



康琦,史丰疆,于波,等.国内大豆品种在新疆博州垦区的农艺性状表现及综合分析[J].黑龙江农业科学,2025(4):25-34.

# 国内大豆品种在新疆博州垦区的 农艺性状表现及综合分析

康琦,史丰疆,于波,曾晓菲,夏红斌

(新疆生产建设兵团第五师农业科学研究所,新疆 双河 833408)

**摘要:**为解决新疆博州垦区春播与复播大豆的栽培难题,对引入的 35 个春播与 16 个复播大豆品种进行了多项农艺性状测定,并进行相关性、通径分析及聚类分析,通过调查复播不同播期对产量的影响,确定复播适宜时间,以便促进当地大豆种植推广及高产品种培育。结果表明,春播大豆与复播大豆单株经济性状均展现出显著的变异性,春播大豆的变异系数介于 26.32%~139.32%之间,而复播大豆的变异系数则在 7.87%~160.45%之间,其中,有效分枝数的变异程度最高,而百粒重和生育期的变异程度相对较低。在春播大豆中,产量与生育期、株高、单株粒数、单株粒重及百粒重均存在极显著正相关关系,尤其是单株粒数和百粒重,对产量的贡献最为突出。而在复播大豆中,只有产量与生育期之间呈现极显著的正相关关系,其中生育期对产量的贡献最为重要。通过聚类分析,以欧式距离 5 为标准,春播大豆品种被划分为四大类群。其中,第Ⅱ类群的新大豆 25、新大豆 26 和合农 71 在博州垦区表现最佳。而在复播大豆中,以欧式距离 15 为标准,分为六大类群,其中第Ⅱ类群与第Ⅴ类群的黑科 88、黑龙 501、黑龙 502 在博州垦区的生产效果较好。同时,春播大豆时需注意,南方品种可能不适合在博州垦区种植;对于复播大豆,关键在于避免播期过晚对产量造成严重影响,因此应尽早播种,适宜播期范围从 6 月 19 日至 7 月 9 日,且每推迟 1 d 播种,都会有一定的产量损失,播种越晚产量损失越大。

**关键词:**大豆;春播;复播;农艺性状;产量

大豆作为关键的粮油饲兼用作物,在我国自给率极低,近年来其需求量和进口量均位居全球之首<sup>[1]</sup>。为确保粮食和重要农产品供应安全,国家持续出台政策鼓励大豆油料扩种,自 2004 年至 2024 年,中央一号文件连续多年强调扩种大豆油料的重要性。在此背景下,北疆的博州地区及五师双河地区积极响应国家和兵团的大豆发展战略及振兴计划,采取多项措施促进大豆种植面积扩大和产量提升<sup>[2]</sup>。新疆地域广阔,纬度跨度大,有研究表明大豆引种有极强的纬度地带性,同一品种适宜纬度范围 1~2 个纬度带<sup>[3]</sup>,新疆生态区引种其他生态区域大豆具有一定风险。而新疆得天独厚的气候条件和机械化、规模化、水肥一体化灌溉的生产方式与其他大豆生态区不同<sup>[4]</sup>,引种的大豆品种需适应本地的栽培条件,生育期合适是引种栽培的前提,底荚高度是判断宜机收的标准,分枝数是影响耐密栽培的关键,产量是最显著、最直观的评判合适栽培的因素,而综合这些性状的理想株型,就是创制优异大豆新种质的关键<sup>[5]</sup>。这项研究对解决博州垦区紧迫的大豆生产问题,

提高产量,培育高产大豆和推广大豆种植具有重要意义。

博州垦区凭借充足的光照、丰富的热量资源(年均日照 2 815 h,无霜期 157~209 d),以及位于与东北大豆主产区相近的纬度带优势,成为种植大豆的理想区域。然而,在生产过程中,仍面临品种选择有限、单产不高以及栽培技术不足等问题。东北春播大豆及黄淮海夏播大豆的农艺性状研究较多<sup>[6-11]</sup>,新疆南疆和北疆石河子地区引种的大豆农艺性状研究也有零星报道<sup>[12-16]</sup>,但关于博州垦区引种大豆的研究未见报道,需深入研究适合本区域的春播及复播大豆品种。而且在本地区,复播大豆前一般先种小麦,受前茬作物(小麦)的收割时间影响,需要进行不同播期试验,以确定最佳复播时间。2023 年,新疆生产建设兵团第五师农业科学研究所所在本所试验地开展了大豆引种试验,共引进 51 个来自国内不同地区的大豆品种,其中春播大豆 35 份,复播大豆 16 份,进而筛选一批适宜在博州垦区种植的优质大豆新品种,为大豆种植推广提供数据支持,并为培育适应地方栽培的优质大豆新品种及新种质资源奠定基础。

