



# 早熟高产优质食用大豆品种合农 95 选育与亲本系谱分析

郭 泰, 郭美玲, 王志新, 郑 伟, 李灿东, 赵海红, 张振宇, 刘忠堂

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/国家大豆区域技术创新中心/国家大豆产业技术体系佳木斯综合试验站, 黑龙江 佳木斯 154007)

**摘 要:** 为选育适宜寒地种植和传统豆制品加工需要的品种, 通过优选亲本、配制杂交组合(绥农 14 × 黑河 38)和创建选择群体, 采用连续定向选择与培育、生态选择和先进的鉴定与分析检测方法, 育成了早熟高产优质食用大豆新品种合农 95, 2016 年由国家农作物品种审定委员会审定推广。该品种蛋白质含量 41.39%, 脂肪含量 18.76%, 抗疫霉病, 中抗灰斑病, 中感花叶病毒病 1 号和 3 号株系。国家品种区域试验平均产量 2 781.3 kg·hm<sup>-2</sup>, 较对照增产 8.0%, 生产试验平均产量 2 985.7 kg·hm<sup>-2</sup>, 较对照增产 10.0%。春播种植生育日数 113 d 左右, 需 ≥10 ℃ 活动积温 2 150 ℃ 左右。该品种亲本系谱来源广泛, 血缘关系清晰, 遗传基础好, 良种良法技术配套, 已累计推广 49.37 万 hm<sup>2</sup>, 增产 1.3 亿 kg, 创社会效益 4.8 亿元。该品种的选育与研究结果对寒地大豆育种与生产具有指导意义。

**关键词:** 早熟高产优质; 食用大豆品种; 合农 95; 亲本系谱; 分析

## Breeding and Parental Pedigree Analysis of Henong 95 Soybean Variety of Early-maturing with High Yield and Quality

GUO Tai, GUO Mei-ling, WANG Zhi-xin, ZHENG Wei, LI Can-dong, ZHAO Hai-hong, ZHANG Zhen-yu, LIU Zhong-tang

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/National Soybean Regional Technology Innovation Center/Jiamusi Comprehensive Test Station, State Soybean Industry Technology System, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to breed new soybean varieties of cold region planting suited and soybean products processing needed based on continuous selection and breeding, ecological selection and advanced identification and detection, a new early-maturing with high yield and quality soybean variety of Henong 95 had been bred by parents selection, hybridized combination (Suinong 14 & Heihe 38) and selection population construction. Henong 95 was validated and promoted by national crop committee in 2016. The protein of this variety was 41.39%, fat content 18.76%, protein and fat sum 60.20%, resistance to *phytophthora*, medium resistance to gray spot and medium susceptibility to SMV I & III. The average yield of national regional trial was 2 781.3 kg·ha<sup>-1</sup>, which was 8.0% higher than the control variety. The average yield of national production test was 2 985.7 kg·ha<sup>-1</sup>, which was 10.0% higher than the control variety. Based on the extensive parent pedigree, clear genealogical relationships, well hereditary basis and fine cultivation technology, this variety had 493.7 thousand ha promotion area and 130 million kg increased yield, created 480 million yuan social benefit. The breeding and research results of this variety has guiding significance for the breeding and production of cold region soybean.

**Keywords:** Early-maturing with high yield and quality; Edible soybean variety; Henong 95; Parental pedigree; Analysis

由于受大量进口转基因大豆和国内种植高产作物(玉米、水稻)比较效益高的影响,国内大豆市场价格持续走低,2017 - 2019 年大豆市场价格为 3.2 ~ 3.4 元·kg<sup>-1</sup>,国产大豆市场占有份额大幅度减少,导致豆农种植大豆信心不足,种植面积下滑,总产量下降,供给量减少,给大豆产业安全埋下了严重的隐患。

黑龙江省是我国大豆最重要的产区和商品大豆供给基地,在我国大豆生产中占有举足轻重的地位<sup>[1-2]</sup>。大豆种植主要集中在三江平原和松嫩平原两大优势产区,从一积温带至六积温带不同生态区均有大豆种植,但主要分布在二至五积温带。历史上,黑龙江省二三积温带是大豆生产的优势产区,面积大、单产高、总产多、商品率高,大豆是豆农致

收稿日期:2019-07-24

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES05);国家重点研发计划(2016YFD0101900)。

