



加工专用型双青大豆齐农绿 1 号的选育研究

袁 明

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘 要:随着特用型双青大豆商品原料需求量日益增多,现有双青豆品种的商品产出量不能满足生产和市场需要,尤其是双青豆新品种的更新换代速度与育成数量不及普通类型品种,现有生产应用的品种相对单一,老品种在生产上连年种植,种性退化,对病虫害的抵抗能力减弱,造成产量和品质降低,有碍于双青大豆产业的健康发展。针对存在的问题,黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究团队开展了双青大豆育种工作,选育出双青大豆齐农绿 1 号,该品种属特用型绿种皮绿子叶大豆品种。适宜在黑龙江省第四积温带 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\ 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 区域种植,在适应区出苗至成熟生育日数 113 d 左右。株高 89 cm 左右,有分枝,白花、尖叶、亚有限结荚习性,灰色茸毛,荚弯镰形、成熟时呈褐色,籽粒圆形、种皮绿色有光泽,种脐褐色,百粒重 20.6 g 左右。2020—2021 年区域试验平均产量 $2\ 630.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照品种广石绿大豆 1 号增产 9.8%;中抗灰斑病;平均蛋白质含量 39.39%,脂肪含量 20.04%。该品种的育成,既为特用型双青大豆生产提供新品种支撑,满足市场对新品种的需求,提升品种对产业的贡献度,又为双青大豆育种提供优异的亲本资源,拓宽了遗传基础,加快了双青大豆新品种的培育速度。

关键词:齐农绿 1 号;双青大豆;特用型大豆

Research on the Breeding of Processing Specific Double Green Soybean Qinonglü 1

YUAN Ming

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: With the increasing demand for special double green soybean varieties with green seed coat and cotyledon as commodity raw materials in soybean production and market, the existing approved double green soybean varieties and annual commodity output cannot meet production and market needs, especially the renewal speed and breeding quantity of the new soybean varieties are not as fast as ordinary types of varieties. The existing varieties used in production are relatively single, and the old varieties are planted continuously in production, resulting in the degradation of species. The weakened resistance to diseases, pests, and weeds has led to a decrease in yield and variety, which hinders the development of the double green soybean industry. In response to the existing problems, the soybean research team of Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences has carried out breeding work for green seed coat and cotyledon soybean, and breeding of Qinonglü 1, which belongs to the special green seed coat green cotyledon soybean variety. Suitable for planting in the fourth temperate zone of Heilongjiang Province with an active accumulated temperature of $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $2\ 250\text{ }^{\circ}\text{C}$. The number of days from seedling emergence to mature growth in the adaptation zone is about 113 days. The plant is about 89 cm tall, with branches, white flowers, pointed leaves, and a suboptimal podding habit. It is gray hairy and has curved sickle shaped pods. When mature, it is brown in color, with round seeds and a glossy green seed coat. The hilum is brown, and the 100-seed weight is about 20.6 g. The average regional trial production from 2020 to 2021 was $2\ 630.4\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, increased yield by 9.8% compared to the control variety Guangshi green soybean 1. It is mid-resistant to gray spot disease. The average protein content is 39.39%, and the fat content is 20.04%. Through the cultivation of this variety, it not only provides new variety support for the production of special double green soybeans, meets the market demand for new varieties, enhances the contribution of the variety to the industry, but also provides excellent parental resources for double green soybean breeding, expands the genetic foundation, and accelerates the cultivation speed of new double green soybean varieties.

