

中国大豆营养品质的分析与筛选

中国农业科学院品种资源所 李育军 常汝镇

中国农业科学院作物所 丁安林

摘要 本文就我国大豆遗传资源的蛋白质含量、组分及其氨基酸组成、脂肪及其脂肪酸组成、一些抗营养因子如胰蛋白酶抑制剂和低聚糖等的分析、研究和筛选进行综述,为我国大豆营养品质在农业育种、食品加工和医疗保健上的进一步利用提供较为详细的依据。

中国是大豆的故乡,种植历史悠久,大豆遗传资源极为丰富。目前,中国保存的大豆遗传资源有栽培大豆(*Glycine max*) 17,000余份,野生大豆(*Glycine Soja*) 5,000余份。对于这些材料,已进行了植物形态学描述、某些病虫害的抗性鉴定,抗逆性的筛选如耐盐、耐旱性鉴定,种子重要化学品质的分析,如蛋白质含量及其氨基酸组成,脂肪含量及其脂肪酸组成以及胰蛋白酶抑制剂有无的分析(常汝镇,1989)。分析工作仍在进行中,从部分材料的分析结果看,有许多珍贵的资源。

一、大豆蛋白质和脂肪含量

从表1我国学者对中国大豆蛋白质和脂肪含量的分析结果看,我国大豆蛋白质含量为42%,脂肪含量为18%左右。南方大豆蛋白质含量较高,而且高蛋白质大豆资源主要集中在长江中下游地区的湖北、江苏(黄尚琼,1989)。

从表1可见,南方大豆脂肪含量相对较低。东北地区2341份大豆蛋白质含量在33.2~49.2%之间,相对较低,脂肪含量平均为19.15%,相对较高,最高为23.60%(邵荣春等,1988)。

我国大豆品种中高蛋白资源极为丰富。江苏省的1217份地方品种蛋白质含量在47%以上的有37份,在48%以上的品种7个(费家骅等,1983年)。湖北省412份夏大豆蛋白质含量在50%以上的有15份,‘荆783’的含量高达55.15%(刘桂梅,1985)。四川233份夏大豆分析结果,蛋白质含量在48%以上的有34份,50%以上的3份(余礼碧等,1985年)。东北地区大豆品种蛋白质含量在48%以上的有8份,最高的‘黑脐鹦哥豆’为49.10%,百粒重33g的‘永吉大粒’蛋白质含量为48.0%(吉林农科院大豆所等,1988)。

我国大豆资源中也有许多脂肪含量很高的。东北地区2341份材料中,脂肪含量在22%以上的有71份,含量在23%以上的有16份,最高的‘法库满仓金’为23.60%,‘公交5610-2’为23.43%(吉林农科院大豆所等,1988)。

我国大豆蛋白质和脂肪总含量高的资源也很丰富。江苏省1217份地方品种,蛋白质和脂肪总含量在65%以上的有46份(费家骅等,

表1. 中国大豆蛋白质和脂肪含量

| 蛋白质含量(%) | | 脂肪含量(%) | | 蛋白+脂肪(%) | | 材料来源 | 作者与年份 |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|------------|
| 平均 | 变幅 | 平均 | 变幅 | 平均 | 变幅 | 与份数 | |
| 39.07 | 35.33~45.11 | 19.6 | 15.29~24.61 | | | 辽宁, 736 | 吴冈梵等, 1983 |
| 43.90±1.18 | 37.45~48.51 | 17.93±1.44 | 11.55~22.40 | 61.87±1.84 | 53.09~67.39 | 江苏, 1217 | 费家骅等, 1983 |
| 42.15±3.19 | 34.70~50.75 | | | | | 中国20省, 1635 | 徐豹等, 1984 |
| 44.28±3.16 | 35.78~50.16 | 17.67±1.54 | 12.60~23.13 | 62.14±2.62 | 54.38~68.19 | 四川, 233 | 余礼碧等, 1985 |
| 46.25 | | 16.48 | | 62.50 | | 湖北, 412 | 刘桂梅, 1985 |
| 42.48±1.94 | 38.7~45.6 | 18.92±1.37 | 16.40~22.08 | 61.40±1.49 | 58.02~64.10 | 全国(生产品种), 70 | 徐豹等, 1988 |
| 43.9 | 37.9~48.0 | 20.8 | 18.2~23.2 | 64.6 | 58.8~68.3 | 长江下游, 86 | 游明安等, 1989 |
| 43.54±2.5 | | 17.79±1.75 | | 61.33 | | 南方9省, 1654 | 黄尚琼, 1989 |