第一作者简介:郭泰(1964-),男,硕士,研究员,主要从事大豆育种与栽培研究。E-mail:guotaidadou@163.com。

富的重要经济来源,也是区域经济发展的重要支柱。但是,近年来,由于受国内外大豆价格和国内作物种植比较效益的影响,大豆主产区北移到四五积温带,二三积温带大豆种植面积逐步被水稻和玉米等高产作物所取代,在北纬 48°以北地区大豆种植面积近 266.7 万  $\text{hm}^2$ ,北部高寒地区成为名副其实的大豆主产区,生产地位凸显重要。为此,面对大豆优势产区变化,选育早熟或极早熟、高产稳产、品质特性突出、抗逆性强、适应性好的新品种对发展寒地大豆生产具有特殊意义<sup>[3]</sup>。

为了选育适宜北部高寒地区种植和传统豆制品加工需要的早熟品种,黑龙江省农业科学院佳木斯分院针对寒地生育期短,温光不足,降雨量偏少等生态特点和生产品种产量低、品质差、抗逆性与适应性急需改良等问题,制定了品种改良目标,通过筛选亲本、配制杂交组合、创建选择群体、连续定向选择与培育及生态选择等方法,育成了早熟大豆新品种合农 95。本文报道该品种选育与研究结果,对寒地大豆品种改良创新具有指导意义。

1 品种选育

1.1 亲本来源

1.1.1 母本 绥农 14 为黑龙江省审定推广品种,从黑龙江省农业科学院绥化分院引入。主要特点:中熟品种,高产稳产,适应性广,品质好(蛋白质含量 41.70%,脂肪含量 20.70%),抗病性较好(中抗灰斑病)<sup>[4]</sup>

1.1.2 父本 黑河 38 为黑龙江省审定推广品种,从黑龙江省农业科学院黑河分院引入。主要特点:早熟品种,高产稳产,适应性广,品质含量不突出(蛋白质含量 39.70%,脂肪含量 20.52%),抗病性一般(感灰斑病)。

1.2 选育过程

该品种选育工作分别在黑龙江省农业科学院佳木斯分院育种基地、海南南繁基地和五大连池凤凰山农场育种基地完成。

2005 年在分院基地配制杂交组合(绥农 14 × 黑河 38),组合号为 200534,秋季收获  $F_0$  杂交种子 96 粒,当年冬季在海南基地种植  $F_1$ ,选择群体 96 株,成熟后单株混合收获;2006 年在分院基地种植  $F_2$ ,选择群体 1 260 株,成熟后优选单株摘荚混合收获,当年冬季在海南基地种植  $F_3$ ,选择群体 1 600 株,成熟后优选单株摘荚混合收获;2007 年在分院基地种

植  $F_4$ ,选择群体 1 260 株,成熟后优选单株 35 株;2008 年在分院基地种植  $F_5$ ,选择群体 35 个株行,成熟后决选品系合交 08-373。该品种试验代号为合 05648,2009 – 2012 年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院育种基地和北安育种基地进行品种鉴定试验,2013 – 2015 年参加国家北方春大豆早熟组品种区域试验与生产试验,2016 年通过国家品种审定,定名为合农 95(审定编号:国审豆 2016001),同年获得植物新品种保护权(品种权号:CNA20150712.8)。

1.3 主要特征特性

该品种为亚有限结荚习性,株高 70 ~ 75 cm,主茎 15 节左右,有分枝,株型收敛;披针形叶,花紫色,茸毛灰白色;单株结荚密,三四粒荚多,顶荚丰富;籽粒圆形,种皮黄色,有光泽,种脐黄色,百粒重 20 ~ 22 g;脂肪含量 18.76%,蛋白质含量 41.39%,蛋脂总和 60.20%;抗疫霉病,中抗灰斑病,中感花叶病毒病 1 号和 3 号株系;在适宜种植区域,出苗至成熟生育日数 113 d 左右,需  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  活动积温 2 150  $^{\circ}\text{C}$  左右,在北方春大豆区属早熟品种<sup>[5]</sup>。

1.4 产量表现

1.4.1 区域与生产试验 该品种 2013 – 2015 年参加国家北方春大豆早熟区区域与生产试验。2013 – 2014 年 2 年区域试验 19 点次平均产量 2 781.3  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,较 2013 年对照品种克山 1 号和 2014 年对照参试品种产量均值平均增产 8.0%,增产幅度 2.5% ~ 16.6%,增产点比率 100%。2015 年 9 点次生产试验,平均产量 2 985.7  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,较对照品种克山 1 号增产 10.0%,增产幅度 3.1% ~ 19.8%,增产点比率 100%。试验结果表明,该品种对温光反应不敏感,对不同生态环境有很强的适应性,表现既高产又稳产(表 1)。

