

# 中国野生大豆 ( *G. soja* ) 脂肪含量及其 脂肪酸组成的研究<sup>\*</sup>

杨光宇 王 洋 马晓萍

(吉林省农科院大豆研究所 公主岭 136100)

**摘要** 近二十年来,我国学者对野生大豆进行了多学科、不同层次的研究,取得卓越的成就,很多方面处于世界领先的地位。本文综述了中国野生大豆脂肪含量及其脂肪酸组成方面的研究结果,为深入开展野生大豆研究与利用提供参考信息。

**关键词** 野生大豆;脂肪含量;地理分布;脂肪酸组成

大豆起源于我国。野生大豆 ( *G. soja* ) 是栽培大豆 ( *G. max* ) 公认的近缘祖先种。目前,我国入库、编目的野生大豆种质 6172 份<sup>[1-2]</sup>,约占世界总数的 90% 左右。在全国野生大豆考察、搜集的基础上,我国学者对中国野生大豆的脂肪含量及其脂肪酸组成,进行全面系统的分析,揭示中国野生大豆脂肪含量、脂肪酸组成特点及其地理分布规律,筛选出一批特异基因型。

## 1 脂肪含量

李福山等<sup>[3]</sup>对我国 5200 余份野生大豆脂肪含量的分析结果表明,平均含量为 10.6%,变化幅度在 5.1% - 20.2% 之间。脂肪含量在 15% 以上的占总份数的 7.1%, 10% - 14.9% 的占 34.1%, 10% 以下的占 58.8%。东北地区 2173 份野生大豆、544 份半野生大豆和 2341 份栽培大豆脂肪含量的测试分析结果显示,野生大豆脂肪的平均含量为  $8.92 \pm 2.01\%$ , 半野生大豆为  $15.43 \pm 2.31\%$ , 分别比栽培大豆 ( $19.12 \pm 1.70\%$ ) 低 10.20 和 4.59 个百分点;各省野生大豆脂肪含量平均值高低的顺序为辽宁省 > 吉林省 > 黑龙江省,半野生大豆也是这个趋势<sup>[4]</sup>。徐豹等<sup>[5]</sup>分析了我国  $25^{\circ}\text{N}$  -  $46^{\circ}\text{N}$  的 1598 份野生大豆和  $25^{\circ}\text{N}$  -  $50^{\circ}\text{N}$  的 1595 份栽培大豆的脂肪含量。结果表明,野生大豆的脂肪含量平均为 9.94%, 栽培大豆为 19.05%。野生大豆脂肪含量的变异比较丰富,变化幅度从 4.49% 到 18.90%, 相差 4 倍多,差异十分悬殊。

## 2 脂肪含量的地理分布

中国野生大豆由于其地理位置的不同,脂肪含量显示出较大的差异。野生大豆和栽培大豆脂肪含量的地理分布趋势明显不同。野生大豆脂肪含量的地理分布趋势是南高北低,与纬度之间呈单峰曲线,高区出现在  $34^{\circ}\text{N}$  -  $39^{\circ}\text{N}$ , 其中  $38^{\circ}\text{N}$  最高;而低区有两个,一个是