1983)。四川省233份夏大豆中蛋白质和脂肪总含量在65%以上的有77份(余礼碧等, 1985)。

二、蛋白质组分

郭静成等(1985)测定的栽培大豆球蛋白、清蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白的含量分为71.33%、17.06%、10.32%和1.32%。可见大豆种子蛋白质主要由球蛋白组成。雷勃钧等(1984)分离出球蛋白的三种组分11S、7S和2S, 分别为(每克去皮种子中的毫克数)170.21~533.23、33.40~78.88和22.89~48.57。林忠平等(1985)的研究, 球蛋白为种子总蛋白的50.39~75.51%, 球蛋白各组分比例分别为11S占23.53~55.59%, 7S占17.06~34.46%, 2S占15.84~43.41%。以栽培大豆品种球蛋白各组分含量的平均来看, 11S占60.31%, 7S占20.97%, 2S占18.72%(雷勃钧等, 1986)。可见, 大豆球蛋白又以11S蛋白含量占绝对优势, 且由于11S蛋白比7S蛋白含有更多的含硫氨基酸(林忠平等, 1985), 因此, 大豆贮藏蛋白中, 11S蛋白含量直接影响大豆的营养品质。

陈建南等(1985)发现野生大豆和栽培大豆7S蛋白亚基分子量是一致的, 三个主要亚基分子量分别为 α' :81K (K为千道尔顿, 下同), α :77K, β :57K。胡志昂等(1986)用SDS梯度聚丙烯酰胺电泳分析了我国82个栽培大豆和127份野生大豆和若干半野生大豆的种子蛋白, 测定出大豆蛋白 α' 、 α 和 β 亚基的分子量分别为83K、76K和56K, 陈建南等(1985)的结果近似; 11S蛋白 A_3 亚基分子量为45K, A_1 、 A_2 和 A_4 为38K, A_5 为11K, B亚基为22K; 各亚基的百分比含量 α' :4.8~7.2%, α :5.5~12.8%, β :3.5~8.0%, A :26.8~34.5%, 35K:6.3~9.0%, 30K+B:16.3~26.1%, SBTI:5.1~6.9%, 17K:1.7~7.0%, 14K+A₅:7.3~13.3%。

我国大豆品种中高球蛋白含量的资源也是丰富的。陈霞等(1989)分析了黑龙江省53个栽培大豆, 球蛋白平均含量为55.05%, 变幅为34.54~80.77%, 球蛋白含量在60%以上的11个, 80%以上的有2个。

三、蛋白质的氨基酸组成

王连铮(1965)在国内首次发现大豆籽粒蛋白质的氨基酸组成在17种上, 其中包括人体不能合成的8种必需氨基酸, 并以谷、天门冬、精、亮、赖和苯丙氨酸含量较多。从表2列举的中国大豆蛋白质的氨基酸组成分析结果可见, 氨基酸组成以谷氨酸含量最高, 18%左右, 其次是天门冬氨酸, 11~12%, 含量为4.8~8.0%的依次为精、亮、赖、缬、苯丙和丝氨酸, 其余氨基酸平均含量均在4.8%以下, 以胱氨酸、蛋氨酸和色氨酸含量最低, 在2%以下。大豆蛋白中人体必需的氨基酸含量很高(表2), 总平均为34.26±0.34%(徐豹等, 1988), 其中赖氨酸平均含量在6%以上(表2), 而小麦、玉米和大米中的蛋白质所含赖氨酸有限, 在1%以下, 因此大豆蛋白可作为一种强化剂而对谷物蛋白起增补效果(张华兰等, 1984)。大豆虽有较高的赖氨酸含量, 但其色氨酸、蛋氨酸和胱氨酸含量低(表2)而使生物价下降, 使大豆蛋白品质利用受到限制。因此, 提高这三种氨基酸含量尤其是提高含硫氨基酸含量就成

