

中国野生大豆资源的研究与利用综述

1. 地理分布、化学品质性状及在育种中的利用

杨光宇 纪 锋

(吉林省农科院大豆研究所,公主岭 136100)

提 要 本文概述了我国野生大豆地理分布特点、生态环境、蛋白质和脂肪含量及其组成在大豆育种程序中利用的研究结果,为深入研究、利用和开发我国丰富的野生大豆资源提供参考信息。

关键词 野生大豆;地理分布;化学品质;种间杂交

我国是大豆(*G max*)的原产地,它的近缘野生种——一年生野生大豆(*G soja*)十分丰富。野生大豆的地理分布仅限于东亚北回归线以北的地区,包括中国、朝鲜半岛、日本以及俄罗斯的远东地区。野生大豆中蕴藏着高蛋白、高适应性等潜势,是拓宽栽培大豆种质资源的重要基因源。

在 1978 年,吉林省农科院率先在全国开展了吉林省范围内的大规模野生大豆考察,搜集到野生大豆种质 1 000 多份,发现了白花、线形叶、长花序、双花序等前人未曾报道的新类型,引起了大豆界的瞩目。1979~1981 年,在中国农科院作物品种资源研究所、中国农科院油料作物研究所和吉林省农科院的共同主持下,在全国范围内开展了大规模的野生大豆资源考察和搜集。在全国 821 个县(市)搜集到不同类型的野生大豆种质 6 000 多份,占世界总数的 90% 以上,极大地丰富了大豆遗传基因库,为我国野生大豆的深入研究奠定了基础。

1979 年以来,我国大豆科技工作者在野生大豆资源考察、搜集的基础上,对野生大豆进行了多学科、不同层次的研究。首先肯定了野生大豆蛋白质含量高和适应性强的明显优势;鉴定筛选出一批蛋白质含量高,对病、虫害抗性强,产量潜力大的种质,为大豆优质育种、高产育种和抗性育种提供了优异基因源。利用这些性状特异的野生大豆种质,相继选育出一批小粒黄豆出口新品种,获得显著的经济效益;创造出一批产量性状突出、蛋白质含量高的育种中间材料;鉴定筛选出一批化学品质性状特异的基因型,为在医药工业和食品工业上的进一步利用提供了科学依据;利用野生大豆种质在世界上首次获得了大豆质-核互作不育系。另外还在大豆的起源与进化、细胞学、遗传学、生物化学、结构植物学及种群生态研究等方面也做了许多有益的探索。经过全国广大科技工作者的不懈努力,我国野生大豆的研究与利用在诸多方面处于国际领先水平。

1 中国野生大豆的地理分布与生境

野生大豆属于东亚非干旱地区的温带物种,在我国分布比较广泛,除了青海、新疆和海

南三省区没有发现野生大豆以外,其它省区均有野生大豆分布。分布范围为北纬 $24^{\circ} \sim 53^{\circ}$; 东经 $97^{\circ} \sim 135^{\circ}$; 海拔 $0 \sim 2\ 650\ \text{m}$ 。北起黑龙江省塔河县依西肯乡 ($52^{\circ} 55' \text{N}$), 东至乌苏里江沿岸 (135°E) 沿海南下到台湾省北部, 西到甘肃省景泰县, 西南从四川雅安到西藏察隅县的上察隅区 (97°E), 南到广西的象州 (24°N) 和广东的英德 ($24^{\circ} 10' \text{N}$)。我国野生大豆的垂直分布为从海平面到海拔 $2\ 650\ \text{m}$ 的云南省宁蒗彝族自治县, 东北地区的分布上限为海拔 $1\ 300\ \text{m}$ 左右, 黄河流域的分布上限为海拔 $1\ 500 \sim 1\ 700\ \text{m}$, 西藏自治区为 $2\ 250\ \text{m}$ 。从野生大豆分布的密集程度来看, 有从两端纬度区向中间逐渐增大的趋势, 特别是北纬 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 地区, 不但分布的种群多, 密度大, 而且类型也丰富。

野生大豆生长的气象限制因素为: 年有效积温 ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) 小于 $1\ 700^{\circ}\text{C}$ 或大于 $7\ 000^{\circ}\text{C}$, 最高的月平均气温小于 20°C , 无霜期少于 $80\ \text{d}$, 年降水量低于 $300\ \text{mm}$ 。野生大豆是喜温植物, 生育期间需要有一定的温暖气候条件才能满足其生长发育的要求。但是野生大豆又不适应持续高温的气候条件。野生大豆在生长旺盛阶段至少得有 1 个月的平均温度 $\geq 20^{\circ}\text{C}$, 而且昼夜温差不能太大, 否则影响其正常生长发育。全国野生大豆资源的考察结果表明, 在一年中最暖月份平均温度不足 20°C 或月平均气温 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 的月份超过 6 个月的地区没有发现野生大豆。

