



周菲,黄绪堂,王文军,等.油用向日葵种子不同发育时期形态变化[J].黑龙江农业科学,2022(3):24-27.

油用向日葵种子不同发育时期形态变化

周菲^{1,2},黄绪堂^{1,2},王文军¹,马军¹,王静¹,刘岩¹,吴立仁¹

(1.黑龙江省农业科学院经济作物研究所,黑龙江哈尔滨 150086;2.黑龙江省农业科学院博士后科研工作站,黑龙江哈尔滨 150086)

摘要:为研究油用向日葵种子形态发育特性,本研究分析了3份油用向日葵保持系种子发育不同时期,子实和籽仁长度、宽度、厚度及种皮厚度的变化特点。结果表明:L-1-OL-1和改HA89子实和籽仁长度在各个发育时期无显著变化,86-1子实和籽仁长度在开花后12 d相比于开花后7 d显著增加,其他时期无显著变化;子实宽度均在种子发育前期显著增大,之后趋于稳定;籽仁宽度均在种子发育前期显著增大,之后3份材料的变化趋势存在一定差异;子实和籽仁厚度均在种子发育前至中期逐渐增加,之后略有降低或呈小幅度变化,但3份材料变化趋势转变的时间点有所差异;种皮厚度在种子发育不同时期均表现为先增加后降低的趋势。

关键词:向日葵;种子;不同发育时期;形态变化

向日葵(*Helianthus annuus* L.)是重要的油料和经济作物^[1]。近年来,向日葵生产发展较快,世界范围内向日葵已成为仅次于大豆的重要油料^[2]。2019年,全球向日葵年度种植面积达到2 736.88万hm²,总产量达5 607.27万t,主要集中在俄罗斯和乌克兰,其葵花籽产量占世界总产的54.63%。2019年我国向日葵栽种面积达85万hm²,总产量242万t^[3],主要集中在新疆、内蒙古、辽宁、黑龙江、山西等地区^[4]。向日葵种子脂肪含量很高,并且不饱和脂肪酸含量高于大豆、花生等主要油料作物^[5],不饱和脂肪酸主要为亚油酸和油酸,其中亚油酸含量为69%左右,为胡麻的4倍、油菜籽的3倍、花生的2倍以及大豆的1.8倍^[2]。亚油酸和油酸是人体必需脂肪酸,可以有效降低胆固醇和防止冠状动脉硬化的发生^[6]。目前,国内外关于向日葵产量、病害、育种和栽培技术等研究报道较多,但对种子形态和品质方面的研究报道较少。通过研究采收时间对向日葵种子质量和品质的影响,发现在中南地区种植向日葵,在天气适宜的情况下,成熟期延迟7 d左右,能有效提高种子质量^[7]。油用与食用向日葵籽形态及主成分差异分析发现食葵和油葵籽虽

在某些主成分上有差异,但主要是按其种皮形态、籽粒大小以及嗑食方便性进行划分^[8]。本文探讨了3份具代表性的油用向日葵种子发育不同时期子实和籽仁长度、宽度、厚度及种皮厚度的变化特点,以期为进一步研究种子形态发育和生物学特性提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以种子形态差异显著的3份油用向日葵保持系L-1-OL-1、改HA89、86-1为试验材料,其中L-1-OL-1来源于塞尔维亚的诺维萨德大田和蔬菜作物研究所,改HA89和86-1由黑龙江农业科学院经济作物研究所选育。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 对3份材料开花后进行严格观测,在每天同一时间段对当天开花的植株挂牌,并标明开花日期,根据开花后不同天数对种子取样,从开花第7天起,每5 d取5个花盘,取至开花后42 d,每次取花盘最外3圈的种子。从每份材料同一发育时期种子中随机取10粒进行形态指标的测定。

