

藜麦在北京地区适应性的初步研究

邓万云¹ 周继华² 黄琴¹ 梅丽² 郭自军³ 徐学欣¹ 韩美坤¹ 王志敏^{1*}

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193;

2. 北京市农业技术推广站,北京 100029;

3. 北京市延庆县农业技术推广站,北京 102100)

摘要 为探究藜麦在北京地区的适应性及其适宜播期范围,利用引进的藜麦种植材料设置不同地域适应性观察和不同播期试验,进行农艺性状、干物质积累及其产量表现的评价。结果表明,2年不同试验点藜麦均正常成熟:2014年产量为1 764.7 kg/hm²;2015年3个试验点平均产量为1 880.1 kg/hm²,其中房山大安山获得最高产量为2 235.2 kg/hm²。不同播期藜麦生育期在117~127 d,株高在185.1~197.5 cm,茎粗在19.8~24.8 mm,单株主茎一级分枝数在20~27个,产量1 363.78~2 029.26 kg/hm²,单株粒重27.86~33.20 g/株,千粒重2.29~2.70 g。综上结果,藜麦适宜在北京地区种植,尤其在房山大安山气候冷凉、昼夜温差大的地区表现较好;其适宜播期在4月底。

关键词 藜麦;试种;适应性;播期;农艺性状

中图分类号 S 519

文章编号 1007-4333(2016)12-0012-08

文献标志码 A

Primary study on the adaptability of Quinoa in Beijing

DENG Wan-yun¹, ZHOU Ji-hua², HUANG Qin¹, MEI Li², GUO Zi-jun³, XU Xue-xin¹,
HAN Mei-kun¹, WANG Zhi-min^{1*}

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Beijing Agricultural Technology Extension Centre, Beijing 100029, China;

3. Agricultural Technology Extension Centre of Yanqing, Beijing 102100, China)

Abstract To explore the adaptability and optimum sowing date of Quinoa in Beijing region, three sowing sites and four sowing dates were set in field experiment to investigate agronomic traits, dry matter accumulation, and yield performance of different materials. The results showed that Quinoa could reach maturity in 2014 and 2015. In 2014, the yield was 1 764.7 kg/hm²; In 2015, the average yield was 1 880.1 kg/hm² of three experimental sites and the highest yield was 2 235.2 kg/hm² in Daanshan, Fangshan. The rowing period ranged from 117 to 127 days in different sowing dates, plant height ranged from 185.1 to 197.5 cm, stem diameter ranged from 19.8 to 24.8 mm, and first branch ranged from 20 to 27. Among different sowing dates, the yield of Quinoa ranged from 1 363.78 to 2 029.26 kg/hm², grain weight per plant ranged from 27.86 to 33.20 g, thousand grain weight (TGW) ranged from 2.29 to 2.70 g. In conclusion, Quinoa was suitable to be planted in Beijing region, especially in Daanshan, Fangshan, which has cool climate and large temperature difference between day and night. The suitable sowing date was by the end of April. These results provided guidance for Quinoa planting in Beijing region.

Keywords *Chenopodium Quinoa* Willd.; trail planting; adaptability; sowing date; agronomic traits

收稿日期: 2016-01-19

基金项目: 北京市农委科技项目支持

第一作者: 邓万云, 硕士研究生, E-mail: caudwy@163.com

通讯作者: 王志敏, 教授, 博士生导师, 主要从事作物节水高产栽培研究, E-mail: zhimin206@263.net

藜麦(*Chenopodium quinoa* Willd.)是苋科藜亚科藜属一年生双子叶植物^[1],起源于南美洲安第斯山脉的秘鲁、玻利维亚、智利等国,其栽培最早可追溯到 5 000 年前^[2]。藜麦的花序为穗状花序,颜色多样,具有一定景观价值。籽粒蛋白质含量高且含有人体所必需的全部氨基酸,富含维生素及钙、铁、锌等矿质微量元素,还含有不饱和脂肪酸和多酚类等抗氧化物质^[3]。被联合国粮农组织(FAO)确定为唯一一种单体植物即可满足人体基本营养需求的食物,并推荐为最适宜人类的“全营养食品”^[4-5]。美国宇航局的“封闭式生态生命支持系统(CELSS)”项目将藜麦选为宇航员在太空的理想食物^[6]。藜麦遗传多样性丰富,具有广泛的生态适应性和逆境抵抗能力,能够适应不同气候条件^[7],可以在干旱(年降雨量 300~400 mm)、盐碱地和频繁霜冻等极端环境下生长^[8]。目前,藜麦在美洲、欧洲、非洲及亚洲部分地区的海拔 0~4 000 m 都有分布^[9]。藜麦是一种营养价值高,抗逆性和适应性强,兼具一定景观价值的多功能作物。为引起全球对藜麦生物多样性和营养价值的关注,使其在消除贫困实现千年发展目标中发挥作用,联合国将 2013 年确定为“国际藜麦年”^[5]。

