



何梓彬,何龙,黄惠绿,等.不同菜用大豆品种产量与外观品质分析[J].黑龙江农业科学,2023(7):7-13,19.

# 不同菜用大豆品种产量与外观品质分析

何梓彬<sup>1</sup>,何 龙<sup>1</sup>,黄惠绿<sup>2</sup>,李丽慧<sup>1</sup>,赵建文<sup>1</sup>

(1.漳州市农业科学研究所,福建 漳州 363005; 2.漳州市角美镇农业农村服务中心,福建 漳州 363107)

**摘要:**为筛选适宜福建漳州地区晚季种植的优良菜用大豆品种,并为当地育种改良提供优异亲本,以引进的10个菜用大豆品种“毛豆64”“大青豆”“春风极早”“毛豆3号”“五叶黑籽”“浙鲜12”“闽豆7号”“闽豆10号”“上海青”和“翠绿宝”为试验材料,通过不同产量性状相关性分析与多个外观品质性状综合评价。结果表明,供试菜用大豆品种产量为 $627.5 \sim 1\,092.2 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ ,品种间产量差异显著,其中“毛豆64”“上海青”“闽豆7号”和“毛豆3号”产量表现突出,其中“毛豆64”最高,“上海青”次之;供试菜用大豆品种的发芽率( $r=0.800^{**}$ )、全生育期( $r=0.815^{**}$ )、株高( $r=0.794^{**}$ )、主茎节数( $r=0.769^{**}$ )和标准荚厚( $r=0.764^{**}$ )等性状同产量呈极显著正相关;对10个供试菜用大豆品种外观品质性状隶属函数综合排序表明,“上海青”荚色鲜绿,豆荚饱满,外观品质性状综合评价最优,“毛豆64”次之,“上海青”和“毛豆64”较“大茭大粒”的“毛豆3号”和“闽豆7号”更符合国内菜用大豆外观品质消费需求。综上,可选择“毛豆64”和“上海青”品种作为漳州地区晚季菜用大豆主栽品种与选育优良菜用大豆品种的亲本材料。

**关键词:**菜用大豆;品种鉴定;产量;外观品质

菜用大豆(*Glycine max* L. Merr)俗称毛豆,是指鼓粒期至初熟期籽粒饱满而尚未成熟,荚色与籽粒色翠绿时采摘作青食的专用型大豆品种<sup>[1-2]</sup>。菜用大豆属绿色食物<sup>[3]</sup>,其富含蛋白质、抗坏血酸、 $\beta$ -胡萝卜素/维生素A、维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>和膳食纤维等营养物质对调节人们膳食结构与改善营养状况具有重要作用<sup>[4-5]</sup>。随着我国大豆产业式微及国内外对菜用大豆需求增加,种植菜用大豆收益较普通大豆高2~4倍,发展菜用大豆成为我国大豆产业破局的重要途径之一<sup>[6]</sup>。

鉴定筛选优质高产菜用大豆品种不仅有利于挖掘优异种质资源,而且对菜用大豆的生产和育种具有重要指导意义<sup>[7]</sup>。产量是提高农民种植收益的重要因素。陈宏伟等<sup>[8]</sup>研究表明,生育周期、株高、主茎节数、分枝数、单株荚数以及单株荚重等性状同菜用大豆产量高度相关;还有一些研究认为不同种植时间与地区对菜用大豆产量和产量性状表现不同<sup>[9-10]</sup>。因此,菜用大豆产量是受环境与多基因控制的数量性状,生产和育种上很难通过提高某一性状来达到高产目的。所以探究不同产量性状在不同试验环境下的表现和关系,是

试验地区菜用大豆高效生产与高产育种的重要途径。

菜用大豆作为青荚消费类型农产品,外观品质决定其商品性,对消费者的消费决策起重要影响作用,也是提高农民参与田间收购议价能力的重要品质。当前关于菜用大豆外观品质界定标准不一,通常以出口地区和消费国家划定标准为主。Sirisomboon等<sup>[11]</sup>研究认为优级菜用大豆应具备较高的荚长、荚重、荚面积和种子硬度;亚洲蔬菜研究中心(AVRDC)要求菜用大豆应符合粒大(百粒重不少于30 g)、荚大(500 g鲜荚不超过175个)、粒多(成品荚每荚粒数应大于或等于2)、灰白毛和荚翠绿等外观品质特征<sup>[12-13]</sup>;另有研究提出我国大陆和台湾菜用大豆出口标准,要求荚长大于5.0 cm或4.5 cm,荚宽大于1.2 cm或1.3 cm,豆粒饱满青翠<sup>[14-15]</sup>。近年来,随着我国对菜用大豆需求上升,其国内销量已远超出口,市场供不应求,收购商收购标准也以国内消费标准为主<sup>[16]</sup>,但关于国内市场对菜用大豆外观品质要求的研究仍鲜有报道。根据多年市场调查,相较国外喜“大茭大粒”特征,国内市场更注重菜用大豆豆荚饱满程度、多粒荚率以及三粒荚率等外观品质性状。豆荚饱满程度高则荚中籽粒排列相近,荚皮平整轻薄,豆荚凹凸有致,凸显其单一美观;多粒荚率和三粒荚率则影响菜用大豆产品批

收稿日期:2023-02-01

第一作者:何梓彬(1994—),男,硕士,助理农艺师,从事粮油作物遗传育种工作。E-mail:694135008@qq.com。

通信作者:赵建文(1965—),男,高级农艺师,从事粮油作物遗传育种工作。E-mail:Zhaojw1688@qq.com。

次整体美观。因此,选育和种植符合国内市场需求的菜用大豆品种对于农民增收、市场消费需求和试验地区产业发展具有重要意义。

漳州是福建最早承接日本、台湾菜用大豆产业转移地区之一,菜用大豆种植栽培历史较长<sup>[17]</sup>。但长期产业发展中,存在品种单一,适应范围小,种性易退化等问题<sup>[18]</sup>。为进一步提升当地菜用大豆产量与品质,丰富地区种质资源,本试验通过分析引进菜用大豆品种的产量和外观品质性状,筛选具有地区适应性的高产优质菜用大豆品种,以促进漳州当地菜用大豆高效生产和产业发展,同

