

# 大豆籽粒蛋白质的遗传改良

胡 明 祥

(吉林省农业科学院大豆研究所)

## 提 要

大豆籽粒蛋白质的遗传改良,就是通过各种遗传育种途径,提高大豆籽粒蛋白质和含硫氨基酸(尤其是蛋氨酸)含量,排除或降低对人类利用有害的胰蛋白酶抑制剂、脂氧化酶、外源凝集素、棉籽糖和水苏糖等不良成分的含量。今后,随着科学技术的飞速发展,大豆蛋白质的遗传改良将会取得更大的进展。

大豆的营养价值很高,籽粒中含有大量的蛋白质、脂肪和碳水化合物,还含有丰富的矿物质和维生素。大豆蛋白质中含有人体和动物不能合成的八种必需氨基酸,有完全蛋白的美称。在粮食问题上,目前与营养关系最密切的是食物蛋白质不足,尤其在发展中国家更显得突出。而大豆蛋白质与动物蛋白相比,具有成本低,价格便宜,安全可靠,是代替动物性食品的最佳植物性食品;用途广,改变人们食物构成等优点。因此,不断提高大豆籽粒蛋白质含量,改良其品质,是一项重要的研究任务。

## 一、大豆籽粒蛋白质含量的遗传改良

### 1. 大豆籽粒蛋白质含量的遗传研究

(1) 遗传表现 许多学者<sup>[1,6,18,27]</sup>研究认为,栽培大豆不同品种间杂交,蛋白质含量的遗传一般表现为数量性状遗传,受许多微效基因控制,加性效应明显。杂种  $F_1$  代蛋白质含量一般接近两亲的中亲值。 $F_2$  代蛋白质含量呈现明显分离,表现为一系列微小差异的广泛分布,分布方式近似常态分布。

Weber<sup>[62]</sup>用蛋白质含量 52.04% 的野生大豆与蛋白质含量为 42.34% 的栽培大豆进行杂交,其  $F_1$  代和  $F_2$  代蛋白质含量,平均分别为 50.77% 和 49.56%,明显地倾向于高蛋白质含量的野生大豆。海妻矩彦等<sup>[13]</sup>、胡明祥等<sup>[6]</sup>用野生大豆和栽培大豆杂交,获得与 Weber 类似的结果。

据 Weber<sup>[62]</sup>、海妻等<sup>[13]</sup>和胡明祥等<sup>[6]</sup>的研究,杂种  $F_2$  代蛋白质含量普遍存在超

\* 蒙孟祥同志从美国供给部分资料,苗以农教授借给日本学者赠送的部分文献资料,一并谨致谢意。  
本文于1987年7月25日收到。This paper was received in July 25, 1987.2.

亲遗传变异，只是组间表现不同而已。正向超亲遗传变异为选育蛋白质含量高的材料提供了可能。

表 1  $F_1$ 代种子的蛋白质含量 (%)  
Table 1 The percentage of seed protein in  $F_1$ s

父本 \ 母本	立铃成	新目白	玉光	佐用姬
立铃成	41.70	42.30	42.90	43.26
新目白	42.49	41.19	42.92	42.03
玉光	37.88	38.70	37.78	37.89
佐用姬	42.73	45.21	44.21	43.73

蛋白质含量遗传存在明显的母本效应差异(表 1)。胡明祥等<sup>[6]</sup>用两个蛋白质含量不同的品种正反交结果也表现了母本效应，以公交 7424—8 为母本，吉林 16 号为父本，其  $F_1$ 代蛋白质含量则为 43.36%，接近母本的蛋白质含量，杂种优势率为 101.77%；相反的，以吉林 16 号为母本，公交 7424—8 为父本，其  $F_1$ 代蛋白质含量仅为 41.73%，比正交低 1.64%，杂种优势率仅 97.93%，呈现了母本效应。

Singh, L. 等<sup>[55]</sup>研究表明，在  $F_2$ 代也有母本效应，但不同基因型群体其表现也不同。在 Harosoy 杂交组合中， $F_2$ 代与回交一代的蛋白质含量，当以 Harosoy 为胞质时，则分别为 41.4%、40.7% 和 40.8%；当以 L63—9410 (含有 Sioux 基因型) 为胞质时，则分别为 45.8%、45.3% 和 43.7%。在 Clark 杂交组合中，获得类似结果。胡明祥等<sup>[6]</sup>研究的两组正反交组合，杂种  $F_2$ 代也表现了母本效应。