1.2.2 测定项目及方法 种子长度:指种子花部脱落痕一端至另一端的最大距离,利用游标卡尺进行测量,单位为mm。

种子宽度:指垂直于长度轴的种子最大直线距离,用游标卡尺测量,单位为mm。

种子厚度:指垂直于宽度的第三平面的直线距离,用游标卡尺测量,单位为mm。

种皮厚:种皮厚度=(子实厚度-籽仁厚

收稿日期:2021-11-25

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2020FJZX005);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系;黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX14, HNK2019CX06-02)。

第一作者:周菲(1984—),女,博士,助理研究员,从事向日葵品质育种研究。E-mail:zhoufei66666@163.com。

通信作者:吴立仁(1965—),男,硕士,高级农艺师,从事经济作物栽培与育种研究。E-mail:15045578999@163.com。

度)×1/2,单位为 mm。

1.2.3 数据分析 运用 WPS Excel 软件(版本号 11.1.0.11115)进行数据统计分析,为了解各时期性状变化差异程度,使用 SPSS 17.0 软件对数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 种子长度

L-1-OL-1 和改HA89 子实和籽仁长度在各个

发育时期无显著变化,86-1 子实和籽仁长度在开花后 12 d 相比于开花后 7 d 显著增加,其它时期没有显著变化(图 1)。3 份材料中 86-1 子实和籽仁长度最长,8 个发育时期的平均长度分别为 14.61 和 10.71 mm,L-1-OL-1 与改HA89 种子长度接近,L-1-OL-1 子实与籽仁 8 个时期的平均长度分别为 11.09 和 8.07 mm,改HA89 的平均长度分别为 10.73 和 7.97 mm。

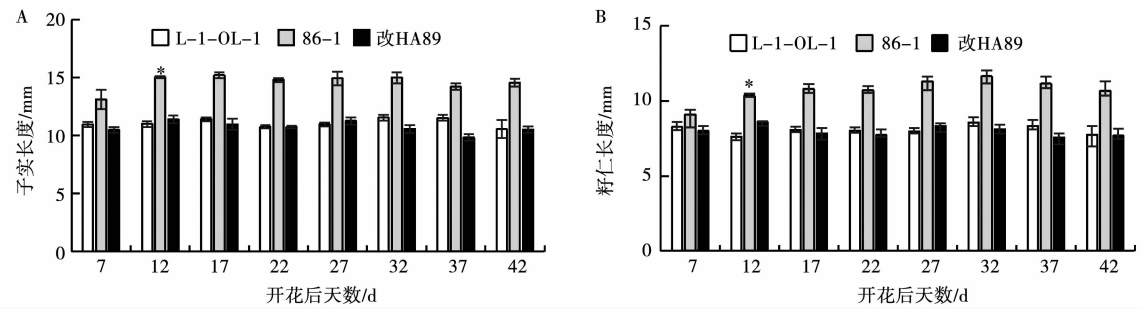


图 1 种子发育不同时期子实长度(A)和籽仁长度(B)变化

注:*表示该时期与前一时期相比具有显著差异(P<0.05)。下同。

2.2 种子宽度

参试的 3 份材料子实宽度均在种子发育前期显著增大,之后趋于稳定,其中 L-1-OL-1 和改HA89 子实宽度在开花后 12 d 显著增加,86-1 在开花后 12~17 d 显著增加,之后 3 份材料子实宽度均无显著变化。3 份材料的籽仁宽度变化趋势有一定差异。L-1-OL-1 在开花后 12~17 d 显著增大,17 d 之后无显著变化;改HA89 在开花后 12~22 d 显著增大,27~37 d 无显著变化,在 42 d

显著降低;86-1 在开花后 12~32 d,随着种子发育,籽仁宽度逐渐增大,除开花后 22 d 外变化均显著,在开花后 37~42 d 显著降低(图 2B)。3 份材料中 86-1 的子实与籽仁宽度均最大,8 个发育时期的平均宽度分别为 5.94 和 3.93 mm,L-1-OL-1 的子实和籽仁平均宽度分别为 4.86 和 3.63 mm,改HA89 的子实和籽仁平均宽度分别为 5.48 和 3.76 mm。