时也为当地高优菜用大豆杂交育种奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地为福建省漳州市龙文区书厅村下尾李漳州市农业科学研究所试验基地(24°32′48″N, 117°41′49″E)。试验期内,试验地区日平均气温 26.3℃,日均温差 9.1℃,气候温暖。试验时间 2022 年 8 月 23 日(种植时间)至 2022 年 11 月 14 日(最后一个品种采收时间),共 84 d。

### 1.2 材料

试验品种及来源如表 1 所示。

表 1 试验菜用大豆品种来源及说明

品种名	编号	来源	说明
毛豆 64	V1	福建省农业科学院作物研究所	福建、广东、海南等地大面积栽培品种
大青豆	V2	福建省农业科学院作物研究所	四川大面积栽培品种
春风极早	V3	汉江大学生命科学学院	湖北大面积栽培品种
毛豆 3 号	V4	福建省农业科学院作物研究所	我国出口加工主要品种
五叶黑籽	V5	福建省农业科学院作物研究所	高产优质菜用大豆品种
浙鲜 12	V6	福建省农业科学院作物研究所	浙江大面积栽培品种
闽豆 7 号	V7	福建省农业科学院作物研究所	福建大面积栽培品种
闽豆 10 号	V8	福建省农业科学院作物研究所	福建大面积栽培品种
上海青	V9	福建省农业科学院作物研究所	福建、海南等地大面积栽培品种
翠绿宝	V10	福建省农业科学院作物研究所	广东、云南等地大面积栽培品种

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 田间试验小区长 4 m,宽 1 m,面积 4 m<sup>2</sup>,每小区设 3 次重复,采用随机区组试验分布,共 30 小区。小区内株行距为 20 cm×30 cm,每小区 42 穴,每穴播 3 粒种,各小区一致。第一组重复前与第三组重复后种植长 1 m,宽 1 m,面积 1 m<sup>2</sup>的“毛豆 64”作保护行。

田间水肥病害管理参照漳州当地菜用大豆高产栽培管理方法,各小区管理一致。

1.3.2 测定项目及方法 生育期调查:试验期内调查记录不同试验品种的播种期、出苗期、始花期、始荚期以及采青期,计算不同品种的鼓粒期与全生育期。

发芽率:播种 7 d 后对各菜用大豆小区进行发芽率调查,并计算各小区发芽率。

发芽率(%)=(小区发芽数/小区播种数)×100

产量性状与外观品质性状:采青期(R7),各试验小区随机选取 10 株菜用大豆植株进行抽样调查,测定其株高、主茎节数、茎粗、有效分枝和底

荚高度等性状;采摘豆荚,测定单株荚数、单株荚重、三粒荚数、二粒荚数、一粒荚数、空荚数、单株有效荚数、百荚鲜重和 500 g 鲜荚数,百荚鲜重与 500 g 鲜荚数测定每组 4 次重复,然后计算结实率、三粒荚率以及多粒荚率;各试验品种随机选取 10 个三粒荚、二粒荚和一粒荚,用游标卡尺测定荚长、荚宽与荚厚,计算标准荚长、荚宽、荚厚;随机取 500 g 鲜荚进行脱粒,测定粒重与荚重,计算出仁率,每组重复 4 次。

出仁率(%)=(500 g 鲜荚脱粒重/500 g 鲜荚重)×100

单产测定:采青期分别收割所有试验小区菜用大豆植株,采摘豆荚,称重。单产计算以收割试验小区面积豆荚总重进行折算。

单产[kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>]=(试验小区豆荚重/试验小区面积)×667 m<sup>2</sup>

叶绿素含量测定:叶绿素含量测定参照丙酮-乙醇分光光度法进行测定<sup>[19]</sup>,每个品种 4 次重复。将豆荚剪碎,取 0.5 g 加入三角瓶中,加入

提取剂,三角瓶用封口膜密封,室温下避光提取,过滤。使用LS-5紫外可见分光光度计(上海仪电有限公司)对提取溶液进行测定,并计算叶绿素总含量(C)。

$$C=(8.05\times A_1+20.29\times A_2)\times v/(1000\times m)$$

式中,C为叶绿素总含量;A<sub>1</sub>为试样在663 nm处吸光值;A<sub>2</sub>为试样在645 nm处吸光值;v为试样体积(mL);m为样品质量(g)。

外观品质性状综合评价:采用隶属函数对菜用大豆外观品质多个指标进行综合评价<sup>[20]</sup>。隶属函数是前人研究可用于对多指标对象进行综合评价的方法,原理是将多个影响评价结果的指标进行归一化计算,因隶属函数值是[0,1]区间上的无量纲系数,所以可用隶属函数均值大小进行排序,隶属函数值越大说明所测指标评价越好。

隶属函数值计算公式为:

$$Y(X_i)=(X_i-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$$

式中,X<sub>i</sub>为指标测定值;X<sub>max</sub>和X<sub>min</sub>为所测指标集的最大值和最小值。若指标与评价性质为负

相关,则用反隶属函数1-Y(X<sub>i</sub>)转换。  
1.3.3 数据分析 采用Excel 2013和SPSS 25.0进行数据的录入、整理与分析;采用Origin 2022进行作图分析。

