

不同类型胡麻品种资源品质特性及其相关性研究

赵利^{1,2}, 党占海^{1,2}, 张建平^{1,2}, 关天霞³, 田彩萍⁴

(1. 中国农业科学院油料作物研究所, 湖北 武汉 430062; 2. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070

3. 甘肃省华龙农业开发总公司, 甘肃 兰州 730000; 4. 甘肃省肿瘤医院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 对来自甘肃省种质资源库的46个胡麻品种资源按甘肃地方品种、国内育成品种和国外品种进行分类, 分析研究不同类型及同一类型不同品种籽粒中木酚素含量、粗脂肪含量及5种主要脂肪酸的含量, 以了解胡麻品种资源品质特性, 为合理高效利用资源, 提高胡麻优质育种效率奠定基础。结果表明: ① 籽粒的木酚素、粗脂肪、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸含量的变化范围广, 说明不同胡麻品种资源的主要品质性状存在显著差异。② 国外品种的木酚素含量、亚麻酸含量均最高; 国内育成品种与国外品种的粗脂肪含量均较高, 但国内育成品种亚麻酸含量最低; 甘肃地方品种的木酚素含量、粗脂肪含量均最低。③ 筛选出具有特异优质品质性状的资源4份。④ 相关性分析表明, 木酚素与亚油酸含量呈显著正相关, 硬脂酸与粗脂肪和不饱和脂肪酸含量均呈极显著相关, 油酸与粗脂肪含量, 亚油酸和亚麻酸含量之间呈极显著负相关。

关键词: 胡麻; 品种资源; 品质; 相关性

中图分类号: S565.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)05-0006-04

胡麻 (*Linum usitatissimum* L.) 即油用亚麻, 是我国西北和华北黄土高原旱作农业区重要的油料作物和大田经济作物。随着胡麻籽粒中 α -亚麻酸、木酚素、亚麻胶及膳食纤维等品质性状的研究和深加工利用技术的成熟, 以胡麻为原料进行油脂、药品、保健品及化妆品的加工已经成为国际上的研究热点^[1~6]。因此挖掘和研究胡麻品种资源品质特性, 对于合理高效利用资源, 提高胡麻优质育种效率具有重要作用。

迄今国内外对胡麻品质性状缺乏全面系统的研究, 特别是关于木酚素在品种间的差异情况, 国内研究更是空白。而高品质胡麻品种的选育离不开高品质的胡麻种质资源的支持, 研究不同类型胡麻种质资源的品质特性及其相关性是定向育种的基础。本文以3个不同类型胡麻品种资源为材料, 研究不同类型胡麻品种资源籽粒品质特性及其相关性, 同时筛选优异资源, 为胡麻优质育种亲本选配提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

2004年度在甘肃省农科院试验田种植不同类型胡麻品种46个(具体名称见表1), 其中甘肃地方品种17个, 国内育成品种19个, 国外品种10个。

每品种按小区种植, 3次重复, 5行区, 行长2 m, 行距20 cm, 小区面积2 m², 条播, 播量为900万粒/hm²。管理同大田。收获后, 随机抽取有代表性的种子100 g供分析用。

1.2 方法

1.2.1 木酚素含量测定 参照 Christina Eliasson 2003^[7]方法, 采用“直接碱解法”进行样品前处理, 用 Waters 高效液相色谱仪测定含量。

1.2.2 粗脂肪含量的测定 参照国家标准—谷类、油料作物种子粗脂肪测定方法(GB/T2906-1982)。

1.2.3 脂肪酸含量测定 采用 GB10219—88 油籽油中长链脂肪酸组成的测定—气相色谱法。

2 结果与分析

2.1 参试胡麻品种品质状况

46个参试品种(品质参数见表2)木酚素平均含量9.34 mg/g, 最高的为天亚2号, 含量为13.73 mg/g, 最低的为张亚1号, 含量为5.66 mg/g。含量最高的为最低的2.43倍。可见, 不同品种间木酚素含量差别较大。粗脂肪含量平均为39.38%, 最高的为陇亚7号, 最低的为酒泉小白胡麻, 变异系数3.91%, 说明参试品种粗脂肪含量在品种间的变化不大, 比较稳定。5种脂肪酸中, 亚油酸含量最高的

