

doi: 103969/j.issn.0490-6756.2017.01.034

油用与食用向日葵籽形态及主成分差异辨析

李培江¹, 李碧娟¹, 南伟¹, 米瑶¹, 廖芳², 李关荣¹

(1. 西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400716; 2. 天津出入境检验检疫局 天津 300461)

摘要: 本文比较分析了食用和油用葵籽实和籽仁的大小、蛋白质含量、油脂含量、脂肪酸组成以及碳水化合物含量。结果表明:食葵籽实和籽仁均较大,种皮多为灰底白纹;油葵籽实和籽仁均较小,籽实饱满充实,种皮多为黑色;食葵籽仁蛋白含量平均为 19%,油葵籽仁蛋白含量平均为 15%,食葵籽仁蛋白含量大都高于油葵;食葵籽仁含油量在 30.0%~42.4%之间,油葵籽仁含油量在 30%~47.3%之间;葵籽油主要含棕榈酸、硬脂酸、油酸和亚油酸;其油酸和亚油酸较高,约占 90%,70%食葵籽的亚油酸含量丰富,达到 60%以上,58%油葵籽油酸含量较高,达 80%以上;食葵籽仁淀粉含量约 14%,油葵籽仁淀粉含量 13%左右。食葵和油葵籽虽在某些主成分上有差异,但其划分主要是按其种皮形态、籽粒大小以及嗑食方便性。

关键词: 向日葵籽; 油用型; 食用型; 形态、主成分、辨析

中图分类号: Q-9 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2017)01-0203-06

Discriminatory analysis on the morphology and major components of kernels of the edible and oil-type sunflowers

LI Pei-Jiang¹, LI Bi-Juan¹, NAN Wei¹, MI Yao¹, LIAO Fang², LI Guan-Rong¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Tianjin Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Tianjin 300461, China)

Abstract: Edible-and oil-type sunflowers were discriminatorily analyzed in kernel size, protein content, fat content, fatty acid composition and carbohydrate content. Results showed that the edible-type sunflower seeds and kernels are larger than the oil-type; seed coats of the former was mostly white striped in gray background and those of the latter was black and seeds was fully enriched; average kernel protein content of edible-type sunflower kernel was larger (19%) than that of the edible-type sunflower kernels (15%); the oil contents of the edible-and oil-type sunflower kernels were in the range of 30.0%~42.4% and 30.0%~47.3% respectively; the main fatty acid components of sunflower kernel oil were palmitate, stearate, oleate and linoleate, with a total of oleate and linoleate of about 90%; 70% of the edible-type sunflower seeds had a linoleate content more than 60%, and 58% of the oil-type sunflower seeds had a oleate content more than 80%; the starch contents of edible-and oil-type kernels were 14% and 13% respectively. Although there are some differences in some of the main components of the edible-and oil-type sunflower kernels, sunflowers are categorized into edible-and oil-types mainly based on its seed coat morphology, seed and kernel size and convenience in hand-hulling and eating.

Keywords: Sunflower seeds; Oil-type; Edible; shape; The main ingredients; Discrimination

收稿日期: 2015-09-09

基金项目: 111 计划项目 (104510-205001)

作者简介: 李培江(1989-),男,陕西西安人,西南大学在读硕士研究生,主要从事作物种质资源研究。

通信作者: 李关荣. E-mail: grli1963@126.com.

1 引言

向日葵(*Helianthus annuus*)是菊科向日葵属一年生草本植物,是仅次于棕榈、大豆和油菜的重要油料作物,其种子含油量极高,主要栽培于我国北方地区^[1].向日葵起源于北美,通过人工培育,在不同生境上形成许多品种,主要有食用型、油用型和中间型三种类型^[2].向日葵作为油料作物,一方面含油量高,另一方面向日葵籽油中含有丰富的不饱和脂肪酸,其中油酸和亚油酸含量较高,油酸和亚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作用^[3,4].研究表明,食用向日葵和油用向日葵都含有丰富的蛋白质,其中食用向日葵籽蛋白质含量在 30%左右,油用向日葵籽蛋白质含量在 22%左右^[5,6].近年来,提高作物的含油量、蛋白含量以及选育不饱和脂肪酸含量高的作物品种是油料作物育种的主要方向之一^[7].目前,国内外对食用和油用向日葵的杂交育种报道的

比较多,对其形态、籽实和籽仁大小、含油量、脂肪酸组成以及蛋白质含量等鲜有系统全面报道^[8].许多报道只是单一对食用或油用向日葵进行分析研究,未见对食用和油用向日葵形态和主成分的比较研究,本文从向日葵籽的形态、含油量、脂肪酸组成及含量、蛋白含量以及碳水化合物对国内外食用和油用向日葵进行了比较分析,以明确食用型和油用型向日葵在籽实和籽仁形态和主成分方面的特点和差异,进一步确定食用型和油用型向日葵的分类依据,为向日葵的品质育种奠定基础.