表2 中国大豆蛋白质的氨基酸组成 (g/16gN)

| | | | |
|------|------------|------------|------------|
| 天冬氨酸 | 12.76±0.15 | 11.46±1.15 | 11.42±0.25 |
| 苏氨酸 | 3.82±0.15 | 3.85±0.07 | 3.83±0.23 |
| 丝氨酸 | 4.88±0.29 | 4.96±0.12 | 5.03±0.22 |
| 谷氨酸 | 18.74±0.57 | 18.57±1.27 | 18.80±0.58 |
| 脯氨酸 | 5.22±0.17 | 4.29±0.15 | 4.47±0.40 |
| 甘氨酸 | 4.17±0.14 | 4.07±0.08 | 4.14±0.14 |
| 丙氨酸 | 4.19±0.21 | 4.04±0.12 | 4.09±0.20 |
| 胱氨酸 | 1.94±0.20 | 0.92±0.06 | 1.45±0.15 |
| 缬氨酸 | 4.67±0.29 | 5.11±0.15 | 5.11±0.25 |
| 蛋氨酸 | 1.54±0.09 | 1.42±0.07 | 1.29±0.12 |
| 异亮氨酸 | 4.58±0.21 | 4.13±0.11 | 4.20±0.40 |
| 亮氨酸 | 7.33±0.34 | 7.51±0.10 | 7.30±0.29 |
| 酪氨酸 | 3.29±0.22 | 3.77±0.24 | 3.46±0.42 |
| 苯丙氨酸 | 4.98±0.33 | 4.93±0.37 | 5.05±0.45 |
| 赖氨酸 | 6.34±0.28 | 6.08±0.10 | 6.19±0.29 |
| 组氨酸 | 2.55±0.11 | 2.42±0.06 | 2.39±0.18 |
| 色氨酸 | | 1.23±0.09 | 1.15±0.08 |
| 精氨酸 | 7.61±0.55 | 7.34±0.30 | 7.48±0.58 |
| 材料来源 | 全国50份 | 全国70份 | 东三省2341份 |
| 作者年份 | 李福山等86年 | 徐豹等86年 | 吕景良等88年 |

表 3

中国大豆油脂的脂肪酸组成(%)

| 棕榈酸 | | 硬脂酸 | 油 酸 | 亚油酸 | 亚麻酸 | 材料来源 与份数 | 作者与 年份 |
|-----|-------------|-----------|-------------|-------------|------------|--------------|------------|
| 平均 | 11.33±0.67 | 3.32±0.38 | 23.51±4.56 | 53.75±3.47 | 8.17±1.64 | 全国, 52 | 庄无忌等, 1984 |
| 变幅 | 9.49~12.58 | 2.67~4.59 | 16.46~38.14 | 44.43~61.12 | 5.63~12.52 | | |
| 平均 | 11.91±0.75 | 2.71±0.58 | 20.72±3.75 | 55.35±2.98 | 9.30±0.80 | 中国 9 省, 163 | 胡明祥等, 1986 |
| 变幅 | 10.29~13.83 | 1.63~5.43 | 12.39~39.83 | 41.22~62.04 | 5.63~14.68 | | |
| 平均 | 11.0±0.74 | 3.6±0.50 | 23.8±4.60 | 52.3±3.49 | 8.8±1.58 | 中国 19 省, 348 | 王惠芳等, 1988 |
| 变幅 | 9.5~13.2 | 2.4~4.7 | 15.8~41.8 | 38.1~57.7 | 4.9~12.8 | | |
| 平均 | 11.53±0.84 | 3.23±0.66 | 22.98±5.99 | 53.35±4.92 | 8.87±1.10 | 全国(生产品种), 70 | 徐 豹等, 1988 |
| 变幅 | | | | | | | |
| 平均 | 11.01±1.07 | 3.64±0.54 | 21.45±2.52 | 53.99±2.21 | 9.94±1.53 | 黑龙江, 69 | 赵迺新等, 1988 |
| 变幅 | 8.2~13.6 | 2.5~5.2 | 17.0~27.3 | 46.9~58.1 | 6.6~13.1 | | |
| 平均 | 11.36±0.75 | 3.39±0.48 | 21.36±3.76 | 54.87±2.27 | 8.96±1.36 | 吉林, 814 | 吕景良等, 1989 |
| 变幅 | 9.15~13.81 | 2.01~4.84 | 12.70~33.32 | 45.24~61.72 | 5.83~14.30 | | |
| 平均 | 11.33±0.74 | 3.20±0.49 | 20.78±4.04 | 55.28±3.71 | 9.18±1.46 | 东北三省, 2341 | 吕景良等, 1989 |
| 变幅 | 9.15~13.83 | 2.01~5.51 | 11.45~39.15 | 44.65~62.43 | 5.24~13.84 | | |