Keywords: Qinonglü 1; green seed coat and cotyledon soybeans; special type of soybean

大豆起源于我国,种植约有 5 000 多年的栽培史,是人们生活的植物蛋白和植物油的主要来源,也是动物饲料的主要来源,还含有丰富的维生素,在国民经济中占有重要的地位。大豆分为普通型大豆、特用型大豆等类型,市场中常见的大豆多以普通型大豆为主,但特用型大豆也具有一定的市场占有率。一般情况下,特用型大豆是指含有特殊的营养成分并具有特殊用途的大豆,如供国际贸易和

国内市场制作纳豆,芽用小粒大豆,药食兼用黑大豆、双青大豆以及菜用大粒大豆^[1-3]。双青豆是特用型绿仁大豆的一种,一般情况下,特用型绿大豆种皮色泽青绿,子叶碧如翡翠,颗粒饱满,粒型较普通大豆略小,也存在籽粒大小无明显差异的品种,种脐有黑、褐、黄等颜色之分。种子的优质蛋白和可溶性蛋白含量丰富,脂肪含量均衡,富含多种维生素、微量元素,具有降低胆固醇,补肝明目、滋养

收稿日期:2023-11-22

基金项目:黑龙江省农业科学院科技攻关项目(2021YYF009);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-04)。

第一作者:袁明(1982—),男,硕士,副研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:55677909@163.com。

脾胃、利于骨骼生长等功效,具有促进新陈代谢和平衡营养的保健功能,药食兼备,既可以煮熟直接食用,也可以制成豆芽或豆制副食品^[4-7]。黑龙江省是双青豆的主要产地,因黑龙江具有日照时间短,昼夜温差大的气候特点,作物生长期长,干物质积累多,生产出的双青豆色泽好,青花素和植物纤维含量更高,质量在他同类商品中表现出较大的优势^[8-9]。

近年来,随着大豆种质研究深入、大豆加工业的发展及膳食结构的改变,生产和市场上对特用型双青大豆品种和商品原料需求量也在日益增多,现有审定的双青豆品种和每年的商品产出量不能满足生产和市场需要,尤其是双青豆新品种的更新换代速度与育成数量不及普通类型品种,现有生产应用的品种相对单一,老品种在生产上连年种植,种性退化,对病虫害的抵抗能力减弱,造成产量和品种降低,有碍于双青大豆产业的健康发展。黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究所根据双青大豆生产存在的问题和市场需求,充分发挥团队科研与资源优势,鉴定筛选出优异资源作为亲本,通过有性杂交系谱选择选育出双青大豆齐农绿 1 号,该品种为绿种皮绿子叶,品质均衡加工性状优异、早熟高产稳产、抗病性强,适应在黑龙江省第四积温带 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\ 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 区域种植,为黑龙江省双青大豆产业发展提供新品种支撑,同时对拓展农业种植多元化,带动特色农业产业高质量发展,具有重要的意义。

1 品种选育过程

1.1 亲本来源

1.1.1 母本 齐农绿 1 号母本为黑抗 08-12,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究所嫩丰 16 号为母本、丰豆 3 号为父本,进行有性杂交、系谱法选育而成的优质品系。

黑抗 08-12 在适应区出苗至成熟生育日数 120 d 左右,需 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\ 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。该品种为亚有限结荚习性。株高 80 cm 左右,有分枝,白花、尖叶,灰色茸毛,荚弯镰形、成熟时呈褐色,籽粒圆形、种皮黄色,种脐褐色,有光泽,百粒重 23.6 g 左右。母本籽粒照片如图 1 所示。

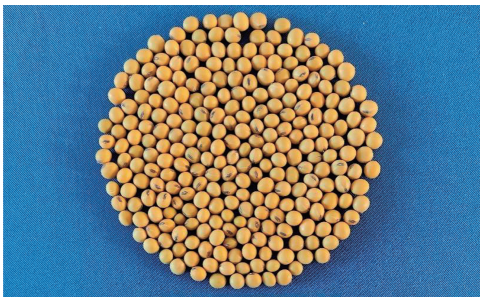


图 1 齐农绿 1 号的母本黑抗 08-12

Fig.1 Heikang 08-12, the maternal parent of Qinonglü 1

1.1.2 父本来源 齐农绿 1 号父本为九三绿大豆,是由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究所广石绿大豆 1 号为母本、嫩丰 16 号为父本,进行有性杂交、系谱法选育而成的优质绿大豆品系。