2 材料和方法

2.1 材料

供试向日葵材料共 40 份,食用和油用型各 20 份.其中有 24 份美国向日葵(食用和油用型各 12 份)由天津出入境检验检疫局提供;16 份国内向日葵品(食用和油用型各 8 份)购于沐阳县秀之园花卉园艺场(表 1).

表 1 向日葵材料

Tab.1 Sunflower Materials Analyzed in This Study

序号	类别	材料标记	序号	类别	材料标记
1		8043-W2	21		11248-3419
2		10443-39041L	22		11248-3667
3		10443-3-239L	23		7346-2039-2
4		10443-1374GAL-M	24		7346-2052-2
5		14838-RSM39015L	25		161195-13-0508-3A
6		10443-3-239M	26		17665-31202
7		10443-39018M	27		11248-3668-1
8		8043-W1	28		17665-31204
9	食	8043-W3	29	油	17665-31208
10	用	10443-39041S	30	用	11249-s675
11	型	10443-39018S	31	型	7346-2052-3
12		008011	32		7346-2039-3
13		玩具熊(WJX)	33		金星 1 号(JX1H)
14		莫内(MN)	34		晋葵 9 号(JK9H)
15		音乐盒(YYH)	35		辽暄杂 1 号(LXZ1H)
16		太阳(TY)	36		567DW
17		香吉士(XJS)	37		645
18		月光(YG)	38		龙食葵 2 号(LSK2H)
19		大笑(DX)	39		765C
20		光辉(GH)	40		665

2.2 方法

2.2.1 籽实和籽仁形态和大小的测定 通过电子游标卡尺对食用和油用向日葵籽实和籽仁长短径分别进行测量,重复 5 次.

2.2.2 可溶性蛋白含量的测定 通过考马斯亮蓝 G-250 染色结合(Bradford)法测定蛋白质含量^[9],每个样品重复 5 次.

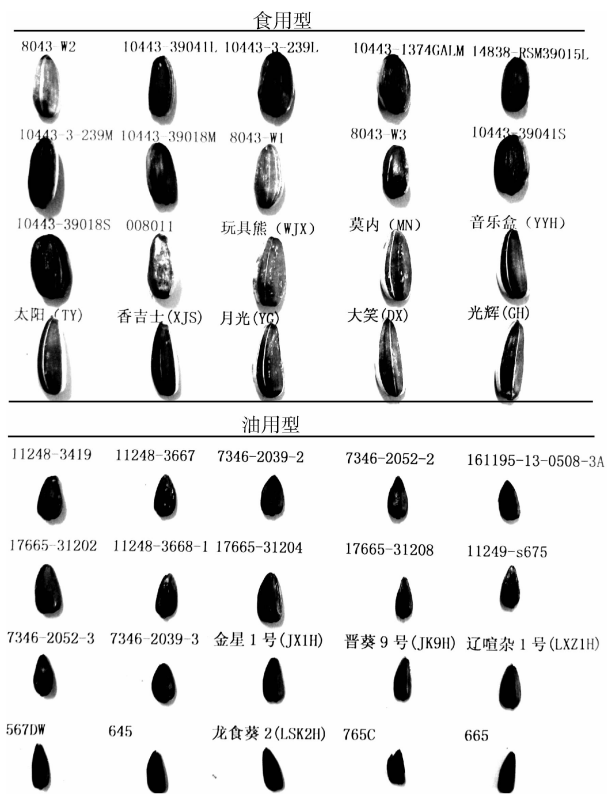
2.2.3 脂肪的提取和含油量的测定 将粉碎的向日葵籽通过超声波震荡快速测定法测定含油量^[10],每个样品重复 5 次.

