成果,促进草原绿色循环可持续发展模式建立的重要支撑。

在四川高原藏区 3 000 m 以上海拔高度种植饲用型玉米,相关的研究很少,因此,试验筛选了 25 个针对炉霍县 3 100 m 海拔高度气候条件,抗寒、生育期短的玉米品种,从试验结果分析,在炉霍县高海拔的高原藏区,大部分玉米品种达不到乳熟后期,九玉 201、丰田极早熟、锋玉 4 号、克玉 16 号、并单 6 号 5 个玉米品种达到蜡熟前期,但产量低,不利于饲用推广。为了能够筛选出适合炉霍地区生长的高产优质可作饲用的玉米品种,试验筛选的玉米品种包括了粮食玉米、粮饲兼用玉米和青贮玉米 3 种类型,但从试验结果分析,并不是青贮玉米类型的产量就高于其他两种类型,阿单 9 号、雅玉 158 等粮食玉米的产量同样高于雅玉 8 号、北青贮 1 号等内地传统优势青贮玉米品种。因此,在高原地区引种用于饲用的玉米时,不能仅仅考虑在低海拔地区生物产量高的青贮玉米或粮饲兼用玉米,抗寒、生育期短的粮食玉米同样应该在引种的考虑范围当中。

播种方式的不同,对于玉米出苗、后期生长以及产量具有重要的影响^[23]。为了筛选出适合 3 100 m 海拔的高原地区最佳的玉米播种方式。试验对 25 个玉米品种分别采用了直播盖膜、直播、育苗移栽、育苗移栽盖膜 4 种不同的播种方式,通过对玉米的株高、茎粗、叶面积和产量进行分析,发现直播盖膜播种方式下,所测定的 4 种玉米农艺性状均高于其他 3 种播种方式,说明在 3 100 m 海拔地区适合采用直播覆膜对玉米进行播种。4 种播种方式下,直播的工作量最小,成本最低,并且避免了因塑料膜的使用产生的面源污染。对直播玉米品种的 4 个性状进行分析,其平均株高、茎粗和叶面积显著低于其他播种方式,但玉米品种平均鲜重显著高于育苗移栽,尤其是雅玉 2 号和曲辰 9 号的鲜重分别达到了 80 988. 90 kg/hm² 和 78 988. 05 kg/hm²,说明二者抗寒性较高,在适当情况下,也可作

为饲用型玉米品种直播种植在 3 100 m 海拔的高原地区。

2018~2019 年通过对 25 个玉米品种的鲜重进行比较分析,筛选出鲜重在 73 500 kg/hm² 玉米品种 8 个,对其干物质含量和饲用品质进行分析,结果表明 8 个品种的干物质含量和饲用品质具有较大差异,干物质含量和饲用品质最高的为玉草 3 号,其干物质含量和饲用品质分别为 20. 12% 和 112,干物质含量最低的为曲辰 9 号(13. 21%),相对饲用品质最低的为雅玉 158(92)。说明 3 100 m 海拔地区玉米因达不到乳熟后期,含水量较多,而玉草 3 号分蘖性饲用玉米因不接果实,在高海拔地区种植具有较大的优势,其全生育期营养供给以营养生长为主^[24],因此,产量及干物质含量最高,相对饲用价值最佳。

4 结论

在四川高原藏区适合玉米生长的农区和农牧交错区引种不同玉米品种,并确定最佳的播种方式为直播盖膜,在该播种方式下玉草 3 号的推广价值最高。

参考文献:

