



王春雨,曹鹏鹏,田艺心,等.夏播小豆生育期结构与农艺性状的相关性分析[J].黑龙江农业科学,2024(8):8-13.

# 夏播小豆生育期结构与农艺性状的相关性分析

王春雨<sup>1</sup>,曹鹏鹏<sup>1</sup>,田艺心<sup>1</sup>,李娜娜<sup>2</sup>,朱冠雄<sup>1</sup>,高祺<sup>1</sup>,高凤菊<sup>1</sup>,华方静<sup>1</sup>

(1.德州市农业科学研究院,山东德州 253054; 2.山东省农业科学院农作物种质资源研究所,山东济南 250100)

**摘要:**为促进德州地区夏播小豆新品种选育及高产栽培,选取 83 份夏播小豆品种(系),分成早熟、中熟、晚熟 3 组,研究小豆生育期结构与农艺性状的相关性。结果表明,随着熟期的延迟,不同生育类型小豆的出苗一分枝期天数没有显著变化,分枝一开花期、生育前期和生育后期天数均显著增加,其中生育后期天数增加的幅度高于生育前期,且生育后期对全生育期的影响大于生育前期;小豆的株高、主茎节数、单株粒重、百粒重和产量随着熟期的延迟呈增加的趋势,在不同生育类型间株高、百粒重和产量差异显著,分枝数和单株荚数差异不显著;单株粒重和百粒重是影响产量的主要因素,单株粒重与全生育期呈显著或极显著正相关,百粒重与分枝一开花期和生育前期天数呈极显著正相关。综上可知,分枝一开花期、生育前期和全生育期天数是影响夏播小豆农艺性状和产量的主要因素。

**关键词:**夏播小豆;生育期结构;农艺性状;产量;相关性

小豆 [*Vigna angularis* (Willd) Ohwi & Ohashi] 隶属豆科 (Leguminosae) 蝶形花亚科 (Papilionaceae) 菜豆族 (Phaseoleae) 豇豆属 (*Vigna*), 染色体组为  $2n=22$ <sup>[1]</sup>。小豆具有高蛋白质、低脂肪且富含多种微量元素和氨基酸等优点,蛋白质含量比禾谷类作物高 2 倍~3 倍,此外还有净化血液、通便利尿等功效,是优秀的药食两用食物,有悠久的栽培历史,在我国各地均有种植,其中华北、东北和江淮地区是主产区,占小豆种植面积的 70% 左右<sup>[2-4]</sup>。小豆是我国现代农业种植结构调整的重要作物,在发展特色农业种植、实现农业供给侧结构性改革和乡村振兴战略方面有重要作用<sup>[5]</sup>。长期以来我国小豆以零散种植为主,基础研究相对薄弱,缺乏优质高产的小豆品种等问题严重制约我国小豆产业的发展<sup>[6]</sup>。因此,选育高产优质小豆品种,改良地方种质资源,因地制宜筛选适宜特定区域种植的小豆品种对促进小豆产业发展有重要作用。

作物的生育期与产量、品质密切相关,其长短决定了品种的光周期特性和适宜种植范围<sup>[7]</sup>。生育期性状不仅包括全生育期长短,还包括生育期结构,即不同的发育阶段<sup>[8-10]</sup>。前人根据小豆植株外部形态特征的变化,一般把小豆的一生划分为出苗期、分枝期、开花期、成熟期等若干个生育