2.2.4 脂肪酸组成和相对含量的测定 参照赵雅霞^[11]对向日葵籽油甲酯化方法以及气相色谱条件分析脂肪酸组成和含量.脂肪酸含量由峰所在位置的保留时间与标准品^[12]对比确定,含量则用峰面

积百分比表示(%),从而求出各个组分占脂肪酸总量的百分比. 试验重复 5 次.

2.2.5 碳水化合物的测定 通过 3, 5-二硝基水杨酸(DNS)法测定碳水化合物含量^[13],包括总糖、还原糖和非还原糖等含量的测定,实验重复 3 次.

2.2.6 数据分析 采用 SPSS 17.0 数据分析软件对所测得的数据进行统计分析.



3 结果与分析

3.1 食用和油用型向日葵籽形态及大小比较

3.1.1 形态比较 食用型向日葵籽实大,果皮多为灰底白纹;油用型籽粒小,籽实饱满充实,果皮多为黑色.食用型籽仁比较细长,油用型籽仁比较短小圆滑(图 1).

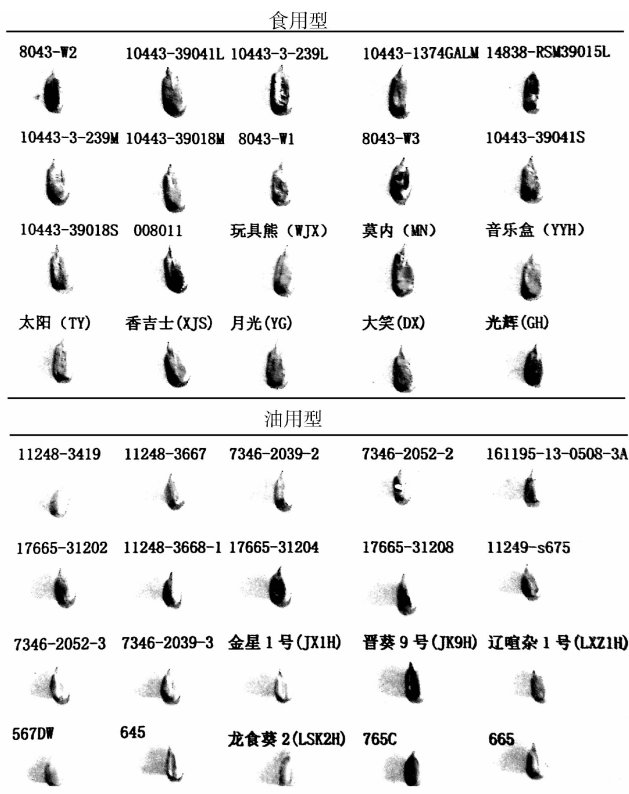


图 1 食用和油用型向日葵籽实和籽仁形态比较

Fig 1 Morphological comparison of the seeds and kernels of the edible- and oil-type sunflowers

3.1.2 大小比较 测定结果(表 2、表 3)表明,食用型向日葵籽实和籽仁长短径大于油用型.食用型向日葵籽实和籽仁长短径分别为 $1.75 : 0.79\text{cm}$ 和 $1.18 : 0.54\text{cm}$,种皮多为灰底白纹;油用型籽实和籽仁长短径分别为 $1.04 : 0.52\text{cm}$ 和 $0.88 : 0.45\text{cm}$.但是籽实的差异比籽仁的差异更显著,食用型向日葵籽不够饱满,籽仁与种皮之间有间隔,油用型向日葵籽饱满,籽仁紧贴种皮.这也可能是食用型向日葵方便嗑食的原因之一.

3.2 食用和油用型向日葵籽仁蛋白含量比较

籽仁蛋白含量测定结果(表 4)表明,食用型向日葵籽蛋白含量大多高于油用型.食用型籽仁蛋白平均含量约为 19%,油用型籽仁蛋白平均含量约为 15%.

3.3 食用和油用型向日葵籽仁含油量及脂肪酸组成比较

3.3.1 含油量比较 测定结果表明,食用向日葵籽的含油量在 $30.03\% \sim 42.37\%$ 之间,油用向日葵籽的含油量在 $30\% \sim 47.24\%$ 之间.其中食用向日葵 8043-W3、油用 17665-31202、油用 17665-31204 和油用 17665-31208 含油量比较高,都在 42% 以上.