中国对藜麦的引进种植起始于 20 世纪 90 年代,贡布扎西等^[10-12]在西藏地区试种南美藜,并初步进行了南美藜生物学特性和营养价值的评价及病虫害等方面的研究。直到 2007 年藜麦在山西省长治、忻州和大同市等地海拔 4 000 m 以上的地区试种成功后,迅速在当地发展^[12]。近几年,藜麦越来越受到人们的关注。目前,除山西大面积种植外,甘肃、

吉林、青海、河北等地区也已试种成功并有一定种植面积^[13-14],黑龙江、河南、内蒙古、安徽、江苏、海南、四川和贵州等地也开展了藜麦种植和栽培育种研究^[15]。2015 年中国作物学会召开了首届中国藜麦产业(长春)高峰论坛^[16]。随着藜麦育种和栽培技术的不断推进,藜麦在我国将会有更大的发展。

北京地区生态环境多样,有山地和平原,气候条件差异大,且属于资源型缺水地区,水资源供需矛盾突出。京郊农业正在向节水优质高效和多功能都市化农业方向发展,引进新型高效、抗逆、多功能作物具有重要意义。目前,尚未有藜麦在北京地区种植及适应性方面的研究报道。本研究通过引进藜麦资源,在北京地区开展不同地点试种试验和不同播期的生产生态适应性试验,旨在探究北京地区发展藜麦生产的可行性。明确藜麦适宜种植区域和适宜播期范围。为北京地区发展藜麦产业提供重要的科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料及设计

藜麦品种材料由山西省华青藜麦公司提供。

1.1.1 不同地域藜麦适应性观察

试验于 2014—2015 年在北京进行。2014 年在延庆永宁镇试种藜麦 0.53 hm²,2015 年在延庆永宁镇四海乡和房山大安山乡 3 个试验点进行,种植藜麦面积分别为 0.33、0.20 和 4.67 hm²。2015 年不同试验点地理和气候基本情况见表 1。2014 年 4 月 25 日、2015 年 4 月 28 日利用谷子播种机播种,播前

表 1 试验点概况

Table 1 The general situation of different experimental sites

试验点 Experimental site	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔/m Height	年均积温/℃ Annual accumulated temperature	年均气温/℃ Annual mean temperature	年均降水/mm Annual mean precipitation
延庆永宁 Yongning Yanqing	116°28'	40°47'	520	3 896	9.0	441
延庆四海 Sihai Yanqing	116°38'	40°55'	728	3 886	8.9	420
房山大安山 Daanshan Fangshan	115°77'	39°88'	829	4 750	12.2	539

精细整地,使地块细碎平整。播量 7.5 kg/hm^2 ,行距 0.55 m ,播深约 2 cm 。在苗期株高 $20 \sim 30 \text{ cm}$ 时,结合中耕除草进行一次间苗。9月初,叶片变黄,穗部完全转色,籽粒变硬时,及时收获、晾干并脱粒。

1.1.2 不同播期试验

试验地点:延庆县永宁镇太平庄村($40^\circ 47' \text{ N}$, $116^\circ 28' \text{ E}$),海拔 520 m 左右,年均降水 441 mm ,年均气温 $9 \text{ }^\circ\text{C}$ 。设置4个不同播期 SD1(4月21日);SD2(4月28日);SD3(5月5日);SD4(5月12日)。各播期处理小区面积 120 m^2 ,重复3次。播前利用旋耕机精细整地,无明显土块坷垃,地块细碎平整。采用人工点播的方式播种,播量 7.5 kg/hm^2 ,播深 2 cm 左右,行距 0.55 m 。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 生育期

记录藜麦播种期、出苗期、分枝期、现穗期、开花期和成熟期等6个生育时期的日期,以田间50%以上植株达到对应生育时期标准的日期为准。

1.2.2 生长形态指标

出苗后,每处理小区标记生长均匀一致的藜麦植株,动态调查株高、茎粗、主茎一级分枝数等形态指标。株高为从地面到植株顶端的高度,cm;茎粗为主茎基部距地面 2 cm 左右位置处的测量值,mm;分枝数为主茎一级分枝数,个。