了优质大豆蛋白品质育种的重点目标。

含硫氨基酸虽然含量低, 但品种间含量变异却较大(李福山等, 1986、吕景良等, 1988、徐豹等, 1988)。从东北三省大豆 2,341 份中筛选出蛋氨酸含量高于 1.6% 的品种 10 份, 胱氨酸含量高于 1.75% 的品种 11 份, 还获得一份蛋、胱氨酸含量均高的品种, 它们含量分别为 1.69% 和 1.79% (吕景良等, 1988)。

四、油脂脂肪酸组成

我国一些学者对中国大豆油脂脂肪酸组成的分析结果列于表 3, 可见, 其分析结果基本趋势是一致的, 五种主要脂肪酸中都以亚油酸含量最高 (52~55%), 其次为油酸含量 (22% 左右), 再次为棕榈酸含量 (11% 左右)、亚麻酸含量 (9% 左右), 硬脂酸含量最低 (3% 左右)。亚麻酸是引起精炼豆油风味和品质劣变的性质较不稳定的不饱和脂肪酸, 而我国大豆亚麻酸含量偏高 (表 3), 因此, 适当降低我国大豆亚麻酸含量对于油脂的贮存、加工和氢化等都是必要的。

从表 3 可见, 大豆油脂脂肪酸组成的变幅很大。对我国丰富的大豆资源进行筛选, 可望获得高亚油酸含量的材料, 也可获得含量相对较低的亚麻酸品种。如东北地区已筛选出亚油

酸含量在 60% 以上的材料 41 份, 亚麻酸含量在 6% 以下的材料 23 个, 最低的是 ‘黄肝’, 亚麻酸含量为 5.24% (吉林省农科院大豆所等, 1988)。

大豆脂肪酸组成除了以上五种脂肪酸以外, 还有不到 1% 的豆蔻酸 (14:0) 和花生酸 (20:0) 以及微量的棕榈油酸 (16:1)、月桂酸 (12:0) 和二十二碳酸 (22:0) 等 (庄无忌等 1984, 胡明祥等 1986, 赵迺新等 1988, 王惠芳等 1988)。

五、胰蛋白酶抑制剂、低聚糖等抗营养因子

胡志昂等 (1984) 测定的中国栽培大豆 82 个代表品种胰蛋白酶抑制剂 Ti 全为 Ti⁻, 即 Ti⁻ 为 100%。由此说明中国 80 年代前期主要栽培品种 Ti 基因是单一的。中国 23 省 (区) 178 份野生大豆电泳分析结果, Ti^b 的频率为 16.3%, 其分布频率在 30~40°N 中纬度地区低而南北均高, Ti^c 只在一份材料中发现 (赵述文等, 1984)。中国 24 省 (区) 339 份野生大豆中发现大豆 Ti 位点等位基因的三种突变形式 Ti^a、Ti^b 和 Ti^c, 其频率分别为 80.8%、18.9% 和 0.3%, 未发现 titi 型, 中国不同纬度来源的 22 个栽培大豆地方品种的 Ti^a 频率也是 100% (徐豹等, 1985)。与胡志昂等 (1984) 的结论相同。中国 1858 份栽培大

豆的Ti位点也发现Ti^a、Ti^b和Ti^c三种形式,其频率分别为99.5%、0.5%和1/1858,也未发现隐性ti型(王衍同等,1986)。东北三省2277份栽培大豆品种也获得近似的检测结果(赵述文等,1989)。

丁安林等(1989)已把来自美国的无SBTI-A₂(Kunitz胰蛋白酶抑制剂)的ti基因转育到我国优良大豆品种或品系中,创造了我国自己的不含SBTI-A₂的基因材料,在杂交组合F₂代中均得到了titi型,其表型比例为3:1符合孟德尔的单基因遗传规律。胰蛋白酶抑制剂是影响蛋白在人和动物体内消化利用的主要限制因子,这一成果将为我国大豆营养品质的改进以及大豆蛋白利用率的提高开辟一条新途径。