1.4.2 品种示范与高产创建 为了挖掘品种产量潜力,充分展示与发挥新品种生产优势,2017 – 2018 年在二龙山农场、凤凰山农场、红色边疆农场和赵光农场开展了合农 95 品种示范及高产创建,2 年累计示范面积 3 041.7  $\text{hm}^2$ ,实收平均产量 2 980.0  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。其中 2017 年赵光农场 26 队示范种植 75.3  $\text{hm}^2$ ,实收平均产量 3 315.2  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,2018 年赵光农场 4 队示范种植 47.3  $\text{hm}^2$ ,实收平均产量 3 682.5  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,创造了当地大小面积高产典型,结果证明了该品种在适宜生产条件下具有高产潜力。

表 1 早熟大豆新品种合农 95 国家品种区域与生产试验产量结果

试验地点 Test place	区域试验 Regional test				生产试验 Production test	
	2013 年		2014 年		2015 年	
	产量 Yield	增产 Increase	产量 Yield	增产 Increase	产量 Yield	增产 Increase
	/( kg·hm <sup>-2</sup> )	/%	/( kg·hm <sup>-2</sup> )	/%	/( kg·hm <sup>-2</sup> )	/%
黑龙江省农业科学院克山分院	2703. 0	12. 2	3303. 0	13. 0	3208. 5	13. 5
黑龙江省农业科学院黑河分院	2260. 5	5. 1	2046. 0	9. 3	2296. 5	5. 2
黑龙江省农垦总局九三农科所	2640. 0	6. 9	3523. 5	8. 1	3300. 0	10. 0
黑龙江省五大连池风景区良种场	2653. 5	14. 5	2950. 5	16. 6	2664. 0	16. 1
吉林省敦化市雁鸣湖镇农业技术推广站	2977. 5	7. 6	2710. 5	15. 3	2973. 0	4. 7
呼伦贝尔市农业科学研究所(扎兰屯)	2184. 0	10. 1	3646. 5	7. 0	3565. 5	7. 3
内蒙莫力达瓦旗甘河农场柏华农资商店	2179. 5	7. 7	3028. 5	5. 6	2661. 0	11. 0
新疆布尔津县种子站	2830. 5	2. 5	2830. 5	2. 9	2856. 0	3. 1
新疆特克斯县种子管理站	2367. 0	7. 1	2790. 0	4. 5	—	—
吉林省敦化市大桥乡农业技术推广站	2896. 5	11. 3	2880. 0	15. 2	—	—
吉林省汪清县瑞丰种子有限公司	—	—	—	—	3346. 5	19. 8
平均(以克山 1 号为对照品种)	2591. 7	8. 6 **	2970. 9	9. 5 **	2985. 7	10. 0
平均(以参试品种产量均值为对照)			2970. 9	7. 5		
2 年区域试验 19 点次平均	2781. 3	8. 0				

2013 年新疆特克斯县种子管理站试验结果仅供参考。2013、2014 和 2015 年对照品种均为克山 1 号,但 2014 年由于对照品种克山 1 号产量低,所以仅做参考,以参试品种产量平均值做为对照。—表示未做试验; \*\* 表示增产显著。

The result in Xinjiang Tex county seed management station was reference only in 2013. The check variety was Keshan1 in 2013, 2014 and 2015. The yield of check variety was just reference in 2014 due to low yield. The result of check variety was the average yield of the testing varieties. — mean the test was not taken; \*\* indicate significant yield increase.

1.5 栽培技术要点

1.5.1 适区种植,适时播种 适宜北方春大豆早熟区种植,要求出苗至成熟≥10℃活动积温达到2 150℃左右,包括黑龙江省三积温带下限和第四积温带、吉林省东部山区、内蒙古呼伦贝尔东南部和新疆北部。在春播种植条件下,当土壤耕层地温稳定到6~8℃,一般5月初即可播种,5月10-15日为最佳播种期,最迟5月25日播种。

1.5.2 科学选地与合理轮作 要求选择土壤肥沃,有机质含量较高,地势平坦,土地条件较好的地块种植。轮作要求年度间换茬,建立2年或3年种植轮作体系,避免重茬;以大豆-玉米-小麦、大豆-玉米-玉米、大豆-玉米-马铃薯和大豆-玉米-杂粮或经济作物等三区轮作模式和大豆-玉米、大豆-小麦、大豆-马铃薯和大豆-杂粮或经济作物等二区轮作模式为主体,建立大豆生产可持续发展的生产体系。