但是，Singh B. 等<sup>[54]</sup>和 Wilcox 等<sup>[66]</sup>研究报道，蛋白质含量无母本效应。

关于大豆籽粒蛋白质含量的遗传机制，Brim 等<sup>[18]</sup>、Hanson 等<sup>[27]</sup>、Weber<sup>[63]</sup>、胡明祥等<sup>[6]</sup>认为蛋白质含量遗传实质上是加性效应起作用。Ishige<sup>[36]</sup>则认为加性效应和非加性效应对蛋白质含量都是重要的。Chauhan 等<sup>[23]</sup>、陈恒鹤<sup>[3]</sup>报道，蛋白质含量的一般配合力 (GCA) 与特殊配合力 (SCA) 方差都显著，但加性效应更重要。Verma (1970) 从大豆配合力分析研究，认为显性成份是主要的。Gupta 等<sup>[26]</sup>用 7 个品种 (系) 配制 4 个组合，对亲本及杂种  $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$  代进行了研究，认为蛋白质含量遗传上主要是受显性基因控制的；但在 JS-2×A 和 PS73-7×K 组合中，实质上是加性效应起作用。Weber<sup>[62]</sup>认为有三个基因控制蛋白质。Ishige<sup>[36]</sup>认为控制蛋白质的基因数目可能是 2 个或 3 个。海妻等<sup>[12]</sup>认为控制蛋白质的基因仅为少数几个主要基因。

综上所述，由于各学者所采用的试验材料 and 设计方法不同，获得的结果也各异，所以结论也不相同。

2. 蛋白质含量的遗传力

大豆蛋白质含量是一个高度可遗传的性状，蛋白质含量较产量、脂肪含量等性状的遗传力为高。Weber<sup>[62]</sup>用亲子代回归法估算的  $F_2$ 代单株蛋白质含量的遗传力为 0.70。胡明祥等<sup>[6]</sup>用方差分析法估算的三个组合  $F_2$ 代蛋白质含量的广义遗传力分别为 0.46、0.55 及 0.62。Alam 等<sup>[17]</sup>对三个杂交组合 6 个亲本、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $BC_1$  和  $BC_2$  群体的单株分析结果，籽粒蛋白质含量的遗传力高，在 Corsoy×Merit 组合中，蛋白质含量广义遗传力

(2) 母本效应 Singh, L. 等<sup>[55]</sup>用 5 个品种进行三组正反交试验结果， $F_1$ 代的蛋白质含量均表现出母本效应，而且差异显著，其中有一个组合出现超高亲现象，差异也显著。Ishige<sup>[36]</sup>用 4 个蛋白质含量不同的品种进行双列杂交试验，获得与 Singh, L. 类似的结果， $F_1$ 代籽粒

传力为0.68，狭义遗传力达到0.67。

Johnson 等<sup>[37]</sup>、Thorne 等<sup>[61]</sup>、Shannon 等<sup>[52]</sup>、Shorter 等<sup>[53]</sup>和 Openshaw 等<sup>[46]</sup>曾对 F<sub>3</sub> 代或更高世代的材料，无论是单杂交、三交或复合杂交组合进行研究，获得蛋白质含量的广义遗传力为 0.39—0.92。

### 3. 提高大豆籽粒蛋白质含量的育种策略

许多<sup>[7,8]</sup>研究资料表明，我国大豆高蛋白质种质资源是丰富的，是培育高蛋白质品种的有利条件。但是，在提高大豆蛋白质含量的育种工作中也存在一定问题，首先是蛋白质含量与籽粒产量呈负相关，这就为提高大豆蛋白质含量和同时提高大豆产量增加困难。其次是蛋白质含量与脂肪含量呈明显负相关，因此，要想培育蛋白质含量高，而脂肪含量也高的大豆品种是有困难的。

为了解决上述问题，在育种策略上应注意以下几点：

(1) 关于育种目标 制定大豆品质育种目标，要根据国民经济的发展和商品生产发展对大豆品种品质的要求，在丰产、稳产（抗病）的基础上，分别选育蛋白质含量高、脂肪含量高或蛋白质和脂肪合计含量高的品种。

