



王丽娜,顾鑫,任翠梅,等.大庆地区藜麦引种试验[J].黑龙江农业科学,2021(9):24-28.

大庆地区藜麦引种试验

王丽娜¹,顾鑫¹,任翠梅¹,王明泽¹,李娜¹,齐国超¹,于海峰²,陈刚²

(1.黑龙江省农业科学院大庆分院,黑龙江大庆163316;2.大庆市农业农村局农业农村社会事业服务中心,黑龙江大庆163316)

摘要:为丰富大庆地区农业资源,提高盐碱地的有效利用率,本试验以15份不同生物学特性的藜麦资源为材料,通过测定其主要的农艺性状及产量,综合评价15份藜麦种质资源在大庆盐碱地种植后的生态适应性。结果表明:在所有的15份藜麦种质资源中,有10份能够在大庆盐碱地正常生长及成熟,其中Q7从发芽率、株高、产量及穗型等田间表现上较为突出,且产量最高(1 028.25 kg·hm⁻²),经济性状良好,属于早熟高产型,具有在大庆盐碱地区大面积推广种植的潜力。

关键词:藜麦;引种试验;盐碱地;适应性

藜麦(*Chenopodium quinoa* Wild)属于苋科藜属,一年生四倍体短日照双子叶草本植物,也是一种兼性盐生作物,原产于南美洲安第斯山区,距今已经有5 000多年的栽培历史,是当地土著居民的传统主粮。藜麦性喜冷凉,具有耐受低温、干旱、盐碱、贫瘠等生长环境的特性,其生态适应性范围广泛,尤其适合在海拔3 000 m左右的山地或高原气候环境下生长^[1-2]。藜麦对生长条件要求不高,但营养价值丰富,蛋白质含量高达16%~22%,与奶制品及肉类相当,同时富含16种氨基酸及Mn、Fe、Mg、Ga、K、Zn、Cu、P、Se等多种矿物质和VB、VC、VE、β-胡萝卜素等多种维生素,且含量高于水稻、小麦、玉米等,其独特的营养和保健功能被广泛应用于食品、医药、日用化工等行业^[3-4],已成为当今满足人体基本营养需求的理想食物之一,联合国粮农组织将2013年定为“国际藜麦年”,随后关于热点作物藜麦育种、栽培、生理、生化及分子等系列研究逐步展开。我国最早关于藜麦的研究追溯于20世纪90年代西藏农牧学院和西藏自治区农牧学院引种,并小范围试

种^[5-6]。至2013年藜麦研究掀起热潮,我国的山西、陕西、青海、云南、吉林、内蒙古等地才开展了藜麦的种质资源引种和试种、种质资源筛选及适应性评价的研究,可以说我国对于藜麦作物引种、适应性评价等相关理论及产品开发应用研究尚处于起步阶段。黑龙江松嫩平原粮食生产以大豆、玉米、水稻为主,对于藜麦这种优质粮食资源的生产应用甚少,有待将其进行深入挖掘及研究。

本试验将山西、青海、河北、福建等地驯化的15份国外藜麦种质资源引种到黑龙江省大庆地区的苏打盐碱土上种植,开展丰产性及生态适应性等方面的评价,旨在筛选出适合黑龙江西部盐碱地区综合性状良好的主栽藜麦品种。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

田间试验于2020年5月在黑龙江省农业科学院大庆分院安达封闭育种基地进行,地处46.40°N,125.38°E,海拔150 m。试验地土质0~20 cm、20~40 cm的基础地力详见表1。

表1 试验地土壤理化性状

土壤深度/cm	pH	容重/(g·cm ⁻³)	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	有机质/(g·kg ⁻¹)
0~20	8.18	0.99	59.73	62.34	137.02	14.17
20~40	8.28	1.07	71.40	74.81	145.16	5.70

1.2 材料

对15份藜麦资源按Q1~Q15进行编号,便于开展后续试验。从青海海西州引进Q1,从山西太原引进Q2~Q10,从河北崇礼引进Q11~Q13,从福建农林大学引进Q14和Q15(表2)。