收稿日期:2025-02-21

基金项目:第五师科技攻关项目(2024NY07)。

第一作者:康琦(1997—),女,学士,研究实习员,从事作物栽培及育种研究。E-mail:1762442257@qq.com。

通信作者:史丰疆(1971—),男,副研究员,从事作物栽培及育种研究。E-mail:535826331@qq.com。

# 1 材料与方法

## 1.1 试验地概况

试验地位于新疆生产建设兵团第五师农业科学研究所试验地二片区(44°52'3"N,82°8'15"E),海拔 408.6 m,棕钙土,肥力中等,前茬作物为棉花,秋翻地,春播前 15 d 机械耙地,封闭除草,施入禾耐斯 100 g·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。试验于 2023 年 4 月到 10 月中旬进行,天气属于正常年份,大豆苗期(4 月)气温较低,出苗时间长,7 月和 8 月的高温天气持续时间长,不利于开花授粉,复播在 6 月底至 7 月初温度较高,白天气温在 30 ℃ 以上,对出苗不利,有补种。整个试验期间,7 月 20 日,风力较大,其他天气风力正常,对试验影响较小。试验前期受野兔啃食,拉网补苗后未影响保苗率。

## 1.2 材料

春播试验材料共 35 个,分别是新疆的新大豆 25、新大豆 26、新大豆 8 号;东北片区的黑龙 151、吉育 441、合农 71、龙黄 15、铁豆 72、黑农 504、绥农 41、合农 70、东生 5 号、黑龙 87、垦农 23、绥农 36、黑河 36、龙黄 36、吉育 519、吉育 337、吉育 554、吉育 3411、吉育 2074、吉育 232、吉育 2101、吉育 491、吉育 4103、吉育 414、吉育 594、吉育 384、吉育 318、吉育 298、吉育 3102、吉育 340;云南的当地品种镇雄绿豆和镇雄褐豆。

复播试验材料共 16 个,分别是东北地区的黑河 43、黑河 45、黑龙 510、黑龙 501、黑龙 502、黑科 88、黑科 60、昊疆 40、鑫科 5 号、华疆 2 号、中黄 901、中黄 902;山东地区的圣豆 43、圣豆 44、圣豆 45、圣豆 87。

复播不同播期试验材料为以本地种植较多的华疆 2 号。

## 1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用随机区组排列,3 次重复,周边设保护行,区间设 50 cm 走道 2 条,30 cm 观察道 2 条,计产时水分标准为 13%。

春播试验小区长为 6.70 m,宽 2.30 m,膜宽 2.05 m,膜内 3 条滴灌带,每条滴灌带播种 1 个双行,共 6 行,膜内窄行距 20 cm,宽行 55 cm,膜间交接行距 60 cm,3 条滴灌带铺设在窄行 20 cm 之间。精量点播,每穴下种 1~2 粒,粒距 9.5 cm,平均行距 38.3 cm,理论保苗株数 2.2 万株·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,播深 2.5~4.0 cm,小区面积为 15.41 m<sup>2</sup>,计产时收中间 4 行面积为 10.27 m<sup>2</sup>。

复播试验小区长为 6.0 m,膜宽 2.3 m,膜内 3 条滴灌带,每条滴灌带播种 1 个双行,共 6 行,膜内窄行距 20 cm,宽行 50 cm,膜间交接行距 70 cm,3 条滴灌带铺设在窄行 20 cm 之间。精量点播,每穴下种 3 粒,粒距 3.0 cm,平均行距 38.3 cm,理论保苗株数 3 万株·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,播深 2.5~4.0 cm,小区面积为 13.8 m<sup>2</sup>,计产时收中间 4 行面积为 8.4 m<sup>2</sup>。