<sup>\*</sup> 此项研究得到国家自然科学基金的资助

收稿日期 1999-06-21

Received on June 21, 1999

东北地区的中北部 ( $43^{\circ}\text{N}$ – $50^{\circ}\text{N}$ )、另一个是南方的  $26^{\circ}\text{N}$ – $28^{\circ}\text{N}$  地区。栽培大豆的趋势与野生大豆相反, 为北高南低, 原产地纬度与脂肪含量呈极显著的正相关<sup>[6]</sup>。李福山<sup>[3]</sup>对全国 5200 余份野生大豆脂肪含量的分析结果也认为二者关系为单峰曲线, 脂肪含量的高区在  $35^{\circ}\text{N}$ – $39^{\circ}59'\text{N}$  脂肪含量最高的地区恰恰是蛋白质含量最低的地区, 说明野生大豆的脂肪含量与蛋白质含量之间呈负相关。杨光宇等<sup>[7]</sup>以吉林省野生大豆为试材, 研究发现  $41^{\circ}\text{N}$  为脂肪含量的高区, 纬度的升高或降低其脂肪含量均下降, 也显示出单峰曲线; 脂肪含量的变异系数有随着纬度的升高而增加的趋势。庄炳昌等<sup>[8]</sup>对  $25^{\circ}\text{N}$ – $46^{\circ}\text{N}$  野生大豆的脂肪含量进行分析后, 得出脂肪含量与纬度呈显著负相关 ( $r = -0.473^*$ ) 的结果。何志鸿等<sup>[9]</sup>则认为黑龙江省野生大豆的脂肪含量与纬度为极显著的正相关 ( $r = 0.370^*$ )。

野生大豆的脂肪含量与原产地的经度之间呈极显著的负相关 ( $r = -0.886^*$ )<sup>[6]</sup>。从西向东, 脂肪含量从  $97^{\circ}\text{E}$  的 12.5% 下降到  $134^{\circ}\text{E}$  的最低值 7.7%。高区主要分布在  $115^{\circ}\text{E}$  以西的内陆区, 低区主要在东北地区。不同地理小区 (每两个纬度和相应的每 3 个经度为 1 个小区) 野生大豆脂肪含量分析结果表明: 最高区出现在西北宁夏高原地区,  $38^{\circ}\text{N}$ – $39^{\circ}\text{N} \times 104^{\circ}\text{E}$ – $106^{\circ}\text{E}$  和  $38^{\circ}\text{N}$ – $39^{\circ}\text{N} \times 107^{\circ}\text{E}$ – $109^{\circ}\text{E}$  两个小区, 脂肪含量分别达到 15.63% 和 13.14%; 而低区则出现在东北大部分地区 and  $29^{\circ}\text{N}$  以南地区; 再从  $38^{\circ}\text{N}$ – $39^{\circ}\text{N}$  地带来看, 从西到东脂肪含量有逐渐降低的趋势<sup>[3, 6]</sup>。

高海拔, 特别是西部高海拔地区温度较低, 昼夜温差大, 日照强的自然条件显然有利于形成高脂肪含量<sup>[6]</sup>。全国 164 份高海拔材料 ( $> 1000\text{m}$ ) 的脂肪含量平均为 10.13%, 而来自  $< 400\text{m}$  海拔高度的 2892 份材料为 9.0%。何志鸿等<sup>[9]</sup>也发表了黑龙江省野生大豆脂肪含量与海拔呈显著正相关 ( $r = 0.265^*$ ) 的研究结果, 认为海拔较高的地理环境有利于野生大豆脂肪的积累。杨光宇等<sup>[7]</sup>则报导了在吉林省的范围内, 海拔 300m 以下的野生大豆脂肪含量较高, 高于 300m 的则脂肪含量有下降的趋势, 海拔与野生大豆脂肪含量的相关性不显著。显然, 单一气候因素与脂肪含量间不是简单的直线关系; 多种因素的综合作用, 构成了野生大豆脂肪含量的变化规律。

### 3 脂肪含量与植物学性状及气象因子间的相关性

许多研究结果<sup>[6, 7, 10]</sup>均表明, 野生大豆的脂肪含量与百粒重呈显著的正相关, 即随着百粒重的增加而提高。百粒重是 *Soja* 亚属大豆进化程度的一个重要指标, 因此大豆种子的脂肪含量似乎也可以作为大豆进化程度的一个重要参考指标。

种皮颜色相对浅些或双色的野生大豆脂肪含量较高<sup>[7, 10]</sup>; 有泥膜野生大豆的脂肪含量明显低于无泥膜的。674 份吉林省野生大豆脂肪含量分析结果表明, 黑色脐的野生大豆脂肪含量较高, 而褐色脐的较低, 黑脐与褐脐间的脂肪含量差异达到显著水准<sup>[7]</sup>。有泥膜野生大豆的脂肪含量明显低于无泥膜的, 一般低 1.62–5.40%, 平均为 3.52%, 各省区的材料表现趋势一致<sup>[10]</sup>。紫花野生大豆的脂肪含量低于白花的, 棕毛野生大豆的脂肪含量比灰毛的低。这些与栽培大豆的趋势相一致。