时期<sup>[3]</sup>。后又以开花时期为界,将全生育期(出苗至完熟)分为生育前期(出苗至开花)和生育后期(开花至完熟)两个阶段,生育前期以营养生长为主,而生育后期则以生殖生长为主<sup>[11]</sup>。白鹏等<sup>[12]</sup>研究表明,小豆生育期的长短与株高、主茎节数、单株荚数呈显著正相关,导致农艺性状差异较大;刘振兴等<sup>[13]</sup>研究认为,小豆的株高与生育后期天数的正相关性最大,生育后期越长,植株越高,单株荚数与生育前期天数负相关性最大,生育前期越短,单株结荚数就越多;周桂梅等<sup>[14]</sup>通过研究小豆种质资源粒色与生育期的相关性表明,小豆籽粒颜色的亮度值( $L^*$ )、红度值( $a^*$ )和艳度值( $b^*$ )均与生育期天数呈显著的正相关,小豆籽粒越鲜艳,生育期就越长。这些小豆生育期结构与农艺性状关系的相关报道说明在育种、引种过程中,通过对小豆生育期结构的定向选择,能提高小豆高产、优质等优良性状的选择效率。尽管受遗传稳定性的影响,小豆的生育期结构、生育期长短是相对固定的,但由于遗传因子的表达还受环境因素、栽培条件、光周期等影响,小豆的生育期结构因种植生态区不同而有所差异,其产量及产量构成因素也有变化,因此进行不同生态区域小豆生育期结构及产量因素的相关性研究,对于指导当地小豆生产与育种有重要意义。本研究以德州

收稿日期:2024-02-01

基金项目:山东省农业良种工程项目农作物种质资源挖掘与精准鉴定(2021LZGC025)。

第一作者:王春雨(1995-),女,硕士,农艺师,从事大豆及食用豆类栽培育种研究。E-mail:824181971@qq.com。

通信作者:华方静(1986-),女,硕士,高级农艺师,从事食用豆及杂粮栽培育种研究。E-mail:sdgthfj@163.com。

地区夏播小豆品种(系)为研究对象,对小豆生育期结构与农艺性状的关系进行探讨,旨在为德州地区小豆新品种选育及高产栽培提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2021年6月在德州市农业科学研究院现代农业科技园试验基地进行,土壤为褐土,肥力中等,前茬作物为冬小麦,麦收后秸秆还田。该

地区属于暖温带大陆性季风气候,小豆全生育期有效积温 $2\ 790\ ^\circ\text{C}$ ,累积降雨量 $690.2\ \text{mm}$ ,日照时数 $622.4\ \text{h}$ ,有效积温和日照时数较往年差异不大,降雨量较往年增多。

### 1.2 材料

供试材料为德州市农业科学研究院2021年夏播小豆种质资源鉴定与评价试验的83份小豆品种(系),分为3个生育期类型(表1)。

表1 供试小豆材料名称及数量

生育类型	生育期/d	品种(系)	数量
早熟	<87	中红6号、中红5号、中红4号、中红12号、苏红3004、苏红14-10、苏820511、临引红1号、吉红11号、红05201、H5301、H5293、H5286、H5253、H5152、H5037、H5032、H5021	18
中熟	88~93	中红9号、中红8号、中红7号、中红10号、小豆7、小豆5、小豆4、小豆2、小豆10、小豆1、苏红5261、冀红9218、冀红12号、吉红10号、红资4311、红资4308、红资4108、红资4102、SXP0039、H5403、H5358、H5333、H5309、H5306、H5281、H5203、H5131、H5082、H5076、H5066、H5047	31
晚熟	>94	小豆9、小豆8、冀红16号、冀红15号、吉红9号、红资7126-1、红资4310、红资4307、红资4306、红资4303、红资4301、红资4108-1、红资4105、红资4104、保8824-17、保876-16、SXP0068、SXP0043、H5439、H5422、H5367、H5354、H5344、H5241、H5202、H5178、H5165、H5153、H5127、H5117、H5114、H5112、H5088、H5085	34

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用随机区组设计,3行区,行长 $5.0\ \text{m}$ ,行距 $0.5\ \text{m}$ ,株距 $0.2\ \text{m}$ ,3次重复,重复间设 $1\ \text{m}$ 走道,四周设保护行。依据当地生产管理进行生育期内的田间管理,各小区田间操作保持一致。

1.3.2 测定项目及方法 按照《小豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[3]</sup>调查记载各测定指标,生育期间调查出苗期、分枝期、开花期、成熟期,生育前期为出苗至开花的天数,生育后期为开花至成熟的天数。小豆收获前取小区中间1行的连续10株,测定株高、主茎节数、分枝数、单株荚数、单荚粒数、单株粒重和百粒重等性状。试验小区全部收获计产,脱粒后自然晒干,称量籽粒产量折合成单位面积产量。