2 结果与分析

2.1 供试菜用大豆生育期调查

由表2可知,“春风极早”“毛豆3号”“闽豆7号”和“翠绿宝”等菜用大豆品种始花期较早,“上海青”始花期最晚,所有品种始花期范围在23~30 d,变幅为7 d;“春风极早”和“翠绿宝”最快达结荚期,“上海青”始荚期最晚,供试品种始荚期范围在29~37 d,变幅度为8 d;“五叶黑籽”品种鼓粒期时间较短,为29 d,“毛豆64”鼓粒时间最长,达44 d,“毛豆64”豆荚延青期明显高于其他供试品种;“春风极早”生育期最短,全生育期仅69 d,相较最晚品种“毛豆64”提前15 d,供试品种全生育期变化范围为69~84 d。

表2 供试菜用大豆田间生育期差异分析

品种	播种期	出苗期	始花期	始荚期	采青期	鼓粒期/d
毛豆64	8月23日	8月28日	9月20日	9月27日	11月14日	44
大青豆	8月23日	8月29日	9月16日	9月22日	11月4日	37
春风极早	8月23日	8月27日	9月15日	9月21日	10月30日	32
毛豆3号	8月23日	8月28日	9月15日	9月22日	11月5日	39
五叶黑籽	8月23日	8月29日	9月19日	9月28日	10月31日	29
浙鲜12	8月23日	8月28日	9月16日	9月23日	10月31日	32
闽豆7号	8月23日	8月28日	9月15日	9月22日	11月5日	39
闽豆10号	8月23日	8月27日	9月16日	9月23日	11月7日	39
上海青	8月23日	8月30日	9月22日	9月29日	11月4日	30
翠绿宝	8月23日	8月28日	9月15日	9月21日	10月31日	34

2.2 供试菜用大豆产量性状调查

2.2.1 植株性状比较 由表3可知,所有参试菜用大豆品种均为有限结荚习性,除“闽豆10号”开紫花外,其余品种均开白花。株型上,不同品种差异性较大,参试品种中,“闽豆10号”株高最高,为85.5 cm,底荚高度最高,达15.0 cm,主茎节数10.5节,茎粗6.5 mm,但有效分枝数最少,仅3.3个;“春风极早”株高最低,仅40.6 cm,底荚高度最低,为2.6 cm,主茎节数较少,为8.6节,茎粗6.8 mm,但有效分枝较多,为5.8个。

说明本试验中,株高同底荚高度与主茎节数

呈正比,同茎粗与有效分枝呈反比。此外,供试品种单株荚数在31.8~43.8个之间,“上海青”单株荚数最多,“大青豆”最少,所有品种单株荚数均值为37.8个。

2.2.2 产量相关性状比较 由表4可知,不同菜用大豆产量相关性状差异显著。发芽率是保障产量的重要因素之一,发芽率较高的品种“毛豆3号”“闽豆7号”和“闽豆10号”的产量也相对较高,均高于均值854.1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。供试菜用大豆品种结实率范围为83.1%~97.8%,均值90.8%,结实率较高,结实率最高的“五叶黑籽”单产最低,为

627.5 kg•(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。“毛豆 64”单株有效荚 40.3 个，单株荚重 123.4 g，产量最高，“上海青”单株有效荚 41.1 个，单株荚重 120.0 g，产量位居第二。多粒荚率平均值为 86.4%， “闽豆 10 号”最高，达 92.4%，各供试品种间差异显著。

表 3 供试菜用大豆植株性状差异分析

品种	结荚习性	花色	株高/cm	主茎节数	茎粗/mm	有效分枝	底荚高度/cm	单株荚数
毛豆 64	有限	白	71.0±0.9 b	11.2±0.1 a	6.6±0.1 abc	3.4±0.2 c	10.2±0.7 b	42.4±0.1 ab
大青豆	有限	白	64.6±1.0 c	10.0±0.0 cd	6.8±0.1 abc	3.6±0.2 c	8.3±0.5 c	31.8±0.0 f
春风极早	有限	白	40.6±1.1 e	8.6±0.1 e	6.8±0.1 abc	5.8±0.2 a	2.6±0.3 e	41.7±0.1 abc
毛豆 3 号	有限	白	69.4±1.1 b	10.1±0.1 bcd	6.5±0.1 c	3.5±0.3 c	7.8±0.5 c	39.8±0.1 abcd
五叶黑籽	有限	白	48.7±1.0 d	9.8±0.1 d	6.9±0.1 ab	6.2±0.2 a	2.7±0.2 e	36.2±0.1 cdef
浙鲜 12	有限	白	42.1±1.0 e	8.4±0.2 e	6.9±0.1 ab	4.9±0.3 b	3.6±0.3 e	37.8±0.2 bcde
闽豆 7 号	有限	白	65.3±1.1 c	10.0±0.1 cd	6.6±0.1 bc	3.5±0.2 c	7.4±0.6 c	33.6±0.1 ef
闽豆 10 号	有限	紫	85.5±1.1 a	10.5±0.1 b	6.5±0.1 c	3.3±0.1 c	15.0±0.7 a	35.0±0.1 def
上海青	有限	白	84.2±1.0 a	10.3±0.1 bc	6.5±0.1 c	3.8±0.2 c	5.3±0.3 d	43.8±0.1 a
翠绿宝	有限	白	42.4±0.9 e	8.7±0.1 e	6.9±0.1 a	5.8±0.2 a	2.8±0.2 e	35.8±0.1 def
均值	—	—	61.4±1.0	9.8±0.1	6.7±0.0	4.4±0.1	6.6±0.3	37.8±0.1

注:数据以均值±标准误差表示( $n\geq 3$ ),不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。