1.5.3 优化栽培模式与合理密植 适宜垄三栽培或玉米冬收原垄卡种,垄距65~70 cm,要求垄体、

垄沟分期间隔深松(25~30 cm),垄上分层深施底肥(10~20 cm),垄上双条精量点播(双行间距12 cm左右)。种植密度,高肥力地块30万株·hm<sup>-2</sup>左右,中肥力地块35万株·hm<sup>-2</sup>左右,低肥力地块38万株·hm<sup>-2</sup>左右。

1.5.4 测土平衡施肥 在有土壤养分检测条件的情况下,建议采用测土配方平衡施肥。根据土壤养分总含量、养分种类及有效供给量与作物预期产量所需用的总肥量,制定科学与合理的施肥方案,实现通过调肥、减肥和增肥促进增产的效果。在一般栽培条件下,施磷酸二铵150 kg·hm<sup>-2</sup>、钾肥70 kg·hm<sup>-2</sup>和尿素25 kg·hm<sup>-2</sup>作底肥;在大豆开花结荚期,叶面喷施磷酸二氢钾2~3次,用量1.5~3.0 kg·hm<sup>-2</sup>,兑水225 kg·hm<sup>-2</sup>;在大豆鼓粒期,叶面喷施0.3%磷酸二氢钾溶液1~2次。

1.5.5 种子处理 播前要对种子进行处理,包括精选和药剂处理。生产用种要达到良种级别,精选后要达到水分≤13.5%,净度≥99%,芽率≥85%。采用35%多克福种衣剂1:80~1:100对种子进行包衣

处理,防治大豆苗期根部病虫害,也可用2%宁南霉素1 000 mL+0.15%皇嘉芸苔素4 g拌种50~75 kg,防治大豆根腐病,调节生长特效。

1.5.6 田间管理 田间除草,建议每公顷采用90%乙草胺1 700~2 200 mL+57% 2.4滴丁酯900 mL或采用90%乙草胺1 700~2 200 mL+57% 2.4滴丁酯60 mL+75%噻吩磺隆30 g配方播后苗前封闭除草;建议采用5%精喹禾灵1 000~1 500 mL·hm<sup>-2</sup>+48%异噁草松600~750 mL·hm<sup>-2</sup>+25%氟磺胺草醚800~1 000 mL·hm<sup>-2</sup>或采用12.5%烯禾啶1 500~2 000 mL·hm<sup>-2</sup>(或12%烯草酮525~600 mL·hm<sup>-2</sup>)+25%氟磺胺草醚1 500~2 000 mL·hm<sup>-2</sup>配方苗后茎叶处理。使用化学药剂除草要严格控制药剂使用量,同时要注意药剂对后作的影响。生育期间,深松1次,中耕趟地2~3次,人工拔大草1~3次,防治大豆食心虫1~2次。9月中旬成熟,9月下旬收获。

2 亲本系谱分析

从图1可知,合农95除了国外亲本和国内个别亲本系谱不祥外,主要涉及59个亲本。祖先品种主要为黑龙江省(克山四粒莢、白眉、小粒黄)、吉林省(黄宝珠、四粒黄)和辽宁省(金元)等地方品种;育成品种与创新种质主要来源于黑龙江省;国外品种主要来源于美国、日本和俄罗斯。亲本血缘与基因,国内主要来源于黑河、合丰、绥农、东农、丰收(克山)和黑农等6大系列品种与创新种质,还有不同省份的农家品种;国外主要来源于日本、美国及俄罗斯的优良品种。亲本系谱组成,含有满仓金、合丰25、绥农8号、绥农14、黑河54、黑河3号、黑河38、丰收6号和丰收10号等国内代表性品种,克交