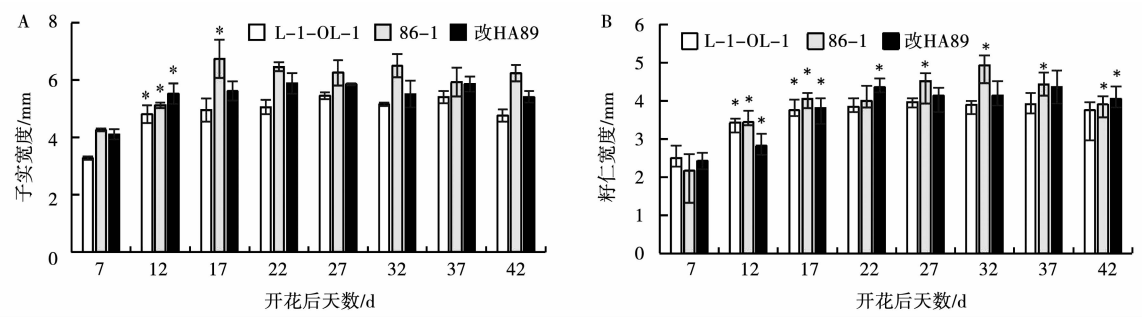


图 2 种子发育不同时期子实宽度(A)和籽仁宽度(B)变化

2.3 种子厚度

参试的 3 份材料子实厚度均在种子发育前至中期逐渐增加,之后略有降低,但变化趋势转变的时间点有所差异,L-1-OL-1、86-1 和改HA89 最大值分别出现在开花后 27,17 和 22 d。3 份材料的籽仁厚度均在种子发育前至中期逐渐增加,L-1-OL-1 和改HA89 籽仁厚度在开花后 12~22 d 逐

渐增加,86-1 籽仁厚度在开花后 12~32 d 逐渐增加,之后 3 份材料均呈波动性变化(图 3)。3 份材料中 86-1 子实厚度最大,8 个发育时期的平均厚度为 3.69 mm,L-1-OL-1 和改HA89 的子实平均厚度分别为 3.55 和 3.52 mm,L-1-OL-1 籽仁厚度最大,8 个发育时期的平均厚度为 2.45 mm,86-1 和改HA89 的籽仁平均厚度分别为 2.39 和 2.20 mm。

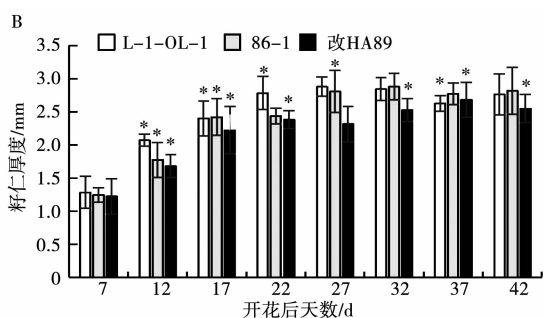
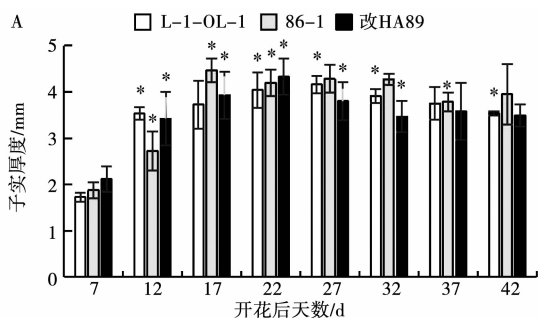