1.3.3 数据处理 利用Excel 2007进行数据整理,利用DPS 7.05进行数据方差分析(Duncan's

新复极差法标定差异水平)和相关性分析,用Hiplot Pro分析平台绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生育类型小豆生育期结构分析

以生育期性状为因变量、不同生育类型作为因素,单因素分析生育期性状的变异<sup>[15]</sup>。由表2可知,不同生育类型间小豆的分枝一开花期、生育前期、生育后期及全生育期天数差异显著,出苗一分枝期和生育期结构(生育后期天数/生育前期天数)则差异不显著。从生育期性状来看,随着全生育期的延长,小豆出苗一分枝期的天数无明显差异,但分枝一开花期、生育前期、生育后期的天数均显著增加,说明生育前期的长短主要是由分枝一开花期决定的;生育前期增加的幅度小于生育后期,则说明生育后期对全生育期的影响大于生育前期。

表2 不同生育类型红小豆生育期构成

类型	品种(系)数	出苗一分枝期/d	分枝一开花期/d	生育前期/d	生育后期/d	生育期结构	全生育期/d
早熟	18	26.44±0.86 a	18.33±3.41 c	44.78±3.77 c	40.50±4.13 c	0.92±0.16 a	85.28±1.27 c
中熟	31	26.29±1.01 a	20.52±3.18 b	46.81±3.70 b	43.35±3.96 b	0.94±0.15 a	90.16±2.18 b
晚熟	34	26.09±0.79 a	22.68±2.93 a	48.76±2.79 a	46.62±2.47 a	0.96±0.10 a	95.38±1.26 a
总体	83	26.24±0.89	20.93±3.52	47.17±3.67	44.07±4.18	0.94±0.14	91.24±4.25

注:同一列数字后的不同小写字母表示生育类型间的差异显著性( $P<0.05$ )。下同。

## 2.2 不同生育类型小豆农艺性状分析

由表3可知,随生育期延长,小豆的株高、主茎节数、单株粒重、百粒重和产量呈增加的趋势,其中株高、百粒重、产量均显著增加;中熟、晚熟品种的主茎节数没有显著差异,但晚熟品种较早熟品种显著增加;中熟、晚熟品种的单荚粒数较早熟品种呈显著降低趋势,单株粒重则显著增加;分枝数、单株荚数变异较小,在不同生育类型的小豆品种间变化不明显。说明营养生长时期的延长有助于小豆株高和主茎节数的增加,而对分枝数的影响不大;生殖生长时期的延长有助于小豆单株粒重和百粒重的增加,对单株荚数的影响不大,最终表现为产量增高。在育种过程中不应片面追求单

荚粒数的数量,单荚粒数的数量越多,库越大,所需要干物质的量也越多,导致库源供应关系不平衡,最终表现为产量下降,这一现象在生殖生长期较短的早熟品种中尤为明显,这可能是早熟品种荚粒数多,而单株粒重、百粒重、产量均低的原因。

从农艺性状标准差的变幅来看,主茎节数、分枝数、单荚粒数和百粒重标准差的变幅较小,株高、单株荚数、单株粒重和产量标准差的变幅较大,早熟品种的主茎节数、分枝数、单株荚数、单荚粒数、单株粒重和产量标准差的变幅均大于总体,中熟品种的株高标准差明显高于早熟、晚熟品种。说明早熟类型不同小豆品种间的变异较中熟、晚熟品种丰富,不同中熟小豆品种间的株高表现差异大。