收稿日期:2021-03-01

基金项目:黑龙江省农业科学院大庆分院优秀青年基金(2020DQ03)。

第一作者:王丽娜(1983—),女,硕士,助理研究员,从事藜麦种质资源收集、引种及适应性鉴定研究。E-mail:dqnywln@163.com。

表 2 不同藜麦种质资源在引种地农艺性状表现

资源 编号	株高/m	类型	千粒重/g	生育期/d	来源地
Q1	1.40~1.70	白藜	4.0~4.6	130~150	青海海西州
Q2	1.34	白藜	1.6~2.0	118	山西太原
Q3	1.40	白藜	1.8~2.1	128	
Q4	1.40~1.60	白藜	2.4~3.0	100~110	
Q5	1.80~2.10	白藜	3.7~4.2	130~150	
Q6	1.40~1.60	白藜	2.8~3.2	110~120	
Q7	1.50~1.70	白藜	2.8~3.2	100~110	
Q8	1.78	白藜	2.4~2.8	130	
Q9	1.78	白藜	2.8~3.2	125	
Q10	1.80	白藜	2.9~3.3	125	
Q11	1.40~1.80	灰藜	2.4~6.1	90~110	河北崇礼
Q12	1.50~1.80	白藜	2.1~2.5	100~110	
Q13	1.30~1.80	黑藜	2.5~2.8	100~110	
Q14	1.40~1.60	红藜	1.1~1.5	/	福建农林大学
Q15	1.50~1.80	红藜	1.3~1.7	/	

1.3 方法

1.3.1 试验设计 藜麦种子的发芽试验:将 15 份藜麦种质资源挑选成熟度好,籽粒饱满,大小一致的种子,利用 75%酒精浸泡 30 s 消毒处理后,再用无菌水冲洗 3~4 遍,无菌滤纸吸干水分后,平铺到直径 12 cm,含 2 层无菌滤纸的培养皿中,并加入等量的 8 mL 无菌水,30 粒·皿⁻¹,3 次重复,置于人工气候箱(24±2)℃,16 h/8 h 2 000 lx 光照条件下培养发芽,为防止水分蒸发,每天向培养皿中加入定量的无菌水 8 mL。

藜麦种子的播种试验:试验地前茬为玉米,秋深翻施氮磷钾复合肥 35 kg·667 m²。采用大区试验,每个品种种植 66.7 m²,15 份藜麦种质资源随机排列,过道 0.5 m。于 2020 年 5 月初进行藜麦播种试验,坐水穴播,株距 30 cm,每穴 5~6 粒种子,人工培土 2~3 cm。

藜麦苗期大约 6 月初喷施高效氯氟氰菊酯 10%悬液,用于防治甜菜金龟子。全生育期人工除草 3 次,因 2020 年雨水充足,除播种坐水外未进行人工浇灌。

1.3.2 测定项目及方法 藜麦种子发芽试验需每天统计种子发芽数,以胚根长大于种子直径视为发芽,连续统计 3 d,计算种子发芽率、发芽势、发芽指标。

发芽率(%)=第 3 天萌芽种子数/供试种子数×100^[7]

发芽势(%)=第 1 天种子萌发数/供试种子数×100^[8]

发芽指数 (GI) = $\sum (Gt / Dt)$

式中:Gt 为第 t 天的萌发数,Dt 为萌发天数。

藜麦播种试验在成熟期 3 点取样,每点取 10 株,用于测定株高、主穗长、分枝数、单株粒重和千粒重;每小区取 3 点 10 m²面积,测定产量。

田间农艺性状调查指标:播种期、出苗期、全生育期、株高、穗长、分枝数、穗型、单株粒重、千粒重、产量的测量均参照文献[9]和文献[10]调查标准。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2007 软件进行整理,采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同藜麦引种资源的种子萌发表现

由表 3 可知,只有 Q6 的种子发芽率为 83.33%,其余的 14 份种质资源的种子发芽率都高于 94.00%,显著高于 Q6。Q1~Q15 种子的发芽势及发芽指数存在显著差异,其中 Q2、Q3、Q9、Q10 的发芽势相对较高都达到了 98.00%以上,与 Q6、Q7、Q8、Q11、Q12 的发芽势差异显著。除 Q6 以外,相比于 Q7、Q8、Q11、Q12 的种子萌发力,Q2、Q3、Q9、Q10 种子活力相对更旺盛。

2.2 不同藜麦引种资源的生育期表现

由于 Q14 和 Q15 的出苗率极低,无法获得有效的生育进程数据记录,同时,Q1 和 Q3 在生育期不能收获成熟籽粒。由表 4 可知,其他的 11 份藜麦种质资源生育进程记录显示:生育期为 109~126 d,其中 Q2 的生育期最短,为 109 d,Q7 和 Q13 生育期居中,为 111 d,Q10 的生育期最长,为 126 d。