收稿日期: 2008-04-11

基金项目: 甘肃省油料作物创新团队项目

作者简介: 赵利(1973—), 女, 硕士, 副研究员, 主要从事亚麻育种及生理生化方面的研究。E-mail: zhaoli@mails.gucas.ac.cn。

通讯作者: 党占海, E-mail: dangzh1955@yahoo.com.cn。

为伊 04,最低的为皋兰白胡麻,亚麻酸含量最高的为 Culbert,最低的为天亚 4 号,除亚麻酸含量在品种间差异较小外,其余四种脂肪酸的含量在品种间的差异均较大,其中硬脂酸的变异系数高达 26.04%。从 7 项品质性状的变化范围来看,各品种间木酚素、硬脂酸、棕榈酸、亚油酸以及油酸含量变化较大,变异系数均超过了 10%,说明这些资源中以上 5 种品质性状具有更丰富的遗传多样性。

表 1 供试胡麻品种
Table 1 Flax cultivars in the experiment

品种类型 Cultivar type	品种名称 Cultivar
甘肃地方品种 Landrace of Gansu	皋兰白胡麻 Gaolan white flax、临夏红胡麻 Linxia small red flax、酒泉小白 Jiuquan small white flax、民乐老胡麻 Mingle old flax、华池胡麻 Huachi flax、景泰白胡麻 Jingtai white flax、酒泉胡麻(红) Jiuquan flax(red)、天水渭南胡麻 Tianshui weinan flax、天水市老胡麻 Tianshuishi old flax、黄羊白 Huangyang white flax、康乐-2 Kangle-2、舟曲徐瓦胡麻 Zhouqu xuwa flax、会宁大沟 Huining dagou、景泰红胡麻 Jingtai red flax、宕昌高角 Tanchang gaojiao、古浪白花(红) Gulang red flax with white flower、尧甸高秆胡麻 Yaodian long stem flax
国外品种 Exotic cultivars	Linton、Norman、Omega、Flor、McGregor、Verne、Dufferin、Clark、Linott、Culbert
国内育成品种 Improved cultivars	张亚 1 号 Zhangya 1、天亚 2 号 Tianya 2、天亚 4 号 Tianya 4、定亚 10 号 Dingya 10、定亚 14 号 Dingya 14、95053、伊 04 Yi 04、9425W-25-11、97047、8815-6、89092、92328、坝亚 11 号 Baya 11、9650-2、01J68、陇亚 3 号 Longya 3、陇亚 7 号 Longya 7、陇亚 8 号 Longya 8、陇亚 10 号 Longya 10

表 2 参试品种各品质性状相关数据
Table 2 The quality characters of all tested flax cultivars

性状 Character	平均含量 Average content	标准差(%) SD.	变幅 Range	变异系数(%) Coefficient of variation
木酚素 Lignan content	9.34 mg/g	1.68	5.66~13.73 mg/g	18.00
粗脂肪 Fat content	39.38%	1.54	35.13%~42.46%	3.91
硬脂酸 Stearic acid	4.32%	1.12	2.50%~7.01%	26.04
棕榈酸 Palmitic acid	6.10%	0.65	5.09%~8.77%	10.66
油 酸 Oleic acid	26.73%	4.08	18.58%~37.72%	15.26
亚油酸 Linoleic acid	13.22%	2.21	9.57%~17.51%	16.69
亚麻酸 Linolenic acid	49.62%	3.67	41.33%~55.84%	7.39