(2) 关于选育方法 一般研究认为，提高蛋白质含量以直接选择效果最好。但为解决上述负相关的矛盾，Thorne 和 Fehr<sup>[61]</sup>利用蛋白质与蛋白质 + 脂肪总量为正相关的特点采用指数选择法，结果使蛋白质含量提高 3.4%，而脂肪含量只降低 0.5%。Sebern 等<sup>[56]</sup>提出分层选择法，在研究的两个群体的系统中，有的系统表现籽粒产量与蛋白质含量结合得较好。Brim 等<sup>[19]</sup>认为，对蛋白质含量进行二、三轮的轮回选择之后，接着对产量进行选择，可能是一种可行的策略。

Мякушко 等<sup>[67]</sup>研究指出，大豆籽粒产量和蛋白质含量之间存在一定的相互关系，但这种关系并不都是不良的。这可能与亲本材料的遗传背景有关。

诱变育种可以打破高产与低蛋白质含量的不利连锁，是培育高产和高蛋白质大豆品种的另一有效方法。

(3) 进行生态育种 胡明祥等（1985）研究认为，大豆籽粒化学成份主要由遗传因素决定，但也受环境因素的很大影响，蛋白质含量有随地理纬度和海拔高度增加而降低的趋势，脂肪含量则相反。春播大豆的蛋白质、脂肪含量均高于夏播和秋播。蛋白质含量还受养分条件的影响，直至成熟期。因此，根据不同生态区，不同栽培条件，制订相适应的目标要求，进行生态育种，这样可事半功倍。

## 二、大豆蛋白质品质的遗传改良

大豆籽粒蛋白质的限制性必需氨基酸是蛋氨酸等的含量低，这是当前评价大豆营养品质的主要指标。另一种构成蛋白质的含硫氨基酸是胱氨酸，它虽不属必需氨基酸，但可节省对蛋氨酸的利用。所以提高大豆以蛋氨酸为主的含硫氨基酸的含量，就成为大豆蛋白质品质改良的一项研究课题。

### 1. 种质资源的分析筛选

当前大豆蛋白质品质的改良集中在寻找含硫氨基酸含量高,尤其是蛋氨酸含量高的  
大豆种质资源,美国研究结果,从已搜集的 OO-IX 熟期纽约五千份大豆种质资源,蛋  
氨酸含量变幅为 1.0—1.61%,多数在 1.2—1.4% 之间。平春枝等<sup>[1]</sup>分析 1110 个大豆  
品种(系),蛋氨酸含量为 0.78—1.34%,胱氨酸含量为 0.85—2.36%,两种合计含量  
的变异范围为 1.66—3.52 克/16 克 N。李福山等<sup>[2]</sup>分析结果,蛋氨酸含量平均在 1.5%  
左右,变幅为 1.39—1.72%,栽培大豆和野生大豆类型间差别极小。胱氨酸含量,栽培  
大豆平均为 1.94%,变幅为 1.59—2.49%;野生大豆平均为 1.95%,变幅为 1.57—  
2.48%。由此可见,大豆类型间蛋氨酸和胱氨酸的平均数差异不显著,但每一种类型内  
变异都较大,因此筛选含硫氨基酸含量高的种质资源是必要的,也是可能的。

2. 大豆蛋白质组分及遗传研究

大豆蛋白质的 70—80% 是由 7S 和 11S 球蛋白组成(表 2)。如把两种蛋白质的氨

表 2 水溶性大豆蛋白超速离心分离组分的成份及其近似值\*

Table 2 Approximate amount and compenents of ultracentrifuge  
fractions of water-extractable protein from soybean

组 分 Fraction	占总蛋白的 %Percent of total		成 份 Component	分 子 量 M.W.
	①	②		
2S	22	15	胰蛋白酶抑制剂	8000—21500
			细胞色素 C	12000
7S	37	34	血球凝集素	110000
			脂氧化酶	102000
			$\beta$ -淀粉酶	61700
			7S 球蛋白	180000—210000
11S	31	41.9	11S 球蛋白	350000
15S	11	9.1	—	600000

注: 1S=1Svedberg 单位=10—13 秒

\*①引自 Wolf 等(1975) ②引自白至德等(1985)