野生大豆也是喜温植物, 多数生长在江河沿岸、低洼地、山间溪畔、沟边, 也有的生长在田边道旁及荒山荒地上。野生大豆的这一特性与栽培大豆相同, 但比栽培大豆分布更广泛, 对自然环境的适应能力更强, 有些栽培大豆不能生长的地方, 野生大豆也能生存。在黑龙江省塔河县的依西肯一带, 无霜期只有 $80 \sim 90\ \text{d}$, 没有栽培大豆种植, 却有野生大豆生长; 在 $-40 \sim -50^{\circ}\text{C}$ 时, 野生大豆种子仍能安全越冬; 在 pH 值 $4.0 \sim 9.2$ 的土壤中都能生长。在低温干旱的条件下, 野生大豆常表现为植株矮、叶片小、结荚很少。在阳光充足、雨水较多、土质肥沃的地方野生大豆则生长繁茂、植株高、叶片大、结荚多。

在自然界中, 典型的野生大豆都是以群体状态存在, 百粒重在 $2.5\ \text{g}$ 以下的野生大豆都可以形成群体, 其中以百粒重在 $1 \sim 2\ \text{g}$ 的群体最多。百粒重在 $2.5\ \text{g}$ 以上的野生大豆, 在自然界中目前尚未发现有单独的群体形成, 都是零星地分布在其它群体中。因此, 典型的野生大豆一般主要是指百粒重在 $2.5\ \text{g}$ 以下的野生种。

2 中国野生大豆的化学品质性状研究

野生大豆蛋白质含量高, 引起大豆界的瞩目。1980 年以来, 我国许多学者从不同的角度, 对中国野生大豆的化学品质性状进行较为系统地研究, 取得了可喜的进展, 获得一批化学品质性状特异的野生大豆种质。

2.1 蛋白质含量及氨基酸组成

2.1.1 蛋白质含量

在全国现已入库、编目的 $6\ 172$ 份野生大豆种质中, 蛋白质含量最高的为 55.70% , 最低为 29.04% , 平均含量是 44.90% , 明显高于全国栽培大豆的平均值。蛋白质含量超过 50% 的种质有 387 份, 占野生大豆入库总数的 6.32% , 其中东北地区就占 322 份。以平均值统计, 我国野生大豆蛋白质含量最高的省区是安徽省和吉林省, 分别为 47.9% 和 47.8% ; 最低的省区是宁夏回族自治区, 为 38.60% (李福山等, 1993)。

徐豹等 (1984) 的分析结果表明, 野生大豆和栽培大豆的蛋白质含量在纬度分布上有明显差别。栽培大豆蛋白质含量总的趋势是与原产地纬度呈负相关, 高蛋白区在 $30^{\circ} \sim 31^{\circ} \text{N}$ 地

带;而野生大豆则出现两个高蛋白区,即 $30^{\circ}\sim 32^{\circ}\text{N}$ 和 43°N 以北地带,呈 N 型分布,低蛋白的转折点在 $34^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 地区。

李福山(1993) 对全国 5 200 余份野生大豆蛋白质含量的分析与徐豹等(1984) 的研究结果相吻合,我国野生大豆蛋白质含量也出现两个高峰区,即在北纬 $30^{\circ}\sim 34^{\circ}59'$ 的江淮之间和北纬 40° 以北的松辽平原地区,平均含量分别为 45.9% 和 46.5%;蛋白质含量的低区是北纬 $25^{\circ}\sim 29^{\circ}59'$ 的广东、广西、福建等省区和北纬 $35^{\circ}\sim 39^{\circ}59'$ 的华北平原和西北地区,平均含量分别为 42.7% 和 42.4%。

进化程度低、野生性状典型的材料蛋白质含量高,即植株高大、多分枝、小叶、荚弯曲、细茎、粒小的类型蛋白质含量高(王金陵等,1984)。不同种皮颜色和脐色对蛋白质含量的影响不大;百粒重与蛋白质含量相关不显著,以百粒重在 $1.6\sim 2.5\text{g}$ 的含量较高;紫花、棕毛的蛋白质含量有高于白花、灰毛的趋势;叶形对蛋白质含量的影响不同省区则表现出截然相反的结果;蛋白质含量与生育日数为显著的正相关(纪锋等,1990;王颢等,1991)。

