

高蛋白高产夏大豆品种淮豆 16 的选育

李曙光^{1,2} 傅蒙蒙^{1,2} 王亚琪^{1,2} 余希文^{1,2} 赵志鑫^{1,2} 徐海风^{1,2}

(¹ 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所 / 农业农村部淮河下游种质创制重点实验室, 淮安 223001;

² 生物育种钟山实验室, 江苏南京 210014)

摘要: 淮豆 16 (参试名称淮 16-21) 是江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所以淮豆 9 号为母本、菏豆 12 为父本, 采用改良单籽传法选育而成的高蛋白高产夏大豆新品种。2020 年通过江苏省农作物品种审定委员会审定, 审定编号: 苏审豆 20200008; 2022 年获得国家植物新品种权授权, 品种权号: CNA20191000644。该品种具有高蛋白、高产、抗病、大籽粒等优良特性, 适宜在江苏省淮北地区作夏大豆种植。对淮豆 16 的选育过程、主要特征特性、产量表现和栽培技术要点进行系统阐述, 以期提供优质高产大豆新品种的选育提供参考。

关键词: 高蛋白; 高产; 夏大豆; 淮豆 16; 选育

Breeding of a Summer Soybean Variety Huaidou 16 with High Protein Content and High Yield

LI Shuguang^{1,2}, FU Mengmeng^{1,2}, WANG Yaqi^{1,2}, YU Xiwen^{1,2}, ZHAO Zhixin^{1,2}, XU Haifeng^{1,2}

(¹ Huaiyin Institute of Agricultural Sciences in Xuhuai District of Jiangsu/Key Laboratory of Germplasm Innovation in

Downstream of Huaihe River, Ministry of Agricultural and Rural Affairs, Huai'an 223001, Jiangsu;

² Zhongshan Biological Breeding Laboratory, Nanjing 210014)

大豆是粮食和油料兼用型作物, 是重要的食用植物油和蛋白质的主要来源, 在国家粮食安全中占有重要地位^[1]。近年来, 我国肉蛋奶以及豆制品的消费量激增, 导致对于大豆以及豆粕的需求持续增加, 大豆供需矛盾日益突出。据农业农村部统计, 2023 年大豆种植面积 1047 万 hm^2 , 总产量达 2084 万 t, 每 667 m^2 产量达 132.7 kg, 总产和单产再创历史新高。据海关总署公布数据显示, 我国 2023 年大豆进口量为 9941 万 t, 同比增加 11.4%, 对外依存度仍然在 80% 以上的高位, 已成为全世界最大的大豆消

费国和进口国^[2], 大豆长期稳定供应面临严峻考验。国产大豆产量难以大幅增加的原因主要是单产水平远低于国外大豆主产国, 种植比较收益低于玉米、水稻等作物, 农户种植大豆积极性不高。因此, 在耕地面积有限、供需缺口逐渐扩大的情况下, 需要加快高产、优质、广适大豆新品种选育, 并通过良种良法配套, 充分发挥优良品种的产量潜力, 提高国产大豆产能^[3]。

黄淮海夏大豆区是我国大豆第二主产区, 种植面积为 233 万~267 万 hm^2 , 占全国大豆种植面积的 35% 左右。该地区大豆蛋白质含量通常为 41%~43%, 高蛋白品种达到 45% 以上, 对于保障我国大豆蛋白食品加工原料的供应具有重要作用^[4]。江苏省地处黄淮海夏大豆区, 昼夜温差相对较小、湿度相对较大, 生态条件适合优质高蛋白大豆生产, 是我国高蛋白大豆优势产区^[5]。为此, 江苏徐淮地区淮

基金项目: 江苏省种业振兴“揭榜挂帅”项目(JBGS [2021] 014, JBGS [2021] 057); 生物育种钟山实验室项目(ZSBL-KY2023-03); 淮安市农业科学研究院科研发展基金(HNY202011); 江苏省自然科学基金面上项目(BK20221278); 淮安市重点研发计划(乡村振兴类)项目(HAN202305); 江苏省重点研发计划现代农业项目(BE2022403)