九三绿大豆在适应区出苗至成熟生育日数 113 d 左右,需 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\ 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。该品种为亚有限结荚习性。株高 85 cm 左右,有分枝,白花、尖叶,灰色茸毛,荚弯呈镰形、成熟时呈褐色,籽粒圆形、种皮绿色,种脐褐色,有光泽,百粒重 22.6 g 左右。父本籽粒照片如图 2 所示。

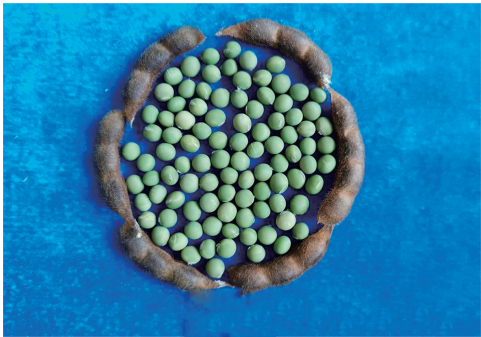


图 2 齐农绿 1 号的父本杂三绿大豆

Fig.2 Jiusanlydadou, the male parent of Qinonglü 1

1.2 品种选育过程

黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究所于 2014 年以黑抗 08-12 为母本,九三绿大豆为父本,进行有性杂交、系谱选择,当年冬季南繁种植 F_1 ;2015 年在齐齐哈尔分院科研基地种植 F_2 ,当年冬季南繁种植 F_3 ;2016—2017 年在齐齐哈尔分院科研基地种植 $F_4\sim F_5$,并于 F_5 代决选,代号为齐农绿 1 号;2018 年在齐齐哈尔分院科研基地进行品种比较试验;2019 年在黑河进行异地鉴定试验;2020 ~ 2021 年参加黑龙江省大豆品种区域试验(第四积温带),完成试验程序。品种 DNA 指纹审定收录品种数据库比较,品种间差异位点数均 ≥ 2 ,具备特异性;同时每年参试品种样品间差异位点数=0,具备真实性。品种进行了连续两个周期的 DUS 测试,结果为具备特异性、一致性、稳定性。2022 年通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定,审定编号为黑审豆 20220061,植物新品种权号 CNA20201001290。

2 品种特征特性

2.1 农艺性状

齐农绿 1 号结荚习性为亚有限结荚。株高 89.0 cm 左右,主茎有分枝,白花,尖叶,灰色茸毛,荚弯呈镰形、成熟时呈褐色,籽粒圆形、种皮和子叶均呈绿色、有光泽,脐色褐色,百粒重 22.6 g 左右。品种植株、籽粒和田间表现如图 3 ~ 5 所示。



图3 齐农绿 1 号的单株
Fig.3 Single plant of Qinonglü 1



图4 齐农绿 1 号籽粒
Fig.4 Seeds of Qinonglü 1



图5 齐农绿 1 号的田间表现
Fig.5 Field performance of Qinonglü 1

2.2 品质性状

经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试哈尔滨分中心测定:齐农绿 1 号 2020 年干基粗蛋白质含量 39.06%,粗脂肪含量 20.44%;2021 年干基粗蛋白质含量 39.71%,粗脂肪含量 19.63%。两年平均粗蛋白质含量为 39.39%,粗脂肪含量为 20.04%。

2.3 抗病性

经黑龙江省农作物品种抗性鉴定:佳木斯试验点田间接种大豆灰斑病试验,齐农绿 1 号在 2020 年抗大豆灰斑病;2021 年中抗大豆灰斑病。两年综合抗病接种试验鉴定结果:中抗大豆灰斑病。齐农绿 1 号抗病性鉴定结果详见表 1。

表 1 齐农绿 1 号抗病性鉴定结果

Table 1 Identification results of disease resistance of Qinonglü 1

年份 Year	叶部发病级别 Level of leaf disease	病情指数 Disease index	病率 Disease rate/%	病粒率 Disease particle rate/%	抗病性 Disease resistance
2020	2	27	1.0	0.0	抗
2021	3	47	0.0	0.0	中抗