1.2.3 干物质积累及其在器官间的分配

不同生育时期,每处理小区取3株均匀一致的藜麦植株,带回室内,茎、叶、穗分开,分装在牛皮纸袋中,置于烘箱 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 杀青 30 min ,然后 $85 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘干

至恒重,称量。

1.2.4 实际密度与产量

每处理小区选取 20 m^2 ,调查田间实际密度。在每个取样点随机选取5株藜麦穗,分别收获、晾干、脱粒,调查单株粒重和千粒重。产量=实际密度 \times 单株粒重。

1.3 数据分析方法

采用 Microsoft Excel 2007 和 IBM SPSS 20.0 对试验数据进行整理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同试验点藜麦适应性观察

由表2可知,2014年延庆永宁藜麦试种产量为 1764.7 kg/hm^2 ,单株粒重 30.76 g/株 ,千粒重 2.81 g 。2015年房山大安山、延庆四海、延庆永宁等地藜麦均正常成熟,3点平均产量为 1880.1 kg/hm^2 ,平均单株粒重 36.48 g/株 ,平均千粒重 2.77 g 。不同试验点藜麦成熟期田间表现见图1。其中房山大安山产量表现最好,达到 2235.2 kg/hm^2 ,与延庆永宁比较,产量优势主要表现在单株粒重和千粒重方面。在实际密度约 5.8 万株/hm^2 条件下,房山大安山单株粒重和千粒重较延庆永宁分别提高了 22.8% 和 12.1% 。延庆四海单株粒重较高,实际密度低导致产量偏低,在密度方面仍具有一定增产潜力。种植示范结果表明,藜麦在北京地区能正常结实形成产量,可以适应当地生态环境。尤其在房山大安山具有冷凉、昼夜温差大等气候特征的区域表现较好。

表2 不同试验点藜麦产量表现

Table 2 The yield performance of Quinoa at different experimental sites

年份 Year	试验点 Experimental site	密度/ ($\times 10^4/\text{hm}^2$) Density	单株粒重/g Grain weight per plant	千粒重/g Thousand seed weight	产量/(kg/hm^2) Grain Yield
2014年	延庆永宁 Yongning Yanqing	5.7 ± 0.5	30.76 ± 1.35	2.81 ± 0.36	1764.7 ± 224.9
	延庆永宁 Yongning Yanqing	5.9 ± 0.3	32.41 ± 1.85	2.73 ± 0.33	1934.0 ± 191.1
2015年	延庆四海 Sihai Yanqing	3.9 ± 0.4	37.24 ± 6.63	2.52 ± 0.12	1471.2 ± 212.0
	房山大安山 Daanshan Fangshan	5.6 ± 0.1	39.79 ± 3.48	3.06 ± 0.14	2235.2 ± 137.6
	平均 Average	5.1 ± 1.1	36.48 ± 3.75	2.77 ± 0.27	1880.1 ± 384.8