野生大豆茎蔓生缠绕, 其主茎与分枝的差异分为明显、较明显和不明显三种类型, 差异明显的野生大豆比不明显的脂肪含量高 1.92%, 主茎较明显的介于两者之间<sup>[10]</sup>。这一分析结果表明, 主茎越发达, 进化程度越高, 脂肪的积累也就越多。随着野生大豆植株的增高, 脂肪含量有增加的趋势。不同叶形野生大豆脂肪含量的差异显著性测定结果表明: 卵

圆叶、长卵圆叶的脂肪含量显著高于披针叶和线形叶的;而卵圆叶与长卵圆叶、披针叶与线形叶比较,脂肪含量差异均未达到显著水准<sup>[7]</sup>。刘兴媛等<sup>[10]</sup>的测定结果显示,甘肃省不同叶形野生大豆的脂肪含量变化趋势与杨光宇等<sup>[7]</sup>的分析结果相一致;而陕西省不同叶形野生大豆脂肪含量的变化却与此相反,为线形叶野生大豆的脂肪含量较高,因而认为野生大豆的叶形与其脂肪含量无明显关系。

何志鸿等<sup>[9]</sup>通过研究分析生育期间(7-9月份)的气温、日照、降水等气象因子对野生大豆脂肪含量的影响后,认为对野生大豆脂肪含量影响最大的是气温,与旬平均气温的相关数值均在0.5以上,高度显著。与栽培大豆相似,在一定的温度范围内,较低的温度有利于脂肪的积累。但野生大豆脂肪含量与节气平均气温的负相关绝对值则以前期最高,表明脂肪形成和积累的早期受气温的影响较大。野生大豆的脂肪含量与立夏至小暑的降水量呈极显著的负相关,其余时期则影响不显著。在生殖生长阶段,野生大豆脂肪含量与日照呈负相关。

在一定的范围内,野生大豆的脂肪含量随着气温的降低而提高,随着降水的减少而增加,随着昼夜温差的增大而上升。

#### 4 脂肪酸的组成

大豆籽粒中含有人体必需的脂肪酸,如亚油酸、油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸。这些脂肪酸对于合成磷脂、形成细胞结构、维持一切组织的正常功能、合成前列腺素都是必需的。它们的另一个重要作用就是使胆固醇脂化,从而降低体内血清和肝脏的胆固醇水平。降低大豆油中的亚麻酸含量也是品质育种研究的课题之一。明确野生大豆脂肪酸的组成以及环境条件对脂肪酸组成的影响对有效利用野生大豆资源具有重要意义。

王连铮等<sup>[12]</sup>、徐豹等<sup>[13]</sup>对不同进化类型大豆的脂肪酸组成进行了分析研究,发现不同类型大豆几种脂肪酸的含量因进化程度的不同而呈连续性变异。野生大豆的油酸含量低而亚麻酸含量高;栽培大豆则与此相反,油酸含量高而亚麻酸含量低;半野生大豆介于两者之间。野生、半野生和栽培大豆脂肪酸含量之间的差异主要是不饱和脂肪酸含量的差异,尤其是油酸和亚麻酸含量的不同。庄无忌等<sup>[14]</sup>的分析结果也表明,不同类型大豆不饱和脂肪酸含量之间的差异均达到高度显著水准。从各脂肪酸含量的变异程度来看,油酸和亚麻酸的变异要大些,亚油酸含量的变异最小。从不同进化类型间脂肪酸变异程度的比较可以看出,野生大豆的变异要小于其它两种类型。有些野生大豆的籽粒虽然无泥膜,种皮为褐色或绿色,但其亚麻酸含量仍与普通野生大豆相类似。