4430-20和绥77-5047等国内优良种质,克山四粒莢、白眉、小粒黄、黄宝珠和金元等国内优秀农家品种和美国品种Amsoy、日本品种十胜长叶和俄罗斯品种尤比列等国外名牌品种。传承了黑河54、黑河3号和尤比列等亲本的早熟性,合丰25、绥农14和绥农8号等亲本的丰产性、广适性及优质特性,十胜长叶和Amsoy等亲本的高产性和抗逆性。重要组成亲本合丰25为高产优质广适应性品种,年最大推广面积100万hm<sup>2</sup>,连续11年年推广面积超过66.7万hm<sup>2</sup>,1984~2010年累计推广面积达到0.12亿hm<sup>2</sup>,为我国推广面积最大、应用范围最广、社会效益最高和持续种植时间最长的品种,1987年获黑龙江省科技进步一等奖,1988年获国家科技进步三等奖,1994年获黑龙江省重大科技效益奖<sup>[6]</sup>。重要组成亲本黑河3号为早熟广适应性品种,是黑龙江省北部高寒地区推广面积最大的品种之一,1967~1987年累计推广面积453.3万hm<sup>2</sup>,1985年获国家发明二等奖。重要组成亲本绥农14为高产优质广适应性品种,年最大推广面积61.8万hm<sup>2</sup>,1996~2012年累计推广面积404.1万hm<sup>2</sup>,2003年获得国家科技进步二等奖<sup>[4]</sup>。该品种亲本系谱来源清晰,类型丰富,生态类型差异大,具有丰富的遗传多样性,为品种改良创新、提升育种科技水平与技术含量奠定了坚实基础。

根据《中国大豆育成品种系谱与种质基础》(1923~2005)一书可知<sup>[7]</sup>,合农95前期细胞质与细胞核及优良基因主要来源于不同的农家品种,后期经过不断的品种改良与选择,主要来源于育成品种和创新种质及国外优良品种(图1)。该品种扩展了亲本的血缘关系,不断的累加与聚合优良基因与性状,使品种表现出优质、高产、抗逆、广适应性。

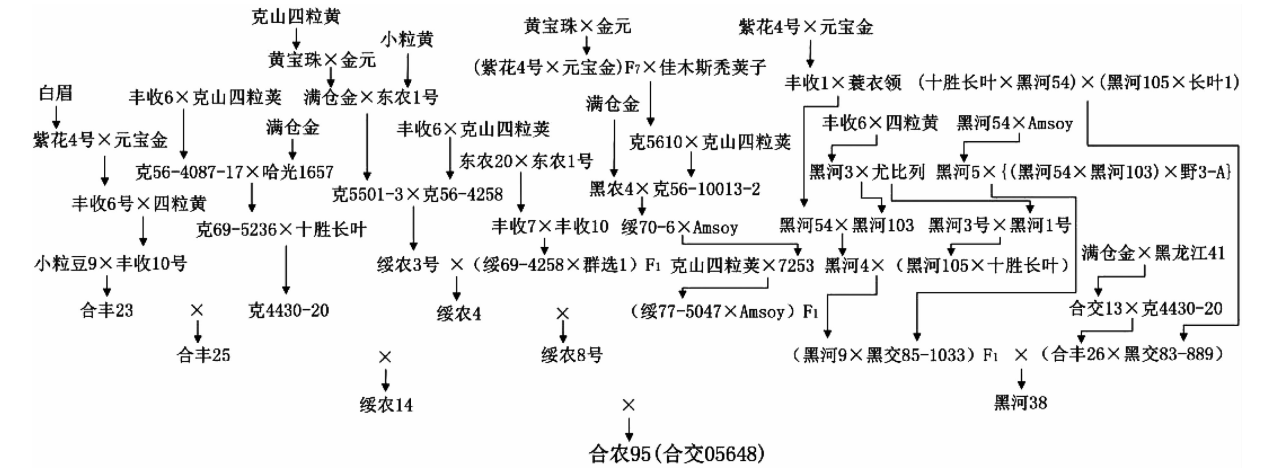


图1 早熟大豆新品种合农95亲本系谱树

Fig.1 The parent family tree of new early-maturing variety Henong 95

3 品种转化应用

合农 95 品种 2016 年国家审定推广以来,为了加快品种转化应用,狠抓了良种良法配套技术,制定了生产技术规程,并认定为佳木斯地方技术标准;狠抓了品种示范与高产创建,创造了大小面积高产典型;狠抓了种子供给,与种子企业合作,为生产提供了相当数量的原种与大田用种;狠抓了技术培训,多次开展了集中授课与现场观摩会及电台广播讲座,推介了品种与技术。由于推广措施得利,有效的加快了品种转化应用。该品种推广区域由黑龙江省三积温带下限和四积温带大面积种植,迅速扩展到吉林省的东部山区、内蒙古自治区的呼伦贝尔东南部(莫力达瓦旗、阿荣旗、鄂伦春旗和扎兰屯市)和新疆北部的阿勒泰地区种植,同时在育种、食用加工、种子营销和绿色食品生产等领域也广泛应用。据种子管理部门不完全统计,该品种 2017 年推广面积 3.64 万  $\text{hm}^2$ ,2018 年推广面积 17.7 万  $\text{hm}^2$ ,2019 年推广面积 28.03 万  $\text{hm}^2$ ,3 年累计推广面积 49.37 万  $\text{hm}^2$ ,生产商品大豆 14.7 亿 kg,创产值效益 53.0 亿元;纯增产大豆 1.3 亿 kg,创纯社会效益 4.8 亿元。该品种在短时间内推广速度之快、面积之大、范围之广和社会效益之高在同类品种中是少见的。