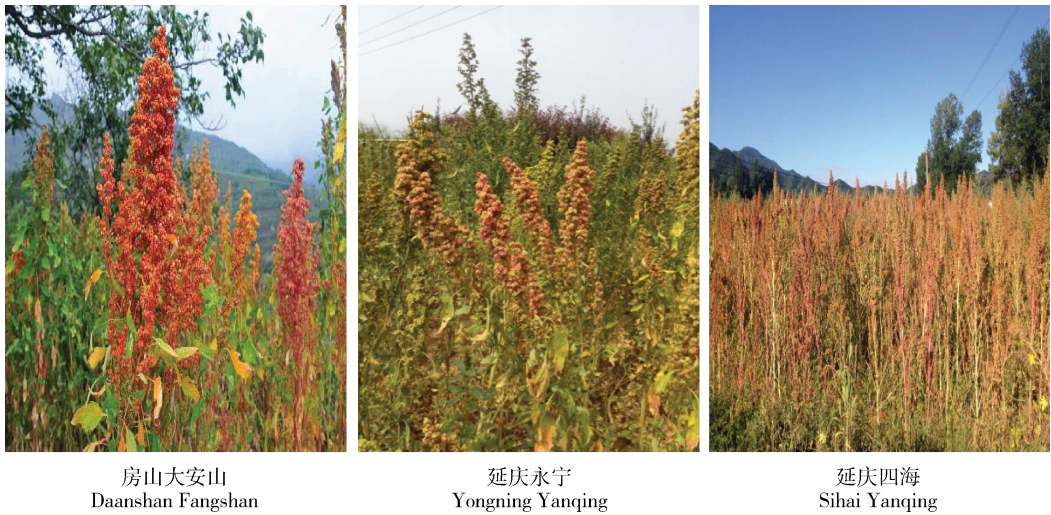


图 1 成熟期不同试验点藜麦田间表现

Fig. 1 The field performance of Quinoa at mature period in different experimental sites

2.2 不同播期对藜麦农艺性状及其产量的影响

2.2.1 不同播期藜麦生育进程

由表 3 可知,不同播期藜麦生育期在 117~127 d,与引进的藜麦种植材料 110~120 d 的生育期相差不大,表明藜麦在该地区种植生育期没有明显影响。就各生育时期而言,不同播期存在一定的差异。出苗天数随播期推迟有缩短趋势,可能与地温升高,加

快种子萌发速率有关;分枝期是藜麦分枝发生的主要阶段,出苗到分枝的天数随播期推迟呈增加趋势,SD4 最长为 28 d;分枝到现穗是藜麦快速生长阶段,SD4 最短为 19 d,较其他播期缩短了 2~4 d。现穗到开花是藜麦穗部发育的关键阶段,SD1 和 SD2 为 24 d,SD4 播期最短为 20 d。开花到成熟是穗部籽粒充实的阶段,SD4 较 SD1 和 SD2 缩短了 4 d。

表 3 不同播期藜麦的生育时期

Table 3 The growth stage of Quinoa at different sowing dates d

处理 Treatments	播种期 Sowing date	出苗期 Seeding stage	分枝期 Branching stage	现穗期 Heading stage	开花期 Anthesis	成熟期 Maturity stage	生育期 Growth period
SD1	4. 21	5. 50(14)	5. 29(24)	6. 21(23)	7. 15(24)	8. 26(42)	127
SD2	4. 28	5. 12(14)	6. 40(23)	6. 25(21)	7. 19(24)	8. 30(42)	124
SD3	5. 50	5. 18(13)	6. 12(25)	7. 30(21)	7. 24(21)	9. 20(40)	120
SD4	5. 12	5. 24(12)	6. 21(28)	7. 10(19)	7. 30(20)	9. 60(38)	117

注:括号内数字代表该生育时期与上一个生育时期的间隔时间。

Note: The number of days in brackets represent the intervals between the growth period and last growth period.

2.2.2 不同播期藜麦生长形态特征

生育期动态考察不同播期藜麦农艺性状试验结果表明:不同播期藜麦生长形态指标存在差异(表 4)。现穗期为藜麦快速生长期,不同播期藜麦植株株高在该时期显著增高,播期间藜麦株高差异明显。现穗期后,株高仍然有所增加,但增加幅度不

大,在开花期基本维持稳定,成熟期不同播期株高在 185.1~197.5 cm,差异不显著。表明播期对藜麦株高的影响主要发生在生长前期。茎粗与株高的变化趋势基本一致,均表现为先增加后维持稳定的趋势,茎粗在开花期基本稳定,最终茎粗范围在 19.8~23.2 mm,不同播期间无显著差异。分枝数在现穗期