徐豹等<sup>[15]</sup>从吉林省的野生半野生大豆中选出25份百粒重1.0-9.9g有代表性的材料进行脂肪酸含量的分析比较研究。结果发现,随着百粒重的增大,油酸含量逐渐增加,而亚麻酸含量逐渐降低。百粒重与油酸、亚麻酸含量间的相关系数分别为0.8531<sup>\*</sup>和-0.8114<sup>\*</sup>,均达到极显著水准。吉林省21份脂肪含量6.21%-18.36%的野生大豆脂肪酸含量分析结果表明,随着脂肪含量的增加,棕榈酸含量呈下降的趋势,而亚麻酸含量则呈增加的趋势;脂肪含量与棕榈酸和亚麻酸含量间的相关系数分别是-0.5222<sup>\*</sup>和0.5603<sup>\*</sup>,均达极显著水准。

将18份由原产地采收的野生大豆种子与它们在北京田间自然条件种植后的种子一起进行脂肪酸分析,结果除了亚油酸含量间差异不显著外其余均达极显著水准。这一试验

结果表明,原产地的野生大豆与在异地种植后,其脂肪酸含量的变化较大,尤其是亚麻酸的含量在种植后下降了 2.17%,与其相对应的油酸含量则增高。亚麻酸含量高可能有助于抵御不良的自然条件<sup>[14]</sup>。三种类型大豆相比较,野生大豆各种脂肪酸含量年份之间的差异较小,变异系数也小于栽培大豆和半野生大豆。

徐豹等<sup>[13]</sup>报导,大豆脂肪酸的组成与大豆的进化有密切关系;随着进化程度的提高,油酸含量逐渐提高,亚麻酸含量明显降低;随着日照长度的增加,亚油酸和亚麻酸含量呈增加的趋势,油酸含量则逐渐降低。随着昼夜温度的升高,野生大豆亚麻酸的含量逐渐降低,棕榈酸含量逐渐增加<sup>[15]</sup>。野生大豆的原产地纬度与亚麻酸含量呈正相关 ( $r=0.4181^*$ ),与硬脂酸 ( $r=-0.6504^*$ )和棕榈酸 ( $r=-0.2530^*$ )呈显著的负相关。

野生大豆脂肪酸组成成份间的相关分析表明,在三种不饱和脂肪酸中,油酸与亚油酸、油酸与亚麻酸之间呈显著的负相关。当油酸含量增加时,亚油酸、亚麻酸的含量就减少。反之,油酸含量减少,亚油酸和亚麻酸的含量就增加<sup>[14]</sup>。

庄炳昌等<sup>[15]</sup>选用不同纬度的野生大豆和栽培大豆,利用人工气候箱,在人工控制温度的条件下,进行  $35^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ 和  $20^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ 三种昼夜温度处理,光暗周期均为 12小时,光强  $13-15\text{Klux}$ ,研究昼夜温度变化对野生大豆脂肪酸组成的影响。结果发现,在三种昼夜温度处理下,野生大豆和栽培大豆均表现随着昼夜温度的升高,棕榈酸含量增加,亚麻酸含量降低,而其它脂肪酸无规律性变化。在  $35^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$ 和  $30^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ 昼夜温度的处理下,野生大豆的亚油酸、亚麻酸含量均表现为高海拔材料高于低海拔材料的;而油酸含量则相反,低海拔材料高于高海拔材料。栽培大豆也是这个变化趋势。

不同进化类型大豆在萌发过程中脂肪酸代谢的研究结果表明:在种子萌发的过程中,三种进化类型的大豆籽粒中饱和与不饱和脂肪酸含量变化的趋势是一致的。饱和脂肪酸在萌发初期稍有降低,然后逐渐升高,而不饱和脂肪酸则相反,萌发初期稍有增加,然后逐渐降低。但是,三种进化类型大豆在萌发过程中某些脂肪酸含量的变化趋势和变化程度存在明显的差异。在萌发的过程中,野生大豆棕榈酸、硬脂酸含量明显增加,栽培大豆变化甚微,半野生大豆则接近于栽培大豆;三种类型大豆的亚麻酸含量虽然均表现降低的趋势,但变化程度野生大豆明显高于半野生大豆和栽培大豆,半野生大豆介于野生和栽培大豆之间,倾向于栽培大豆;野生大豆亚油酸含量的变化与其它两种类型大豆表现出相反的趋势,野生大豆明显下降,半野生大豆和栽培大豆则稍有增加<sup>[16]</sup>。