- [1] 周裕,严东海,刘志华,等. 炉霍县现代草原畜牧业发展思考[J]. 四川畜牧兽医,2013,10(7):9—10.
- [2] 程明军,侯众,杨世荣,等. 浅析高原藏区建立青贮饲料生产基地的意义[J]. 四川畜牧兽医,2019,22(5):13—15.
- [3] 李小松,陈荣. 炉霍县草畜平衡管理模式探讨[J]. 中国农业信息,2016,11(2):35—36.
- [4] 蒋金武. 浅谈发展高效畜牧业循环经济存在的问题及对策[J]. 云南畜牧兽医,2008,2(4):4—5.
- [5] 陈艳,王之盛,张晓明,等. 常用粗饲料营养成分和饲用价值分析[J]. 草业学报,2015,24(5):117—125.
- [6] 柳金良,郑琪,孙志强,等. 酿饲兼用型高粱和粮饲兼用型玉米饲用价值比较[J]. 草业科学,2019,36(1):161—168.
- [7] 徐敏云,李建国,谢帆,等. 不同施肥处理对青贮玉米生长和产量的影响[J]. 草业学报,2010,19(3):245—250.
- [8] 郭旭生,丁武蓉,玉柱. 青贮饲料发酵品质评定体系及其新进展[J]. 中国草地学报,2008,30(4):100—106.
- [9] 田培育. 我国青贮饲料安全性问题及对策[J]. 畜牧兽医科技信息,2010,5(6):11—12.
- [10] 赵勇. 高品质青贮饲料的制作技术探析[J]. 中国畜禽种业,2015,(8)11:83—83.
- [11] 梁尔恒,王丽先,王丽梅,等. 青贮玉米的栽培技术[J]. 吉林农业,2011,58(8):109—109.
- [12] 辜义敏. 浅析四川盆地青贮玉米机械化生产中存在的问

- 题及对策建议[J]. 四川农业科技, 2019, 7(1): 76—77.
- [13] 李梅峰, 李元华, 程明军, 等. 青贮饲用玉米与黑麦草稻田轮作的经济效益分析[J]. 四川畜牧兽医, 2019, 22(6): 12—13.
- [14] 胡向东. 关于“粮改饲”种植结构调整的思考[J]. 价格理论与实践, 2017, 33(2): 19—20.
- [15] 蓝天照. 川西高原民族地区农机化发展设想[J]. 四川农机, 2005, 8(1): 15—5.
- [16] 何世明. 优化牦牛饲养方式的途径和对策探讨[J]. 阿坝科技, 2006, 78(2): 28—32.
- [17] 高民, 卢德勋, 胡红莲. 粗饲料品质评定质数新一代分级指数的建立及与分级指数(G/2001)和饲料相对值(RFV)的比较研究[J]. 动物营养学报, 2011, 33(8): 1296—1302.
- [18] 钟瑾, 倪奎奎, 杨军香, 等. 我国饲用草产品加工技术的现状及展望[J]. 科学通报, 2018, 64(17): 1677—1685.
- [19] 唐谦. 青藏高原生态畜牧业发展存在的问题与对策[J]. 畜牧兽医科技信息, 2018, 2(3): 4—4.
- [20] 丁恒杰, 旋永芳. 青藏高原牧区发展现代草原畜牧业存在的问题与对策[J]. 草业与畜牧, 2011, 86(5): 53—56.
- [21] 张劲柏, 李仁, 昆高飞, 等. 青贮玉米的经济位势[J]. 北京农业, 2003, 53(2): 32—32.
- [22] 张瑞霞, 牛敏, 王东儒, 等. 不同收获期青贮玉米品种营养成分的积累与分配[J]. 玉米科学, 2006, 14(6): 108—112.
- [23] 吕巨智, 钟昌松, 石达金, 等. 不同播种方式对玉米播种质量及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 100—102.
- [24] 任勇. 新型饲草玉米生长动态及收割期的研究[J]. 作物学报, 2007, 33(8): 1360—1365.

Screening and evaluation of forage maize varieties under different seeding patterns in Tibetan area of Sichuan Plateau

CHENG Ming-jun¹, LIU Zhi-hua², YAN Dong-hai¹, WU Wen-dan¹,
LI Yuan-hua¹, LI Xiao-song², YANG Chun-tao¹, LI Hong-quan¹,
HOU Zhong¹, CHEN Zhi-long³, HE Guang-wu¹

(1. Sichuan Grass Technology Research and Promotion Center, Chengdu 610041, China; 2. Luhuo Agriculture and Animal Husbandry Science & Technology and Supply & Marketing Cooperation Bureau of Sichuan Province, Luhuo 626500, China; 3. Sichuan Southwest Kelian Seed Industry Co, Ltd. Chengdu 610061, China)

Abstract: Totally 25 forage maize varieties with cold resistance, short growth period, high yield and high quality were collected in order to screen out the suitable varieties and seeding methods through comparing and analyzing the plant height, leaf area, stem yield and fodder quality. The designed seeding methods were direct seeding with mulching, direct seeding, seedling transplanting and seedling transplanting with mulching. The result indicated that the suitable seeding method for maize in this area was direct seeding with mulching, and Yucao No. 3 was the best variety which adapted to the environment above 3100 m.

Key words: Tibetan Plateau; screening; forage maize