2.3 不同藜麦引种资源的农艺性状表现

由表 5 可知,株高方面,Q10 和 Q9 较高(147.3 和 141.2 cm),与除 Q6 和 Q13 外的其他种质资源差异显著。Q1 株高最矮,与其他种质资源差异显著;主穗长方面,Q13 最长(38.5 cm),与 Q1~Q5、Q8 差异显著,Q1 的主穗长最短(22.4 cm),与 Q4~Q13 差异显著;田间穗型调查显示引种的藜麦资源穗型可分为圆锥和总状两种。

表 3 不同藜麦资源的种子萌发情况

资源编号	接种数/个	萌发个数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
Q1	30	29.33	97.77±1.57 a	96.67±0.82 abc	53.44±8.16 abc
Q2	30	29.67	98.90±1.57 a	98.90±0.47 a	54.40±8.40 a
Q3	30	29.67	98.90±1.57 a	98.90±0.47 a	54.40±8.40 a
Q4	30	29.33	97.77±1.57 a	93.33±2.16 abc	52.44±7.70 abc
Q5	30	29.33	97.77±1.57 a	93.33±0.82 abc	52.44±7.70 abc
Q6	30	25.00	83.33±2.72 b	47.77±0.47 d	23.16±4.17 d
Q7	30	28.33	94.43±3.14 a	44.43±0.47 d	24.94±5.30 d
Q8	30	20.00	96.67±2.72 a	90.00±2.16 bc	51.17±7.30 bc
Q9	30	29.67	98.90±1.57 a	98.90±0.47 a	54.40±8.40 a
Q10	30	29.67	98.90±1.57 a	98.90±0.47 a	54.40±8.40 a
Q11	30	28.33	94.43±3.14 a	81.10±0.47 d	47.94±6.21 d
Q12	30	28.33	95.00±4.16 a	88.90±1.70 c	50.28±7.27 c
Q13	30	29.33	97.77±1.57 a	92.23±0.47 abc	52.11±7.55 abc
Q14	30	29.00	96.67±0.52 a	95.00±0.47 abc	52.84±8.06 abc
Q15	30	29.33	97.77±8.90 a	98.30±0.47 ab	48.11±5.75 ab

注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著性。下同。

表 4 不同藜麦种质资源的生育期调查

资源编号	播种时间/(月-日)	出苗时间/(月-日)	麦穗时间/(月-日)	开花时间/(月-日)	成熟时间/(月-日)	生育期/d
Q1	05-01	05-14	07-12	07-28	-	-
Q2	05-01	05-12	07-10	07-28	08-31	109
Q3	05-01	05-14	07-12	07-30	-	-
Q4	05-01	05-10	07-10	07-26	09-15	125
Q5	05-01	05-14	07-12	07-28	09-15	121
Q6	05-01	05-10	07-12	07-30	09-15	125
Q7	05-01	05-10	07-10	07-28	08-31	111
Q8	05-01	05-14	07-10	07-28	09-15	121
Q9	05-01	05-14	07-12	07-28	09-15	121
Q10	05-01	05-14	07-12	07-30	09-20	126
Q11	05-01	05-10	07-10	07-28	09-15	125
Q12	05-01	05-10	07-10	07-30	09-15	125
Q13	05-01	05-10	07-10	07-28	08-31	111
Q14	05-01	-	-	-	-	-
Q15	05-01	-	-	-	-	-

2.4 不同藜麦引种资源的产量表现

引种的 15 份藜麦资源,受品种特性及气候影响,尤其 2020 年 9 月大庆地区因受两次强台风影响,Q10 植株倒伏严重,籽粒基本脱落,未能记录产量数据。至成熟期仅有 10 份藜麦种质资源获得产量统计。由表 6 可知,单株粒重方面,Q7 单

株粒重最高,为 23.66 g,显著高于其他 9 个品种,单株粒重从高到低为 Q7>Q4>Q6>Q9>Q13>Q2>Q5>Q12>Q11>Q8;千粒重方面,Q13 最高,为 2.67 g,与 Q2 和 Q8 差异显著,与其他 7 个品种差异不显著,千粒重从高到低顺序为 Q13>Q9>Q12>Q4>Q6>Q7>Q5>Q11>

Q2>Q8;产量方面,Q7 产量最高,为68.55 kg•667m⁻²,与其他 9 个品差异显著,产量从高到低顺序为 Q7>Q6>Q4>Q9>Q13>Q2>Q12 >Q5>Q11>Q8。总体而言,Q7 从发芽率、株高、产量及穗型等田间表现上较为突出,经济性状良好,属于早熟高产型。