图 3 种子发育不同时期子实厚度(A)和籽仁厚度(B)变化

2.4 种皮厚度

参试的 3 份材料的种皮厚度在种子发育不同时期均表现为先增加后降低的趋势。L-1-OL-1 的种皮厚度在开花后 12 d 迅速增加,之后逐渐降低,在 42 d 又显著降低;86-1 的种皮厚度在开花后 17 d 相比于 12 d 大幅度增加,之后逐渐降低,在 32 d 后趋于稳定;改HA89 的种皮厚度在开花后 12 d 快速增加,在 27~32 d 显著下降,之后趋于稳定(图 4)。86-1、L-1-OL-1 和改HA89 的种皮厚度分别为 0.65,0.55 和 0.66 mm。

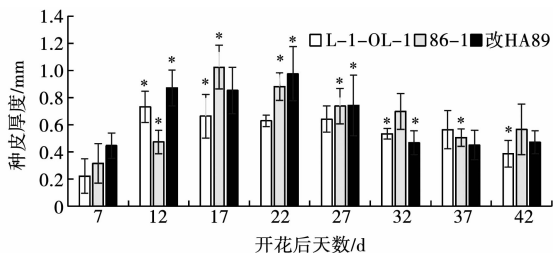


图 4 种子发育不同时期种皮厚度变化

3 讨论

大部分植物种子发育主要分为 3 个阶段,前期种子迅速长大,此时含油率较低;中期油脂和干物质快速积累,种子不再增长;后期干物质积累不显著,鲜重降低,含油率基本不提高^[9]。种子不仅是植物形态学分类的重要依据,还是植物的重要繁殖材料^[10]。种子大小、质量不但受遗传控制,还受到环境的影响^[11]。研究发现,不同植物的果实和种子,其发育过程中形态变化不尽相同。不同发育时期水曲柳果实的长度差异不显著^[12],这和本研究中 L-1-OL-1 和改HA89 两份材料子实变化结果一致,这说明向日葵子实在发育初期就已达到了一定的尺寸,而在发育后期主要是完成内

部胚乳和胚的发育。水曲柳随着发育时间的延长,种子的长度逐渐增加并趋于稳定^[12]。本研究仅 86-1 籽仁长度在发育初期显著增加,之后无显著变化,而其他两份材料籽仁长度在各个发育时期均无显著变化。宁夏枸杞种子在花后 10 d 前,宽度和长度迅速增加,花后 10~28 d,种子长度和宽度增加缓慢,种子的长度和宽度在 30 d 后基本不增加^[13]。在华中五味子盛花期后 10~30 d,种子长度迅速增加,50~60 d 达到最大值;种子宽度的增长高峰也在盛花期后 10~30 d,且在整个种子发育过程中不断增加,盛花期后第 80 天达到最大值;种子厚度也在盛花期后第 80 天达到最大值^[14]。油茶种子大小在 6~10 月持续增长,其中 6~8 月生长速度较快,种皮厚度各月变化不大^[15]。本研究中向日葵子实宽度均在种子发育前期明显增大,之后趋于稳定。3 份材料的籽仁宽度变化趋势有一定差异,但均在种子发育前期显著增大。子实和籽仁厚度均在种子发育前至中期逐渐增加,之后略有降低或呈小幅度变化,种皮厚度在种子发育不同时期均表现为先增加后降低的趋势。总之,3 份向日葵材料种子发育过程中其形态变化基本一致,但也存在一定差异性。

4 结论

通过对 3 份油用向日葵种子不同发育时期子实和籽仁长度、宽度、厚度及种皮厚度变化趋势的研究,发现 L-1-OL-1 和改HA89 子实和籽仁长度在各个发育时期无显著变化,86-1 子实和籽仁长度在种子发育初期显著增加,其他时期无显著变化;子实宽度均在种子发育前期显著增大,之后趋于稳定;3 份材料籽仁宽度均在种子发育前期显

著增大,之后变化趋势存在一定差异;子实和籽仁厚度均在种子发育前至中期逐渐增加,之后略有降低或呈小幅度变化,但 3 份材料变化趋势转变的时间点有所差异;种皮厚度在种子发育不同时期均表现为先增加后降低的趋势。

参考文献:

[1] 周菲.向日葵油酸合成上游基因 *HaFAB2* 克隆与表达分析[J].东北农业大学学报,2020,51(11):23-31.