开始维持不变,表明藜麦在生长前期,很快就完成分枝过程,分枝数为20~27个/株。总体来看,播期对

藜麦生长形态指标的影响主要发生在生长前期。生长后期,不同播期藜麦生长形态指标无明显差异。

表4 不同播期藜麦的生长形态指标

Table 4 The growth indexes of Quinoa at different sowing dates

项目 Item	处理 Treatment	调查日期 Date of research				
		2015-06-03	2015-06-23	2015-07-15	2015-07-30	2015-08-30
株高/cm Height	SD1	35.5±5.4 a	129.3±9.5 a	182.1±16.3 a	190.9±24.8 a	196.4±23.6 a
	SD2	32.9±4.6 ab	95.4±1.1 b	170.5±7.7 a	178.1±14.4 a	188.0±19.2 a
	SD3	31.2±2.9 b	59.6±5.5 c	150.9±10.4 b	172.2±7.7 a	185.1±9.8 a
	SD4		45.4±3.6 d	150.9±7.7 b	180.1±11.4 a	197.5±12.6 a
茎粗/mm Stem diameter	SD1	9.1±1.9 a	19.6±4.1 a	19.9±1.8 ab	22.1±3.9 a	23.2±3.6 ab
	SD2	8.2±1.3 ab	17.1±1.2 ab	20.4±2.0 ab	21.7±2.7 a	22.9±3.9 ab
	SD3	7.8±1.4 ab	15.7±1.9 b	21.5±2.4 a	23.5±3.4 a	24.8±3.7 a
	SD4		10.8±1.6 c	18.4±2.3 b	19.8±1.9 a	19.8±1.9 b
分枝/个 First branch	SD1	14±2 a	25±3 a	27±5 a	27±5 a	27±5 a
	SD2	13±2 a	18±2 b	20±1 b	20±1 b	20±1 b
	SD3	12±1 a	19±3 b	21±5 b	21±5 b	21±5 b
	SD4		17±2 b	20±2 b	20±2 b	20±2 b

注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同

Note: Values followed by different letters within a column are significantly different at the 0.05 level. The same below.