表3 不同生育类型小豆农艺性状

类型	株高/cm	主茎节数	分枝数	单株荚数	单荚粒数	单株粒重/g	百粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
早熟	50.74±7.19 c	18.59±2.12 b	3.17±1.50 a	30.68±7.22 a	6.04±0.83 a	21.43±6.30 b	11.63±1.62 c	1656.40±452.52 c
中熟	59.02±12.73 b	19.51±1.47 ab	3.20±0.91 a	31.57±5.70 a	5.66±0.58 b	25.72±5.29 a	14.62±2.47 b	2017.58±333.00 b
晚熟	67.27±9.63 a	19.92±1.79 a	3.59±0.93 a	30.53±6.79 a	5.67±0.53 b	27.30±4.57 a	16.21±2.61 a	2272.17±354.22 a
总体	60.61±12.17	19.48±1.81	3.35±1.08	30.95±6.44	5.75±0.64	25.44±5.65	14.62±2.92	2043.54±433.99

## 2.3 不同生育类型小豆生育期性状与产量及构成因素的相关分析

2.3.1 产量构成因素相关性分析 由图1可知,3种不同生育类型的小豆产量均与单株粒重和百粒重呈正相关,早熟、中熟品种的产量与单株粒重的相关系数分别为0.73和0.59,达极显著水平;中熟、晚熟品种的产量与百粒重的相关系数均为0.56,达极显著水平;整体来看,小豆产量与单株粒重、百粒重的相关系数分别为0.60和0.64,达极显著水平。无论是从不同生育类型来看,还是从整体来看,小豆的单株粒重均与单株荚数呈极显著正相关关系,说明小豆的单株粒重主要受单株荚数的影响,不受不同生育类型的影响。早熟、中熟品种的百粒重与单荚粒数呈显著负相关,相关系数分别为-0.56和-0.40;晚熟品种的百粒重与单荚粒数呈极显著负相关,相关系数为-0.45;整体来看,小豆的百粒重与单荚粒数呈极显著负相关,相关系数为-0.46;说明小豆的单荚粒数越多,百粒重越小。总的来说,小豆产量主要受单株粒重和百粒重的影响,而单株荚数越多,则单株粒重越大,单荚粒数越少、则百粒重越高,因此,在小豆育种工作中,应注重选择单株荚数多、单荚粒数少的品种,以达到高产的目的。

### 2.3.2 生育期性状和产量构成因素相关性分析

由表4可知,不同生育类型小豆的单株粒重与全生育期均呈正相关,其中晚熟品种的单株粒重

与全生育期的相关系数为0.3689,达显著水平,整体来看,二者的相关系数为0.4278,呈极显著正相关。不同生育类型小豆的百粒重与分枝一开花期天数和生育前期天数呈正相关关系,与生育期结构呈负相关关系,其中晚熟品种的百粒重与分枝一开花期天数呈极显著正相关关系,相关系数为0.4366,与生育前期天数呈显著正相关关系,相关系数为0.3908,与生育期结构呈显著负相关关系,相关系数为-0.3468。整体来看,小豆百粒重与分枝一开花期天数和生育前期天数的正相关关系均达极显著水平,相关系数分别为0.4581和0.4003,与生育期结构呈负相关关系,相关系数为-0.0489。

不同生育类型小豆的产量与出苗一分枝期天数呈负相关关系,与全生育期呈正相关关系。其中中熟品种的产量与出苗一分枝期天数的相关系数为-0.3927,达显著水平。整体来看,小豆产量与全生育期呈极显著正相关关系,相关系数为0.5819。总的来说,全生育期越长,越有利于小豆单株粒重的积累,从而有助于产量的提高。生育前期对产量及产量构成因素的影响比生育后期大,生育前期越长,小豆营养生长越充分,积累的干物质量越多,越有利于发挥出后期生殖生长的潜力。生育前期分为出苗一分枝期和分枝一开花期,分析结果表明出苗一分枝期较短、分枝一开花期较长的配比更有利于小豆百粒重和产量提升。