通信作者: 徐海风

阴农业科学研究所优质、高产、抗病为主要育种目标,在提高蛋白质含量的同时兼顾丰产性,采用常规育种的方法历经8年成功育出大豆新品种淮豆16。

1 亲本来源及选育过程

1.1 亲本来源 母本淮豆9号是江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所淮豆4号为母本、中作95D02为父本育成的淮北夏大豆品种,在江苏省淮北夏大豆品种区域试验和生产试验中产量排名均居第1位,该品种具有高产稳产、多分枝、早熟、抗病、抗倒伏性较强等优点^[6]。父本荷豆12是山东省菏泽市农业科学研究所跃进5号为母本、荷7513-1-3为父本育成的夏大豆品种,蛋白质含量45.9%,该品种突出特点是蛋白质含量较高、高产、株型紧凑、抗逆性强^[7]。

1.2 亲本系谱分析 淮豆16亲本系谱图见图1,共涉及21个亲本,其中原始祖先亲本6个,直接亲本15个。原始祖先亲本是来源于江苏和山东的农家品种,包括滨海大白花、铜山天鹅蛋和定陶平顶大黄豆,以及前中央农业实验所保存材料51-83和国外的大豆种质Mamotan和索尔夫。直接亲本来源于江苏、山东和北京等省市育成品种和创新种质材料,包括南农493-1、58-161、苏豆1号、徐州126、徐豆1号、灌豆1号、诱变30、淮豆4号、中作95D02、淮豆9号、选系62-156、跃进5号、科系5号、荷7513-1-3、荷豆12。淮豆16聚合了原始祖先亲本和直接亲本的优异等位基因,遗传基础广泛。

1.3 选育过程 2009年夏季在江苏徐淮地区淮阴

农业科学研究所育种试验基地以淮豆9号为母本、荷豆12为父本配制杂交组合;2010年种植 F_1 ,去伪杂种,单株收获杂交种子;2011年6月在本地种植 F_2 ,秋季单株收获,11月在海南种植 F_3 ,摘荚混收;2012年6月在本地种植 F_4 ,摘荚混收,11月在海南种植 F_5 ,摘荚混收;2013年6月在本地种植 F_6 ,选择单株;2014年6月在本地种植 F_7 ,获得若干个株行;2015年6月在本地种植 F_8 ,进行株行产量及其他性状鉴定,11月在海南繁殖。2016年夏季参加所内夏大豆品种比较试验,入选家系淮16-21,外观商品性较好、成熟期适中、分枝性强、较抗花叶病毒;2017-2019年参加江苏省淮北夏大豆区域试验与生产试验;2020年通过江苏省农作物品种审定委员会审定,审定编号:苏审豆20200008,定名为淮豆16;2022年获得国家植物新品种权授权,品种权号:CNA20191000644。

2 主要特征特性

2.1 形态特征 淮豆16为中早熟夏大豆品种,夏播生育期平均106d,比对照徐豆13长0.5d。株高76.1cm。结荚高度16.6cm,主茎节数15.1节,有效分枝数3.0个,单株有效荚数37.4个。单株粒数85.9粒,单荚2.4粒,单株粒重21.9g,百粒重25.6g。幼茎基部绿色,叶片卵圆形,白花,棕毛。植株直立,有限结荚习性,抗倒性较好。成熟时荚褐色,微弯镰形。落叶性好,不裂荚。籽粒椭圆形,种皮黄色、微光,种脐黑色,外观商品性较好(图2)。