复播不同播期试验与复播试验设计相同。

1.3.2 田间管理 试验区采用水肥一体化施肥,人工覆膜,滚轮手推式播种,整个生育期采用人工拔除大草 2 次与中耕除草 1 次。

春播大豆的播种日期是 4 月 21 日,主要以当地 5 cm 土层温度稳定通过 10 ℃ 为准。施肥总量是施尿素 40 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,磷酸一铵 23 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,硫酸钾 15 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。全生育期灌溉 22 次,追肥 13 次,灌溉用水平均每次 4 h×5 m<sup>3</sup>·(h·667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,总量共 440 m<sup>3</sup>·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。春播大豆药剂防控及化学调控见表 1。

表 1 春播大豆 5 次药剂防控及化学调控用药日期及具体用量

日期	生育时期	状况描述	药剂名称及用量
6 月 5 日	6 片复叶期(开花初期)	发现青虫、蚜虫、黄化苗	喷施高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],20%啉虫脒[15 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],英国金彩叶面肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],缩节胺[15 g·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
6 月 20 日	8 片复叶期(花期)	发现棉铃虫、蚜虫、蓟马、红蜘蛛、黄化苗	喷施高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],20%啉虫脒[15 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],英国金彩叶面肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],1.8%阿维菌素[40 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],缩节胺[20 g·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
7 月 5 日	12 复叶期(荚期)	发现棉铃虫、蚜虫、蓟马、红蜘蛛、黄化苗	喷施高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],20%啉虫脒[10 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],1.8%阿维菌素[40 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],英国金彩叶面肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],缩节胺[15 g·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
7 月 26 日	鼓粒期	增粒重,防治棉铃虫、食心虫	无人机喷施高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],甲维盐[10 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[40 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
8 月 10 日	鼓粒中后期	部分保护行红蜘蛛严重	无人机喷施,1.8%阿维菌素[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]

当地小麦品种一般为新冬 52 号和新冬 22 号,麦收时间一般为 6 月 23 日至 7 月 10 日,麦后复播大豆,6 月 29 日为播种期。施肥总量是施尿素 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,磷酸一铵 16 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,硫酸钾 12 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。全生育期灌溉 14 次,追肥 10 次,灌溉用水平均每次 4 h×5 m<sup>3</sup>(h·667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,总量共 280 m<sup>3</sup>·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。复播大豆无化学调控,药剂防控见表 2。

表 2 复播大豆 3 次药剂防控用药日期及具体用量

日期	生育时期	状况描述	药剂名称及用量
7 月 26 日	营养生长期	防治棉铃虫、食心虫	无人机喷施高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],甲维盐[10 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[40 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
8 月 3 日	花荚期	防治棉铃虫、食心虫,保花、保荚	高效氯氟氰菊酯[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],20%啉虫脒[15 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],英国金彩叶面肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[40 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
8 月 10 日	鼓粒期	部分区域红蜘蛛严重	无人机喷施,1.8%阿维菌素[50 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ],澳飞莱微量元素水溶肥[20 mL·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]

复播不同播期试验依据当地麦收时间,设定 6 月 19 日为首个播期,之后每隔 5 d 设定一个播期,即 6 月 24 日、6 月 29 日、7 月 4 日、7 月 9 日,总计 5 个播期。施肥总量和其他管理措施与复播试验相同,全生育期灌溉 17 次,用水 340 m<sup>3</sup>·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。

1.3.3 测定项目及方法 观察记载各材料生育期,成熟后每小区取连续 10 株室内考种测产,测定各材料株高、底荚高、有效分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重,取平均值进行统计分析。田间记载及室内考种遵循《大豆种质资源描述规范和数据标准》中的相关标准<sup>[17]</sup>。

1.3.4 数据分析 采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 进行统计制图和相关系数计算,对数据标准化后

进行主成分、通径分析,利用系统聚类对春播、复播大豆品种进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 大豆单株性状及各因数的变异系数

2.1.1 春播试验 由表 3 可知,春播大豆品种中,云南的本地品种镇雄绿豆、镇雄褐豆未结荚收获,说明南方低纬度地区品种不适宜博州垦区引种栽培。各性状的变异系数排序为:有效分枝数(139.32%)>单株荚数(42.46%)>底荚高(41.68%)>单株粒数(36.33%)>单株粒重(33.55%)>株高(32.79%)>百粒重(31.03%)>生育期(26.32%)。