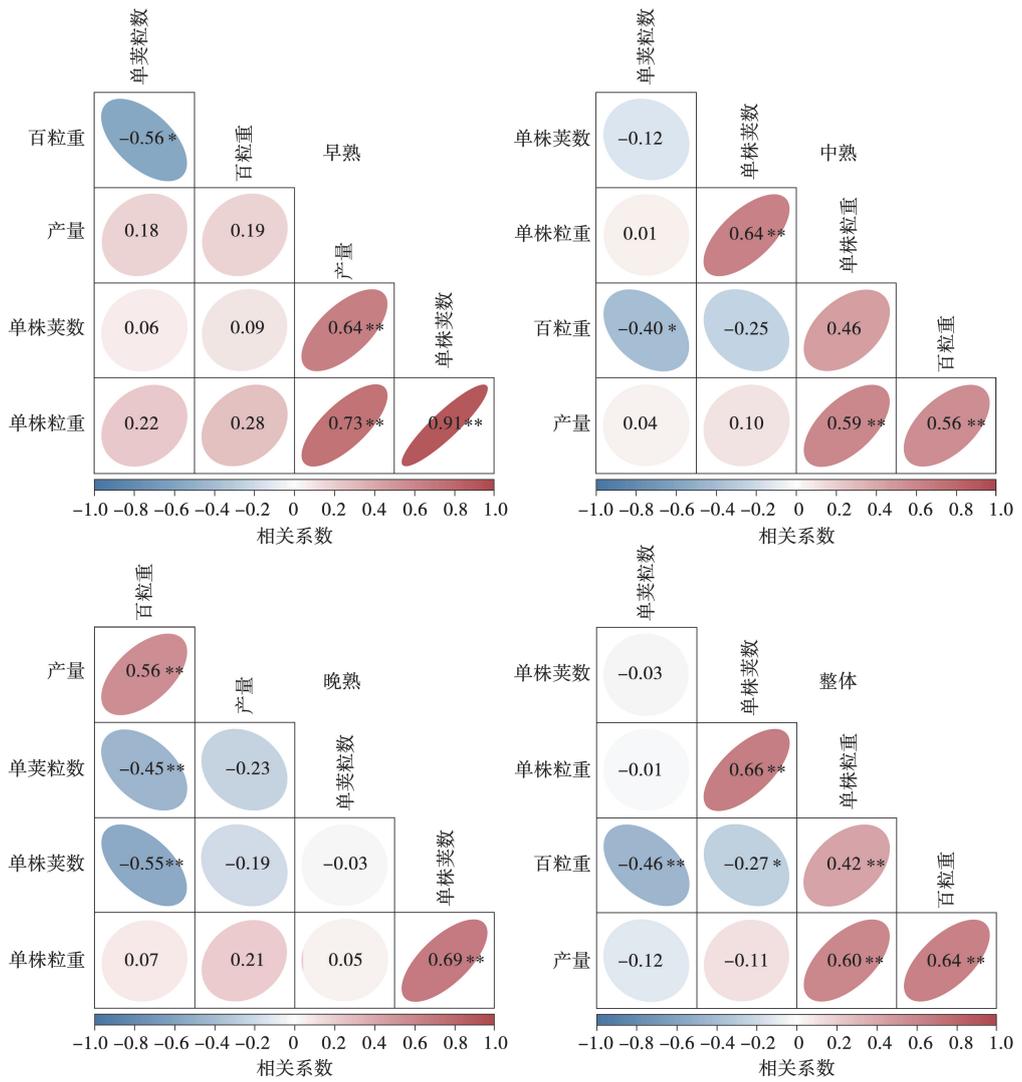


图 1 不同生育类型小豆产量性状相关性热图

注: \* 和 \*\* 分别表示在  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  水平上显著相关。下同。