徐豹等<sup>[17]</sup>筛选出亚麻酸含量 23.12%,亚油酸含量 61.24%的化学品质性状特异的野生大豆基因型。这些种质对今后开展以医用为目标的不饱和脂肪酸育种具有一定的意义。

## 参 考 文 献

- 1 中国农业科学院作物品种资源研究所,中国野生大豆资源目录,北京,农业出版社,1990
- 2 中国农业科学院作物品种资源研究所,中国野生大豆资源目录(续编),北京,农业出版社,1996
- 3 李福山,中国野生大豆资源的地理分布及生态分化研究,中国农业科学,1993,26(2): 47-55
- 4 纪锋等,东北地区野生和半野生大豆化学品质研究综述,吉林农业科学,1997,(3): 16-20
- 5 徐豹等,中国野生大豆 (*G. soja*) 脂肪及其脂肪酸组成的研究,吉林农业科学,1993,(2): 1-6

- 6 徐豹等,中国野生大豆 (*G. soja*) 脂肪含量的多样性及地理分布,大豆科学, 1993, 12(4): 269– 274
- 7 杨光宇等,吉林省野生大豆脂肪含量的初步研究,中国油料, 1992, (4): 30– 33
- 8 庄炳昌等,中国不同纬度不同进化类型大豆对昼夜温度的反应,大豆科学, 1986, 5(4): 289– 298
- 9 何志鸿等,黑龙江省大豆化学品质生态地理分布I 野生大豆化学品质生态地理分布,东北农学院学报, 1998, 19(3): 237– 245
- 10 刘兴媛等,中国野生大豆种子脂肪、蛋白质含量与农艺性状的关系,中国油料, 1992(4): 61– 65
- 11 胡明祥等,作物品质育种,北京,农业出版社, 1991, 410– 436
- 12 王连铮等,黑龙江省野生大豆的考察和研究,植物研究, 1983(3): 116– 129
- 13 徐豹等,野生大豆脂肪酸组成的初步研究,吉林农业科学, 1984(2): 98
- 14 庄无忌等,栽培、野生和半野生大豆脂肪酸组成的初步研究,大豆科学, 1984, 3(3): 223– 230
- 15 庄炳昌等,昼夜温度对野生大豆 (*G. soja*) 和栽培大豆 (*G. max*) 脂肪酸组成的影响,大豆科学, 1987, 6(2): 117– 121
- 16 庄炳昌等,不同进化类型大豆在萌发过程中脂肪酸代谢的研究,吉林农业科学, 1986, (4): 68– 71
- 17 徐豹,作物育种研究与进展(第一集),北京,农业出版社, 1993, 122– 139
- 18 郑惠玉等,吉林省野生大豆资源研究初报,中国农业科学, 1980, (4): 26– 32
- 19 全国野生大豆考察组,中国野生大豆资源考察报告,中国农业科学, 1983, (6): 69– 75
- 20 吉林省农业科学院,中国大豆育种与栽培,北京,农业出版社, 1987, 21– 43

## RESEARCH ON FAT CONTENT AND COMPOSITION OF FATTY ACID OF WILD SOYBEAN (*G. soja*) IN CHINA

Yang Guangyu Wang Yang Ma Xiaoping

(*Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, 136100*)

**Abstract** The results of research on fat content, geographical distribution of fat content, relativity of fat content and major characters of botany, composition of fatty acid of wild soybean (*G. soja*) in China were reported in this paper. These researches provide foundation for further research and usage on wild soybean.

**Key words** *G. soja*; Fat content; Geographical distribution; Composition of fatty acid