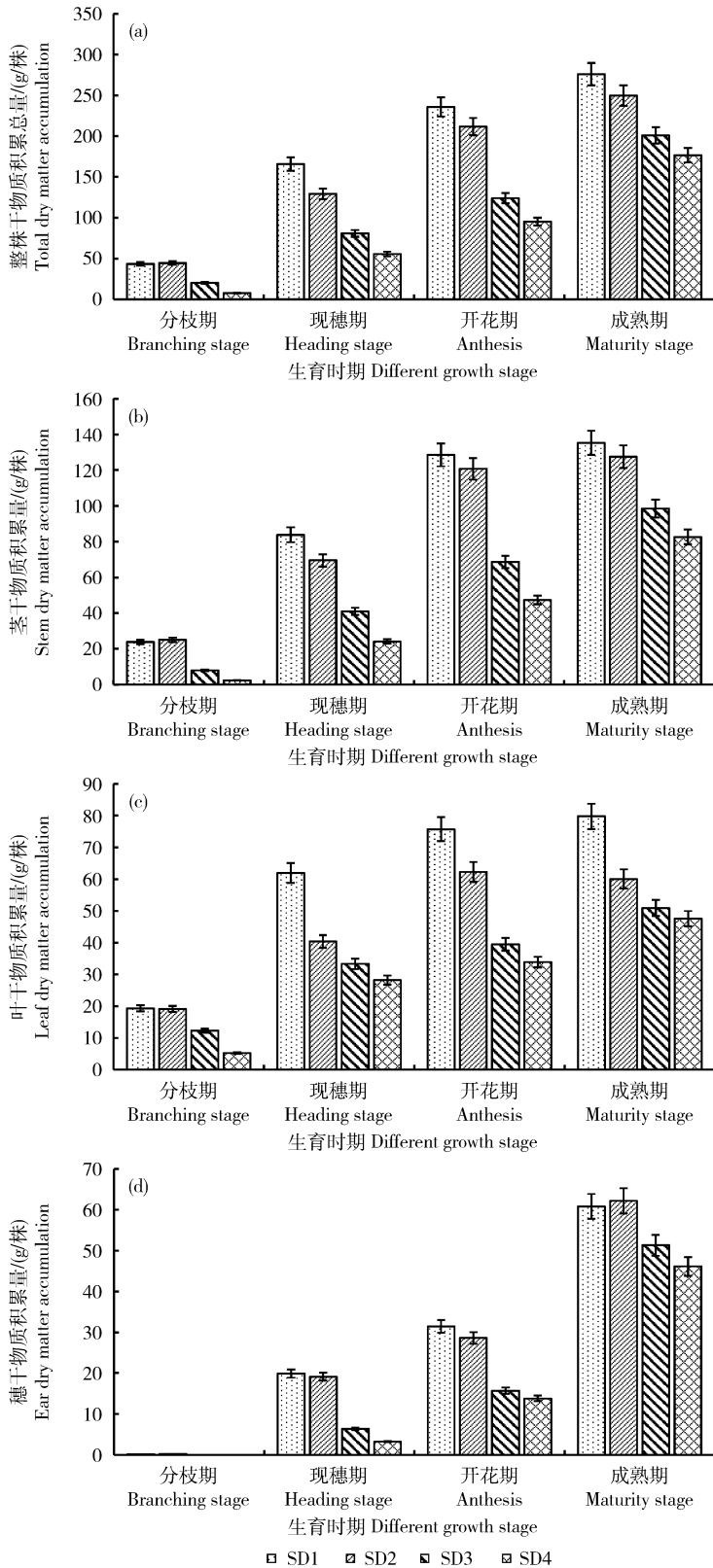
2.2.3 不同播期藜麦干物质积累及其在器官间分配特征

生育期动态考察不同播期藜麦整株干物质积累(图2(a))及其在器官茎(图2(b))、叶(图2(c))、穗(图2(d))间的分配试验结果表明:不同播期对藜麦干物质积累及其在器官间分配存在明显影响。同一生育时期内不同播期的干物质积累总量随着播期推迟依次减少,成熟期SD1物质积累总量最高为275.99 g/株,SD4最低为176.54 g/株。不同器官的干物质积累量变化趋势有所不同,不同播期藜麦茎干重在分枝期和现穗期显著增加,开花期后SD1和SD2基本维持稳定,而SD3和SD4仍呈增加趋势。不同播期藜麦叶干重变化趋势,与茎干重变化趋势基本一致,其中SD1明显高于其他播期,这可能与SD1分枝数较多有关。穗器官作为藜麦的重要产量器官,主要包括籽粒、籽粒外壳及小穗轴等部分。现穗后物质积累开始增加,开花期授粉后,进入籽粒充实阶段,穗部物质积累量快速增加,不同播期处理的藜麦在成

熟期穗部物质积累量由高到低的顺序为:SD2>SD1>SD3>SD4,与单株粒重变化趋势一致。表明藜麦穗部物质积累量的多少与其籽粒产量的高低直接相关。因此,通过不同农艺措施提高干物质在穗器官的分配比例是提高藜麦籽粒产量的必要途径。

2.2.4 不同播期藜麦产量及其产量构成因素

由表5可知,不同播期藜麦产量及其产量构成因素存在差异。成熟期田间调查实际密度,除第四播期由于播种时墒情偏低,导致密度偏低外,其他播期实际密度基本维持在6万株/hm²左右,无显著差异。各播期产量呈显著差异,其中SD1和SD2较高,分别为1949.45和2029.26 kg/hm²,SD3次之,SD4最低为1363.78 kg/hm²。从产量构成因素方面分析,单株粒重表现为SD2>SD1>SD3>SD4,SD1和SD2显著高于SD4。SD2的千粒重显著高于SD3和SD4,与SD1差异不显著,表明SD1和SD2藜麦产量优势主要表现在千粒重和单株粒重方面。



SD1、SD2、SD3、SD4 分别代表播期 4 月 21 日、4 月 28 日、5 月 5 日、5 月 12 日。

SD1,SD2,SD3,SD4 were represented in April 21st, April 28th, May 5th, May 12th, respectively.

图 2 不同播期藜麦整株(a)及其各器官茎(b),叶(c),穗(d)的干物质积累量

Fig. 2 The amount of matter accumulation whole plant (a), stem(b), leaf (c) and ear (d) in quinoa at different sowing dates

表5 不同播期的藜麦产量表现

Table 5 The yield of Quinoa at different sowing dates

处理 Treatment	密度/ ($\times 10^4/\text{hm}^2$) Density	单株粒重/g Grain weight per plant	千粒重/g Thousand seed weight	产量/(kg/hm^2) Grain Yield
SD1	6.087 a	31.98 a	2.61 ab	1 949.45 ab
SD2	6.115 a	33.20 a	2.70 a	2 029.26 a
SD3	5.685 a	30.38 ab	2.42 bc	1 724.08 b
SD4	4.885 b	27.86 c	2.29 c	1 363.78 c

3 讨论

本研究首次在北京试种藜麦。2014年延庆永宁产量为 $1\,764.7\text{ kg}/\text{hm}^2$, 2015年延庆永宁、延庆四海、房山大安山3点平均产量为 $1\,880.1\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。尤其在房山大安山具有气候冷凉、昼夜温差大等气候特征的区域表现较好,产量达 $2\,235.2\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。甘肃、山西、河北张家口、内蒙古部分地区等藜麦种植地,藜麦也都主要分布在当地气候冷凉,干燥,昼夜温差大,土壤瘠薄的山区及其周边区域^[13,17-19]。综合来看,藜麦在北京冷凉山区种植是可行的。北京地区藜麦平均产量虽低于甘肃地区的 $4\,579.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和河北张家口地区的 $3\,637.32\text{ kg}/\text{hm}^2$ ^[17-18],但该产量是在全生育期未追肥浇水,也没有进行病虫害防治等管理的条件下获得的,随着品种改良和栽培技术的改进仍有较大的提升潜力。从不同播期试验结果可知,产量可达 $2\,029.26\text{ kg}/\text{hm}^2$,也显示出较高增产潜力。