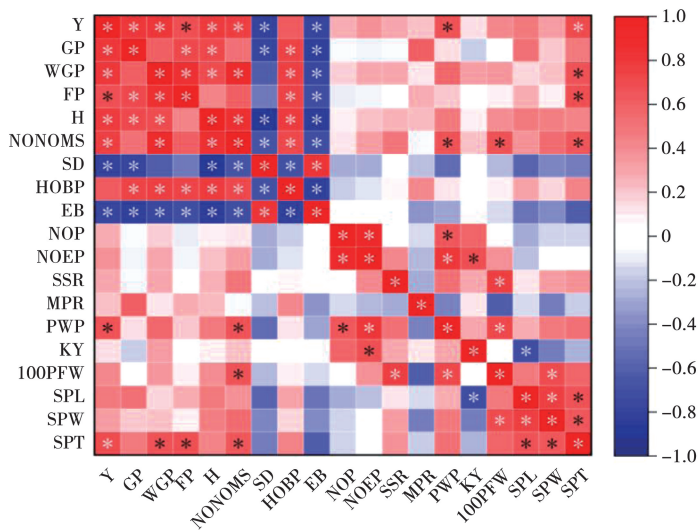
供试品种百荚鲜重在 218.9~317.3 g 之间，品种间差异显著，高于均值 265.9 g 的品种有“毛豆 64”“毛豆 3 号”“五叶黑籽”“闽豆 7 号”和“上海青”，除“五叶黑籽”外，“毛豆 64”“毛豆 3 号”“闽豆 7 号”和“上海青”产量均表现突出。供试菜用大豆品种产量在 627.5~1 092.2 kg•(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> 之间，均值 854.1 kg•(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>，不同品种产量差异显著，最高的是“毛豆 64”，较产量均值增加 27.9%，最低的是“五叶黑籽”，较产量均值降低 26.5%，较“毛豆 64”产量降低 42.5%。

表 4 供试菜用大豆产量相关性状差异分析

品种	发芽率/%	结实率/%	单株有效荚	单株荚重/g	多粒荚率/%	百荚鲜重/g	产量/ [kg•(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
毛豆 64	67.5±7.4 ab	95.3±1.0 ab	40.3±2.2 a	123.4±7.6 a	85.4±1.4 cd	289.4±5.2 b	1092.2±92.8 a
大青豆	67.2±7.2 ab	87.7±1.5 cd	28.0±1.2 c	75.5±2.7 d	88.6±1.2 abc	254.6±2.5 c	751.5±60.7 bc
春风极早	56.9±4.2 ab	86.9±1.4 d	36.4±1.9 ab	88.0±4.3 d	87.2±1.0 bcd	220.3±3.1 d	645.9±44.9 c
毛豆 3 号	73.8±5.0 a	85.3±1.3 d	34.1±1.6 b	109.0±4.2 abc	83.5±1.5 d	282.1±5.0 b	998.3±88.3 ab
五叶黑籽	42.6±10.6 b	97.8±0.4 a	35.5±1.7 ab	104.8±5.7 bc	76.4±1.8 e	317.3±7.9 a	627.5±157.1 c
浙鲜 12	51.3±10.2 ab	83.1±2.4 d	31.8±1.6 bc	80.5±2.7 d	86.5±1.4 bcd	218.9±5.5 d	657.0±116.3 c
闽豆 7 号	71.7±2.8 a	94.5±0.7 ab	31.8±1.1 bc	104.0±4.0 c	86.0±1.5 bcd	283.5±3.1 b	1005.5±34.1 ab
闽豆 10 号	75.9±7.1 a	91.6±1.2 bc	32.2±1.4 bc	86.9±3.1 d	92.4±0.9 a	251.9±5.6 c	938.8±102.3 abc
上海青	66.9±7.0 ab	93.8±0.9 ab	41.1±1.8 a	120.0±4.7 ab	87.1±1.4 bcd	287.4±1.3 b	1021.6±98.7 ab
翠绿宝	63.5±4.1 ab	92.5±1.1 b	33.1±1.1 bc	80.4±2.5 d	90.5±1.0 ab	253.5±6.0 c	803.2±49.1 abc
均值	63.7±2.6	90.8±0.5	34.4±0.5	97.3±1.7	86.4±0.5	265.9±5.0	854.1±39.4

对供试菜用大豆品种的所有产量相关性状进行相关性分析,如图 1 所示,本试验中菜用大豆产量同发芽率( $r=0.800^{**}$ )、全生育期( $r=0.815^{**}$ )、株高( $r=0.794^{**}$ )、主茎节数( $r=0.769^{**}$ )、标准荚厚( $r=0.764^{**}$ )等呈极显著正相关;同鼓粒期( $r=0.681^{*}$ )和单株荚重( $r=0.673^{*}$ )呈显著正相关;同茎粗( $r=-0.814^{**}$ )与有效分枝( $r=-0.799^{**}$ )呈极显著负相关;同底荚高度、单株荚数、单株有效荚、结实率、多粒荚率和出仁率标准荚长、标准荚宽等产量相关性状相关性不显著,可能是样本数据不够大,出现的偶然性。





Y.产量; GP.发芽率; WGP.全生育期; FP.鼓粒期; H.株高; NONOMS.主茎节数; SD.茎粗; HOBP.底荚高度; EB.有效分枝; NOP.单株荚数; NOEP.单株有效荚数; SSR.结实率; MPR.多粒荚率; PWP.单株荚重; KY.出仁率; 100PFW.百荚鲜重; SPL.标准荚长; SPW.标准荚宽; SPT.标准荚厚。图中黑色\*. $P\leq 0.05$ 。图中白色\*. $P\leq 0.01$ 。