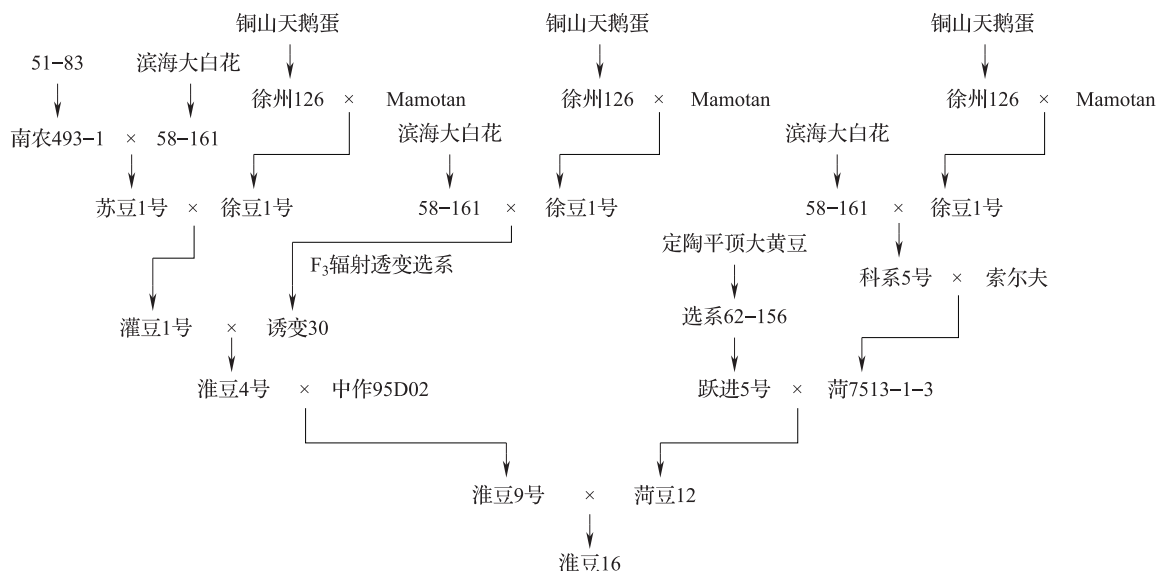


图1 淮豆16亲本系谱图



图2 淮豆16植株与豆荚籽粒

2.2 抗病性 经南京农业大学国家大豆改良中心接种鉴定,2017年淮豆16对大豆花叶病毒的SC3和SC7株系均表现为抗病,病情指数分别为12%和20%;2018年对SC3和SC7均表现为抗病,病情指数分别为4%和11%;综合2年抗性鉴定结果,淮

豆16对大豆花叶病毒的SC3和SC7株系均表现为抗病。

2.3 品质 经农业农村部谷物品质监督检验测试中心检测,该品种2017年粗蛋白质含量47.33%,粗脂肪含量17.81%,蛋脂总和65.14%;2018年粗蛋白质含量47.73%,粗脂肪含量18.16%,蛋脂总和65.89%;2年平均粗蛋白质含量47.53%,粗脂肪含量17.99%,蛋脂总和65.52%。根据《国家级大豆品种审定标准(2023年修订)》,淮豆16的蛋白质含量 $\geq 45\%$,属于高蛋白大豆品种。

3 产量表现

3.1 区域试验 2017年参加江苏省淮北夏大豆区域试验,淮豆16在6个试验地点每 hm^2 平均产量3028.94kg,居参试品系第4位,较对照徐豆13平均增产7.25%,增产试验点比例为100%;2018年续试,淮豆16平均产量3112.27kg,居参试品系第7位,较对照徐豆13增产7.11%,增产试验点比例为100%(表1);2年区域试验平均产量3070.61kg,较对照徐

表1 淮豆16在江苏省淮北夏大豆区域试验和生产试验中的产量表现

试验类别	年份	试验地点	产量(kg/hm^2)	较对照(徐豆13)增产(%)	位次
区域试验	2017年	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所	3076.39	7.26	5
		江苏省东海县农业科学研究所	3145.83	3.42	4
		江苏省东辛农场农业科学研究所	3267.36	9.80	3
		江苏省农业科学院宿迁农科所	2638.89	9.51	5
		江苏省灌云县大豆原种场	3281.25	6.06	4
		江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所	2763.89	8.15	3
		平均	3028.94	7.25	4
	2018年	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所	2840.28	12.67	1
		江苏省东海县农业科学研究所	2899.31	6.78	7
		江苏省东辛农场农业科学研究所	3295.14	9.08	5
		江苏省农业科学院宿迁农科所	3194.44	3.37	8
		江苏省灌云县大豆原种场	3621.53	2.56	11
		江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所	2822.92	10.46	3
生产试验	2019年	平均	3112.27	7.11	7
		江苏徐淮地区徐州农业科学研究所	3008.33	8.19	4
		江苏省东海县农业科学研究所	2419.33	6.45	4
		江苏省东辛农场农业科学研究所	3381.00	8.40	3
		江苏省农业科学院宿迁农科所	2890.00	6.38	2
		江苏省灌云县大豆原种场	2676.00	3.95	5
		江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所	3523.33	7.20	3
		平均	2983.00	6.85	4

