

降低大豆籽粒中亚麻酸含量的研究进展*

裴东红

(沈阳农业大学农学系, 110161)

ADVANCE OF STUDY OF DECREASING LINOLENIC ACID CONTENT IN SOYBEAN SEEDS

Pei Donghong

(Agronomy Department, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

一、降低大豆籽粒中亚麻酸含量的意义

某一脂肪酸属于必需脂肪酸应具备以下条件:首先人体不能合成,只能由食物提供;其次在人体内有着特殊的生理作用;再次分子结构上具有两个或两个以上的乙烯基甲基链节($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$),双键必须是顺式构型,距离羧基($-\text{COOH}$)最远的双键应在由末端甲基数起的第6个和第7个碳原子中间。亚麻酸在人体内不能合成,对人体代谢有一定促进作用,但它的存在并不能消除亚油酸缺乏症,从结构上看也不符合要求,所以说亚麻酸不属于必需脂肪酸^[1]。亚麻酸是带有3个双键的不饱和脂肪酸,极易发生氧化而使油脂及其加工产品产生恶劣的气味,营养价值降低,甚至有毒性^[1,2,4,27,30,31]。据 Smouse 等(1979)和 Mounts 等(1988)报导,用亚麻酸含量低的油脂烹调,会增加食物的油香味,减少豆腥味^[27,30]。由于亚麻酸不属于必需脂肪酸,为提高油脂的耐贮性和风味品质,降低大豆籽粒中亚麻酸含量的研究越来越受到大豆学术界的重视。

二、大豆籽粒中亚麻酸含量测定

先进的测定仪器的出现才使降低大豆籽粒中亚麻酸含量的研究得以开展。

分析大豆籽粒中亚麻酸含量一般采用气相色谱法。吉林省农业科学院大豆研究所的测定方法是:大豆籽粒粉碎后过60目筛,称0.2g粉末于试管中,加2ml 1%甲醇钠溶液,振荡静止,滴2滴10%乙酸溶液,再加2ml正庚烷溶液,振荡静止,吸2ml上层脂肪酸甲

* 本文于1994年7月4日收到。This paper was received on July 4, 1994.

酯的正庚烷溶液上机测试^[2]。Rennie 等(1988)认为,只选用大豆籽粒的部分子叶来进行测定,可降低误差^[28]。

大豆籽粒中亚麻酸含量的测定还可采用¹³C 核磁共振法。这种方法准确、快速、不损坏籽粒,但购置设备和上机测定所需费用很大^[7]。

三、低亚麻酸含量的大豆品种资源

胡明祥等(1986)分析了我国 9 个省 163 个大豆品种,得出籽粒中亚麻酸平均占总脂肪酸的 9.3%,品种间变异幅度大,变异系数高^[5]。其它研究的结果与此基本接近^[2,3,4,8,9,10,11,12,23]。可见筛选到籽粒中亚麻酸含量低的材料可能性很大。

野生大豆比栽培大豆籽粒中的亚麻酸含量高^[3,7,8,9,10],因此企图利用野生大豆资源来降低籽粒中亚麻酸含量是行不通的。

Rennie 等(1988)、Wilcox 等(1984)和 Fehr(1987)分别发现了籽粒中亚麻酸含量低的 PI361088B、C1640 和 A₅ 品种^[2,28,34]。在我国也有报导说筛选到了籽粒中亚麻酸含量低的材料^[13,14]。这些材料的发现大大促进了降低籽粒中亚麻酸含量研究工作的发展。

四、基因对大豆籽粒中亚麻酸含量的调控

White 等(1961)、Brim 等(1968)、Wilson 等(1981)和 Martin 等(1983)分别用籽粒中亚麻酸含量低和含量高的两个品系杂交,分析后代籽粒中亚麻酸含量,认为核基因控制籽粒中亚麻酸含量的表现,具加性效应,属数量性状遗传^[20,26,33,40]。