新作物引进到一个地区种植,适宜播种时期的确定是建立栽培生产技术的基础。试验结果表明,不同播期藜麦均正常成熟,且生育期较原引种产地短,不同播期对藜麦生育期时间影响不显著,主要影响了不同生育阶段的时间,这与Aamer Sajjad等^[19]研究结果一致。动态考察藜麦生育期农艺性状结果表明,播期对藜麦农艺性状株高、茎粗、分枝数等的影响主要发生在生长前期,生长后期播期间性状差异不明显。成熟期不同播期藜麦农艺性状无明显差异,与黄杰等^[20]研究结果一致。

干物质积累是经济产量形成的重要基础,藜麦在生长过程中伴随生物量的不断积累及其在各器官间的分配,最终形成产量。本研究结果表明,不同播

期对藜麦物质积累及其在器官间的分配和产量均存在显著的影响。本研究根据物质积累量及其产量表现初步确定4月底(SD2)为该地区适宜的播期。究竟什么样的物质积累和分配模式更利于藜麦高产,以及如何通过不同农艺栽培措施去调节物质分配模式,有待进一步深入研究。

通过不同地域适应性观察和不同播期的生产生态适应性试验,明确了北京地区藜麦适宜种植的区域、适宜播期,同时在各地试种示范中也发现了如下生产性问题亟待解决:1)苗期缺苗断垄、大小苗现象严重、保苗困难,播种环节的栽培技术措施需要改进。2)倒伏严重。部分植株株高过高,加之现穗前期,有地下害虫危害茎基部,导致部分植株倒伏。后期穗部增重,降雨或大风导致茎折现象严重。3)生长后期,叶片易早衰,导致籽粒粒重降低,原因有待进一步探究。4)成熟后,若遇降雨容易造成穗发芽,成熟时应及时收获。适宜的熟相及能够克服穗发芽的穗型选择有待进一步研究。5)藜麦作为从国外引进的新作物,国内大部分地区处于试种阶段,尚未形成系统的选育程序。种植材料特异性差,一致性和稳定性均不符合新品种DUS标准^[21]。本研究引进种植材料亦存在一致性差等问题,需要进一步筛选种植材料,选择适宜当地生态条件的稳定品种。

4 结论

北京地区不同试验点藜麦均正常成熟,在农艺性状和经济产量方面的表现均在已有研究报道范围之内,表明藜麦在北京地区试种是成功的。尤其在房山大安山具有气候冷凉、昼夜温差大等气候特征的地区表现较好。初步确定该地区藜麦适宜播期在4月底,为提高出苗率,尽可能在适宜播期内趁墒播种。