表 5 田间主要农艺性状

资源编号	株高/cm	主穗长/cm	分枝数/个	穗型
Q1	68.4±5.8 f	22.4±2.1 e	23	圆锥
Q2	88.1±10.9 d	26.0±3.1 de	25	圆锥
Q3	76.6±3.4 de	24.8±1.9 e	23	总状
Q4	116.1±23.9 d	31.1±7.4 bc	31	圆锥
Q5	109.5±12.5 c	30.4±6.6 c	32	总状
Q6	126.0±19.2 abc	34.0±5.2 ab	38	总状
Q7	120.3±13.3 bc	33.3±5.2 ab	27	圆锥
Q8	116.9±16.6 bc	30.9±4.6 c	36	圆锥
Q9	141.2±9.9 a	33.2±3.2 ab	39	总状
Q10	147.3±9.0 a	35.4±3.2 ab	40	总状
Q11	116.8±15.5 bc	35.8±6.8 ab	31	总状
Q12	125.1±14.3 bc	33.1±8.3 abc	40	总状
Q13	136.5±13.8 ab	38.5±6.9 a	23	总状
Q14	-	-	-	-
Q15	-	-	-	-

注:不同小写字母代表差异显著(P<0.05),下同。

表 6 不同藜麦种质资源的产量表现

资源编号	单株粒重/g	千粒重/g	产量/(kg•667 m ⁻²)
Q1	-	-	-
Q2	5.16 c	1.73 b	17.02 cd
Q3	-	-	-
Q4	11.49 b	2.26 a	38.03 b
Q5	4.25 cd	1.94 ab	14.45 cd
Q6	11.34 b	2.15 ab	38.55 b
Q7	23.66 a	2.05 ab	68.55 a
Q8	2.24 d	1.53 b	7.41 d
Q9	11.21 b	2.53 a	37.22 b
Q10	-	-	-
Q11	3.37 cd	1.91 ab	11.79 cd
Q12	4.08 cd	2.28 a	14.68 cd
Q13	7.87 c	2.67 a	27.54 c
Q14	-	-	-
Q15	-	-	-

3 讨论

藜麦种质的表型受地域和环境影响较大,表现为高度多样性^[11-12]。同一品种资源在不同地域或同一地域种间的表型也可能出现差异。从青海、山西、河北、福建引种的 15 份藜麦资源因受北方气候环境的影响,虽然种子在实验室萌发率较高,但田间农艺性状表现存在显著差异。其中,Q14 和 Q15 的田间出苗率极低,藜麦种子小,顶土能力差,受 5 月初低温影响,延长了藜麦的出苗时间及弱势品种的出苗率,这与梅丽等^[13]的研究结果一致。Q1 和 Q3 生育期过长未能获得成熟籽粒,Q10 植株过高因遭受台风影响植株倒伏严重,成熟期籽粒基本被吹落,未获得相关产量数据。大庆地区年均无霜期为 143 d,本试验引种的 15 份藜麦资源最终调查显示有 10 份的成熟期为 109~126 d,较引种地生育期相对延长,植株高度较引种地相对缩短,千粒重较引种地略低或相当,说明这 10 份藜麦资源在大庆地区种植表现出高度的遗传多样性,适合于大庆地区种植。本试验仅在播种时期选择坐水保证充足的土壤商情,后期完全依靠自然降水维持藜麦生长。本试验后期出现田间杂草控制不及时的现象,也会影响藜麦植株籽粒的产量。同时,受两次自然灾害影响,有些品种的部分植株成熟籽粒被吹落,茎秆折断,对产量数据的形成造成一定的影响。另外,穗型也是影响产量形成的决定因素,圆锥状穗型的籽粒含量大于总状籽粒含量(图 1),田间表现 Q7 的单株粒重大于 Q13。