而后 Wilcox 等(1985)用籽粒中亚麻酸含量为 7% 的 Century 和 Century 的突变系一粒籽粒亚麻酸含量为 3.4% 的 C1640 杂交,分析后代籽粒亚麻酸含量,表明核中的一对等位基因控制籽粒中亚麻酸含量的表现,具不完全显性,基因型 FanFan 控制 Century 籽粒中的高亚麻酸含量,fanfan 控制 C1640 籽粒中的低亚麻酸含量,Fanfan 控制籽粒中的中等亚麻酸含量,属简单遗传^[35,39]。Rennie 等(1988)选用籽粒中亚麻酸含量为 3.8% 的 PI361088B 和籽粒中亚麻酸含量高的一些材料进行与 wilcox 等(1985)同样的研究,得到了相同结论^[28]。Rennie 等(1988)还证明控制 C1640 和 PI361088B 籽粒中低亚麻酸含量的等位基因是在同一位点上;然而这两个品系的 Fan 位点的特殊碱基对的演化是不同的,因此分别将 C1640 和 PI361088B 在 Fan 位点的基因定为 fan (C1640) 和 fan (PI361088B)^[28]。

综上所述,大豆籽粒中亚麻酸含量的表现可能是由核中的具加性效应的一对主基因和一组修饰基因共同控制的。这对主基因决定籽粒中亚麻酸含量的表现,而这组修饰基因在一定范围内增强或削弱这对主基因对籽粒中亚麻酸含量的作用。所以说既是简单遗传,在一定范围内又是数量性状遗传。

五、环境条件对大豆籽粒中亚麻酸含量的影响

除极个别的研究结果表明籽粒中的亚麻酸含量随纬度升高而降低外^[9],其它的研究结果均表明,大豆籽粒中亚麻酸含量随纬度的升高、海拔的升高和播种期的延迟而增高^[2,6,10,16,36]。

刘丽君等(1993)报导,籽粒中亚麻酸含量随大豆结荚至成熟期间的积温的增高而增高^[15]。而其它的研究结果均认为,籽粒中亚麻酸含量随大豆结荚至成熟期间的积温的增高而下降^[17,36]。Howell 等(1977)、Wolf 等(1982)和 Chapman 等(1976)分别在生长箱内、

温室内和田间进行试验,结果也看到降低温度会使大豆籽粒中亚麻酸含量增高。

Rennie 等(1989)的研究结果表明,当昼夜温度分别由 40℃ 和 30℃ 降至 15℃ 和 12℃,具有 fanfan 基因型的 C1640 和具有 FanFan 基因型的 Century 的籽粒中亚麻酸含量分别由 1.9% 和 3.6% 增至 7.8% 和 14.6%^[29]。Wilcox 等(1993)的研究结果也说明大豆籽粒成熟过程中的温度对具有 fanfan 和 FanFan 基因型的大豆籽粒亚麻酸含量产生相同的影响^[37]。

由上述研究结果可以看到,大豆籽粒中的亚麻酸含量随纬度升高、海拔升高和播种期的延迟而增高。大豆结荚至成熟期间的积温升高会使大豆籽粒中亚麻酸含量下降。由于纬度增高、海拔增高和播种期延迟会造成大豆结荚至成熟期间的积温的降低,从而使大豆籽粒中亚麻酸含量提高。至于大豆结荚至成熟期间的积温下降会使籽粒中亚麻酸含量增高的原因可能是由于低温有利于大豆籽粒中亚麻酸含量的积累造成的。这有待于大豆生理生化专家们的进一步研究。由上面的研究结果也可看出,在同样温度条件下,不论是高温也好,还是低温也好,具有 fanfan 基因型材料较具 FanFan 基因型材料籽粒中亚麻酸含量低。温度的变化对具 fanfan 基因型和具 FanFan 基因型的材料的籽粒中亚麻酸含量的影响是等同的。

六、大豆籽粒中亚麻酸含量与其它性状的关系

许多学者对大豆籽粒中亚麻酸含量与其它性状的关系问题进行了大量的研究,以期找到可对籽粒中低亚麻酸含量起间接选择作用的简单性状和弄清降低籽粒中亚麻酸含量给其它经济性状带来的影响。

所有研究结果均表明,籽粒中亚麻酸含量与百粒重呈显著或极显著负相关^[5,10,17,19]。庄无忌等(1984)报导,籽粒中亚麻酸含量与株高、主茎节数、分枝数呈显著或极显著正相关^[10];刘显华(1989)认为,籽粒中亚麻酸含量与成熟期、株高、分枝数呈显著或极显著负相关^[19]。刘丽君等(1993)还探讨了籽粒中亚麻酸含量与叶质重的关系,指出它们之间呈紧密的正相关^[15];李莹等(1990)发现种皮色浅、有光泽、籽粒圆或扁圆形的材料籽粒中亚麻酸含量低^[9]。