2.2 不同类型胡麻品种品质特性分析 三种类型,即甘肃地方品种、国内育成品种和国外品种
根据品种的来源划分,本研究涉及的品种共有 种,其品质性状情况见表 3。

表 3 不同类型胡麻品种的品质性状
Table 3 The quality traits of different flax cultivars

品种类型 Cultivar type	品种数目(个) Number of cultivars	统计参数 Statistical parameter	木酚素 含量(mg/g) Content of lignan	粗脂肪 含量(%) Crudefat content	棕榈酸 含量(%) Palmitic acid	硬脂酸 含量(%) Stearic acid	油酸 含量(%) Oleic acid	亚油酸 含量(%) Linoleic acid	亚麻酸 含量(%) Linolenic acid
甘肃地方品种 Landrace of Gansu	17	X	8.45	37.76	5.96	4.87	28.86	11.13	49.18
		S	1.48	0.98	0.42	1.25	3.49	1.27	4.01
		CV(%)	17.53	2.61	6.97	25.56	12.10	11.39	8.15
国内育成品种 Improved cultivars	19	X	9.78	40.33	6.37	4.33	26.71	14.08	48.49
		S	1.82	1.00	0.81	0.93	4.02	1.78	3.38
		CV(%)	18.62	2.48	12.70	21.44	15.06	12.65	6.97
国外品种 Introduced cultivars	10	X	10.03	40.33	5.83	3.36	23.14	15.15	52.51
		S	1.08	0.56	0.47	0.51	2.51	1.11	1.87
		CV(%)	10.81	1.38	8.07	15.05	10.84	7.31	3.56

由表 3 可见,在这三种类型中,木酚素和亚油酸含量高低排序一致,均为:国外品种>国内育成品种>甘肃地方品种;粗脂肪含量排序为:国外品种=国内育成品种>甘肃地方品种;棕榈酸含量排序为:国内育成品种>甘肃地方品种>国外品种;硬脂酸和油酸的排序一致,均为:甘肃地方品种>国内育成品种>国外品种;亚麻酸排序为:国外品种>甘肃地方品种>国内育成品种。

可见,甘肃地方品种木酚素含量、粗脂肪含量、亚油酸含量很低,但硬脂酸和油酸含量高,从目前工业化生产和加工的角度来看,其综合品质较差;国内育成品种的粗脂肪含量与国外品种基本相当,均较高,棕榈酸含量最高,亚麻酸含量最低;国外品种的木酚素含量、亚油酸含量和亚麻酸含量均显著优于国内品种。而且粗脂肪含量与国内育成品种相当,表明其营养品质和加工品质均较优良。

2.3 高木酚素、高粗脂肪、高亚麻酸胡麻种质资源状况

参照本文作者^[8]等对优异种质资源的评价指标判定及 Johnson^[9]等对木酚素含量的测定结果,现

拟定木酚素含量高于 13 mg/g 的品种为高木酚素资源;粗脂肪含量高于 42% 的品种为高粗脂肪资源;亚麻酸含量高于 55% 的品种为高亚麻酸资源。依据此标准,对参试胡麻进行了优异种质的筛选,结果共筛选出特异优异品质性状的品种 4 个,分别为天亚 2 号、陇亚 7 号、皋兰白胡麻和 Culbert。上述品种都具有某些特异品质性状,为了有针对性地进行品质改良,扩大遗传基础,这些优良性状对资源创新和育种是非常有利的,可推荐作为品质育种或品质改良的亲本,供育种研究利用。

另外,按品种所属的类型看(表 4),在优异资源范畴,17 个甘肃地方品种中,仅皋兰白胡麻的亚麻酸含量高于 55%,19 份国内育成品种中,只有天亚 2 号的木酚素含量在 13 mg/g 以上;粗脂肪含量在 42% 以上的品种仅有陇亚 7 号。而 10 份国外品种中,亚麻酸平均含量在 55% 以上的只有 Culbert。由以上分析可见,甘肃地方品种的木酚素含量和粗脂肪含量普遍较低。国内育成品种木酚素、粗脂肪含量均较高;国外品种的亚麻酸含量较高。

表 4 高木酚素、高粗脂肪、高亚麻酸优异种质资源状况

Table 4 The characters of high-grade flax germplasm as to lignan, crude fat and Linolenic acid

类型 Type	木酚素 Lignan		粗脂肪 Crude fat		亚麻酸 Linolenic acid	
	≥11 mg/g	≥13 mg/g	≥41%	≥42%	≥54%	≥55%
总体状况 All germplasm	9 份(19.57%)	1 份(2.17%)	5 份(10.87%)	1 份(2.17%)	7 份(15.22%)	2 份(4.35%)
国内资源 Native germ-plasm	甘肃地方品种 Gansu Landrace	2 份(11.76%)	—	—	2 份(11.76%)	1 份(5.88%)
	国内育成品种 Varieties	5 份(26.32%)	1 份(5.26%)	4 份(21.05%)	1 份(5.26%)	2 份(10.53%)
外引资源 Introduced materials	2 份(20%)	—	1 份(10%)	—	3 份(30%)	1 份(10%)

注:括号内的数字为该份数占有或该类型总数的百分比。

Note: Number in () denote the front numbers which is percent in all tested germplasm or in the same type.

