

华劲松,赵应林,王华强,等. 不同收获时间对藜麦籽粒产量及物理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(21):119-122.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.020

# 不同收获时间对藜麦籽粒产量及物理特性的影响

华劲松<sup>1</sup>, 赵应林<sup>1</sup>, 王华强<sup>2</sup>, 戴红燕<sup>1</sup>, 张文锋<sup>1</sup>

(1. 西昌学院, 四川西昌 615013; 2. 四川省西昌市农业农村局, 四川西昌 615000)

**摘要:**以陇藜 1 号、冀藜 2 号、青藜 1 号为试验材料,分别在开花后 15、20、25、30、35 d 进行收获,研究不同收获时间对藜麦籽粒产量和物理特征的影响。结果表明,5 次收获时间可分别对应种子的乳熟期、黄熟前期、黄熟后期、完熟期和枯熟期,各品种不同收获时间籽粒产量的变化趋势相同,均随着收获时间的延迟不断增加,至开花后 30 d 收获产量最高,之后又略有降低,开花后 35 d 的产量与开花后 30 d 的产量差异不显著,开花后 25 d 的产量与开花后 30 d 的产量差异未达极显著水平,开花后 15、20 d 的产量与开花后 25、30、35 d 的产量差异达极显著水平。同时随着收获时间的延后,收获的籽粒物理特性趋于向好,不仅籽粒体积(直径和厚度)、千粒质量持续增加,而且比重增大,籽粒散落性增强。由于藜麦籽粒成熟的不一性和脱落性,以及种子易在穗上发芽,所以在生产实践中,可在开花后 25~35 d,即种子黄熟后期至枯熟期,根据天气等实际情况确定收获时间,趋利避害以达到最佳收获产量和品质。

**关键词:**藜麦;收获时间;籽粒;产量;物理特性

**中图分类号:** S512.904 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)21-0119-04

优质与高产一直是作物生产的主要目标,在实际生产过程中,收获时间不当往往是造成种子产量低、品质差的主要原因<sup>[1]</sup>。因此,确定适宜的收获期,不仅可以避免由于过早收获造成种子成熟度差、活力低、质量差,亦可避免因种子收获过晚而造成的种子严重损失、品质变劣等问题<sup>[2-5]</sup>。

藜麦(*Chenopodium quinoa* Willd.) 为苋科藜属 1 年生植物,原产于南美洲安第斯山脉地区,具有耐旱、耐寒、耐盐碱等生理特性<sup>[6]</sup>。作为粮食作物,主要收获物为籽粒,藜麦籽粒为瘦果,多为圆柱形,直径较小,颜色多种多样,具有非常高的营养价值<sup>[7]</sup>。自 2013 年“国际藜麦年”后,我国藜麦产业发展迅

速,2017 年种植面积已达 0.9 万  $\text{hm}^2$ ,中小规模的藜麦企业已逾百家<sup>[8]</sup>。由于藜麦分枝多,存在开花、成熟不一致和具有落粒性等特性<sup>[9]</sup>,同时种子活性很强,基本没有休眠期,成熟的种子在温度和水分适宜的条件下数小时即可发芽<sup>[10]</sup>,而我国南方许多地区藜麦成熟收获期正值高温多雨季节,田间穗发芽和生霉情况比较突出,严重影响籽粒产量和品质。本试验研究了不同收获时间对藜麦籽粒产量和物理特性的影响,以期对藜麦生产适时收获提供理论依据和经验参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验地设在四川省西昌市安宁镇高堆村二组,地处  $102^{\circ}12'35''\text{E}$ 、 $27^{\circ}56'55''\text{N}$ ,海拔高度为 1 560 m,属热带高原季风气候区,年日照时数 2 431.4 h,年均气温  $17.2^{\circ}\text{C}$ ,全年无霜期 280 d;年降水量 1 013.1 mm,主要集中在 7—9 月。试验地

35—37。

[2] 奚业文. 稻虾连作生态高效技术试验分析[J]. 中国水产,2013(6):62-65.

[3] 梅 锋,王东有,饶伟鸿,等. 会昌县稻虾共作技术及效益分析[J]. 现代农业科技,2019(6):187,189.