图 1 供试菜用大豆产量性状相关性分析

2.3 供试鲜食菜用大豆外观品质调查

作为青荚消费类型农产品,灰白茸毛与鲜绿荚色的菜用大豆更受消费者欢迎<sup>[21]</sup>。由表 5 可知,供试 10 个菜用大豆品种中,仅“五叶黑籽”荚茸毛色呈浅棕色,商品性较差,其余品种荚茸毛色均为灰白;供试菜用大豆品种荚叶绿素含量介于 0.090~0.181 mg·g<sup>-1</sup>之间,均值 0.145 mg·g<sup>-1</sup>,除“五叶黑籽”和“春风极早”荚叶绿素含量偏低,荚色呈黄绿和白绿外,其余品种荚叶绿素含量介于 0.131~0.181 mg·g<sup>-1</sup>之间,荚色鲜绿。“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”标准荚长、荚宽与荚厚显著高于其他供试菜用大豆品种,有“大荚大粒”特征;“毛豆 64”虽其标准荚长、荚宽不及“闽豆 7 号”“毛豆 3 号”“上海青”和“大青豆”,但短荚厚粒凸显豆荚饱满和荚皮平整,荚厚特征突出。三粒荚率和多粒荚率是体现菜用大豆产品批次整体外观的重要性状,三粒荚率与多粒荚率越高则菜用大豆整体外观越优。供试菜用大豆品种中,“翠绿宝”三粒荚率与多粒荚率分别为 50.4%和 90.5%,多粒荚性状优异;

“闽豆 10 号”虽三粒荚率仅 28.7%,但多粒荚率 92.4%为试验品种中最高;“五叶黑籽”三粒荚率与多粒荚率仅 20.4%与 76.4%,显著低于大多数品种,说明其单粒荚数多。出仁率是体现菜用大豆单个豆荚饱满程度的指标,10 个试验菜用大豆品种出仁率范围在 48.5%~56.0%之间,均值 51.7%,品种间差异较大;其中,“大荚大粒”的“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”出仁率最低,说明虽然其荚果大,但荚中籽粒排列相对较远,荚皮厚重褶皱,豆荚外观不饱满。“毛豆 64”出仁率最高,虽荚果较“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”小,但荚皮轻薄平整,豆荚饱满。此外,“上海青”出仁率表现突出,达 54.0%,荚果饱满厚实,荚皮轻薄。500 g 鲜荚数上,亚洲蔬菜研究与发展中心(AVRDC)认为适合做菜用大豆的品种 500 g 鲜荚数不应超过 175 个,本试验中,500 g 鲜荚数低于 175 个的品种有 5 个,“五叶黑籽”最低,为 157.3 个,但除“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”荚大外,“毛豆 64”荚相对较小,因此本试验中 500 g 鲜荚数可以反映菜用大豆的荚重。

表 5 供试菜用大豆外观品质性状差异分析

品种	茸毛色	荚色	荚叶绿素/ (mg·g <sup>-1</sup> )	标准荚长/ cm	标准荚宽/ cm	标准荚厚/ cm	三粒荚率/ %	多粒荚率/ %	出仁率/ %	500 g 鲜荚数
毛豆 64	灰白	鲜绿	0.131±0.006 cd	5.24±0.07 c	1.31±0.01 b	1.05±0.01 ab	28.7±1.4 c	85.4±1.4 cd	56.0±0.2 a	172.0±3.3 c
大青豆	灰白	鲜绿	0.151±0.005 b	5.75±0.07 b	1.37±0.01 a	0.97±0.01 cd	43.5±1.7 b	88.6±1.2 abc	50.0±0.3 d	195.5±2.1 b
春风极早	灰白	白绿	0.117±0.004 d	5.16±0.07 c	1.28±0.02 bc	0.89±0.02 e	33.4±1.4 c	87.2±1.0 bcd	51.8±0.4 c	225.5±2.9 a
毛豆 3 号	灰白	鲜绿	0.141±0.005 bc	6.65±0.10 a	1.38±0.02 a	1.02±0.02 bc	22.0±1.5 d	83.5±1.5 d	48.5±0.5 e	174.8±2.3 c
五叶黑籽	浅棕	黄绿	0.090±0.002 e	5.75±0.10 b	1.38±0.03 a	0.96±0.01 cd	20.4±2.1 d	76.4±1.8 e	51.6±0.5 c	157.3±3.8 d
浙鲜 12	灰白	鲜绿	0.140±0.007 bc	5.16±0.06 c	1.25±0.02 bc	0.92±0.03 de	39.8±1.5 b	86.5±1.4 bcd	52.4±0.3 c	226.3±5.1 a

表 5 (续)

品种	茸毛色	荚色	荚叶绿素/ (mg·g <sup>-1</sup> )	标准荚长/ cm	标准荚宽/ cm	标准荚厚/ cm	三粒荚率/ %	多粒荚率/ %	出仁率/ %	500 g 鲜荚数
闽豆 7 号	灰白	鲜绿	0.142±0.001 bc	6.75±0.09 a	1.42±0.02 a	1.11±0.01 a	20.2±1.5 d	86.0±1.5 bcd	48.5±0.3 e	174.5±0.9 c
闽豆 10 号	灰白	鲜绿	0.176±0.003 a	5.93±0.09 b	1.29±0.02 bc	0.96±0.02 cd	28.7±1.4 c	92.4±0.9 a	52.3±0.3 c	195.5±2.3 b
上海青	灰白	鲜绿	0.181±0.003 a	5.85±0.08 b	1.37±0.02 a	0.95±0.02 d	33.6±1.9 c	87.1±1.4 bcd	54.0±0.6 b	173.5±0.5 c
翠绿宝	灰白	鲜绿	0.179±0.002 a	5.38±0.08 c	1.24±0.02 c	0.93±0.01 de	50.4±1.7 a	90.5±1.0 ab	52.2±0.4 c	197.3±4.9 b
均值	—	—	0.145±0.005	5.76±0.06	1.33±0.01	0.97±0.01	32.1±0.8	86.4±0.5	51.7±0.4	189.3±3.6