2.4 品质性状相关性分析

通过各品质性状的相关性研究,可以了解不同品质性状的相关性,为进行相关选择和品质改良提供科学依据。本文采用 SPSS11.0 统计软件对参试品种的品质性状进行相关分析(表 5),结果表明:棕榈酸与其它品种性状均无显著相关性。硬脂酸与粗脂肪含量、油酸、亚油酸和亚麻酸含量之间均呈极显著相关,油酸与粗脂肪含量、亚油酸和亚麻酸含量之间呈极显著负相关,粗脂肪含量与亚油酸含量呈极显著正相关。木酚素含量除与亚油酸呈显著正相关外,与其他性状均无显著相关性。可见硬脂酸与粗脂肪含量和不饱和脂肪酸均有极显著相关,亚油酸

与工业加工品质——粗脂肪含量、木酚素含量都有密切关系。

3 讨论与结论

从本研究可以看出,46 个胡麻品种木酚素含量的变幅为 5.66~13.73 mg/g,这与 Pernilla Johnsson 等^[9]的研究结果:木酚素在整粒亚麻籽中的含量为 6.1~13.3 mg/g 的研究结果基本一致。同时,本研究首次在国内开展了胡麻资源木酚素的测定和评价工作,为我们准确掌握资源中木酚素含量在品种间的差异及高木酚素含量的品种选育奠定了资源基础。粗脂肪含量及五种脂肪酸含量在不同品种中存

在着显著的差异,这与作者^[8]以前的研究结果一 些不同,可能与参试样本的大小和类型不同有关。致。相关性分析结果与作者^[10]以前的分析结果有

表 5 不同品质性状的相关关系
Table 5 The correlation among 7 quality traits

项目 Item	木酚素 Lignan content	粗脂肪含量 Fat contents	棕榈酸 Palmitic acid	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid
粗脂肪含量 Fat content	0.247	—	—	—	—	—
棕榈酸 Palmitic acid	0.030	0.200	—	—	—	—
硬脂酸 Stearic acid	-0.270	-0.474**	-0.042	—	—	—
油酸 Oleic acid	-0.062	-0.355*	-0.214	0.403**	—	—
亚油酸 Linoleic acid	0.369*	0.723**	0.106	-0.392**	-0.582**	—
亚麻酸 Linolenic acid	-0.075	0.065	-0.002	-0.505**	-0.843**	0.147

注: *、** 分别表示 5%、1% 水平上达到显著。
Note: The * and ** indicate significant level at 5% and 1% probability respectively.

参试资源中除了粗脂肪含量的变幅较小外,木酚素和五种脂肪酸含量的变幅都较大,多样性较为丰富,为优质育种提供了丰富的材料。同时筛选出了天亚 2 号、陇亚 7 号、皋兰白胡麻和 Culbert 四个来自三个不同类型的优异胡麻资源。

三类胡麻品种中,甘肃地方品种木酚素含量、粗脂肪含量、亚油酸含量很低,但硬脂酸和油酸含量高;国内育成品种的粗脂肪含量与国外品种基本相当,均较高,棕榈酸含量最高,亚麻酸含量最低;国外品种的木酚素含量、亚油酸含量和亚麻酸含量均显著优于国内品种。相关性分析表明:木酚素与亚油酸含量呈显著正相关,硬脂酸与粗脂肪和不饱和脂肪酸含量均呈极显著相关,油酸与粗脂肪含量,亚油酸和亚麻酸含量之间呈极显著负相关。

参 考 文 献:

[1] 李 南. 亚麻籽在食品开发中的远景[J]. 食品研究与开发, 2001,(22):49—51.
[2] 陈见南. 国外亚麻籽保健作用综合研究和应用近况[J]. 中国医