2.4 品种适应性

经农业农村部植物新品种测试(哈尔滨)分中心检测,齐农绿 1 号特异性明显,一致性好,稳定性强,符合黑龙江省大豆新品种审定要求。根据区域试验及抗病鉴定结果,齐农绿 1 号中抗大豆灰斑病,早熟高产,色泽良好,品质优良,适宜在黑龙江省第四积温带 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\text{ }180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右区域种植,在适应区出苗至成熟生育日数 113 d 左右。

3 区域试验产量表现

3.1 鉴定与异地试验表现

齐农绿 1 号于 2018 年在齐齐哈尔分院科研基

地进行品比试验:平均产量 $2\text{ }643.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照品种广石绿大豆 1 号增产 10.1%;2019 年在黑河开展异地鉴定试验,平均产量 $2\text{ }596.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照品种广石绿大豆 1 号增产 11.6%。

3.2 区域试验产量表现

齐农绿 1 号在 2020 年参加大豆品种第四积温带区域试验:平均产量 $2\text{ }586.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照广石绿大豆 1 号增产 10.2%;2021 年续试平均产量 $2\text{ }674.3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照广石绿大豆 1 号增产 9.5%。两年区域试验平均产量 $2\text{ }630.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照广石绿大豆 1 号增产 9.8%。区域试验产量结果详见表 2。

表 2 齐农绿 1 号区域试验产量结果
Table 2 Regional trial yield results of Qinonglü 1

年份 Year	县级行政区域试验点 County-level administrative region test point	产量 Yield/(kg·hm ⁻²)	较对照增产 Increase yield compared with the control/%
2020	北安分局科研所(北安)	2588.6	9.7
	省农科院分院(黑河)	2657.8	11.4
	远东种业(嫩江)	2565.5	8.1
	圣丰种业(五大连池)	2742.4	10.6
	大龙种业(北安)	2461.7	12.3
	农场种子子公司(嫩江)	2615.5	10.2
	鹤山农场试验站(嫩江)	2473.2	8.9
	一年 7 点次	2586.4	10.2
2021	北安分局科研所(北安)	2627.1	9.4
	省农科院分院(黑河)	2811.7	8.7
	远东种业(嫩江)	2554.0	8.6
	圣丰种业(五大连池)	2784.8	10.6
	大龙种业(北安)	2742.4	9.8
	农场种子子公司(嫩江)	2592.4	9.9
	鹤山农场试验站(嫩江)	2607.8	9.2
	一年 7 点次	2674.3	9.5
平均 Average	两年 14 点次	2630.4	9.8

4 栽培技术要点

4.1 播种及田间管理

齐农绿 1 号在适应区 5 月上旬播种,选择中等以上肥力地块种植,采用垄三栽培方式,播种前确保种子纯度及净度,为防治地下害虫及种传、土传病害,播种前可进行种子包衣,施种肥磷酸二铵 130 ~ 150 kg·hm⁻²,尿素 30 kg·hm⁻²,钾肥 50 kg·hm⁻²,保苗 26 万 ~ 28 万株·hm⁻²。播种 7 d 后进行土壤处理,苗后根据杂草发生情况进行药剂防治^[10]。生育期间及时中耕,垄体深松,防治病虫害。

4.2 收获与保存

齐农绿 1 号田间种皮颜色变为成熟的褐色时,最好选择晴天早晨进行收获,避免由于气候干燥造成炸荚,损失产量。收获脱粒后及时晾晒,清除杂质,籽粒含水量低于 13% 可入库保存,储存期间防止仓促害虫危害,如有此情况需进行药剂熏蒸处理。

5 育种思考

一直以来,大豆新品种培育的总体目标离不开高产、优质、专用,培育出的品种要具备多用途、多样化,在提高产量为前提的基础上,要掌握农业发展动向,结合生产实际,针对不同市场需求开展不同类型的定向大豆新品种培育工作。但大豆遗传育种离不开种质资源,选择优异的种质资源作为育种亲本是决定能否从后代材料中培育出优良品种