将供试菜用大豆外观品质性状指标进行隶属函数处理,茸毛色灰白赋值为 1,浅棕赋值 0;荚色鲜绿赋值 1,黄绿赋值 0;且因出仁率同豆荚饱满、荚皮平整相关,因此出仁率在整体函数值比重中调整为 2,其余数值比重均为 1,计算得表 6。

由表 6 可知,供试 10 个菜用大豆品种外观品质指标排序为“上海青”>“毛豆 64”>“闽豆 7 号”>“闽豆 10 号”>“翠绿宝”>“大青豆”>“毛豆 3 号”>“浙鲜 12”>“春风极早”>“五叶黑籽”,“上海青”外观品质性状综合评价最优,“毛豆 64”次之。

表 6 供试菜用大豆外观品质性状隶属函数值及排序

品种	茸毛色	荚色	荚叶绿素	标准荚长	标准荚宽	标准荚厚	三粒荚率	多粒荚率	出仁率	500 g 鲜荚数	排序
毛豆 64	1.00	1.00	0.43	0.13	0.40	0.77	0.38	0.56	2.00	0.79	2
大青豆	1.00	1.00	0.65	0.41	0.67	0.45	0.74	0.67	0.44	0.46	6
春风极早	1.00	1.00	0.29	0.09	0.24	0.15	0.52	0.61	0.90	0.03	9
毛豆 3 号	1.00	1.00	0.54	0.89	0.69	0.63	0.22	0.48	0.06	0.75	7
五叶黑籽	0.00	0.00	0.00	0.41	0.68	0.43	0.20	0.22	0.86	1.00	10
浙鲜 12	1.00	1.00	0.53	0.08	0.13	0.27	0.66	0.59	1.06	0.01	8
闽豆 7 号	1.00	1.00	0.56	0.94	0.85	1.00	0.19	0.59	0.04	0.76	3
闽豆 10 号	1.00	1.00	0.93	0.51	0.31	0.42	0.37	0.83	1.02	0.45	4
上海青	1.00	1.00	0.98	0.46	0.65	0.39	0.52	0.61	1.48	0.77	1
翠绿宝	1.00	1.00	0.96	0.20	0.10	0.30	0.91	0.76	1.02	0.43	5

3 讨论

3.1 不同菜用大豆产量及产量性状差异

作物产量是影响农民收益的主要经济性状,也是育种目标,菜用大豆产量受多基因控制,不同产量性状与其最终产量相关不同。研究人员通过试验发现生育期、株高、有效分枝、单株荚数等性状同菜用大豆产量呈正相关,并直接影响菜用大豆产量<sup>[22-23]</sup>。本试验中,菜用大豆品种“毛豆 64”全生育期 84 d,鼓粒期 44 d,延青期长,同时株高与主茎节数较高,为 71.0 cm 和 11.2 节,单株荚数 42.4 个,单株荚重 123.4 g,标准荚厚 1.05 cm,产量最高,达 1 092.2 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,与前人研究较为一致。但前人较少将发芽率纳入产量性状中进行分析,本试验中,供试菜用大豆发芽率同产量呈极显著正相关( $r=0.800^{**}$ ),因此菜用大豆高产栽培还需考虑种子活力以及通过栽培措施保证发芽率。此外,本试验中有效分枝与茎粗同产量呈极显著负相关( $r=-0.814^{**}$ 和 $r=-0.799^{**}$ )同前人研究结果不同,可能是试验地区种植株高较高品种单产高,而株高同有效分枝和茎粗呈极显著负相关( $r=-0.899^{**}$ 和 $r=-0.845^{**}$ ),因此株高较高品种有效分枝数较少,主茎较细。

3.2 不同菜用大豆外观品质差异

相较食味品质和营养品质,菜用大豆外观品质决定其商品性<sup>[24]</sup>,因此,提升菜用大豆外观品质是提高农民销售收益和菜用大豆品质育种的重要方向。荚色是评判菜用大豆外观品质的重要指标,王丹英等<sup>[25]</sup>认为,菜用大豆荚叶绿素最好介于 0.13~0.20 mg·g<sup>-1</sup>之间,因豆荚叶绿素含量越高,呈现的暗绿色反而给消费者带来不新鲜感。本试验中,仅“五叶黑籽”和“春风极早”荚叶绿素含量低于 0.13 mg·g<sup>-1</sup>,荚色呈黄绿和白绿,商品性较差,其余品种荚叶绿素含量介于 0.13~0.20 mg·g<sup>-1</sup>之间,荚色鲜绿,商品性较优。同时,出口菜用大豆加工要求其荚长不低于 4.50 cm、宽 1.30 cm、厚 0.60 cm,大荚大粒,无病斑,每 1 000 g 不超过 340 个荚<sup>[26]</sup>;但随着国内菜用大豆需求量上升,更多菜用大豆产品转为内销,生产符合国内消费需求的品种成为农民增收关键。本试验中,供试菜用大豆品种“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”标准荚长和荚宽最高,达到 6.65 cm、6.75 cm 和 1.38 cm、1.42 cm,显著高于其他品种( $P<0.05$ ),且其标准荚厚分别为 1.02 cm 和 1.11 cm,符合“大荚大粒”出口标准;但从豆荚饱满角度,“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”品种出仁率仅 48.5%,显著低于其他供试品种,说明“毛豆 3 号”和“闽豆 7 号”整体

外观不饱满,荚皮褶皱且厚,因此国内市场销路有限。而“毛豆 64”和“上海青”出仁率达 56.0%和 54.0%,显著优于其他试验品种,表明“毛豆 64”和“上海青”豆荚中籽粒紧致厚实,荚皮薄且平整光滑,豆荚凹凸有致,更受国内消费者青睐;尤其“上海青”,荚茸毛灰白、荚鲜绿色、叶绿素  $0.181 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、标准荚长 5.85 cm、标准荚宽 1.37 cm、标准荚厚 0.95 cm,三粒荚率 33.6%,多粒荚率 87.1%,500 g 鲜荚数 173.5 个,不仅符合菜用大豆出口外观标准,其整体外观也受国内市场欢迎。