豆 13 增产 7.18%,居参试品系第 4 位。

3.2 生产试验 2019 年参加江苏省淮北夏大豆生产试验,淮豆 16 平均产量 2983.00kg/hm²,居参试品系第 4 位,比对照徐豆 13 增产 6.85%,增产试验点比例为 100% (表 1)。

4 栽培技术要点

4.1 田块选择 选择地势平坦,土壤肥力中等、均匀,前两茬未种过豆类作物,前茬无除草剂残留,无大豆孢囊线虫病等严重土传病害的田块。精细整地,确保地面平整。开好竖沟、横沟、腰沟,做好沟系配套,以预防涝害、渍害的发生。

4.2 种子包衣 播种前精选种子,并晒种 1~2d。播前进行发芽试验,根据发芽率确定合理的播种量。用 25% 噻虫·咯·霜灵悬浮种衣剂(噻虫嗪 22.2%、咯菌腈 1.1%、精甲霜灵 1.7%)或 35% 噻虫·福·萎锈悬浮种衣剂(噻虫嗪 15%、福美双 10%、萎锈灵 10%)进行种子包衣,每 500mL 药剂拌种 100kg 种子^[4]。拌种后要在阴凉通风处晾干,不可在水泥地暴晒。种子包衣处理可以防治大豆根腐病、地下和苗期害虫。

4.3 适期播种 淮豆 16 适宜播种期为 6 月中下旬。干土播种,播后喷灌或雨后抢墒早播,以促进苗齐、苗匀、苗壮。播种量 90kg/hm²,播种深度 3cm,行距 40cm,株距 12~15cm,适宜种植密度 18 万株/hm²,低肥力地块或迟播时可适当增加密度^[8]。注意及时查苗、间苗、移栽或补种。

4.4 肥水管理 整地时施足基肥,大豆具有根瘤共生固氮作用,不宜过量施用氮肥,一般每 hm² 施三元复合肥(N、P₂O₅、K₂O 含量各 15%)300kg 作基肥,初花期依据田间长势追施尿素 75kg,鼓粒中后期叶面喷施磷酸二氢钾 750g,以延缓叶片衰老、提高粒重、减少瘪粒^[6]。出苗后及时清理田间沟渠,雨后尽快排除田间积水,确保消除渍涝。开花结荚至鼓粒期是大豆需水的关键时期,遇旱要及时灌水,以保证充足的水分供应,并减少落花、落荚,增加单株有效荚数、单株粒数,促进大豆鼓粒。

4.5 化学除草 在播种后出苗前每 hm² 施用 96% 精异丙甲草胺 900~1275mL+75% 噻吩磺隆 27~33g 或 96% 精异丙甲草胺 900~1275mL+50% 丙炔氟草胺 120~180g 及时进行土壤封闭除草;在大豆 2~3 片复叶期,一年生杂草 2~5 叶期施用 15% 精喹·氟