基酸的组成对比来看,11S 球蛋白比 7S 球蛋白含有更多的蛋氨酸和胱氨酸。喜多和海  
妻<sup>[14]</sup>对 1700 个大豆品系的 11S 蛋白与 7S 蛋白的比值进行了测定,11S/7S 平均值为  
1.12,并找到 11S/7S 比值高的秣食豆(公 503)和毛振品种,其比值分别为 2.59、1.61。  
这两个品种的总含硫氨基酸量比普通大豆高 1.2 倍。林忠平等<sup>[4]</sup>研究,11S/7S 高的品系  
其含硫氨基酸比普通大豆种子高出 1 倍。Cheng<sup>[22]</sup>研究表明,栽培大豆×野生大豆的  
正反交能表现 11S 蛋白的杂种优势和超亲分离,超亲分离可以 11S/7S 比值表示。他还  
指出,11S、7S 蛋白含量及 11S/7S 比值的遗传力较低。

7S、11S 两蛋白质的生成量及其构成,品种间存在着明显的差异,而这些差异是来  
自构成品种间的亚单元组成上的差异。喜多村启介<sup>[15]</sup>发现在 7S 蛋白质亚基( $\alpha$ 、 $\alpha'$ 、  
 $\beta$ )之中  $\alpha'$  缺失的变异体(毛振品种),以及  $\alpha$ 、 $\beta$  亚基减少一半的大豆品种,而且这些  
变异是受遗传因素支配的。

11S 蛋白质亚基存在蛋氨酸含量多和少的亚基,这些亚基已经被提纯出来,其氨基

酸序列已经确定。八种亚基的蛋氨酸和胱氨酸的值<sup>[45]</sup>, 分布为 0.6—3.0%, 如 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub> 亚基分别为 2.4、3.0、1.6 和 0.6%; B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 亚基分别为 2.3、2.4、0.6 和 1.6%。因此, 在减少低蛋氨酸亚基的情况下, 增加高蛋氨酸亚基的比例, 就可以提高大豆蛋白质的蛋氨酸含量。

### 3. 蛋白质含量与氨基酸组成的关系

关于蛋白质含量与氨基酸组成之间的关系, 平春枝等<sup>[11]</sup>对 1110 个大豆品系测定结果, 含硫氨基酸, 无论是蛋氨酸还是胱氨酸的含量, 以及两种含硫氨基酸含量之和均与蛋白质含量呈极显著负相关。而蛋氨酸和胱氨酸, 蛋氨酸以及胱氨酸和含硫氨基酸总量间均为正相关, 并分别达到显著或极显著水准。海妻矩彦等<sup>[12]</sup>计算了蛋白质、蛋氨酸与胱氨酸含量的相关系数, 认为蛋白质与含硫氨基酸含量间的相关性小, 因为表示这两个性状的数值, 其变化互不相依; 相反, 蛋氨酸与胱氨酸的含量则呈显著正相关, 两者的变化趋势一致。Krober 和 Cartter<sup>[43]</sup>调查发现蛋氨酸含量与籽实中蛋白质含量呈正相关 (0.6—0.58), 认为蛋氨酸随蛋白质含量的增加而递增。李福山等<sup>[2]</sup>分析指出, 含硫氨基酸, 无论是蛋氨酸还是胱氨酸含量均与蛋白质含量呈极显著负相关, 各种类型的结果也很一致。戴瓯和等<sup>[9]</sup>研究结果, 蛋白质含量除与蛋氨酸相关不显著外, 与其他氨基酸均呈显著正相关。孟祥勋、胡明祥<sup>[5]</sup>研究, 蛋白质含量与总氨基酸含量呈极显著正相关 ( $r=0.8821$ ), 17 种氨基酸中有 13 种与蛋白质含量和总氨基酸含量呈显著或极显著正相关, 仅胱氨酸为显著负相关, 其余 3 种相关不显著。含硫氨基酸与其他氨基酸的关系, 两种含量氨基酸之间无相关, 胱氨酸与其他氨基酸均为负相关, 其中有 10 种达显著或极显著, 其余不显著。蛋氨酸与其他各种氨基酸的相关均不显著。

Radford 等<sup>[50]</sup>利用 13 个栽培大豆和野生大豆研究发现大豆种子蛋氨酸、胱氨酸以及蛋氨酸 + 胱氨酸含量与总的含硫量呈显著正相关, 相关系数分别为 0.832、0.831 和 0.846。这三个性状与 N/S 比呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.791、-0.737 和 -0.787。