4 结论与讨论

4.1 生态选择对培育大豆新品种至关重要

大豆育种离不开生态、资源和变异 3 个基础条件,但生态类型决定品种选择方向。生态既是育种条件又是育种基石,不了解生态很难育成有价值的品种。生态包括土壤(土壤类型与肥力水平)、气候(温度、降水、湿度及光照等)和品种生态特性(熟期、株高、抗倒伏性、粒大小、光温反应和抗病性等),品种生态特性必须符合土壤与气候生态。但是,生态也是在变化的,耕作、施肥、栽培技术及生产力水平也影响生态的变化,生态育种是土壤、气候生态与品种生态特性的有机结合。由于每个生态区的生态特点不同,品种的特征特性也不同,育种者必须有深刻的认识,只有与生态相适应的品种才能成为大品种<sup>[8-9]</sup>。合农 95 的选育,是在生态育种理论指导下,按照生态选择的理念与思路,选种世代分别在佳木斯分院院内育种基地和海南南繁基地完成,品种筛选与鉴定试验分别在佳木斯分院院内育种基地和北部五大连池凤凰山农场育种基地完成,品种区域与生产试验在北方春大豆早熟区

完成,包括黑龙江、吉林、内蒙和新疆等二省二区的 11 个地点,由于不同选择地点与试验地点生态条件的不同,为优选品种熟期、产量、品质、抗逆性及适应性等目标性状创造了条件,决定了品种的选择方向,所以育成了适宜北部高寒地区种植的大豆新品种。该品种的选育充分证明了生态选择对培育新品种的重要性,为今后的大豆新品种选育提供了宝贵的经验。

4.2 寒地大豆生产急需适宜传统豆制品加工的新品种

中国的传统豆制品大体可分为非发酵的和发酵的两大类。非发酵大豆制品,主要包括豆芽、豆浆、大豆粉、干燥豆制品、冷冻豆制品、大豆熏制品、油炸豆制品、卤制豆制品、干豆腐、百叶、腐竹、充填豆腐、北豆腐和南豆腐等。发酵大豆制品,主要包括酸豆奶、腐乳、臭豆腐、豆瓣酱、酱油、豆豉、纳豆、天培、发酵豆渣制品和大酱汤等。不同豆制品对品种的品质含量要求有差异,一般蛋白质含量  $>37\%$ ,蛋白质含量  $\geq 40\%$  为优质原料;脂肪含量  $>17\%$ ,脂肪含量 20% 左右比较适中。特殊豆制品对品种的营养成分也有一定的要求,包括蛋白组分(7S 与 11S 含量)、亚油酸、油酸、植酸、异黄酮、矿物质元素(铁、镁、磷、钙)等<sup>[10-12]</sup>。黑龙江省大豆生产主要集中在北部高寒地区,特别是  $48^{\circ}\text{N}$  以北地区大豆种植面积近 266.7 万  $\text{hm}^2$ ,商品大豆除了小部分用于油脂加工外,绝大部分用于传统豆制品加工。由于蛋白质含量 40% 左右,虽然低于南方夏大豆,但比进口转基因大豆高 3~4 个百分点;脂肪含量 20% 左右,高于我国南方夏大豆 2~3 个百分点,品种综合品质指标适于传统豆制品加工,具备我国传统豆制品制作的黄金比例。合农 95 在选育过程中,重点强化了熟期和食用品质含量两个重要目标性状的选择,有效的解决了早熟与高产、早熟与优质食用的矛盾。该品种适宜黑龙江省北部高寒地区种植,包括第三积温带下限和第四积温带;蛋白质含量 41.39%,脂肪含量 18.76%,品质含量适宜做传统豆制品,特别适合做素肉、豆腐和豆浆等。因此,合农 95 对发展黑龙江省大豆生产和振兴我国大豆产业具有十分重要的意义。

参考文献

[1] 王金陵,杨庆凯,吴宗璞.中国东北大豆[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1999. (Wang J L, Yang Q K, Wu Z P. North-east China soybean[M]. Harbin: Heilongjiang Science & Technology Press, 1999.) (下转第 1002 页)