参 考 文 献

- [1] Zurita-Silva A, Fuentes F, Zamora P, Jacobsen S E, Schwember A R. Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) potential and perspectives[J]. *Molecular Breeding*, 2014, 34(1):13-30
- [2] Ruas P M, Bonifacio A, Ruas C F, Fairbanks D J, Andersen W R. Genetic relationship among 19 accessions of six species of *Chenopodium* L, by Random Amplified Polymorphic DNA fragments (RAPD)[J]. *Euphytica*, 1999, 105(1):25-32
- [3] James L E A. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) composition, chemistry, nutritional, and functional properties [J]. *Advances in Food and Nutrition Research*, 2009, 58:1-31
- [4] White P L, Alvistur E, Dias C, Vinas E, White H S, Collazos C. Nutritive values of crops, nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the andes mountains[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1955, 3(6):531-534
- [5] FAO. Home-international year of quinoa 2013 [DB/OL]. (2014-2-21) <http://www.fao.org/quinoa-2013/en/>
- [6] Schlick G, Bubenheim D L. Quinoa: An emerging "new" crop with potential for CELSS [D]. Washington: National Aeronautics and Space Administration Ames Research Center, 1993
- [7] Fuentes F F, Martinez E A, Hinrichsen P V, Jellen E N, Maughan P J. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers[J]. *Conservation Genetics*, 2009, 10(2):369-377
- [8] Risi C, Galwey N W. *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture[J]. *Advances in Applied Biology*, 1984, 10:145-216
- [9] Jacobsen S E. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)[J]. *Food Reviews International*, 2003, 19(1/2):167-177
- [10] 贡布扎西, 旺姆, 张崇玺, 杨庆寿. 南美藜在西藏的生物学特性研究[J]. 西北农业学报, 1994, 3(4): 81-86
Gong B Z X, Wang M, Zhang C X, Yang Q S. *Chenopodium quinoa* willd biology research in Tibet [J]. *Journal of Northwest Agriculture*, 1994, 3(4):81-86 (in Chinese)
- [11] 旺姆, 贡布扎西, 刘云龙, 张中义. 西藏南美藜(*Chenopodium quinoa* Willd)病害初步研究[J]. 云南农业大学学报, 1995(2): 88-91
Wang M, Gong B Z X, Liu Y L, Zhang Z Y. Preliminary research on *Chenopodium quinoa* Willd disease in Tibet[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 1995(2): 88-91 (in Chinese)
- [12] 刘锁荣, 范文虎. 促进山西藜麦种植规模化及产业链形成的建议[J]. 山西农业科学, 2011, 29(7):767-769
- Liu S R, Fan W H. Suggestion to promote scale cultivation and formation of production chain of quinoa in Shanxi[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Science*, 2011, 29(7):767-769 (in Chinese)
- [13] 李峰. 藜麦在我省试种成功[N]. 甘肃日报, 2013-10-16(10)
Li F. Quinoa trials are successful in our province[N]. *Gansu Daily*, 2013-10-16(10) (in Chinese)
- [14] 刘伟. 确保藜麦产业健康有序发展[N]. 柴达木日报, 2014-10-22(001)
Liu W. To ensure the Quinoa industry healthy and orderly development[N]. *Qaidam Daily*, 2014-10-22(001) (in Chinese)
- [15] 任贵兴, 杨修仕, 么杨. 中国藜麦产业现状[J]. 作物杂志, 2015(5):1-5
Ren G X, Yang X S, Me Y. Quinoa industry status quo of China [J]. *Crops*, 2015(5):1-5 (in Chinese)
- [16] 刘根全. 首届中国藜麦产业(长春)高峰论坛召开[J]. 中国种业, 2015(9):76
Liu G Q. The first China Quinoa industry (Changchun) summit[J]. *China Seed Industry*, 2015(9):76 (in Chinese)
- [17] 周海涛, 刘浩, 么杨, 杨修仕, 高文杰, 杨才, 任贵兴. 藜麦在张家口地区试种的表现与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1):222-227
Zhou H T, Liu H, Me Y, Yang X S, Gao W J, Yang C, Ren G X. Evaluation of agronomic and quality characters of quinoa cultivated in Zhangjiakou [J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2014, 15(1):222-227 (in Chinese)
- [18] 魏玉明, 黄杰, 顾娴, 金茜, 刘文瑜, 杨发荣. 甘肃省藜麦产业现状及发展思路[J]. 作物杂志, 2016(1):12-15
Wei Y M, Huang J, Gu X, Jin Q, Liu W Y, Yang F R. Current situation and development strategy of Quinoa industry in Gansu Province[J]. *Crops*, 2016(1):12-15 (in Chinese)
- [19] Sajjad A, Munir H, Ehsanullah, Anjum S A, Tanveer M, Rehman A. Growth and development of *Chenopodium quinoa* genotypes at different sowing dates [J]. *Journal of Agricultural Research (Lahore)*, 2014, 52(4):535-546
- [20] 黄杰, 李敏权, 潘发明, 魏玉明, 顾娴, 杨发荣. 不同播期对藜麦农艺性状及品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015(优先出版) DOI:41.1337.S.20150811.1705.002.html
Huang J, Li M Q, Pan F M, Wei Y M, Gu X, Yang F R. Effects of different sowing dates on agronomic traits and quality of quinoa[J]. *Journal of Irrigation and Drainage*, 2015, (Priority) DOI: 41.1337.S.20150811.1705.002. HTML (in Chinese)
- [21] GB/T 19557.1-2004. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南总则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004:23
GB/T 19557.1-2004. General directives for the conduct of tests of distinctness, uniformity and stability for new varieties of plants [S]. Beijing: China Standards Press, 2004: 23 (in Chinese)