### 4. 提高大豆籽粒含硫氨基酸含量的途径方法

研究表明, 为了提高大豆蛋白质的含硫氨基酸含量, 首先应筛选含硫氨基酸含量高的优异种质资源, 然后采用适当的育种和选择方法。

Whitehead 等<sup>[65]</sup>对三个杂交组合的 F<sub>2</sub> 和 F<sub>3</sub> 代进行了选择评价, X1065 的蛋白质含量约增加 2%, 蛋氨酸含量也提高了; X1026 和 X1066 的蛋白质含量有所降低, 但 X1026 的蛋氨酸含量提高了, X1066 的胱氨酸含量增加了。Burton 等<sup>[20]</sup>将两个群体各分为两个亚群, 采用轮回选择, 经 4—6 轮的选择, 四个亚群的蛋白质含量均有显著提高。这些群体蛋白质中的蛋氨酸含量除 IB 群体外, 一般差异不显著。IB 群体 C<sub>3</sub> 的蛋氨酸含量高达 1.57%。

海妻矩彦等<sup>[12]</sup>用乙烯亚胺(E1)处理“雷电”与“白荚 1 号”品种, 曾获得一些蛋白质、蛋氨酸或胱氨酸含量高的突变系。

喜多村启介<sup>[15]</sup>利用 7S 蛋白质亚基变异品种间杂交, 使  $\alpha'$  的缺失与  $\alpha$ 、 $\beta$  减半的基因结合, 致使 7S 蛋白质的含量大幅度地降低了; 相反的, 11S 蛋白质生成量增多了。

选择 11S/7S 比值高的，可以提高大豆蛋白质的蛋氨酸含量。Cheng<sup>[22]</sup> 研究指出，高蛋白的选择有利于高 11S 蛋白、低 7S 蛋白的及高 11S/7S 比例的选择。

根据大豆含硫氨基酸的含量与种子含硫量呈正相关，Maranville 等<sup>[44]</sup> 提出可用能量分散 (energy-disperse)，X-射线光谱吸收 (X-ray fluorescence speotrometry) 进行快速测定大豆种子含硫量，一些育种家企图利用提高种子含硫量的选择间接改进含硫氨基酸的比例。

近来又有新的设想。根据在栽培大豆的培养基中加入和植株活体注射蛋氨酸可使贮藏蛋白质中蛋氨酸含量显著提高的特点，Thompson<sup>[60]</sup>、Holowach<sup>[30]</sup>、Widholm 等<sup>[64]</sup> 提出利用大豆组织培养技术筛选抗类蛋氨酸乙硫氨酸的细胞，这种细胞之所以抗乙硫氨酸是由于产生过多的游离蛋氨酸消除乙硫氨酸的毒性，由于不抗的细胞受到抑制或死亡，将这种产生大量游离蛋氨酸的细胞再生，获得可育性植株。目前他们已掌握了完整的培养与再生技术，如果成功，提高蛋氨酸含量方面将会有新的突破。

三、大豆籽粒蛋白质中的抗营养因子

大豆籽粒中含有一定数量的胰蛋白酶抑制剂、脂氧化酶、外源凝集素、甲状腺肿素、抗维生素因子、皂角苷，以及低聚糖（水苏糖和棉籽糖）等。这些不良成份不消除或钝化，就会影响蛋白质的消化吸收，甚至造成某些危害。因此，排除或降低这些有害的不良成份的含量，也是大豆蛋白质品质遗传改良的任务之一。

1. 胰蛋白酶抑制剂 (Trpsln Inhibitor)

生大豆中含有少量毒性蛋白质有抗胰蛋白酶作用，可抑制胰蛋白酶的活性，故称胰蛋白酶抑制剂。一般认为大豆中至少存有五种胰蛋白酶抑制剂，但迄今为止，只有两种胰蛋白酶抑制剂被提纯出来，并得到较详细的研究。这就是以“Kunitz”与“Bowman-Birk”二人姓氏分别命名的两种抑制剂，它们的性能见表 3。起主