许多研究证明,籽粒中亚麻酸含量与亚油酸含量呈显著或极显著正相关,与油酸、脂肪和蛋白质含量呈显著或极显著负相关^[2,5,9,10,11,12,18,22,25,32,33,40,41]。刘显华(1989)的研究结果与上面有些出入,得出籽粒中亚麻酸含量与油酸、蛋白质含量呈显著或极显著负相关,与脂肪含量、含硫氨基酸含量、单株粒重呈显著或极显著正相关^[19]。

Rennie 等(1988)报导,Fan 位点与 Idh₂ 位点以 28.2±2.7 单位连锁,没发现这两个位点与已知位点连锁,因而将这两个位点确定为第 17 连锁群^[28]。Wilcox 等(1986)把具 fanfan 基因型的籽粒中低亚麻酸含量的 C1640 和具 FanFan 基因型的籽粒中高亚麻酸含量的 Century 做比较,发现成熟期、株高和倒伏程度相似^[38]。后来 Wilcox 等(1993)报导,FanFan 基因型或 fanfan 基因型和成熟期、株高、倒伏程度无关,但在具 FanFan 基因型或 fanfan 基因型的品种间籽粒中亚麻酸含量随成熟期的延迟而增高^[37]。

有报导说具有 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的 A₄ 的产量低^[2]。Wilcox 等(1986)也发现具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的 C1640 较具 FanFan 基因型的籽粒中亚麻酸含量高的 Century 的产量低 24%^[38]。经过进一步研究,Wilcox 等(1993)指出,

FanFan 或 fanfan 基因型与产量无关系^[37]。

可见,选择百粒重大的材料在一定程度上可能对籽粒中亚麻酸含量起着间接选择的作用。在具 FanFan 或 fanfan 基因型的品种间,选择成熟期早的材料也可适当降低其籽粒中的亚麻酸含量。亚油酸是对人类最有营养价值的必需脂肪酸^[1],要想获得籽粒中亚麻酸含量低且亚油酸含量高的材料是十分困难的。而想获得籽粒中亚麻酸含量低且油酸、脂肪、蛋白质含量高的材料则比较容易。获得具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的且高产的材料也有一定难度。

七、降低大豆籽粒中亚麻酸含量的育种途径

虽然大豆籽粒中亚麻酸含量受结荚至成熟期间的积温影响较大,但温度的变化对具有 FanFan 基因型和具有 fanfan 基因型的材料的籽粒中亚麻酸含量的影响是相同的,且在同样温度条件下,具 fanfan 基因型的材料较具 FanFan 基因型的材料籽粒中亚麻酸含量低,因此只有培育出具 fanfan 基因型的低亚麻酸含量的材料才是有意义的。

对具 FanFan 基因型的籽粒中亚麻酸含量高的材料进行诱变处理,是获得具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的材料最有效的方法。Brossman 等(1984)用甲烷乙基磺酸盐(EMS)对具 FanFan 基因型的籽粒中亚麻酸含量高的材料 Century 进行处理^[21]。Wilcox 等(1984,1985,1987)做了同样的工作,选育出了具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的 C1640^[34,35,39]。

企图用品种间杂交来创造具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的材料几乎是不可能的。Carver 等(1984)和 White 等(1961)的试验都说明了这一点^[23,33]。但可用具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低的材料和其它性状表现好的优良品种杂交或进一步回交,在后代中加以选择,可改进具 fanfan 基因型的籽粒中亚麻酸含量低材料的其它性状。

也有报导说轮回选择能降低大豆籽粒中的亚麻酸含量^[2,40]。

参考文献

- [1] 黄梅丽等,1986,食品化学,中国人民大学出版社
- [2] 王连铮等,1992,大豆遗传育种学,科学出版社
- [3] 王连铮等,1983,植物研究,3(3),116—130
- [4] 尹田夫,1988,大豆科学,7(1),75—79
- [5] 胡明祥等,1986,吉林农业科学,(1),12—17
- [6] 胡明祥等,1986,中国油料,(3),20—26
- [7] 关剑秋等,1986,大豆科学,5(3),197—203
- [8] 李莹等,1981,山西农业科学,(7),5—9
- [9] 李莹等,1990,大豆科学,9(4),323—331
- [10] 庄无忌等,1984,大豆科学,3(3),223—230
- [11] 李永忠,1987,大豆科学,6(3),203—208
- [12] 赵乃新等,1988,大豆科学,7(4),327—332
- [13] 中国农业科学院油料研究所,1981,中国大豆品种资源目录,农业出版社
- [14] 王彬如等,1986,黑龙江农业科学,(6),8—11
- [15] 刘丽君等,1993,大豆科学,12(3),232—236