表 3 春播大豆单株经济性状平均值及变异系数

品种	生育期/ d	株高/ cm	底荚高/ cm	有效 分枝数	单株 荚数	单株 粒数	单株粒重/ g	百粒重/ g	产量/ [kg·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
新大豆 25	125	81.40	14.45	0.60	13.85	77.83	24.17	31.03	390.12
黑龙 151	116	86.07	12.73	0.07	12.66	43.69	14.17	32.43	344.13
吉育 441	133	93.57	19.47	0.10	19.37	64.27	13.00	20.23	327.55
合农 71	124	93.93	3.93	1.03	12.90	104.46	19.67	18.83	438.73
龙黄 15	124	117.06	32.30	0	32.30	51.76	10.50	20.27	323.45
铁豆 72	166	110.07	21.60	1.53	20.07	48.48	16.00	33.03	216.45
黑农 504	132	84.37	20.47	0.13	20.34	58.77	17.00	28.93	353.45
新大豆 26	134	108.37	26.70	0.60	26.10	94.05	24.67	26.23	409.54
绥农 41	124	74.70	20.67	0.03	20.64	36.70	11.67	31.77	306.78
合农 70	116	75.73	20.07	0.03	20.04	52.25	15.50	29.67	303.05
东生 5 号	110	64.97	13.77	0.53	13.24	47.43	11.67	24.60	348.96
黑龙 87	116	92.73	23.03	0.40	22.63	75.70	18.00	23.77	347.19
垦农 23	118	76.00	18.50	0.27	18.23	56.63	16.67	29.40	392.25
绥农 36	124	90.10	17.30	0.27	17.03	55.33	13.83	25.00	323.33
黑河 36	112	69.30	12.73	0.67	12.06	53.20	15.33	28.83	328.31
龙黄 36	110	69.67	17.73	0.43	17.30	72.11	14.67	20.33	344.70
吉育 519	135	102.23	25.20	0.03	25.17	76.48	16.17	21.13	284.00
吉育 337	137	108.93	22.37	0.03	22.34	70.83	16.00	22.60	245.67

表 3 (续)

品种	生育期/ d	株高/ cm	底荚高/ cm	有效 分枝数	单株 荚数	单株 粒数	单株粒重/ g	百粒重/ g	产量/ [kg•(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
吉育 554	137	106.17	16.17	0.30	15.87	61.15	11.67	19.07	256.26
吉育 3411	131	97.60	42.33	0.13	42.20	49.81	9.33	18.73	225.91
吉育 2074	131	126.37	37.90	0	37.90	51.9	14.50	27.93	293.14
吉育 232	131	156.72	41.12	0.17	40.95	70.65	15.83	22.40	297.60
吉育 2101	129	92.73	22.43	0.20	22.23	49.33	14.17	28.70	289.28
新大豆 8 号	131	89.27	22.87	0.30	22.57	71.65	17.83	24.87	358.99
吉育 491	131	111.47	24.53	0	24.53	73.84	15.50	21.00	313.64
吉育 4103	131	95.17	24.93	0	24.93	72.36	17.50	24.17	417.94
吉育 414	129	115.43	24.30	0	24.30	58.02	13.50	23.27	390.31
吉育 594	127	122.80	28.40	0	28.40	77.03	17.50	22.70	374.40
镇雄绿豆	未成熟	—	—	—	—	—	—	—	—
吉育 384	137	142.70	21.27	0.10	21.17	97.85	16.83	17.20	302.80
吉育 318	128	101.67	26.50	0.13	26.37	58.05	13.17	22.70	336.95
吉育 298	131	97.27	29.93	0.13	29.80	86.92	17.83	20.50	339.36
吉育 3102	131	103.90	33.43	0.03	33.40	48.51	11.50	23.70	324.10
镇雄褐豆	未成熟	—	—	—	—	—	—	—	—
吉育 340	131	98.03	27.87	0.07	27.80	47.45	13.17	27.73	309.69
变异系数/%	26.32	32.79	41.68	139.32	42.46	36.33	33.55	31.03	29.82

2.1.2 复播试验 由表 4 可知,复播大豆主要性状(25.90%)>单株粒数(18.92%)>单株粒重(18.19%)>株高(11.99%)>生育期(8.31%)>(160.45%)>单株荚数(26.85%)>底荚高 百粒重(7.87%)。