3.3.2 脂肪酸组成比较 气相色谱图定量分析脂肪酸成分及相对含量(表 4)表明,向日葵籽脂肪酸共有四种,分别是棕榈酸、硬脂酸、油酸和亚油酸,其中主要为油酸和亚油酸,相对含量比较高.饱和脂肪酸的相对含量很低,大约占 10%;不饱和脂肪酸的相对含量很高,大约占 90%.70%食用向日葵籽和国内油用向日葵籽亚油酸含量丰富,达到 60% 以上,58% 美国引进的油用向日葵籽中油酸含量很高,达到 80% 以上.

表 2 食用和油用向日葵籽实的大小比较

Tab. 2 Size comparison of the seeds of the edible- and oil-type sunflowers

材料	食用型		材料	油用型	
	纵径均值/cm	横径均值/cm		纵径均值/cm	横径均值/cm
8043-W2	1.59±0.03bcd	0.70±0.03bc	11248-3419	1.04±0.02a	0.53±0.04b
10443-39041L	1.61±0.01bc	0.84±0.04ab	11248-3667	1.05±0.05a	0.57±0.05b
10443-3-239L	1.68±0.08b	0.88±0.76a	7346-2039-2	1.01±0.02a	0.56±0.02b
10443-1374GAL-M	1.65±0.05b	0.84±0.05ab	7346-2052-2	1.03±0.02a	0.56±0.05b
14838-RSM39015L	1.42±0.05d	0.66±0.03c	161195-13-0508-3A	0.99±0.03a	0.43±0.03c
10443-3-239M	1.68±0.07b	0.86±0.13ab	17665-31202	1.15±0.06a	0.58±0.01b
10443-39018M	1.66±0.06b	0.91±0.01a	11248-3668-1	1.18±0.28a	0.52±0.02b
8043-W1	1.59±0.03bcd	0.75±0.04abc	17665-31204	1.16±0.02a	0.61±0.04a
8043-W3	1.43±0.11cd	0.67±0.06c	17665-31208	1.04±0.08a	0.56±0.08b
10443-39041S	1.66±0.03b	0.81±0.06abc	11249-s675	1.05±0.08a	0.54±0.03b
10443-39018S	1.58±0.03bcd	0.80±0.07abc	7346-2052-3	0.96±0.08a	0.52±0.01b
8011	1.67±0.08b	0.82±0.03abc	7346-2039-3	0.94±0.03a	0.48±0.03c
玩具熊	2.05±0.11a	0.86±0.02ab	金星 1 号	1.08±0.04a	0.48±0.03c
莫内	1.87±0.14a	0.70±0.04bc	晋葵 9 号	1.06±0.13a	0.59±0.08b
音乐盒	1.95±0.02a	0.76±0.04abc	辽喧杂 1 号	0.97±0.05a	0.46±0.06c
太阳	1.99±0.08a	0.74±0.05abc	567DW	1.03±0.14a	0.50±0.06b
香吉士	2.00±0.06a	0.78±0.03abc	645	0.98±0.10a	0.42±0.06c
月光	2.00±0.12a	0.81±0.10abc	龙食葵 2 号	1.01±0.03a	0.48±0.05c
大笑	1.92±0.16a	0.79±0.08abc	765C	1.00±0.06a	0.51±0.06b
光辉	1.99±0.06a	0.77±0.03abc	665	1.00±0.03a	0.47±0.05c
均值±SD	1.75±0.21	0.79±0.08	均值±SD	1.04±0.10	0.52±0.06

注:不同字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平有显著差异;表中数值为 Mean±SD (n=5)