2.1.2 氨基酸组成

王连铮等(1983)、李福山等(1986) 对不同进化类型大豆子粒的氨基酸组成进行分析,结果各类型大豆均以谷氨酸含量最高,天门冬氨酸次之,胱氨酸和蛋氨酸含量最低。徐豹等的分析结果进一步验证了大豆氨基酸含量的上述排序,并指出野生大豆的组氨酸和精氨酸略高于栽培大豆,而天门冬氨酸和苯氨酸则略低于栽培大豆。

虽然不同类型大豆之间的蛋氨酸和胱氨酸含量差异不显著,但每一类型内的变异却较大(李福山等,1986)。杨光宇等(1986) 也认为,野生大豆的含硫氨基酸含量虽然较低,但变异系数却最大,表明材料之间存在着差异,筛选出高含硫氨基酸的种质是可能的。徐豹等(1993) 筛选出 5 份含硫氨基酸含量高于 $3\text{g}/16\text{g N}$ 的野生大豆种质。

2.2 脂肪含量及脂肪组成

2.2.1 脂肪含量

我国 5 200 余份野生大豆脂肪含量的变化幅度在 $5.1\%\sim 20.2\%$, 平均含量为 10.6% (李福山,1993), 显著低于栽培大豆。

野生大豆的脂肪含量与经度呈显著的负相关,从西到东,脂肪含量逐渐下降。脂肪含量与纬度呈单峰曲线(徐豹等,1993;李福山,1993), 高区在 $34^{\circ}\sim 39^{\circ}59'\text{N}$, 其中以 38°N 最高;低区有两个,一个是东北的 $43^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 地区,另一个是南方的 $26^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{N}$ 地区。一般来讲,在一定范围内,野生大豆的脂肪含量随着气温的降低而增加,随着昼夜温差的增大而上升,随着日照时数的增加而提高。

野生大豆的脂肪含量与百粒重呈显著的正相关(杨光宇等,1992;刘兴媛等,1992;徐豹等,1993);与种皮色、花色、泥膜、茸毛色、主茎是否明显有关,其趋势是双色种皮、白花、无泥膜、灰毛、主茎明显的野生大豆含量较高;而脐色、叶形等性状与脂肪含量的关系各地的研究结果不尽一致,似乎关系不明显。

2.2.2 脂肪酸组成

王连铮等(1983)、徐豹等(1984) 的研究结果表明,大豆中的几种脂肪酸含量因进化程度的不同而呈连续性变异。野生大豆油酸含量低而亚麻酸含量高,栽培大豆与此相反,半野生大豆则介于两者之间。随着百粒重的增加,油酸含量增加,而亚麻酸含量降低;随着日照长度的增加,亚油酸和亚麻酸含量呈增加的趋势,油酸含量逐渐降低;随着昼夜温度的升高,亚麻酸含量逐渐降低,棕榈酸含量逐渐提高(庄炳昌等,1987)。野生大豆原产地纬度与亚麻酸含

量呈极显著的正相关,与硬脂酸、棕榈酸呈显著的负相关。

3 中国野生大豆在育种中的应用

80 年代以来,随着我国野生大豆的鉴定与评价研究的广泛开展,一些学者肯定了野生大豆的利用价值,开展了克服野生大豆不良性状技术、利用野生种拓宽大豆育种的遗传基础、选育大豆新品种等方面的研究,取得了重要进展。

3.1 野生大豆利用的价值和潜力

从我国的野生大豆中筛选出蛋白质含量超过 55%、蛋白质加脂肪总含量在 62% 以上、含硫氨基酸高于 3 g/16 g N、亚麻酸含量 23.12%、亚油酸含量 61.24%、11S/7S 比值高达 4.4 等化学品质性状特异的种质。鉴定筛选出单株荚数 3 000 个以上、每节成荚数 17 个以上的基因型。评价出高抗大豆蚜虫的种质(其抗性高于目前栽培大豆抗虫性最强的材料)、抗大豆孢囊线虫和灰斑病的抗源。

野生大豆具有较强的耐旱性和耐阴性。当光强度降到 500 lx 时,栽培大豆落花落荚,严重影响结实,而野生大豆却能正常开花结实。程舜华等对野生大豆和栽培大豆进行长期停水试验,结果栽培大豆处理 15 d 即开始凋萎,而野生大豆 55 d 以后才开始凋萎。