表3-Kunitz和Bowman-Birk  
胰蛋白酶抑制剂的特性

Table 3 The properties of Kunitz and Bowman-Brik trypsin inhibitors		
特 性	Kunitz 抑制剂	Bowman-Birk 抑制剂
等电点	4.5	4.2
分子量	21500	7985
氨基酸残基	197	72
胱氨酸残基数 (个/克分子)	2	7
对热、酸、胃蛋白酶的稳定性	不稳定	稳定
胰凝乳蛋白酶的抑制作用	低	高
胰的扩大	+	+

要用的是 Kunitz 抑制剂，简称 SBTI-A<sub>2</sub>。

为了寻找不含胰蛋白酶抑制剂的基因源，Hymowitz 等<sup>[31,33]</sup>、Clark 等<sup>[24]</sup>、Orf<sup>[47,49]</sup>和 Skorupska 等<sup>[58]</sup>进行了大量种质资源的搜集、筛选工作，终于从朝鲜材料中发现 PI 157440 和 PI 196168 二份材料不含胰蛋白酶抑制剂，从而使这项品质改良工作有所突破。

Orf<sup>[47]</sup>、Hymowitz 等<sup>[34]</sup>研究，经电泳分析，胰蛋白酶抑制剂有 4 种谱带，

其中 T<sub>1</sub><sup>a</sup>、T<sub>1</sub><sup>b</sup> 和 T<sub>1</sub><sup>c</sup> 的电泳速率 (Rf) 分别为 0.79，0.75 和 0.83，它们是同一基因位点上的三个等显性复等位基因。具有 titi 基因的不含有胰蛋白酶抑制剂，不出现电泳

带。他们<sup>[33,34]</sup>遗传研究表明,存在 SBTI-A<sub>2</sub> 电泳带对缺少该电泳带为显性,正反交结果一致。

Bernard 和 Hymowitz<sup>[21]</sup>采用回交育种,将不含有胰蛋白酶抑制剂的基因(titi)导入 Williams、Clank 和 Amsoy 大豆品种之中,于 1985 年已培育出 L81—4950、L81—4871 和 L83—4387 三个不含胰蛋白酶抑制剂的种质资源。

## 2. 脂氧化酶 (Lipoxygenase)

脂氧化酶又称脂肪分解酶,它能使豆油中脂肪酸氧化变质,也是使豆制品产生豆腥味等不良气味的原因之一。

研究<sup>[24,40,41]</sup>表明,一般大豆种子中存在着三种不同的脂氧化酶同工酶,即称为 L—1、L—2 和 L—3,在遗传上是受显性等位基因 ( $Lx_1$ 、 $Lx_2$  和  $Lx_3$ ) 所控制。从 1981 年以来,对种质资源筛选结果,相继发现了一些缺失 L—1、L—2 和 L—3 脂氧化酶变异体大豆,在遗传上是分别由隐性等位基因  $lx_1$ 、 $lx_2$  和  $lx_3$  所控制。并且还获得了 L—1、L—3 同时缺失种子,以及 L—2、L—3 同时缺失种子,但尚未得到 L—1、L—2 同时缺失种子。

喜多等<sup>[15]</sup>还进一步研究了 L—1、L—2、L—3 的基因间有无连锁,结果表明, $Lx_3$  位点对  $Lx_1$  和  $Lx_2$  位点分别是独立分离遗传。对 L—1 与 L—2 缺失系杂交的  $F_2$  和  $F_3$  代种子分析发现  $Lx_1$  等位基因与  $Lx_3$  等位基因是紧密连锁的。Davies<sup>[25]</sup>也获得  $Lx_1$  与  $Lx_2$  存在紧密连锁遗传。他并对无效等位基  $lx_1$  和  $lx_3$  的分子学特性进行鉴定分析表明,虽然植株中缺少  $lx_3$  蛋白,L—3 的 mRNA 水平大大降低,但在两个突变体的表现型中,仍然有 L—1 和 L—3 的 mRNA。

Kitamura<sup>[42]</sup>对 L—1、L—3 同时缺失的  $F_2$  种子以及 L—2、L—3 同时缺失的  $F_2$  种子试验能正常发芽,这些  $F_2$  植株也能正常生长、成熟,并分别生产出 L—1、L—3、及 L—2、L—3 同时缺失的  $F_3$  种子。另外,鲜大豆种子的功能检查结果,L—2、L—3 同时缺失种子的豆腥味程度显著下降。