[4] 张 弘. 南阳地区稻虾共生生态种养模式分析[J]. 现代农业科技,2019(6):183,186.

收稿日期:2020-03-20

基金项目:四川省凉山州技术研究开发与推广应用项目(编号:17YYJS0074);西昌学院科研项目(编号:LGLZ201913)。

作者简介:华劲松(1970—),男,重庆人,硕士,研究员,主要从事农作物遗传育种及栽培技术研究。E-mail:xcxydhy@126.com。

民消费的基本生活资料,粮食安全事关国家安全,发展粮食生产历来受到各级政府重视,稻虾生态种养综合应用发展前景无比广阔。

## 参考文献:

[1] 董 勇. 龙虾稻田生态养殖技术[J]. 渔业致富指南,2014(4):

土壤类型为壤土,肥力中等,pH 值 6.6,土壤有机质含量 12.88 g/kg、碱解氮含量 51.4 mg/kg、速效磷含量 12.6 mg/kg、速效钾含量 113.7 mg/kg。

1.2 供试材料

供试品种 3 个,分别为陇藜 1 号(甘肃省农业科学院选育)、冀藜 2 号(张家口市农业科学院选育)、青藜 1 号(青海大学农林科学院选育),均由西昌学院高原及亚热带作物研究所提供。

1.3 试验方法

大田种植采用随机区组设计,处理为 3 个不同的藜麦品种,4 次重复,小区面积 27 m<sup>2</sup> (3 m×9 m)。于 2019 年 3 月 9 日播种,播种前施用农家肥 22 500 kg/hm<sup>2</sup>,耕松土地打细整平后,开沟撒施硫酸钾型复合肥(总养分≥40%,N-P-K 比例为 22%-9%-9%)450 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥,播种规格(行距 50 cm×穴距 30 cm),每穴定苗 1 株,折合种植密度 6.67 万株/hm<sup>2</sup>。同一品种于开花期分别在各小区选取开花时间一致的植株进行标记,从开花后 15 d 开始每隔 5 d 同一品种每个小区各选取 20 株标记的植株,用镰刀在距地 10 cm 处割断植株全株收获,每个品种采收 5 次,即设 5 个收获时间处理,分别为开花后 15、20、25、30、35 d。

1.4 测定项目及方法

参照翟西均介绍的标准<sup>[11]</sup>,观察记载开花期(以 75% 的植株达到此时期生育进程为准)和籽粒成熟期各阶段时间,并记录每次收获时的植株形态特性。将每次收获到的 20 株植株自然晾干,脱粒、扬净后称取籽粒质量,计算产量(kg/hm<sup>2</sup>);用游标卡尺测量籽粒的直径和厚度;按照 GB/T 3543.7—1995《农作物种子检验规程 其他项目检验》<sup>[12]</sup>测定籽粒千粒质量;采用容积法<sup>[13]</sup>测定籽粒的比重(g/mL);采用漏斗法<sup>[14]</sup>测定籽粒的静止角。

1.5 数据统计分析

运用 Excel 和 SPSS 分析软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 生育进程及植株形态特征变化

通过田间生育期调查,供试的 3 个品种的生育进程不同,开花时间差异较大,但从开花到成熟的时间相差不大。各品种每次收获的日期虽然不一样,但植株形态特征变化基本一致,从植株形态特征变化可以看出藜麦籽粒成熟的阶段,5 次收获时间可分别对应种子的乳熟期、黄熟前期、黄熟后期、完熟期和枯熟期(表 1)。各品种在开花后 30 d,籽粒表现出形态成熟特征,籽粒变硬,呈现品种固有色泽,同时茎秆褪绿,叶片开始枯黄。