表 4 不同生育类型小豆生育期性状与产量构成因素的相关系数

类型	性状	出苗—分枝期	分枝—开花期	生育前期	生育后期	生育期结构	全生育期
早熟	单株荚数	-0.1107	-0.0962	-0.1123	0.1189	0.0917	0.0538
	单荚粒数	-0.3771	0.1377	0.0391	0.0240	-0.0409	0.1933
	单株粒重	-0.1438	-0.0613	-0.0882	0.1206	0.0848	0.1306
	百粒重	0.4010	0.0132	0.1030	-0.0999	-0.0715	-0.0196
	产量	-0.0065	0.0519	0.0455	0.0719	-0.0088	0.3678
中熟	单株荚数	-0.0262	-0.1506	-0.1366	0.0605	0.0940	-0.1221
	单荚粒数	-0.1078	-0.1330	-0.1437	0.1615	0.1502	0.0498
	单株粒重	-0.1348	-0.0449	-0.0753	0.1823	0.1276	0.2040
	百粒重	-0.1134	0.1718	0.1169	0.0822	-0.0112	0.3484
	产量	-0.3927*	-0.0083	-0.1139	0.2578	0.1853	0.2757
晚熟	单株荚数	0.1588	0.0086	0.0542	0.0070	0.0074	0.1340
	单荚粒数	0.1347	-0.2926	-0.2695	0.3090	0.3003	0.0110
	单株粒重	0.1084	0.3003	0.3467*	-0.2032	-0.2607	0.3689*
	百粒重	-0.2407	0.4366**	0.3908*	-0.3468*	-0.3952*	0.1836
	产量	-0.0090	0.1888	0.1961	-0.0898	-0.1550	0.2580

表 4 (续)

类型	性状	出苗—分枝期	分枝—开花期	生育前期	生育后期	生育期结构	全生育期
总体	单株荚数	0.0302	-0.0736	-0.0633	0.0329	0.0582	-0.0223
	单荚粒数	-0.0691	-0.1799	-0.1896	0.0106	0.0957	-0.1531
	单株粒重	-0.1107	0.2346*	0.1983	0.2614*	0.0546	0.4278**
	百粒重	-0.1622	0.4581**	0.4003**	0.2686*	-0.0489	0.6091**
	产量	-0.2118	0.3160**	0.2519*	0.3712**	0.0845	0.5819**

### 3 讨论

农艺性状是判断作物是否适合在某一区域引种和育种的重要条件,生育期、株高、主茎分枝数及产量等指标在已有的研究中得到广泛关注<sup>[16-19]</sup>。前人研究认为,大豆品种间产量的变化受熟期类型影响,即适宜生育期为大豆高产的重要因素<sup>[20]</sup>。推迟小豆的播期,导致日均温升高、日照时数缩短,小豆的生育进程加快,会减少单株花数和单株荚数,从而造成产量降低,可见生育期能够通过影响产量构成因素进而影响作物产量<sup>[21]</sup>。本研究发现小豆株高、主茎节数、单株粒重、百粒重和产量随着熟期的延迟呈增加的趋势,不同生育类型间株高、百粒重和产量差异显著,说明生育期长短对小豆植株的形态建成及产量构成具有重要作用。参试的83份小豆品种(系)的株高、主茎节数、单株荚数、单株粒重、百粒重和产量存在显著差异,说明不同小豆品种(系)间变异类型丰富,选择基础较广,具有较好的改良潜力。这一结果与王晓磊等<sup>[22]</sup>研究结果一致,且本研究进一步明确早熟小豆品种(系)较中熟、晚熟品种的变异更为丰富。随全生育期的延长,小豆品种(系)的出苗—分枝期天数没有显著变化,分枝—开花期天数呈显著增加趋势,生育前期和生育后期天数也均显著延长,但生育前期增加的幅度小于生育后期,对全生育期的影响也是生育前期小于生育后期。

进一步对总体样本进行分析发现,单株粒重、百粒重是影响产量的主要因素,单株粒重与单株荚数、全生育期呈显著或极显著正相关,百粒重与单荚粒数呈显著或极显著负相关,与分枝—开花期、生育前期天数呈极显著正相关,与生育期结构呈显著负相关,产量与出苗—分枝期天数呈显著负相关,与全生育期呈极显著正相关,可见生育前期和全生育期天数是影响夏播小豆农艺性状的主要因素。王乐政等<sup>[23]</sup>研究表明,生育前期日照时数与小豆产量呈显著正相关,生育前期有效积温与单位面积荚数呈极显著正相关,而与单荚粒数