这些化学品质性状特异、多荚、抗病虫、抗逆性强的野生大豆种质,为我国优质育种、高产育种和多抗育种提供了有价值的基因源。

大量研究结果表明,种间杂种后代性状分离广、基因效应强、遗传进度大;大豆种间杂种后代性状间的连锁和互作并不像前人认为的那样强烈。 IBC_1 的遗传变异比 IBC_0 的大 2~8 倍,从 IBC_2 开始降低(李文滨等,1987)。野生大豆丰产与高蛋白含量的潜力是可以利用的(王金陵等,1986)。

3.2 野生大豆的利用

3.2.1 在大豆不育系研究中的应用

孙寰等从 1983 年开始,利用野生大豆通过远缘杂交的途径,在世界上首次获得了具有野生表现型的大豆质-核互作不育系及同型保持系。该不育系雌性正常,在不同的环境条件下不育性稳定。此项研究 1994 年获吉林省科技进步一等奖。质-核互作是个比较复杂的遗传现象,确定控制不育的核基因数目、是否存在修饰基因和环境的影响等正在进行深入研究。

3.2.2 在选育肥饲兼用饲草品系中的应用

李莹等(1990)报道,利用种间杂交方法培育出 5 个肥饲兼用新品系,其特点是鲜草产量高(公顷产 45 000~52 500 kg)、营养丰富、适口性好、增膘快(比用杂草喂养的日增重提高 40%)和产奶量高(比用紫花苜蓿喂养的日产奶量提高 12%)。王金陵等(1986)利用野生大豆选育出营养体繁茂的绿肥牧草类型的材料。这些新品系和新材料,为发展我国畜牧业增添了新的饲料作物。

3.2.3 在创造高蛋白材料中的应用

王金陵等(1986)从利用野生大豆配制的组合中获得蛋白质含量 50% 以上的株系 6 个;杨光宇等(1993)选育出具有一定产量水平,直立或半直立型的蛋白质含量超过 50% 的株系 4 个;吴冈梵等(1988)获得蛋白质含量 48.34%,比沈农 25104 品种高 3.69% 的种间杂种;姚振纯等(1994)选育出蛋白质含量 48% 以上的龙品 8807 大豆新品系;李福山等利用野生大豆也选育出蛋白质含量 48% 以上栽培型的中间材料 2 份。

3.2.4 在创造高产中间材料中的应用

郑惠玉等(1985)利用野生大豆与优良栽培种杂交,通过一次回交方法获得了百粒重 20 g 左右,比吉林 20 增产 12%~15%的高产品系;王金陵等(1986)利用对种间杂种自交或回交改良获得产量潜力大的多荚丰产型、强分枝丰产型、多节丰产型的育种中间材料;吴冈梵等(1988)获得每节着生 8~10 cm 长的花序,每个花序着生 10 个以上荚的长花序类型;姚振纯(1993)选育出分别比对照品种增产 14.9%和 12.7%的 2 个高产品系 ZYY50 和 ZYY43;杨光宇等(1993)利用种间杂交或一次广义回交的方法创造出—批百粒重 10 g 左右、单株荚数 300 个以上、有效节 25 个以上,直立型以及百粒重 20 g 左右、单株荚数 150 个以上、主茎有效节数 25 个以上的中间材料;李福山等选育出的中品 94_6 新品系,1995 年在北京市大豆区域试验中名列前茅。

3.2.5 在选育小粒黄豆出口新品种中的应用

近 10 余年来,吉林省农科院、东北农业大学、黑龙江省农科院等单位利用野生和半野生大豆选育成一批外贸出口专用的小粒黄豆新品种,成功地将蛋白质高、丰产性好、抗逆性强等优良性状结合于一体,并有效地克服了野生种的不良性状,实现优良基因间的重组。其中吉林小粒 1 号和东农小粒 1 号分别于 1990 年和 1993 年通过吉林省和黑龙江省的品种审定。1996 年由吉林省农科院选育出的吉林小粒 3 号,比吉林小粒 1 号早成熟、粒小,增产 10% 以上,化学品质相似,1997 年在吉林省已种植 3 000 余公顷,商品全部出口。这些小粒黄豆的育成为国家换取大量的外汇,获得显著经济效益,其中吉林小粒 1 号已累计为国家出口创汇 1 000 多万美元,新增纯效益 8 000 多万元人民币。野生大豆直接利用技术及吉林小粒 1 号新品种的研究,1995 年获国家发明四等奖。

大量的研究表明,野生大豆所具有的有利性状,如高蛋白、多荚、多节等通过种间杂交可以遗传;而野生大豆茎蔓生缠绕、裂荚、粒色深等不利性状可以克服。因此,利用野生大豆拓宽大豆育种的遗传基础,进而改良栽培大豆是有效的、可行的。利用野生大豆创造出的蛋白质含量高、产量性状突出的中间材料具有遗传基础广、遗传变异丰富等特点。在大豆育种程序中应用这些材料,将增大遗传多样性,改变大豆育种遗传基础狭窄的状态,给育种工作带来活力和突破。