表 1 各品种不同收获时间及植株形态特征

生育期	日期(月-日)			植株形态特征
	陇藜 1 号	冀藜 2 号	青藜 1 号	
开花期	05-13	05-24	05-06	全株 75% 的穗开花
乳熟期(第 1 次收获)	05-28	06-08	05-21	花被包裹较紧,籽粒乳白色,内含物乳汁状,易破碎,叶片、茎秆绿色
黄熟前期(第 2 次收获)	06-02	06-13	05-26	花被开始褪绿,籽粒可见,籽粒内含物呈蜡状,用指甲容易掐破,叶片、茎秆绿色泛黄
黄熟后期(第 3 次收获)	06-07	06-18	05-31	籽粒体积缩小,呈现固有色泽,内含物有一定的硬度,用指甲不易掐破,下部叶片变黄
完熟期(第 4 次收获)	06-12	06-23	06-05	花被黄色或褐色,籽粒坚硬,颜色加深,穗黄色或黄褐色,茎秆褪绿或带紫红色条纹,下部叶片枯黄脱落
枯熟期(第 5 次收获)	06-17	06-28	06-10	花被萎缩,籽粒明显可见,籽粒坚硬,色泽变暗,易落粒。茎秆黄色或黄褐色,干枯发脆,易折断,中部以下叶片枯黄脱落,个别植株有穗发芽发生

2.2 不同收获时间对藜麦籽粒产量的影响

各品种不同收获时间的籽粒产量变化趋势相同,产量均随着收获时间的延迟不断提高,至开花后 30 d 产量达到最高,之后又略有降低(表 2)。可见,收获时间过早对籽粒产量的影响很大,而且时间提前得越早影响程度越大,陇藜 1 号、冀藜 2 号、青藜 1 号在开花后 15 d 收获,其产量分别仅为最高产量的 26.23%、17.07%、25.66%;开花后 20 d 收获,产量迅速增加,分别达到最高产量的 51.95%、

40.52%、51.08%;开花后 25 d 收获,各品种产量接近最高产量,分别为最高产量的 88.27%、86.95%、90.18%;开花后 35 d 收获,产量较开花后 30 d 收获分别下降 5.75%、4.26%、3.01%,主要是由于藜麦种子成熟的不一致性和落粒性,同时种子穗发芽也是造成籽粒产量降低的一个原因。经方差分析,开花后 35 d 的产量与开花后 30 d 的产量差异不显著,开花后 25 d 的产量与开花后 30 d 的产量差异未达极显著水平,开花后 15、20 d 的产量与开花后 25、30、

表 2 不同收获时间对藜麦籽粒产量的影响

收获时间	产量(kg/hm <sup>2</sup> )		
	陇藜 1 号	冀藜 2 号	青藜 1 号
开花后 15 d	701.5 ±54.3dC	308.2 ±15.5dC	539.2 ±27.8cC
开花后 20 d	1 389.3 ±24.7cB	731.8 ±31.2cB	1 073.4 ±15.7bB
开花后 25 d	2 360.8 ±57.4bA	1 570.4 ±42.1bA	1 895.2 ±31.4aA
开花后 30 d	2 674.4 ±45.7aA	1 806.0 ±26.3aA	2 101.6 ±14.5aA
开花后 35 d	2 520.6 ±22.8abA	1 729.0 ±15.8abA	2 038.3 ±24.1aA

注:表中产量数据为 4 次重复的“平均值 ± 标准差”,同列数据后的不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著。表 3 同。

35 d 的产量差异达极显著水平。

2.3 不同收获时间对藜麦籽粒物理特性的影响

2.3.1 对籽粒大小的影响 各品种不同收获时间对藜麦籽粒直径和厚度的影响如表 3 所示。随着收获时间的延后,籽粒体积(直径和厚度)逐渐变大。开花后 15、20 d 收获的籽粒明显皱缩、扁平,籽粒直径和厚度与开花后 25、30、35 d 收获的籽粒差异达极显著水平;开花后 25、30、35 d 收获的籽粒随收获时间的延后更加坚实、饱满,籽粒的直径和厚度都有不同程度增加。由此可见,藜麦籽粒在开花后 25 d 之前体积增大较为迅速,不同时间收获的籽粒直径和厚度变化较大,在开花后 25 d 之后,籽粒直径和厚度变化相对较小。另外,从籽粒直径和厚度变化情况来看,不同收获时间对籽粒厚度的影响程度比其对直径影响程度大,说明籽粒成熟是先增加直径