呈极显著负相关,适当增加生育前期的天数可提高单株荚数,获得较高产量;濮绍京等<sup>[24]</sup>利用3个杂交组合的F<sub>3</sub>世代分析了3个产量相关性状的遗传参数,证明小豆的单株荚数、单株产量、百粒重3个性状的遗传力较高;Kaga等<sup>[25]</sup>通过对比野生小豆和栽培小豆,并对驯化的相关性状进行分析得出,小豆的进化包括籽粒总数与籽粒大小相权衡的过程,单株荚数减少但荚长增加,单荚粒数减少但粒重增加,本研究结果与之类似。因此,今后的小豆育种工作中,在兼顾生育期长短和产量的基础上,可适当选择出苗—分枝天数较短、进入分枝—开花期较早且全生育期较长的品种,保证其营养生长形成较大的营养体、积累较多的干物质,从而有利于保证生殖生长时期有充足的营养供给和结荚、鼓粒时间,有目的地在育种过程中通过调整生育期结构来建立较好的源库关系,从而获得优良品种。

### 4 结论

随全生育期天数的增多,小豆分枝—开花期、生育前期和生育后期天数均显著增加,其中生育后期增加的幅度高于生育前期。不同生育类型小豆的株高、百粒重、产量随熟期的延长呈显著增加趋势,分枝数和单株荚数差异不显著。单株粒重和百粒重是构成小豆产量的重要因素,与产量呈极显著正相关关系。试验结果表明,单株粒重与单株荚数和全生育期天数呈显著正相关关系,百粒重与单荚粒数呈极显著负相关关系、与分枝—开花期天数和生育前期天数呈极显著正相关关系,产量与全生育期天数呈极显著正相关关系。综上可知,分枝—开花期、生育前期和全生育期天数是影响夏播小豆农艺性状和产量的主要因素,在进行高产小豆育种工作时,可以适当筛选出苗—分枝天数较短、进入分枝—开花期较早且全生育期较长的品种。

### 参考文献:

[1] 徐宁,王明海,包淑英,等.小豆种质资源、育种及遗传研究进展[J].植物学报,2013,48(6):676-683.