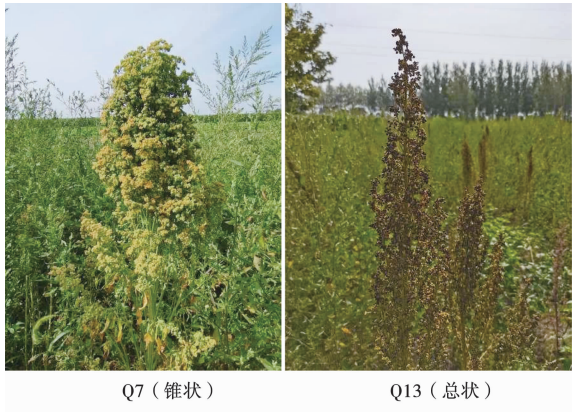


图 1 成熟期 Q7 和 Q13 的穗型表现

4 结论

本试验对引种的 15 份藜麦资源进行生态适应性评价,结果表明,Q1~Q13 都适合大庆盐碱地区气候环境种植。其中 Q1、Q3 不能成熟,其他 11 份藜麦资源可完成全生育期的生长,Q10 植株较高,倒伏严重,也不建议继续种植。最后仅获得的 10 份藜麦资源,测定 Q7 产量最高,达到 $68.55 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$,产量从高到低的顺序为 $Q7 > Q6 > Q4 > Q9 > Q13 > Q2 > Q12 > Q5 > Q11 > Q8$,一般产量形成与种子活力呈正相关,本研究 Q7、Q6 的发芽指数与终产量呈负相关,这可能与田间播种及覆土方式有关。从生态适应性来看此次引种的 10 份藜麦资源能够适应大庆地区盐碱地种植,能顺利进行营养生长,但进入生殖生长阶段则出现显著差异,生育期延长不结实或结实率低现象明显。本文综合藜麦引种获得的各性状指标,以早熟、高产、抗倒伏为引种目地,初步选择 Q7 藜麦资源作为大庆盐碱地主导种植品种,并将展开配套高产高效栽培技术的研究。

参考文献:

[1] 高琪,蔡志全. 藜麦种质资源及抗旱和耐盐的研究进展[J]. 安徽农业科学,2019,47(13):1-3,7.
[2] 杨发荣,黄杰,魏玉明,等. 藜麦生物学特性及应用[J]. 草业科学,2017,34(3):607-613.
[3] ZEVALLOS V F,ELLIS H J,SULIGOJ T,et al. Variable activation of im-mune response by quinoa (*Chenopodium*

quinoa Willd.) prolamins in celiac disease[J]. American Journal of Clinical Nutrition,2012,96(2):337-344.
[4] ABUGOCH J L E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties[J]. Advances in Food and Nutrition Research,2009,58:1-31.
[5] 张崇玺,贡布扎西,旺姆. 南美藜(Quinoa)苗期低温冻害试验研究[J]. 西藏农业科技,1994(4):49-54.
[6] 刘洋,熊国富,闫殿海,等. “粮食之母”、“超级食物”——藜麦“落户”青海[J]. 青海农林科技,2014(4):95-98.
[7] 孙时轩. 造林学[M]. 北京:中国林业出版社:1991.
[8] 袁飞敏,权有娟,陈志国. 不同钠盐胁迫对藜麦种子萌发的影响[J]. 干旱区资源与环境,2018,32(11):182-187.
[9] 翟西均. 藜麦品种区域试验记载项目与标准[J]. 中国种业,2016(5):25-26.
[10] 宋娇,姚有华,刘洋,等. 6 个藜麦品种(系)农艺性状的主成分分析[J]. 青海大学学报,2017,35(6):6-10.
[11] TARTARA S M C,MANIFESTO M M,BRAMARDI S J,et al. Genetic structure in cultivated quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) a reflection of landscape structure in Northwest Argentina[J]. Conservation Genetics,2012,13(4):1027-1038.
[12] CURTI R N,ANDRADE A J, BRAMARDI S,et al. Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from northwest Argentina[J]. Annals of Applied Biology,2012,160(2):114-125.
[13] 梅丽,郭自军,王立臣,等. 15 份藜麦资源在北京地区的生态适应性评价[J]. 中国农业大学学报,2019,24(9):27-36.

Introduction Experiment of *Chenopodium quinoa* in Daqing Area

WANG Li-na¹, GU xin¹, REN Cui-mei¹, WANG Ming-ze¹, LI Na¹, QI Guo-chao¹, YU Hai-feng², CHEN Gang²

(1. Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China; 2. Agricultural and Rural Social Service Center of Daqing Agricultural and Rural Bureau, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to enrich agricultural resources in Daqing area and improve the effective utilization rate of saline alkali land, 15 *Chenopodium quinoa* germplasm resources with different biological characteristics were used as materials to comprehensively evaluate the ecological adaptability of 15 *Chenopodium quinoa* germplasm resources after planting in Daqing saline alkali land by measuring their main agronomic characters and yield. The results showed that 10 of the 15 *Chenopodium quinoa* germplasm resources could grow and mature normally in Daqing saline alkali land. Among them, Q7 was outstanding in the field performance of germination rate, plant height, yield and panicle type, with the highest yield ($1\ 028.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), good economic characters, belonging to early maturing and high-yield type, and had the potential to be popularized in Daqing saline alkali area.

Keywords: *Chenopodium quinoa*; introduction experiment; saline alkali land; adaptability