(长度和宽度),再增加厚度,所以越提早收获,籽粒越瘪。

2.3.2 对籽粒质量的影响 籽粒质量直接反映其积累干物质的程度,不同收获时间的籽粒质量变化规律与籽粒大小变化规律相同,即籽粒质量随着籽粒成熟过程中籽粒体积的增大而不断提高(表 3)。从开花后 15 d 到开花后 35 d 收获,籽粒质量增加程度呈递减的趋势,前期增加幅度大,越到后期增加幅度越小,差异反而不显著。各品种在开花后 35 d (枯熟期)收获籽粒质量仍有增加,这可能与藜麦收获方式有关,采用全株收获,籽粒有一个后熟过程,特别是成熟度较差的侧穗上的籽粒仍可以从植株体得到部分养分继续充实,但籽粒质量增加不大,陇藜 1 号、冀藜 2 号、青藜 1 号千粒质量分别比开花后 30 d(完熟期)增加 4.98%、3.38%、4.74%,但均未达显著水平。

2.3.3 对籽粒比重的影响 籽粒比重是籽粒绝对质量和绝对体积之比,就同一品种而言,籽粒比重随成熟度和充实饱满度变化而变化,大多数作物的籽粒成熟愈充分,内部积累的营养物质愈多,则籽粒比重愈大<sup>[14]</sup>。从表 3 可以看出,籽粒比重随着藜麦收获时间的延后而增大,从开花后 15 d 到 35 d 每 5 d 收获的籽粒比重与上一次收获的籽粒相比较,陇藜 1 号分别增大 60.00%、35.42%、18.46%、5.19%,冀藜 2 号分别增大 53.66%、12.70%、9.86%、6.41%,青藜 1 号分别增大 45.45%、41.67%、

表 3 各品种不同收获时间藜麦籽粒物理特性变化

品种	收获时间	籽粒直径 (mm)	籽粒厚度 (mm)	千粒质量 (g)	籽粒比重 (g/mL)	静止角 (°)
陇藜 1 号	花后 15 d	1.52dC	0.40eD	1.06dC	0.30cC	45.2aA
	花后 20 d	1.71cB	0.75dC	1.67cB	0.48bB	39.1bcB
	花后 25 d	2.02bA	1.02cB	2.23bA	0.65bB	36.8cdB
	花后 30 d	2.07abA	1.12bA	2.41aA	0.77aA	36.5dB
	花后 35 d	2.10aA	1.14aA	2.53aA	0.81aA	37.1dB
冀藜 2 号	花后 15 d	1.01cC	0.38dC	0.98cC	0.41dC	46.6aA
	花后 20 d	1.66bB	0.59cB	1.51bB	0.63cB	43.8abAB
	花后 25 d	1.88aA	0.87bA	2.29aA	0.71bcA	38.5bBC
	花后 30 d	2.01aA	0.99abA	2.37aA	0.78abA	34.8cC
	花后 35 d	2.03aA	1.03aA	2.45aA	0.83aA	35.2cC
青藜 1 号	花后 15 d	1.44bB	0.57cC	1.11dC	0.33cC	48.5aA
	花后 20 d	1.51bB	0.77bB	1.46cB	0.48bB	42.2bB
	花后 25 d	1.69aA	1.02aA	1.97bA	0.68aA	37.4cBC
	花后 30 d	1.73aA	1.05aA	2.11abA	0.73aA	36.2cC
	花后 35 d	1.70aA	1.06aA	2.21aA	0.77aA	34.9dC

7.35%、5.48%，可见籽粒比重增加程度随成熟度的增加呈递减变化规律。籽粒比重的变化程度比相对应时期的粒质量变化程度大，说明同一时期籽粒质量的变化比籽粒体积变化大。

**2.3.4 对籽粒散落性的影响** 静止角可以反映籽粒的散落性，籽粒从一定高度自由滑落到水平面上，达到一定数量后就会形成一个圆锥体，由于籽粒散落性的不一致，其形成的圆锥体斜面与底部直径所构成的夹角都不一样，其值与籽粒的形态特征、夹杂物、水分含量等密切相关<sup>[15]</sup>。从表 3 可以看出，开花后 15~35 d 不同时间收获的籽粒的静止角与籽粒大小、籽粒质量和籽粒比重的变化规律相反，随着籽粒成熟度的增加，籽粒质量和籽粒体积增大，形状更近球形且表面光滑，因此籽粒间的摩擦力变小，静止角也随之变小，即籽粒的散落性更好。