- [16] 孟祥勋等,1993,大豆科学,12(2),146—153
- [17] 徐豹等,1984,吉林农业科学,(2),92
- [18] 徐豹等,1988,大豆科学,7(3),175—184
- [19] 刘显华,1989,大豆科学,8(1),21—31
- [20] Brim, C. A. et al., 1968, Crop Sci., 8, 517—518
- [21] Brossman, G. D. et al., 1984, Crop Sci., 24, 783—787
- [22] Burton, J. W. et al., 1983, Crop Sci., 23, 744—747
- [23] Carver, B. F. et al., 1984, Crop Sci., 24, 1020—1023
- [24] Chapman, G. W. et al., 1976, J. Am. Oil Chem. Soc., 53, 54—56
- [25] Howell, R. W. et al., 1957, Agron. J., 49, 593—597
- [26] Martin, B. A. et al., 1983, Soybean Genet. News., 10, 89—92
- [27] Mounts, T. L. et al., 1988, J. Am. Oil Chem. Soc., 65, 624—628
- [28] Rennie, B. D. et al., 1988, Crop Sci., 28, 655—657
- [29] Rennie, B. D. et al., 1989, J. Am. Oil Chem. Soc., 66, 1622—1624
- [30] Smouse, T. H. et al., 1979, J. Am. Oil Chem. Soc., 56, 747—751
- [31] Stone, R. et al., 1983, J. Am. Oil Chem. Soc., 60, 1277—1281
- [32] Takage, Y. et al., 1979, Agricultural Bulletin of Soya University, 47, 53—64
- [33] White, H. B. et al., 1961, J. Am. Oil Chem. Soc., 38, 113—117
- [34] Wilcox, J. R. et al., 1984, J. Am. Oil Chem. Soc., 61, 97—100
- [35] Wilcox, J. R. et al., 1987, J. Hered., 78, 410
- [36] Wilcox, J. R. et al., 1992, Crop Sci., 32, 1248—1251
- [37] Wilcox, J. R. et al., 1993, Crop Sci., 33, 87—89
- [38] Wilcox, J. R. et al., 1986, Crop Sci., 26, 209—210
- [39] Wilcox, J. R. et al., 1985, Theor. Appl. Genet., 71, 74—78
- [40] Wilson, R. F. et al., 1981, Crop Sci., 21, 788—791
- [41] Wilson, R. F. et al., 1976, J. Am. Oil Chem. Soc., 53, 595—597
- [42] Wolf, R. B. et al., 1982, J. Am. Oil Chem. Soc., 59, 230—232

欢迎订阅《市场经济时报》

本报是国内最早以市场经济命名的,面向企业和社会在国内外公开发行的综合性大报,她具有大时空、大视野、高品位和实用性、操作性的特点,以对开4版(每周3报)的崭新面目向读者展示独特的风采。

她邀请国内外著名经济学家、社会科学家、政府官员和企业界人士探讨我国市场经济进程中的热点及难点问题,将解开企业家、决策者和普通百姓在市场经济中的各种迷惘;她服务于企业,尽显企业家在市场经济大潮中风采和英姿,向读者透露企业之子、巨商富贾的创业发展史;她同企业家共商“经营之道”、为您提供实用信息和市场预测。个性鲜明,雅俗共赏的红、蓝、绿、紫四个颜色的周末版,将为读者评说茫茫大千世界东西南北中千万种国情民情。

单价:0.40元,月价:5.20元,季价:15.60元,半年:31.20元,全年定价:62.40元,可到当地邮局订阅,也可破月破季征订或直接向报社汇款。邮发代号:11—77,地址:长春市斯大林大街副111号,邮编:130021,帐号:144500—19,开户行:长春工商银行自由大路办事处,联系人:冯爱莲