表 4 复播大豆单株经济性状及变异系数

品种	生育期/d	株高/cm	底荚高/cm	有效分枝数	单株荚数	单株粒数	单株粒重/g	百粒重/g	产量/[kg•(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
黑河 43	76	82.57	19.50	0	19.50	48.95	10.33	21.10	256.83
圣豆 43	76	67.17	12.60	0.57	12.03	54.78	13.50	24.63	230.97
圣豆 44	81	59.13	11.30	0.10	11.20	64.61	15.00	23.23	238.67
圣豆 45	69	71.87	16.27	0.10	16.17	66.01	14.00	21.20	234.77
圣豆 87	92	65.20	18.90	0.03	18.87	52.48	11.50	21.90	270.01
中黄 901	83	71.73	16.97	0	16.97	48.56	10.00	20.60	270.84
中黄 902	83	77.20	23.80	0	23.80	45.82	9.33	20.37	256.22
黑河 45	83	70.60	14.93	0	14.93	48.38	10.17	21.00	244.72
吴疆 40	83	60.97	14.47	0	14.47	43.46	10.50	24.17	258.74
黑龙 510	83	61.37	12.70	0.17	12.53	65.17	12.00	18.40	258.38
黑龙 501	93	82.43	21.77	0	21.77	58.23	12.83	22.03	281.91
黑龙 502	93	83.27	22.30	0	22.30	64.89	14.50	22.33	263.32
鑫科 5 号	76	67.53	15.20	0.03	15.17	64.51	13.17	20.40	233.41
华疆 2 号	83	68.10	11.27	0.27	11.00	70.33	14.17	20.13	241.53
黑科 88	92	67.17	13.70	0.07	13.63	71.64	16.67	23.27	270.56
黑科 60	86	56.70	10.83	0.57	10.26	84.19	16.50	19.60	267.51
变异系数/%	8.31	11.99	25.90	160.45	26.85	18.92	18.19	7.87	6.17

2.1.3 不同播期复播 不同播期复播大豆华疆 2 号的主要性状和变异系数排序为,有效分枝数(64.17%)>单株粒重(19.20%)>单株粒数(15.41%)>单株荚数(13.79%)>底荚高(12.22%)>株高(12.08%)>百粒重(4.34%)>生育期(3.43%)(表 5)。



结果表明,以6月19日为最早播期,每5 d一个播期,7月9日为最晚播期,随着播种期的推迟,复播大豆的生育期逐渐推迟,成熟需要的时间越来越长,株高逐渐降低,底荚高度也越来越低,单株荚数、单株粒数总体是越来越少,百粒重总体也在慢慢降低。

从产量来看,6月19日播种的复播大豆产量最高,之后的产量越来越低,每个播期之间(5 d)产量的下降率为3.81%~22.75%,平均每天的下降低幅约为3%,可以说,每推迟1 d播种,都会有一定的产量损失,越晚播种,产量损失越大(表5)。

表5 不同播期复播大豆单株经济性状及变异系数

品种	播种期	生育期/ d	株高/ cm	底荚高/ cm	有效 分枝数	单株 荚数	单株 粒数	单株粒重/ g	百粒重/ g	产量/ [kg·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
华疆2号	6月19日	86	71.50	11.13	0.03	11.10	92.01	20.50	22.27	320.72
	6月24日	88	64.60	11.13	0.60	10.53	96.38	20.67	21.43	251.10
	6月29日	90	68.10	11.27	0.27	11.00	70.25	14.17	20.13	241.53
	7月4日	93	62.57	10.70	0.33	10.37	72.01	14.50	20.13	199.07
	7月9日	93	51.30	8.23	0.53	7.70	72.93	15.33	20.93	153.79
变异系数/%	53.45	3.43	12.08	12.22	64.17	13.79	15.41	19.20	4.34	26.71

有效分枝数在该区域引种的品种中变异程度最大,因为多数品种分枝少或没有,个别品种有分枝,导致平均值小,标准差较大,变异系数偏大。说明有效分枝数在品种选育中具有较大的改良空间,而百粒重和生育期性状变异系数小,较为稳定,对其改良的空间小。而且不同大豆品种复播变异系数范围是7.87%~160.45%,春播变异系数范围是26.32%~139.32%,复播的变异系数比春播的大,说明复播大豆具有更丰富的遗传变异特征。

2.2 大豆主要农艺性状和产量及各因素的相关性分析

2.2.1 春播试验 春播大豆的相关分析表明,除有效分枝数外,各性状与产量间存在显著或极显著相关性。单株粒重( $r=0.820$ )、单株粒数( $r=0.745$ )、生育期( $r=0.717$ )、百粒重( $r=0.682$ )、