#### 4 结论

供试 10 个菜用大豆品种产量性状与外观品质性状差异较大。产量上,供试的菜用大豆品种单产范围在  $627.5 \sim 1\,092.2 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$  之间,品种间差异显著,其中“毛豆 64”最高,“上海青”次之;菜用大豆发芽率( $r = 0.800^{**}$ )、全生育期( $r = 0.815^{**}$ )、株高( $r = 0.794^{**}$ )、主茎节数( $r = 0.769^{**}$ )和标准荚厚( $r = 0.764^{**}$ )等产量相关性状同产量呈极显著正相关,高效生产与高产育种需兼顾以上指标。外观品质上,菜用大豆品种“上海青”荚茸毛灰白,荚色鲜绿,荚长、荚宽适中,豆荚饱满,荚皮薄且平整光滑,在试验菜用大豆外观品质性状综合评价中最优;“毛豆 64”虽豆荚外观较“上海青”更饱满,但在荚色、荚长、荚宽、三粒荚率以及多粒荚率上略逊于“上海青”,因此外观品质性状综合评价次之。综上所述,可选择“毛豆 64”和“上海青”作为试验地区晚季菜用大豆主栽培品种与杂交亲本材料。

#### 参考文献:

- [1] 赵璇,王玉岭,李占军.菜用大豆的发展现状及展望[J].河北农业科学,2012,16(7):39-41.
- [2] 郭文场,刘佳贺,李悦.毛豆的特征特性、生产现状、品种简介及栽培管理[J].特种经济动植物,2019,22(4):27-32.
- [3] 曾新宇,孙学映,宗洪霞,等.重庆市鲜食大豆产业发展优势、问题与对策分析[J].南方农业,2018,12(1):41-45.
- [4] ANDREIA C S, MERCEDES C-P, JOSE M G M, et al. Evaluation of the shelf-life of vegetable-type soybean pods[J]. Brazilian Archives of Biology and Technology, 2012, 55(4):591-595.
- [5] 张秋英,李彦生,王国栋,等.菜用大豆品质及其影响因素研究进展[J].大豆科学,2010,29(6):1065-1070.
- [6] 李彦生.菜用大豆食用品质形成及调控研究[D].长春:中国科学院研究生院(东北地理与农业生态研究所),2013.

- [7] 王忠,杨亚玲,陈丽.菜用大豆产量与农艺性状关系的灰色关联分析[J].新疆农垦科技,2019,42(3):6-8.
- [8] 陈宏伟,朱珍珍,李莉,等.鲜食大豆种质资源农艺性状遗传多样性分析[J].南方农业,2019,13(29):177-179,182.
- [9] 周以飞.不同生境下菜用大豆产量与品质性状的因子分析[J].福建农林大学学报(自然科学版),2005,34(3):282-285.
- [10] CAI L X, YAN Q H, SHI S, et al. Analysis of soybean yield formation differences across different production regions in China and its technical approaches to yield improvement[J]. Agronomy Journal, 2020, 112:4195-4206.
- [11] SIRISOMBOON P, PORNCHALOEMPONG P, ROMPHOPHAK T. Physical properties of green soybean: criteria for sorting[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79: 18-22.
- [12] 颜清上,邵桂花. AVRDC 的菜用大豆育种研究[J].大豆通报,2000,11(5):27-28.
- [13] 颜清上,邵桂花,常汝镇. AVRDC 的大豆种质资源研究[J].大豆科学,2000(1):63-73.
- [14] 杨加银,张复宁,冯其虎.出口用毛豆楚秀的栽培与加工技术[J].上海蔬菜,1995,10(2):38-39.
- [15] 王金官.台湾菜用大豆的栽培及产品等级标准[J].台湾农业情况,1995,25(4):28.
- [16] 连金番,赵志刚,罗瑞萍,等.宁夏菜用大豆发展中存在的问题及展望[J].宁夏农林科技,2016,57(5):56-57.
- [17] 徐有,王凤敏,默郡景,等.我国菜用大豆的研究现状与发展趋势[J].河北农业科学,2012,16(4):42-45.
- [18] 胡润芳,林栩松,王志纯,等.菜用大豆闽豆 6 号的选育[J].福建农业学报,2016,31(7):714-718.
- [19] 闫震,聂继云,程杨,等.水果、蔬菜及其制品中叶绿素含量的测定[J].中国果树,2018(2):59-62,72.
- [20] 杨军,蔡哲,刘丹,等.高温下喷施水杨酸和磷酸二氢钾对中稻生理特征和产量的影响[J].应用生态学报,2019,30(12):4202-4210.
- [21] 蓝占城.菜用春大豆产量和品质分析及南北种植比较研究[D].杭州:浙江大学,2017.
- [22] AKKAMAHADEVI S, BASAVARAJA G T. Genetic variability and character association among vegetable soybean genotypes for yield and components traits[J]. Farm Science, 2017, 30(3):315-319.
- [23] KARTHIKA V, KOTI R V. Comparison of phenological phases and morphological traits in grain and vegetable soybean types and their relation with yield[J]. Farm Science, 2018, 31(1):50-53.
- [24] 张玉梅,胡润芳,林国强.菜用大豆品质性状研究进展[J].大豆科学,2013,32(5):698-702.
- [25] 王丹英,汪自强.菜用大豆品质研究概况[J].大豆通报,2001(2):26.
- [26] 陈学珍,谢皓,李婷婷,等.我国菜用大豆研究进展与生产利用现状[J].北京农学院学报,2003(4):311-315.