据报道<sup>[10]</sup>,日本已培育出无豆腥味(无青气与苦味)的大豆新品种。

## 3. 外源凝集素 (Lectin)

外源凝集素或称血细胞凝集素,是一种有生物活性的蛋白质,包含一组糖蛋白,大豆中至少有四种蛋白质,它们能使动物血液中一些红血球细胞凝集聚团。脱脂大豆粉含有约 3% 的外源凝集素。大豆中的主要外源凝集素已被分离,并就其中最重要的一种经鉴定后得知,这种外源凝集素含有 4.5% 的甘露糖和 2% 的氨基葡萄糖的蛋白质,分子量为 120000 道尔顿 (dolden),含有两条多肽链。

Staehut<sup>[59]</sup>对外源凝集素进行了筛选研究,分析了 2137 份大豆品种(系),其中有 13 份不含外源凝集素。Orf<sup>[48]</sup>研究表明,这种外源凝集素的存在通常是受单个显性基因 (Le) 控制。纯合隐性基因 (le) 的结合 (lele),致使大豆中没有这种外源凝集素。

此外,大豆含有几种不消化糖,主要是水苏糖和棉籽糖,它是人和动物食用后引起胃肠胀气和不舒服感觉的物质,这是大豆用于人类食品受到限制的因素之一。Hymo-

witz等(32)研究表明,在大豆种质资源中,水苏糖和棉籽糖均存在广泛的变异。因此,如果通过遗传育种降低这两种糖分的含量,不仅会改善大豆的利用,而且还会使大豆籽粒的蛋白质和脂肪含量的增加。

## 参 考 文 献

- [1] 王金陵主编 1982 大豆 黑龙江科学技术出版社。
- [2] 李福山等 1986 大豆科学 5(1):65—72。
- [3] 陈恒鹤 1987 中国农业科学 1:32—38。
- [4] 林忠平等 1985 大豆科学 4(4):327—336。
- [5] 孟祥勋、胡明祥 1987 大豆科学 6(3):213—219。
- [6] 胡明祥等 1984 中国农业科学 6:40—44。
- [7] 费家骅等 1983 大豆科学 2(1):15—24。
- [8] 徐豹等 1984 大豆科学 3(4):327—331。
- [9] 戴珣和等 1986 中国农业科学 3:34:37。
- [10] 台湾(最新科技报) 1986, No.1。
- [11] 平春枝等 1976 日作纪 45(3):381—393。
- [12] 海妻矩彦等 1974 育种学杂志(日) 24(2):65—72。
- [13] 海妻矩彦等 1975 育种学杂志(日) 25:55—68。
- [14] 喜多村启介等 1981 育种学杂志(日) 31(4):353—359。
- [15] 喜多村启介等 1985 Nippon Nogeikagaku Kaish, 59(10):1071—1078。
- [16] 福井重郎 1977 味増の科学と技術 No. 285, 8—15。
- [17] Alam S. et al. 1984 Problem de genetica teoretita si aplicata(Romenia) 16(2):131—140。
- [18] Brim, C. A et al. 1961 Crop Sci. 1:187—190。
- [19] Brim, and J. W. Burton 1979 Crop Sci. 19(4):494—498。
- [20] Burton, J. W. et al. 1982 Crop Sci. 22(2):430—432。
- [21] Bernard, R. L. and T. Hymowitz 1986 Crop Sci. 26(3):650—651。
- [22] Cheng, S. H. 1985 Sciences and Engineering 45(7) 1963 8。
- [23] Chauhan, V. S. et al. 1983 Indian J. Agric. Sci. 58(3):634—637。
- [24] Clark, R. W. et al. 1970 Crop Sci. 10:486—487。
- [25] Davies, C. S. et al. 1986 Crop Sci. 26(3):460—463。
- [26] Gupta, A. K. et al. 1982 Legume Research 5(1):49—53。
- [27] Hanson, W. D. et al. 1961 Crop Sci. 1:121—126。
- [28] Hildebran, D. F. and T. Hymowitz 1981 (JAOCS, 全称为 Journal of the American Oil Chemists, Society):583—586。
- [29] Hildebran D. F. and T. Hymowitz 1982 Crop Sci. 22(4):851—853。
- [30] Holowach, L. P. et al 1984 Plant Physiology 74:576—583。
- [31] Hymowitz, T. and H. H. Hadley 1972 Crop Sci. 12(2):197—193。
- [32] Hymowitz, T. et al. 1972 Agron. J. 64(5):613—616。
- [33] Hymowitz T. et al. 1978 Soybean Genet. Newsl 5:19—24。
- [34] Hymowitz T. et al. 1979 Economic Botany 33(3):311—319。
- [35] Hymowitz T. et al. 1985(WSRCⅢP, 全称为World Soybean Research Conbencece Ⅲ, Proceedings) 368—373。
- [36] Ishige, T. 1984(JARQ, 全称为Jour. of Agron. Res. Quarterly)17(4):230—235。
- [37] Johnson, H. W. et al. 1955a Agronomy J. 47:314—318。
- [38] Kaizuma, N. 1979(JARQ) 13(4):230—233。
- [39] Kaizuma and J. Fukui 1976 Tropical Agric. Res Series No. 6, Symposium on Food Legumes: 55—68。
- [40] Kitamura K et al. 1983 Crop Sci. 23:924—927。
- [41] Kitamura 1984 Agric. Biol. Chem. 48(9):2339—2346。
- [42] Kitemura et al. 1985 Japan J. Breed. 35:413—420。
- [43] Krober, O. A. and J. L. Catter 1986 Cereal Chem. 43:320—325。
- [44] Marenville J. W. et al. 1984 Crop Sci. 24:303—305。