的关键。目前生产上普通类型大豆的亲本资源较为丰富,但特用型大豆的亲本相对匮乏,尤其是双青大豆育种的种质资源较少,且存在资源同质化现象,造成育成品种遗传组成狭窄,限制了新品种的产出。齐农绿 1 号的育成既为特用型双青大豆生产提供新品种支撑,满足市场对新品种的需求,提升品种对产业的贡献度,又为双青大豆育种特供优异的亲本资源,拓宽了遗传基础,加快了双青大豆新品种培育的速度。

6 前景展望

双青豆作为特用大豆在人类膳食结构中拥有举足轻重的地位,国际贸易和国内市场需求量很大。双青豆因其独特的外观,优异的品质及特殊的食用、药用特性,加工特性受到消费者的关注和加工业的青睐,较大的市场价值空间受到了种植户和商户认可,推广和应用前景良好^[11-12]。

6.1 推广种植前景

黑龙江省土地资源丰富,土壤有机质含量高,生产出的双青豆质量高于其它地域。育种工作者在双青豆生产、品质评价等方面做了大量工作,双青豆产业在国内外市场的拓展倍受重视。随着消费者对研发出的多种双青豆保健食品的认可,双青豆的种植产业也彰显出发展前景^[13]。黑龙江省牡丹江市、鹤北林业局、北大荒农垦集团、密山及各地区农业合作社建有双青豆高标准示范基地,对推广

双青豆种植业起到重要的引领作用^[14]。齐农绿 1 号在该区域尤为适合种植,产量表现稳定,推广种植前景良好。

6.2 行业应用前景

从药用价值和营养学方面分析,双青豆性平、味甘。富含的不饱和脂肪酸和大豆磷脂具有保持血管弹性、健脑和防止脂肪肝形成的作用,皂角苷、蛋白酶抑制剂、异黄酮、钼、硒等成分对癌细胞具有抑制作用^[15-16]。相关研究表明双青豆籽粒蛋白、脂肪、纤维素、糖分含量丰富,含有人体必须的 8 种氨基酸和酶类,赖氨酸含量高,有丰富的维生素 E 及钙磷、铁等微量元素,FE 抗癌因子^[17-18]。齐农绿 1 号既可以用于特色芽豆、毛豆,也可以制成豆浆、豆腐、纳豆等豆制品,食用方式多样,口感佳,蛋白质含量高,可用于为消费者提供安全、放心和营养健康的大豆蛋白食品,为加工企业提供优秀的生产原料,促进特用大豆加工行业发展特色食品。

参考文献

[1] 郭美玲,郭泰,李灿东,等. 特用(专用)大豆综述[J]. 现代化农业, 2023(9): 2-5. (GUO M L, GUO T, LI C D, et al. Summary of special (special) soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2023(9): 2-5.)

[2] 袁明,韩冬伟,王淑荣,等. 特用大豆品种齐农 26 号及生产技术[J]. 中国种业, 2021(10): 100-101. (YUAN M, HAN D W, WANG S R, et al. Special soybean variety Qinong 26 and its production technology[J]. China Seed Industry, 2021(10): 100-101.)

[3] 杨明亮,张东梅,常玉森,等. 特用大豆优质种质资源利用与创新[J]. 黑龙江农业科学, 2016(8): 15-18, 26. (YANG M L, ZHANG D M, CHANG Y S, et al. Innovation and utilization of germplasm resources for special purpose soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2016(8): 15-18, 26.)

[4] 骆坤,刘宏,杨绍青,等. 解淀粉芽孢杆菌发酵的 3 种水豆豉的营养成分、溶栓及抗氧化活性[J]. 中国食品学报, 2021, 21(2): 37-44. (LUO S, LIU H, YANG S Q, et al. Nutrient composition, fibrinolytic and antioxidant activities of three kinds of soybean shuidouchi fermented by *Bacillus amyloliquefaciens*[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2021, 21(2): 37-44.)

[5] 郭颖. 不同品种大豆蛋白质凝胶特性及结构特性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学 (GUO Y. Study on the gel properties and structural characteristics of different varieties of soybean protein [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2023.)