- [2] 郑卓杰. 中国食用豆类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 141-166.
- [3] 程须珍, 王素华, 王丽侠, 等. 小豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 42-76.
- [4] 王丽侠, 程须珍, 王素华. 小豆种质资源研究与利用概述[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(3): 440-447.
- [5] 颜军, 杨旭红, 王雨, 等. 我国小豆品种选育与新品种保护进展[J]. 种子, 2021, 40(4): 51-58.
- [6] 韩昕儒, 宋莉莉. 我国绿豆、小豆生产特征及产业发展趋势[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(8): 1-10.
- [7] 夏正俊. 大豆基因组解析与重要农艺性状基因克隆研究进展[J]. 植物学报, 2017, 52(2): 148-158.
- [8] 王英. 大豆生育期结构性状的遗传分析及相关基因的标志[D]. 北京: 中国农业科学院, 2008.
- [9] 韩天富, 盖钧镒, 陈风云, 等. 生育期结构不同的大豆品种的光周期反应和农艺性状[J]. 作物学报, 1998, 24(5): 550-557.
- [10] 杜志强. 抗线大豆品种生育期结构与百粒重、产量间的相关研究[J]. 大豆科学, 2013, 32(5): 714-717.
- [11] 周桂梅, 刘振兴, 陈健, 等. 小豆品种形态特征研究及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(5): 1144-1149.
- [12] 白鹏, 程须珍, 王丽侠, 等. 小豆种质资源农艺性状综合鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(6): 1209-1215.
- [13] 刘振兴, 周桂梅, 陈健, 等. 基于主成分与聚类分析的小豆品种综合评价[J]. 农学学报, 2015, 5(9): 57-63.
- [14] 周桂梅, 刘振兴, 陈健. 小豆种质资源粒色与生育期的相关性分析[J]. 河北农业科学, 2013, 17(1): 28-30, 45.
- [15] 傅蒙蒙, 王燕平, 任海洋, 等. 东北大豆种质资源生育期性状的生态特征分析[J]. 大豆科学, 2016, 35(4): 541-549.
- [16] 姜翠棉, 徐东旭, 高运青, 等. 小豆品种资源的灰色关联度分析与综合评价[J]. 河北农业科学, 2014, 18(2): 25-28.
- [17] 薛晨晨, 李春, 张炯, 等. 江苏省小豆地方品种资源农艺性状研究[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(10): 1770-1773.
- [18] 韩粉霞, 李桂英, 李新美. 小豆主要农艺性状的相关分析[J]. 中国农学通报, 1997, 13(6): 53-54.
- [19] 张盼盼, 任志元, 李鑫, 等. 20 个小豆品种在榆林地区的农艺性状表现及产量比较[J]. 榆林学院学报, 2020, 30(6): 20-26.
- [20] 王石宝. 早熟大豆在不同生态环境下生育期变化规律研究[J]. 山西农业大学学报, 1997, 17(3): 32-35, 39, 93.
- [21] 王石宝, 周建萍, 余华盛, 等. 光、温、水和红小豆生育及开花结荚的关系[J]. 山西农业科学, 1997, 25(3): 40-43.
- [22] 王晓磊, 康泽然, 魏云山, 等. 20 份小豆种质资源农艺性状鉴定与综合评价[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(2): 98-104.
- [23] 王乐政, 华方静, 曹鹏鹏, 等. 不同播期夏播小豆产量性能动态指标与光温水效应[J]. 草业学报, 2021, 30(1): 116-129.
- [24] 濮绍京, 金文林, 郝丽芳, 等. 小豆 F<sub>3</sub> 世代主要农艺性状的遗传变异[J]. 北京农学院学报, 2004, 19(2): 17-20.
- [25] KAGA A, ISEMURA T, TOMOOKA N, et al. The genetics of domestication of the azuki bean (*Vigna angularis*) [J]. Genetics, 2008, 178(2): 1013-1036.

## Correlation Analysis Among Growth Period Structure and Agronomic Traits of Summer-Sown Adzuki Bean

WANG Chunyu<sup>1</sup>, CAO Pengpeng<sup>1</sup>, TIAN Yixin<sup>1</sup>, LI Nana<sup>2</sup>, ZHU Guanxiong<sup>1</sup>, GAO Qi<sup>1</sup>, GAO Fengju<sup>1</sup>, HUA Fangjing<sup>1</sup>

(1. Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou 253054, China; 2. Institute of Crop Germplasm Resources, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

**Abstract:** In order to promote the breeding and high-yield cultivation of new summer-sown adzuki bean varieties in Dezhou, Shandong, 83 varieties (lines) of summer-sown adzuki bean were selected and divided into three groups: early maturing, medium maturing, and late maturing. The correlation between the growth period structure of adzuki beans and their agronomic traits were studied. The results showed that, with the delay of maturity, the days of branching-flowering stages, earlier growth period and the later growth period gradually increased, the days of later growth period were higher than the earlier growth period, and the influence on whole growth period was greater than the earlier growth period, but there was no significant difference on the germinating-branching period among different growth-period types; The plant height, node number of main stem, seed-weight per plant, 100-seed weight and yield all increased with the delay of maturity, the differences were significant on plant height, 100-seed weight and yield, but not significant on number of branches or number of pods per plant; Seed-weight per plant and 100-seed weight were the main factors affecting yield. The seed-weight per plant was significantly or extremely significantly positively correlated with the whole growth period, and the 100-seed weight was extremely significantly positively correlated with branching-flowering stage and early growth stage. In conclusion, branching-flowering stage, early growth stage and the length of the whole growth period were the main factors affecting the agronomic traits and yield of summer-sown adzuki bean.

**Keywords:** summer-sown adzuki bean; growth-period structure; agronomic trait; yield; correlation analysis