表 3 食用和油用向日葵籽仁的大小比较

Tab. 3 Size comparison of the kernels of the edible- and oil-type sunflowers

材料	食用型		材料	油用型	
	纵径均值/cm	横径均值/cm		纵径均值/cm	横径均值/cm
8043-W2	1.18±0.04a	0.52±0.03a	11248-3419	0.87±0.02ab	0.44±0.02abcd
10443-39041L	1.16±0.06a	0.51±0.06a	11248-3667	0.87±0.08ab	0.47±0.02abcd
10443-3-239L	1.21±0.02a	0.59±0.06a	7346-2039-2	0.89±0.07ab	0.45±0.02abcd
10443-1374GAL-M	1.25±0.03a	0.56±0.02a	7346-2052-2	0.85±0.03ab	0.46±0.02abcd
14838-RSM39015L	1.08±0.04a	0.48±0.02a	161195-13-0508-3A	0.88±0.03ab	0.46±0.05abcd
10443-3-239M	1.22±0.11a	0.55±0.01a	17665-31202	0.96±0.02a	0.48±0.03ab
10443-39018M	1.17±0.05a	0.54±0.01a	11248-3668-1	0.79±0.06b	0.43±0.03abcd
8043-W1	1.23±0.06a	0.54±0.02a	17665-31204	0.92±0.07ab	0.51±0.04a
8043-W3	1.13±0.03a	0.55±0.03a	17665-31208	0.98±0.03a	0.49±0.02ab
10443-39041S	1.15±0.04a	0.59±0.02a	11249-s675	0.88±0.02ab	0.45±0.03abcd
10443-39018S	1.2±0.02a	0.57±0.02a	7346-2052-3	0.87±0.04ab	0.48±0.04abc
8011	1.23±0.05a	0.55±0.03a	7346-2039-3	0.87±0.05ab	0.48±0.01abc
玩具熊	1.21±0.1a	0.57±0a	金星 1 号	0.86±0.08ab	0.45±0.04abcd
莫内	1.18±0.13a	0.56±0.08a	晋葵 9 号	0.93±0.05ab	0.48±0.06abc
音乐盒	1.17±0.02a	0.53±0.1a	辽喧杂 1 号	0.78±0.05b	0.38±0.02d
太阳	1.19±0.04a	0.49±0.05a	567DW	0.84±0.08ab	0.45±0.05abcd
香吉士	1.18±0.04a	0.56±0.05a	645	0.88±0.02ab	0.38±0.02cd
月光	1.2±0.03a	0.55±0.02a	龙食葵 2 号	0.93±0.07ab	0.39±0.04bcd
大笑	1.14±0.05a	0.51±0.05a	765C	0.88±0.04ab	0.42±0.02abcd
光辉	1.1±0.05a	0.52±0.04a	665	0.87±0.09ab	0.45±0.05abcd
均值±SD	1.18±0.06	0.54±0.05	均值±SD	0.88±0.07	0.45±0.04

注:不同字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平有显著差异;表中数值为 Mean±SD (n=5)

表 4 食用和油用向日葵籽营养成分比较

Tab. 4 Comparison of nutritional components in kernels of the edible-and oil-type sunflowers