## Analysis of Yield and Appearance Quality of Different Vegetable Soybean Varieties

HE Zibin<sup>1</sup>, HE Long<sup>1</sup>, HUANG Huilü<sup>2</sup>, LI Lihui<sup>1</sup>, ZHAO Jianwen<sup>1</sup>

(1. Zhangzhou Institute of Agricultural Sciences, Zhangzhou 363005, China; 2. Agricultural and Rural Service Center of the People's Government of Jiamei Town, Zhangzhou City, Zhangzhou 363107, China)

(下转第 19 页)

[19] URBANY C, STICH B, SCHMIDT L, et al. Association genetics in *Solanum tuberosum* provides new insights into potato tuber bruising and enzymatic tissue discoloration [J]. BMC Genomics, 2011, 12(1): 7.

[20] van ECK H J. Genetics of morphological and tuber traits [M]//VREUGDENHIL D, BRADSHAW J, GEBHARDT C, et al. Potato biology and biotechnology advances and perspectives. Amsterdam: Elsevier Science BV, 2007: 91-115.

[21] 宿飞飞, 石瑛, 梁晶, 等. 不同马铃薯品种淀粉含量、淀粉产量及淀粉组成的评价[J]. 中国马铃薯, 2006(1): 49-51.

[22] 张维国. 不同类型地膜覆盖对马铃薯产量及品质的影响[J]. 作物杂志, 2013(1): 87-90.

[23] 姜丽丽, 金光辉, 孙秀梅, 等. 高淀粉马铃薯新品种垦薯 2 号的选育[J]. 中国蔬菜, 2016(5): 73-76.

[24] SHIN E H, BAIK M Y, KIM H S. Comparison of physicochemical properties of starches and parenchyma cells isolated from potatoes cultivated in Korea [J]. Food Science and Biotechnology, 2015, 24(3): 955-963.

[25] 李建武, 李高峰, 文国宏, 等. 基于 Genstat GGE 双标图评价甘肃省马铃薯区域试验的参试品种和试点[J]. 西北农业学报, 2018, 27(8): 1146-1151.

[26] 李亚杰, 李德明, 范士杰, 等. GGE 双标图在马铃薯品种适应性及产量稳定性分析中的应用评价[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2016(5): 617-622.

[27] FLIS B, DOMANSKI L, ZIMNOCH-GUZOWSKA E, et al. Stability analysis of agronomic traits in potato cultivars of different origin [J]. American Journal of Potato Research, 2014, 91(4): 404-413.

## Screening of New High Starch Potato Strains in the Kebai Area

WANG Haiyan, WANG Lichun, LI Fengyun, TIAN Guokui, PAN Yang, PANG Ze, DING Kaixin, HAO Zhiyong

(Keshan Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Potato Biology and Genetics Key Laboratory of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Qiqihar 161600, China)

**Abstract:** In order to screen special potato varieties with high starch content and high yield, 18 potato lines bred by Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences were comprehensively evaluated in terms of yield, quality and agronomic traits, taking Kexin 23 and Kexin 13 as control. The results showed that 5 high-starch materials were screened out of 18 materials, namely Ke 202027-2, Ke 202008-2, Ke 202040-23, Ke 20204037 and Ke 202045-5, and the starch content was more than  $18\text{ g}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ . The agronomic characters were excellent, and the yield increase was 4.20%-25.02%. Ke 202027-2 had a growth period of 79 days, round and white tuber flesh, starch content of  $20.4\text{ g}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ , yield of  $3\,140.46\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ , commercial potato rate of 91.59%, and the total starch output of  $586.98\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ . Ke 202040-23 has a growth period of 83 days, oval shape and light yellow flesh, starch content of  $20.3\text{ g}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ , yield of  $4\,384.91\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ , commercial potato rate of 92.61%, and total starch output of  $824.20\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ . The starch content and yield of remaining 13 materials did not meet the requirements, so they will be eliminated in the subsequent experiments.

**Keywords:** Kebai Area; potato; high starch; agronomic traits; yield; quality

(上接第 13 页)

**Abstract:** In order to screen excellent vegetable soybean varieties which are suitable for late season cultivation in the experimental area and provide excellent parents for local breeding and improvement, 10 introduced vegetable soybean varieties "Maodou 64" "Daqingdou" "Chunfengjizao" "Maodou 3" "Wuyeheizi" "Zhexian 12" "Mindou 7" "Mindou 10" "Shanghaiqing" and "Cuilubao" were used as experimental materials. Through correlation analysis of different yield traits and comprehensive evaluation of multiple appearance quality traits. The results showed that the yield variation range in the experimental tested vegetable soybean varieties was  $627.5-1\,092.2\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ , and there were significant differences in yield among varieties. Among them, "Maodou 64" "Shanghaiqing" "Mindou 7" and "Maodou 3" performed outstandingly in yield, with "Maodou 64" having the highest yield, followed by "Shanghaiqing"; The germination rate ( $r=0.800^{**}$ ), whole growth period ( $r=0.815^{**}$ ), plant height ( $r=0.794^{**}$ ), number of main stem nodes ( $r=0.769^{**}$ ), and standard pod thickness ( $r=0.764^{**}$ ) of the tested vegetable soybean varieties showed a highly significant positive correlation with yield; A comprehensive ranking of the membership functions for the appearance quality traits of 10 tested vegetable soybean varieties showed that "Shanghaiqing" had fresh green pods, plump pods, and the comprehensive evaluation of appearance quality traits was the best, followed by "Maodou 64". "Shanghaiqing" and "Maodou 64" were more in line with the appearance quality consumption needs of domestic vegetable soybeans compared to "Maodou 3" and "Mindou 7". In summary, "Maodou 64" and "Shanghaiqing" varieties can be selected as the main cultivated varieties of late season vegetable soybeans in the experimental area and as parent materials for breeding excellent vegetable soybean varieties.

**Keywords:** vegetable soybean; variety identification; yield; appearance quality