磺胺乳油或 48% 灭草松 1500~1950mL+10.8% 高效盖草能 1200~1500mL 进行茎叶喷雾处理可有效防治单子叶和阔叶杂草。

4.6 病虫害防治 病虫害防治要遵循“预防为主,综合防治”的原则。病害 在湿润多雨季节,田间病害相对较重,可喷施 25% 甲霜灵 800 倍液,或 75% 甲基托布津 500~1000 倍液,或 75% 百菌清可湿性粉剂 1000 倍液,防治大豆根腐病、霜霉病、拟茎点种腐病和炭疽病。虫害 在干旱少雨季节,大豆虫害发生较重,一般需防治 3~4 次,根据害虫类别使用不同类型的杀虫剂,注意药剂需轮换使用。苗期可选用 10% 吡虫啉可湿性粉剂 2000 倍液,或 25% 噻虫嗪 5000 倍液,或 5% 氟虫腈悬浮剂 1500 倍液喷雾,防治蚜虫、烟粉虱等刺吸性害虫;用 20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 2000 倍液,或 1.8% 阿维菌素乳油 3000 倍液,或 45% 辛硫磷乳油 1000 倍液喷雾,防治斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、卷叶螟、造桥虫等食叶性害虫;在开花结荚鼓粒关键时期,要对点蜂缘蝽、烟粉虱、豆秆黑潜蝇进行重点防治,以免大豆出现症青,可每隔 7~10d 喷施 1 次 5% 高效氯氰菊酯乳油、10% 吡虫啉可湿性粉剂 2000 倍液,连续喷施 2~3 次^[4]。

4.7 化学控旺 如果植株枝叶过于繁茂,通风透光性较差,下部叶片变黄,花序脱落,则需要及时控旺。大豆初花期是控旺的最佳时期,过早会造成花荚减少,过晚则效果不理想。每 hm² 可施用 27.5% 胺鲜·甲哌鎓水剂 225~375mL,或 5% 烯效唑可湿性粉剂 375~750g,或 15% 多效唑可湿性粉剂 450~600g 进行叶面喷施,以促进茎秆粗壮,降低株高,防止徒长和倒伏。

4.8 适时收获 大豆植株叶片发黄、脱落 80% 以上,豆荚变褐色,豆粒归圆,荚壳与籽粒脱离,摇动植株发出清脆响声时即为大豆收获的最适收获期,需及时收获^[9]。

5 选育体会

大豆产量、蛋白质与脂肪含量的遗传基础比较复杂,都是由多基因控制并受环境影响的数量性状,这 3 个籽粒性状之间往往存在相关关系。李金花等^[10]对 1985~2020 年河南省审定的 126 个大豆品种进行研究,发现其产量与蛋白质含量呈极显著负相关,与脂肪含量呈极显著正相关。贾利敏等^[11]发现 2002~2020 年内蒙古自治区审定的 113 个大豆

品种的产量与蛋白质含量呈显著负相关,而与脂肪含量呈显著正相关。孙星邈等^[12]对1941–2019年东北春大豆区育成的335个大豆品种进行分析,发现产量与蛋白质含量呈显著负相关,与脂肪含量呈正相关但不显著。刘歆等^[13]针对1987–2022年湖北省审定的60个籽粒型大豆品种进行研究发现,产量与蛋白质含量呈负相关但不显著,与脂肪含量呈显著正相关。杨文英等^[14]研究发现,2011–2022年四川省审定的28个春大豆品种的产量与蛋白质含量呈负相关但不显著,与脂肪含量呈正相关也不显著;25个夏大豆品种的产量与蛋白质含量呈显著负相关,与脂肪含量呈正相关但不显著。胡国玉等^[15]对1983–2019年以来安徽省育成的96个大豆品种进行分析发现,产量与蛋白质含量呈负相关但不显著,与脂肪含量呈正相关也不显著。上述研究进一步证实了大豆蛋白质含量与产量、脂肪含量之间典型的负相关关系^[16–18],这对同时改善籽粒品质性状和产量以提高大豆品种整体经济价值提出了很大的挑战,但是存在打破大豆产量与蛋白质含量之间负相关的可能性,同步提升大豆产量和蛋白质含量。

淮豆16是一个优质(高蛋白)、高产、外观商品性好(大籽粒)、抗病性强的夏大豆新品种,该品种的亲本选配采用“优×优”性状互补模式,母本淮豆9号和父本菏豆12都具有较高的产量潜力,地理来源和遗传关系较远。淮豆16聚合了双亲的高蛋白、高产、抗病等目标性状的增效等位基因,说明高蛋白、高产性状互补的亲本组合可育成优质高产大豆品种。因此,在大豆育种的亲本来源上需要选择优点突出、亲缘关系较远、优缺点互补、综合性状较好的当地主推品种,同时也要重视具备抗逆性等特性的地方品种,以拓宽新品种的遗传基础。