低聚糖尤其棉子糖和水苏糖是引起肠胃胀气的不良成份,这两种低聚糖在营养上也没有什么价值,不能被人体利用。食品加工业希望有低聚糖含量低的大豆原料,家庭食用青毛豆时也有同样的要求,因此,降低大豆籽粒中低聚糖含量就成为农业上大豆营养品质育种的目标之一。为达到此种目标,首先必须从丰富的品种资源中筛选出一批低聚糖含量较低的种质资源,然而,目前我国这方面的研究与筛选工作刚刚开始。最近,吉林省农科院大豆研究所已对该省30个县(市)的181份大豆品种低聚糖含量进行了分析,棉籽糖含量为0.3~1.8%,水苏糖含量为2.1~5.1%,低聚糖总含量为2.7~6.9%,它们的平均值分别为0.91±0.24%、3.70±0.46%和4.61±0.59%。由此可见,棉籽糖、水苏糖及低聚糖总含量均有较大的变幅,若在其中进行筛选,可望选出一些低聚糖(棉籽糖、水苏糖)含量低的品种,以供食品加工、植物品质育种利用。

其它抗营养因子以及脂肪氧化酶(催化油脂不饱和脂肪酸氧化而使豆油变质,其作用还引起豆腥味)的研究在国内尚属空白。

参 考 文 献

- 〔1〕 常汝镇、孙建英,1989。全国作物品种资源发展战略讨论会论文。
- 〔2〕 李福山、常汝镇等,1986。大豆科学5(1):65~72。
- 〔3〕 丁安林等,1989。第四届全国大豆学术讨论会论文。
- 〔4〕 庄无忌等,1984。大豆科学3(3):223~23。
- 〔5〕 王衍同等,1986。作物学报12(1):31~37。
- 〔6〕 王连铮,1965。植物生理学通讯(2):37~38。
- 〔7〕 王惠芳、樊铁,1988。中国粮油学报(1):37~44。
- 〔8〕 王曙明等,1989。第四届全国大豆学术讨论会论文。
- 〔9〕 张华兰、赵士英,1984。中国粮油食品(3):40~41。
- 〔10〕 费家骅等,1983。大豆科学2(1):15~24。
- 〔11〕 胡明祥等,1986。吉林农业科学(1):12~17。
- 〔12〕 徐豹等,1984。大豆科学3(4):327~331。
- 〔13〕 徐豹等,1985。大豆科学4(1):7~13。
- 〔14〕 徐豹等,1988。中国油料(1):1~8。
- 〔15〕 吕景良等,1988。大豆科学7(3):193~201。
- 〔16〕 吕景良等,1989。吉林农业科学(1):75~79。
- 〔17〕 吕景良等,1989。第四届全国大豆学术讨论会论文。
- 〔18〕 邵荣春、吕景良等,1988。作物品种资源(4):10~11。
- 〔19〕 雷勃钧等,1984。大豆科学3(1):36~40。
- 〔20〕 雷勃钧等,1986。黑龙江农业科学(1):7~13。
- 〔21〕 林忠平等,1985。科学通报30(7):540~543。
- 〔22〕 赵述文等,1984。吉林农业科学(1):97。
- 〔23〕 赵述文等,1989。第四届全国大豆学术讨论会论文。
- 〔24〕 赵遇新等,1988。大豆科学7(4):327~332。
- 〔25〕 吴冈梵、张仁双,1983。辽宁农业科学(5):20~23。
- 〔26〕 胡志昂、王洪新,1984。植物学报26(3):328~332。
- 〔27〕 刘桂梅,1985。中国油料(4):21~24。
- 〔28〕 余礼碧等,1985。农业科学导报(2):29~33。
- 〔29〕 陈建南等,1985。大豆科学4(1):37~42。
- 〔30〕 陈霞等,1989。大豆科学8(3):295~300。
- 〔31〕 郭静成、薛彦彬,1985。北京农业大学学报11(1):19~29。
- 〔32〕 游明安等,1989。大豆科学8(1):11~20。
- 〔33〕 黄尚琼,1989。中国油料(3):52~54。
- 〔34〕 吉林农科院大豆所等,1988。东北地区大豆品种资源鉴定与评价(内部交流)。