编号	蛋白质 (%)	含油量 (%)	饱和脂肪酸 (%)		不饱和脂肪酸 (%)		总糖 (%)	还原糖 (%)	非还原糖 (%)
			棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸			
1	16.87	37.15	4.38	4.24	70.97	19.24	18.70	5.30	13.82
2	17.79	34.09	5.77	4.59	38.61	51.04	16.79	5.95	10.75
3	19.3	35.46	6.90	4.67	26.80	60.64	16.52	5.55	11.00
4	16.71	34.91	5.80	3.96	24.37	64.41	17.86	4.84	13.01
5	20.47	35.11	8.01	3.21	17.33	71.45	22.13	5.37	16.64
6	18.79	34.77	6.17	4.99	24.10	64.74	21.46	5.10	16.35
7	19.62	36.26	6.08	4.58	23.13	66.21	21.10	5.42	15.62
8	17.66	36.63	6.60	4.54	30.02	58.02	23.16	5.81	17.20
9	17	42.37	5.94	3.70	25.96	64.39	15.70	3.75	11.92
10	19.12	37.86	8.44	4.13	16.07	71.36	18.29	4.08	14.22
11	18.99	34.30	7.39	4.04	22.30	66.28	21.86	4.51	17.32
12	17.7	35.51	5.41	5.71	33.47	55.40	16.50	3.66	12.83
13	19.09	32.69	6.75	4.13	20.55	67.61	20.57	6.46	14.11
14	22.41	33.64	6.68	3.21	31.87	57.13	19.27	4.62	14.70
15	19.76	32.40	5.81	4.02	20.15	68.91	18.83	4.61	14.13
16	20.45	31.20	5.83	3.50	31.52	58.08	17.84	4.43	13.37
17	17.29	30.03	8.33	2.61	13.54	74.55	17.00	4.56	12.42
18	22.28	33.97	7.17	2.18	12.75	77.14	18.33	5.47	12.84
19	21.79	34.93	6.82	4.91	21.49	65.63	18.96	5.30	13.59
20	19.35	33.76	5.16	4.13	28.69	60.88	20.21	5.83	14.34
21	12.95	35.21	4.65	4.57	86.05	4.72	19.76	5.35	14.43
22	18.16	36.33	4.02	6.04	85.28	3.35	18.33	4.52	13.77
23	13.44	37.66	4.05	3.95	87.95	2.84	22.89	5.42	17.46
24	17.63	37.00	5.31	4.31	40.48	49.90	17.71	4.82	12.89
25	16.86	38.93	6.21	3.44	35.12	54.34	16.64	4.31	12.33
26	13.24	46.57	5.66	5.25	32.18	56.91	17.00	4.69	12.31
27	13.48	33.26	3.80	6.11	85.70	2.97	18.16	5.29	12.87
28	14.27	45.26	5.39	5.91	30.75	57.95	17.80	4.99	12.83
29	16.47	47.24	5.52	6.19	29.56	57.97	18.25	5.12	13.14
30	16.74	34.77	3.63	0.08	89.70	3.86	19.05	5.47	13.59
31	17.21	36.78	3.65	3.00	89.28	2.88	16.06	4.14	11.94
32	16.61	39.16	3.62	2.75	91.30	2.33	17.49	5.00	12.48
33	10.3	30.95	5.14	6.96	16.56	71.35	20.48	5.77	14.76
34	18.06	30.15	4.87	7.42	20.98	65.53	18.56	5.25	13.30
35	15.43	29.71	5.11	6.62	16.65	70.77	19.41	5.45	13.93
36	17.22	31.12	5.33	4.99	11.57	78.11	20.61	5.91	14.68
37	13.57	31.48	5.12	6.09	12.62	76.18	17.53	4.94	12.60
38	16.58	29.59	5.18	6.69	12.29	75.03	18.60	5.34	13.27
39	15.91	30.18	5.67	6.97	14.94	71.57	19.05	5.47	13.58
40	15.72	31.88	5.78	6.92	12.19	75.11	19.67	5.68	14.04

3.4 食用和油用型向日葵籽仁碳水化合物含量比较

碳水化合物含量测定表明,食用型向日葵总糖含量在 16%~22%之间,油用型总糖含量在 16%~23%之间(表 4)。食用型和油用型还原糖在 4%~7%之间(表 4),食用型和油用型非还原糖(主要成分淀粉)含量在 12%~18%之间。表明,食用型和油用型向日葵籽碳水化合物含量之间无显著差异(表 4)。

4 讨论

本研究首次系统分析比较了 20 种食用和 20 种油用型向日葵籽实和籽仁的大小、籽仁蛋白含量、含油量、脂肪酸组成和相对含量、以及碳水化合物含量。结果表明:食用型向日葵籽粒大,果皮多为灰底白纹;油用型籽粒小,籽仁饱满充实,果皮多为黑色。食用型葵花籽长短径高于油用型。食用向日葵的含油量在 30.03%~42.37%之间,油用向日

葵的含油量在 29.59%~47.24% 之间. 食用和油用的含油量差异很小, 研究中发现食用向日葵 8043-W3、油用 17665-31202、油用 17665-31204 和油用 17665-31208 含油量比较高, 都在 42% 以上. 食用型向日葵蛋白含量高于油用型, 但食用型和油用型碳水化合物无显著差异. 40 种向日葵的脂肪酸组成大致相同, 都含有棕榈酸、硬脂酸、亚油酸和油酸, 其中亚油酸和油酸相对含量较高, 占总脂肪酸的 87.43%~93.63%, 这与王翠艳^[14]对向日葵脂肪酸组成和相对含量研究结果一致. 但 70% 食用向日葵籽和国内油用向日葵籽亚油酸含量丰富, 达到 60% 以上, 58% 美国引进的油用向日葵籽中油酸含量很高, 达到 80% 以上, 这与尹睿红^[15]的研究结果有所不同. 综上所述, 虽然食用和油用型向日葵籽仁主成分上有一些差异, 但没有严格的界限, 其划分主要还是依据于其种皮形态、籽粒大小以及嗑食方便的特点进行的.