药情报,2001,7(3):54—56.
[3] 赵 利,党占海,李 毅,等. 亚麻籽的保健功能和开发利用现状[J]. 中国油脂,2006,(6):32—36.
[4] 朱钦龙. 亚麻籽的开发与应用[J]. 广东饲料,2002,11(5):13—14.
[5] 赵 利,党占海,李 毅. 亚麻木酚素研究进展[J]. 中国农学通报,2006,22(4):88—93.
[6] Fenault Beatrice(FR), Catroux Philippe(FR), Use of lignans for preventing or treating the sings of ageing of the skin[R]. WO 2004010965, 2004.
[7] Eliasson C, Kamal-Eldin A, Andersson R, et al. High-performance liquid chromatographic analysis of secoisolariciresinol diglucoside and hydroxycinnamic acid glucosides in flaxseed by alkaline extraction[J]. Journal of chromatography A, 2003,1012:151—159.
[8] 赵 利,党占海,李 毅. 甘肃胡麻地方种质资源品质特性研究[J]. 西北植物学报,2006,26(12):2453—2457.
[9] Pernilla Johnsson, Afaf kamal-Eldin, Lennart N Lundgern, et al. HPLC Method for Analysis of secoisolariciresinol diglucoside in flaxseeds[J]. Agric Food Chem, 2000,48:5216—5219.
[10] 赵 利,党占海,张建平. 甘肃胡麻地方品种种质资源品质分析[J]. 中国油料作物学报,2006,28(3):282—286.

(英文摘要下转第 16 页)

ed that interaction of water and fertilizer on yield increasing was significant in pot experiment, and the use efficiency of fertilizer and soil water was increased by 28.6% and 124%, respectively. Yield compensation benefit of soil water and fertilizer utilization per unit was 471.5:7.0, that is to say, the change limit of soil water and fertilizer for main effect was 17.4%. The maximum income was 4 970.0 yuan/hm² with a fertilization rate of 247.4 kg/hm² (N:P₂O₅ = 1:0.75) and soil water of 19.7%. Nitrogen and phosphorus rate increased soil valid water utilization of 0~200 cm soil depth from 44.9% to 54.2% after spring wheat was harvested. Compared to CK, the evaporation of treatment N₆₀P₄₅, N₁₂₀P₉₀ and N₁₈₀P₁₃₅ was increased by 22.7, 38.0 and 47.8 mm, the ratio of transpiration and evaporation increased by 0.04, 0.07 and 0.08, respectively. And the efficiency of grain transpiration increased by 0.08, 0.24 and 0.14 g/kg compared to CK, respectively. Nitrogen and phosphorus fertilization together could raise soil valid water utilization rate, evaporation rate and water use efficiency of spring wheat, and improve the grain yield of crops. Therefore, rational nitrogen and phosphorus rate in the field is an important way to raise water use efficiency of crop and hence agriculture production.

Keywords: nitrogen and phosphorus rate; dryland; spring wheat; use efficiency of soil water; interaction of water and fertilizer

(上接第 9 页)

Study on quality characters and correlation of different types of flax germplasm

ZHAO Li^{1,2}, DANG Zhan-hai^{1,2}, ZHANG Jian-ping^{1,2},
GUAN Tian-xia³, TIAN Cai-ping⁴

(1. Oil Crops Research Institute of CAAS, Wuhan, Gansu 430062, China;

2. Crop Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China

3. Gansu Hualong Exploitation Cororation of Agriculture, Lanzhou, Gansu 730000, China;

4. Gansu Tumor Hospital, Lanzhou, Gansu 730050, China)

Abstract: Based on a total of 46 flax samples of Gansu landraces, improved cultivars and exotic cultivars, the lignan content, fat content and five kinds of fatty acids were analyzed. The results showed: ① The range content of the lignan, fat, Palmitic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid and Linolenic acid of flax cultivars is wide. The content of these main quality characters have significant difference. ② In the 3 kinds of flax cultivars, the content of lignan and Linolenic acid are the highest in the exotic cultivars; the fat content is high both in the improved cultivars and the exotic cultivars, but Linolenic acid content is the lowest in the improved cultivars; the content of lignan and crude fat are the lowest in Gansu landraces. ③ 4 cultivars which have some special characteristics were selected to be used in flax breeding. ④ The correlations of the quality characters showed: the content of lignan were significantly positively correlated with the linoleic acid, while Stearic acid content was significantly correlated with the fat content and unsaturation fatty acids, and the content of Oleic acid was significantly negatively correlated with Gansu landraces; with fat content, Linoleic acid and Linolenic acid.

Keywords: flax; germplasm; quality character; correlation