参 考 文 献

- 徐 豹·中国野生大豆(*G. soja*)研究十年·吉林农业科学,1989(1):1~9
- 郑惠玉,等·吉林省野生大豆研究初报·中国农业科学,1980(4):26~32
- 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,1983,16(6):69~75
- 李福山·中国野生大豆资源的地理分布及生态生化研究·中国农业科学,1993,26(2):47~55
- 王连铮,等·黑龙江省野生大豆考察和研究·植物研究,1983(3):116~129
- 张仁双,等·辽宁省野生大豆资源考察·辽宁农业科学,1981(5):6~9
- 中国农科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
- 中国农科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
- 徐 豹,等·中国大豆的蛋白资源·大豆科学,1984,3(4):329~331
- 王金陵,等·野生大豆蛋白质含量和性状间相关及通径分析·东北农学院学报,1984,17(1):1~5
- 纪 锋,等·吉林省野生大豆(*G. soja*)蛋白质含量的初步分析·吉林农业科学,1990(3):93~96
- 王 颢,等·甘肃省野生大豆资源蛋白质含量分析·甘肃农业科技,1991(5):12~14
- 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

- 14 李福山,等·栽培、野生、半野生大豆蛋白质含量及氨基酸组成的初步分析·大豆科学,1986,5(1):65~72
- 15 杨光宇,等·野生大豆(*G soja*)氨基酸组成的研究·大豆科学,1986,5(2):175~180
- 16 徐豹,等·野生大豆的高含硫氨基酸种质·大豆科学,1993,12(3):265~266
- 17 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
- 18 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
- 19 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):96
- 20 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
- 21 徐豹,等·中国野生大豆种子贮藏蛋白组分 11S/7S 的研究·作物学报,1990,16(3):235~241
- 22 杨光宇,等·大豆种间杂交育种技术的研究与应用·吉林农业科学,1996(2):4~9
- 23 林红,等·黑龙江省野生大豆资源的评价和利用·中国油料,1989(4):18~20
- 24 岳德荣,等·野生大豆抗蚜研究 I·抗源筛选·吉林农业科学,1989(3):15~19
- 25 孙永吉,等·野生大豆抗花叶病毒病的研究·大豆科学,1991,10(3):212~216
- 26 姚振纯,等·野生大豆田间感染大豆灰斑病简报·大豆科学,1986,5(4):349~350
- 27 李莹·野生大豆的利用·大豆品种资源:多样性、保存、鉴定和利用 1990,106~112
- 28 李莹,等·大豆种间杂交产量性状的遗传变异·华北农学报,1986(3):10~17
- 29 李文滨,等·大豆品种与种间杂种后代农艺性状遗传的比较研究·大豆科学,1986,5(4):265~276
- 30 姚振纯,等·大豆种间杂交新种质遗传潜力评价·大豆科学,1996,15(4):310~316
- 31 杨光宇,等·利用野生大豆(*G soja*)种质选育大豆新品种研究·中国农业科学,1991,24(1):89~90
- 32 李文滨,等·大豆种间杂交后代自交与回交群体数量性状的遗传分析·大豆科学,1990,9(2):89~102
- 33 孙襄,等·大豆质-核互作不育系研究·科学通报,1993,38(16):1535~1536
- 34 吴冈梵,等·栽培大豆与野生大豆杂交问题的探讨·中国油料,1988(2):4~7
- 35 姚振纯,等·大豆优异种间杂交新种质选育进展·大豆科学,1993,12(3):196
- 36 杨光宇,等·克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状技术的初步研究·大豆科学,1993,12(4):275~282
- 37 杨光宇,等·野生大豆直接利用技术·中国农业科学,1996,29(5):95~96
- 38 郑惠玉,等·利用野生大豆(*G soja*)种质育成小粒大豆新品种“吉林小粒 1 号”的选育报告·吉林农业科学,1991(3):9~11
- 39 武天龙,等·东农小粒 1 号大豆新品种·东北农业大学学报,1994,25(1):104
- 40 杨光宇·东北地区野生、半野生大豆在大豆育种中利用研究进展·大豆科学,1997,16(3):259~263
- 41 李福山·中国野生大豆资源研究进展·北京:农业出版社,1995
- 42 王金陵,等·东北大豆种质拓宽与改良·哈尔滨:黑龙江科技出版社,1994

(责任编辑:张 瑛)