### 3 讨论与结论

籽粒成熟是种子形成发育的最后阶段，是决定粒质量、充实度的关键时期，因而是决定籽粒产量和品质的重要阶段。各品种在开花后 15、20、25、30、35 d 相继进入种子乳熟期、黄熟前期、黄熟后期、完熟期和枯熟期，不同时期植株形态特征及不同收获时间的籽粒物理特性会出现不同的变化，随着收获时间的延后，植株逐渐趋向衰老，茎和叶从绿变黄，籽粒含水量不断下降、硬度增强，并呈现出品种固有的色泽，而收获的籽粒物理特性趋于向好，不仅籽粒大小、质量持续增加，而且比重增大，籽粒散落性增强。因此，单从籽粒个体发育及物理特性来看，收获时间延后，开花后 35 d（枯熟期）收获更有利于籽粒完全充实，这不仅与藜麦分枝较多、不同部位籽粒成熟不一致有关，还与藜麦收获方法有关，整株收获有利于籽粒进一步充实和后熟。但从植株群体产量来看，各品种籽粒产量则是在开花后 30 d 收获达到最高值，随后都有一定程度的下降，这主要是由藜麦种子落粒性造成的，同时因气候或茎秆干枯折断后造成的穗发芽也是一个重要因素。

作物生育期通常被作为确定其收获时间的重要指标，适时收获不仅可以提高产量，还能保证籽粒品质。对于藜麦来说，收获过早，籽粒欠饱满、秕粒多，养分积累不够坚实，加工时易破碎，商品性差且不耐贮藏；收获过迟，则易造成脱粒，植株倒伏和

折断，遇到高温高湿天气，往往引起穗上发芽，严重影响产量和品质。在生产实践中确定种子最佳收获时间，除考虑种子成熟状态外，还应考虑作物特性和天气等情况，本试验结果表明，在完熟期（开花后 30 d）收获籽粒产量最高，若提前 5 d 收获，籽粒产量下降 9.82%~13.04%，若延后 5 d 收获，籽粒产量下降 3.01%~5.75%，这 3 个时期收获的籽粒产量差异未达极显著水平，籽粒物理特性变化也不太大，所以在种子黄熟后期至枯熟期（开花后 25~35 d）期间可根据具体情况趋利避害，适当调整收获时间，以获得最好的收获产量和品质。

### 参考文献：

- [1] 蒯吉祥,李卓琳,林立东,等. 判断种子适宜收获时间的方法[J]. 草业科学,2013,30(5):772-776.
- [2] Hampton J G. Herbage seed lot vigor; do problems start with seed production? [J]. Journal of Applied Seed Production,1991,9:87-93.
- [3] Andersen S,Andersen K. The relationship between seed maturation and seed yield in grasses [J]. Proceedings - Easter School in Agricultural Science,University of Nottingham,1978:151-172.
- [4] Hebblethwaite P D, Ahmed M H. Optimum time of combine harvesting for amenity grasses grown for seed[J]. Grass and Forage Science,1978,33(1):35-40.
- [5] Pegler R D. Harvest ripeness in grass seed crops[J]. Grass and Forage Science,1976,31(1):7-13.
- [6] González J A, Gallardo M, Hilal M, et al. Physiological responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to drought and waterlogging stresses: dry matter partitioning[J]. Botanical Studies,2009,50(1):35-42.
- [7] Peterson A, Murphy K. Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity[J]. Crop Science,2015,55(1):331-338.
- [8] 墨菲 K,马坦吉翰 J. 藜麦研究进展和可持续生产[M]. 任贵兴,赵 钢,译. 北京:科学出版社,2018.
- [9] 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.
- [10] Vega - Galvez A, Miranda M, Vergara J, et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient andean grain: a review[J]. Journal of Sciences of Food and Agriculture,2010,90:2541-2547.
- [11] 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.
- [12] 中华人民共和国国家标准. 农作物种子检验规程:GB/T 3543.1~3543.7—1995[S]. 北京:中国标准出版社.
- [13] 周祖铎. 农业物科学[M]. 北京:农业出版社,1994.
- [14] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [15] 白明超,李 骅,齐新丹,等. 两种胡萝卜种子物理特性的测定与分析[J]. 江西农业学报,2019,31(12):18-22.