[2] 周菲,王文军,刘岩,等.向日葵籽仁脂肪和脂肪酸含量近红外光谱模型的建立[J].作物杂志,2021(2):200-206.

[3] 联合国粮食与农业组织(FAO).作物和牲畜产品数据[DS/OL].(2021-01-10)[2021-10-20].<http://www.fao.org/faostat/zh/#data/QC>.

[4] 闫玉星,郑洪元,王文浩,等.向日葵市场需求及育种方向探析[J].现代农业科技,2020(20):18-20.

[5] 周菲,王文军,刘岩,等.向日葵 *HafabZ* 基因的生物信息学和表达分析[J].黑龙江农业科学,2021(7):11-14.

[6] 罗伟强.气相色谱法测定葵花籽油的脂肪酸[J].食品工业科技,2003(6):79.

[7] 王姣梅,谭美莲,雷中华,等.采收时间对油菜种子质量及品质的影响[J/OL].中国油料作物学报,2021[2021-12-26].<http://doi.org/10.19802/j.issn.1007-9084.2021051>.

[8] 李培江,李碧娟,南伟,等.油用与食用向日葵籽形态及主成分差异辨析[J].四川大学学报(自然科学版),2017,54(1):

203-208.

[9] NIU L J,LI J L,CHEN M S,et al. Determination of oil contents in Sacha inchi(*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance[J]. Industrial Crops and Products,2014,56:187-190.

[10] MEIRELES J E,TOZZI A M G A. Seed and embryo morphology of *Poecilanthe* (Fabaceae, Papilionoideae, Brongniartieae) [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2008,158(2):249-256.

[11] 何权,蒋瑞娟,朱军,等.新疆梭梭种子表型性状变异分析及相关研究[J].植物资源与环境学报,2019,28(3):26-32.

[12] 张鹏,沈海龙.不同发育时期水曲柳种子的形态生理变化及其层积处理后的萌发效应[J].植物生理学通讯,2010,46(2):125-130.

[13] 郑国琦,张磊,王俊,等.宁夏枸杞果实与种子形态发育初探[J].广西植物,2012,32(6):810-815.

[14] 齐永平.华中五味子种子发育生理生化动态研究[D].西安:陕西师范大学,2009.

[15] 周长富.油茶种子发育过程组分及脂类代谢相关基因表达变化研究[D].北京:中国林业科学研究院,2013.

Morphological Changes of Oil Sunflower Seeds at Different Developmental Stages

ZHOU Fei^{1,2},HUANG Xu-tang^{1,2},WANG Wen-jun¹,MA Jun¹,WANG Jing¹,LIU Yan¹,WU Li-ren¹
(1. Industrial Crops Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Postdoctoral Programme, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to study the seed morphological development characteristics of oil sunflower, this study analyzed the variation characteristics of the length, width, thickness of seed and kernel and the thickness of seed husk in three oil sunflower maintainer lines at different stages of seed development. The results showed that the seed and kernel length of L-1-OL-1 and modified HA89 had no significant change at each development stage, the seed and kernel length of 86-1 increased significantly at 12 d after flowering compared with 7 d after flowering, and there was no significant change at other stages; the seed width increased significantly at the early stage of seed development, and then tended to be stable; the kernel width increased significantly at the early stage of seed development, and there were some differences among the three materials after that; the thickness of seed and kernel increased gradually from pre- to middle stage of seed development, and then decreased slightly or changed slightly, but the time points of trend change of three materials were different; the seed husk thickness increased firstly and then decreased at different stages of seed development.

Keywords: sunflower; seed; different developmental stages; morphological changes