向日葵籽中含有大量的不饱和脂肪酸, 特别是亚油酸和油酸, 李凯^[16]等研究表明, 亚油酸在抗肿瘤、抗氧化、免疫调节、降脂、抗动脉粥样硬化、抗氧化、促进成骨、降糖等方面都有积极作用. 食用向日葵作为我国的传统产业, 较油用向日葵发展比较缓慢, 针对食用向日葵的育种现状, 国内外主要集中于向日葵性状相关分析^[17]. 食用型向日葵作为嗑食类品种, 其籽仁蛋白含量也是重要指标, 张鉴提出食用型向日葵蛋白含量应在 30% 以上, 并将提高蛋白含量作为育种的主要目标^[18]. 油用型向日葵作为主要油料作物, 遗传育种研究主要集中在两方面, 一方面是数量性状的变异、遗传力和相关的分析, 如含油率的遗传力; 另一方面是农艺性状与产量的关系^[19,20]. 本研究通过对食用向日葵和油用向日葵品种形态和主要成分的综合比较, 了解了其组成和差异, 增进了人们对食用与油用向日葵的认识, 为进一步的食用和油用向日葵育种工作奠定了基础.

参考文献:

[1] Feng J H, Vick B A, Mi-Kyung Lee, *et al.* Construction of BAC and BIBAC libraries from sunflower and identification of linkage group-specific clones by overgo hybridization[J]. *Theor Appl Genet*, 2006, 113: 23.

[2] 中国科学院中国植物志编委委员会. 中国植物志: 第 70 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 357.

[3] 魏良民. 向日葵茎黑斑病发生原因及防治分析[J]. *农业科技通讯*, 2008, 9: 68.

[4] 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.

[5] 周菲, 王文军, 黄绪堂, 等. 食用向日葵子仁蛋白质含量近红外光谱模型的建立[J]. *作物杂志*, 2013, 6: 73.

[6] 王燕飞, 于伯成, 向理军, 等. 油用向日葵籽仁蛋白质含量与气候因素的关系[J]. *中国农业气象*, 1998, 8: 1.

[7] Mandel J R, Dechaine J M, Marek L F, *et al.* Genetic diversity and population structure in cultivated sunflower and a comparison to its wild progenitor, *Helianthus annuus* L. [J]. *Theor Appl Genet*, 2011, 123(5): 693-704.

[8] 李玉发, 梁军, 窦忠玉, 等. 食用向日葵杂交种主要性状与产量间的灰关联分析[J]. *山东农业科学*, 2011, 12: 19.

[9] 王艾平, 周丽明. 考马斯亮蓝法测定茶籽多糖中蛋白质含量条件的优化[J]. *河南农业科学*, 2014, 43(3): 150.

[10] 张领弟, 王影, 王秀莲. 超声波震荡快速测定肉与肉制品中游离脂肪的含量[J]. *疾病监测与控制杂志*, 2013, 7(4): 219.

[11] 赵亚霞. 新疆高油酸葵花籽油脂脂肪酸成分分析[J]. *农产品加工*, 2014, 11: 71.

[12] 汪丽萍, 郝希成, 张蕊. 葵花籽油脂肪酸成分标准物质的研制[J]. *粮油食品科技*, 2011, 19(1): 29.

[13] 周向军, 高义霞. 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定芥菜多糖含量的研究[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(35): 17297.

[14] 王翠艳, 候冬岩, 回瑞华, 等. 葵花籽中脂肪酸的气相色谱-质谱分析[J]. *食品科学*, 2006, 27(11): 428.

[15] 君睿红, 武岩, 李伟, 等. 不同品种向日葵种子含油量和亚油酸含量的比较[J]. *种子*, 2012, 31(10): 5.

[16] 李凯, 周宁, 李赫宇, 等. 共轭亚油酸生理功能研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2012, 33(7): 226.

[17] 王佰众, 李玉发, 刘红欣, 等. 食用向日葵产量及主要性状相关与通径分析[J]. *现代农业科技*, 2014, 22: 18.

[18] 张鉴. 简论向日葵品质育种[J]. *辽宁农业科学*, 1997, 6: 45.

[19] 向理军, 雷中华, 石必显, 等. 油用向日葵数量性状的遗传变异和相关分析及育种选择[J]. *黑龙江农业科学*, 2010, 9: 35.

[20] 朱东旭, 关中波, 徐桂真, 等. 油用向日葵品种主要农艺性状的主成分分析和聚类分析[J]. *中国农学通报*, 2015, 31(12): 152.