- [45] Maurilio, A. M. et al. 1997. *J. Biol. Chem.* 254:9921.
- [46] Openshaw, S. J. et al. 1984 *Crop Sci.* 24(1):1—4.
- [47] Orf, J. H. et al. 1977 *Crop Sci.* 17:811—813.
- [48] Orf, J. H. et al. 1978 *Crop Sci.* 18:899—900.
- [49] Orf, J. H. et al. 1979 (*JAOCS*) 56:722—726.
- [50] Radford, R. L. et al. 1977 *Crop Sci.* 17(2):273—277.
- [51] Sebern, N. A. et al. 1984 *Crop Sci.* 24(2):225—228.
- [52] Shannon, J. G. et al. 1972 *Crop Sci.* 12(5):824—826.
- [53] Shorter, R. et al. 1976 *Aust. J. Agric. Res.* 28:211—222.
- [54] Singh, B. B. et al. 1968 *Crop Sci.* 8(5):622—624.
- [55] Singh, L. and H. H. Hadley 1972 *Crop Sci.* 12(5):583—585.
- [56] Simpson, A. M. Jr. et al. 1983 *Crop Sci.* 23(6):1077—1081.
- [57] Smith, K. J. 1981(*JAOCS*) 58:135—139.
- [58] Skorupska, H. et al 1977 *Genetica Polonica (Poland)* 18(3):225—233.
- [59] Stahlhut, R. W. et al. 1983 *Crop Sci.* 23(4):766—769.
- [60] Thompson, J. F. et al. 1983 *Phytochem.* 20:941—945.
- [61] Thorne, J. C. and W. R. Fehr 1970 *Crop Sci.* 10(6):652—655.
- [62] Weber, C. R. 1950 *Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 347:763—816.
- [63] Weber et al. 1970 *Crop Sci.* 10(2):159—160.
- [64] Widholm, Jack M. et al. 1986 *Theor. Appl. Genet.*
- [65] Whitehead, T. W. et al. 1983 (*Agronomy abstracts*) Madison, Wisconsin, USA, 1983. 85
- [66] Wilcox, J. R. et al. 1977 *Crop Sci.* 17(3):351—352.
- [67] Мякушко, Ю. П., А. В. Кчегура 1983 *Вестник Сельском-Хозяйственной Науки* 1:65—67.

## THE IMPROVEMNT OF SOYBEAN SEED PROTEIN

Hu Mingxiang

(*Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

### Abstract

The objective of genetical improvement of soybean protein is to increase seed protein and sulfur-containing amino acids (especially methionine) contents, and to eliminate or decrease the substances, such as trypsin inhibitor, lipoxxygenase, lectine, raffinose and stachyose which are harmful to human health through breeding approaches. In the coming future, a great achievement can be made in the improvement of soybean protein with the development of science and technology.