[6] 万恂恂,李明,张凤英. 双青豆凝集素的纯化与部分性质研究[J]. 衡阳医学院学报, 1996, 24(3): 197-199. (WAN X X, LI M, ZHANG F Y. Purification and some properties of lectin from *Phaseolus vulgaris* L[J]. Medical Science Journal of Central South China, 1996, 24(3): 197-199.)

[7] 白兴梁. 不同品种大豆及发芽过程中异黄酮比较与抗氧化性研究[D]. 南京:南京财经大学, 2012. (BAI X L. The study on antioxidant activity of isoflavone extracted from different varieties of soybean and the bean sprouts[D]. Nanjing: Nanjing

University of Finance & Economics, 2012.)

[8] 齐德明,刘婧,陈志国,等. 2017 年牡丹江管理局特色大豆品种筛选试验总结[J]. 现代化农业, 2018(7): 11-12. (QI D M, LIU J, CHEN Z G, et al. Summary of screening experiment of characteristic soybean varieties in Mudanjiang administration in 2017[J]. Modernizing Agriculture, 2018(7): 11-12.)

[9] 朱治佳,袁明,韩冬伟,等. 黑龙江省松嫩平原西部大豆品种耐盐碱适应性试验[J]. 农业科技通讯, 2023(4): 93-96. (ZHU Z J, YUAN M, HAN D W, et al. Experiment on salt-alkali tolerance of soybean varieties in the western Songnen Plain of Heilongjiang Province[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2023(4): 93-96.)

[10] 袁明. 黑龙江省西部大豆胞囊线虫病发生动态及防治对策[J]. 黑龙江农业科学, 2011(5): 47-49. (YUAN M. Soybean cyst nematode dynamics and control measures in western Heilongjiang[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2011(5): 47-49.)

[11] 林红,齐宁,来永才,等. 特用大豆品种选育新进展[J]. 农业科技通讯, 2008(11): 75-76. (LIN H, QI N, LAI Y C, et al. New progress in breeding special soybean varieties [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2008(11): 75-76.)

[12] 赵璇,金素娟,牛宁,等. 特用大豆的发展前景及展望[J]. 河北农业科学, 2018, 22(6): 93-95. (ZHAO X, JIN S J, NIU N, et al. Development prospect and forecast of special soybean [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2018, 22(6): 93-95.)

[13] 纪伟波,涂海,陈志国. 牡丹江管理局特色大豆品种筛选试验总结[J]. 农业科技通讯, 2016(11): 80-82. (JI W B, TU H, CHEN Z G. Summary of screening test of characteristic soybean varieties in Mudanjiang administration [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2016(11): 80-82.)

[14] 王广石,王振山,荣祥生,等. 早熟高产优质特用型绿大豆新品种广石绿大豆 1 号的选育[J]. 大豆通报, 2006(3): 12, 14. (WANG G S, WANG Z S, RONG X S, et al. Selection of Guangshi No. 1 green soybean: An early and high yield with high quality soybean cultivar [J]. Soybean Bulletin, 2006(3): 12, 14.)

[15] 张振宇,韩旭东,郭泰,等. 东北特用豆地方品种资源调查[J]. 中国种业, 2015(5): 77-78. (ZHANG Z Y, HAN X D, GUO T, et al. Investigation on local variety resources of special beans in Northeast China [J]. China Seed Industry, 2015(5): 77-78.)

[16] 尚东辉,王丽华,马万秋,等. 特用大豆吉黑 3 号栽培技术及黑豆药用价值[J]. 吉林农业, 2011(8): 106. (SHANG D H, WANG L H, MA W Q, et al. Cultivation techniques of special soybean Jihei No. 3 and medicinal value of black beans [J]. Jilin Agriculture, 2011(8): 106.)

[17] 游侠. 营养健康目标下的大豆产业发展研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2009. (YOU X. The study of the soybean industry development with the goal of nutrition and health improvement [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009.)

[18] 宋雯雯. 中国大豆功能性成分地理分布规律及环境影响因素分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2018. (SONG W W. Studies of soybean functional component distribution across China and analysis on the environmental influences [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2018.)