参考文献

- [1] 吴建寨,胡佳璇,邢丽玮,沈辰,迟亮,张晶,刘继芳. 中国与主要大豆进口来源国价格关联和政策应对. 中国农业大学学报,2023,28(4): 227–237
- [2] 刘浩,衣志刚,刘佳,厉志,陈亮,刘念析,董志敏. 早熟高产大豆新品种吉育209的选育及栽培技术. 大豆科学,2023,42(2): 253–256
- [3] 孙磊,郝佩佩,王吴彬,刘方东,邢光南. 我国大豆产能现状分析与提升路径探讨. 寒旱农业科学,2023,2(10): 889–894
- [4] 李海朝,王金社,张辉,武永康,李金英,雷晨芳,卢为国. 超高产大豆新品种郑1307的选育及栽培技术. 大豆科学,2022,41(4): 504–508
- [5] 徐瑶,冷苏凤,张玉明,宋锦花,赵可. 1982–2021年江苏省审定大豆品种主要农艺性状、产量、品质及抗性演变分析. 中国油料作物学报,2022,44(4): 780–789
- [6] 杨加银,徐海斌,徐海风,张复宁. 高产夏大豆新品种淮豆9号的选育与栽培技术. 江苏农业科学,2008(3): 91–92
- [7] 王秋玲,刘艳,朱道民,谷传彦. 优质大豆新品种菏豆12号. 中国种业,2002(12): 35
- [8] 徐海风,杨加银,李曙光. 高产抗病夏大豆新品种淮豆14的选育及其栽培技术. 大豆科技,2018(5): 55–56
- [9] 李海朝,王金社,练云,魏荷,雷晨芳,王仕伟,周扬,卢为国. 双国审超高产大豆新品种郑1311的选育与思考. 大豆科学,2022,41(1): 114–118
- [10] 李金花,舒文涛,常世豪,杨青春,张东辉,张保亮,耿臻. 1985–2020年河南省审定大豆品种区试产量及品质分析. 河南农业科学,2022,51(1): 50–59
- [11] 贾利敏,赵晓宇,王雪娇,苏二虎,李强,郭嘉华. 内蒙古自治区不同年代审定大豆品种主要农艺性状变化趋势分析. 中国农学通报,2023,39(7): 10–18
- [12] 孙星邈,谢建国,郑海洋,郭梦瑶,赵雨轩,王曙明,张井勇. 东北春大豆区不同年代审定品种主要性状演变分析. 大豆科学,2023,42(1): 118–28
- [13] 刘歆,何念,杨梦婷,陈艳,黄丽,李俊丽,邓军波. 1987–2022年湖北省审定籽粒型大豆品种主要性状演变分析. 大豆科学,2023,42(6): 683–691
- [14] 杨文英,于晓波,安建刚,曾召琼,冯军,梁建秋,王嘉,张明荣,吴海英. 2011–2022年四川省审定春、夏大豆品种主要性状演变趋势分析. 中国油料作物学报,2023,45(5): 935–946
- [15] 胡国玉,李杰坤,王大刚,吴倩,王维虎,黄志平,张磊. 安徽省不同年代育成大豆品种的性状演变分析. 大豆科学,2020,39(5): 657–666
- [16] Chung J, Babka H L, Graef G L, Staswick P E, Lee D J, Cregan P B, Shoemaker R C, Specht J E. The seed protein, oil, and yield QTL on soybean linkage group I. Crop Science, 2003, 43(3): 1053–1067
- [17] Patil G, Mian R, Vuong T, Pantalone V, Song Q, Chen P, Shannon G J, Carter T C, Nguyen H T. Molecular mapping and genomics of soybean seed protein: a review and perspective for the future. Theoretical and Applied Genetics, 2017, 130(10): 1975–1991
- [18] Goettel W, Zhang H, Li Y, Qiao Z, Jiang H, Hou D, Song Q, Pantalone V R, Song B, Yu D, An C Y. *POWRI* is a domestication gene pleiotropically regulating seed quality and yield in soybean. Nature Communications, 2022, 13(1): 3051

(收稿日期: 2024-06-21)