株高( $r=0.554$ )均与产量呈极显著正相关,底荚高( $r=0.369$ )、单株荚数( $r=0.360$ )均与产量呈显著正相关(表6)。说明这7个性状对产量有明显影响,在当地春播大豆高产潜力筛选中具有极重要的作用。

春播大豆中产量相关性状之间相关系数较高且达到极显著的有,底荚高与单株荚数( $r=0.999$ )、单株粒数与单株粒重( $r=0.859$ )、生育期与株高( $r=0.835$ )、株高与底荚高( $r=0.784$ )、株高与单株荚数( $r=0.778$ )、生育期与百粒重( $r=0.757$ )、生育期与单株粒重( $r=0.723$ )、生育期与单株粒数( $r=0.677$ )、株高与单株粒数( $r=0.672$ )、单株粒重与百粒重( $r=0.668$ )、生育期与底荚高( $r=0.648$ )、生育期与单株荚数( $r=0.634$ )、株高与单株粒重( $r=0.580$ )、株高与百粒重( $r=0.458$ )(表6)。

表6 春播大豆不同性状间相关性分析

性状	产量	生育期	株高	底荚高	有效分枝数	单株荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重
产量	1								
生育期	0.717**	1							
株高	0.554**	0.835**	1						
底荚高	0.369*	0.648**	0.784**	1					
有效分枝数	0.172	0.244	0.007	-0.200	1				
单株荚数	0.360*	0.634**	0.778**	0.999**	-0.234	1			
单株粒数	0.745**	0.677**	0.672**	0.383*	0.247	0.372*	1		
单株粒重	0.820**	0.723**	0.580**	0.325	0.371*	0.309	0.859**	1	
百粒重	0.682**	0.757**	0.458**	0.345*	0.283	0.332	0.323	0.668**	1

注:\*表示 $P<0.05$ 水平显著相关;\*\*表示 $P<0.01$ 水平极显著相关。

2.2.2 复播试验 复播大豆的相关分析表明:只有生育期( $r=0.790$ )与产量间存在极显著正相关

性。说明生育期在当地复播大豆高产潜力筛选中具有极重要的作用。复播大豆中产量相关性状之

间相关系数较高且达到极显著的有单株粒数与底荚高( $r=0.999$ )、单株粒重与单株粒数( $r=0.905$ )、底荚高与株高( $r=0.833$ )、单株荚数与株高( $r=0.831$ )、单株荚数与有效分枝数( $r=$

$-0.642$ )(表 7)。  
因此,从春播大豆和复播大豆的相关分析来看,不仅要考虑与产量相关的明显性状,也要考虑各性状间的协同作用。

表 7 复播大豆不同性状间相关性分析

性状	产量	生育期	株高	底荚高	有效分枝数	单株荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重
产量	1								
生育期	0.790**	1							
株高	0.223	0.110	1						
底荚高	0.419	0.281	0.833**	1					
有效分枝数	-0.270	-0.185	-0.486	-0.614*	1				
单株荚数	0.419	0.281	0.831**	0.999**	-0.642**	1			
单株粒数	-0.033	0.113	-0.353	-0.495	0.532*	-0.505*	1		
单株粒重	-0.071	0.167	-0.321	-0.481	0.510*	-0.490	0.905**	1	
百粒重	-0.090	0.095	0.004	-0.007	0.001	-0.007	-0.273	0.156	1

注:\*表示  $P<0.05$  水平显著相关;\*\*表示  $P<0.01$  水平极显著相关。

2.3 春复播大豆主要农艺性状和产量及各因数的通径分析

2.3.1 春播试验 以产量为因变量进行逐步回归分析,通过逐步排除自变量,发现春播大豆除有效分枝数外的各性状指标偏回归系数的显著性均低于 0.01 水平,具有统计学意义。直接通径系数和间接通径系数结果见表 8。各性状对产量的直接贡献的大小次序为:单株粒数(1.324)>百粒重(1.060)>底荚高(0.094)>单株荚数(-0.112)>株高(-0.198)>生育期(-0.418)>单株粒重

(-0.598);各性状对产量的间接贡献排序为:单株粒重(1.426)>生育期(1.091)>百粒重(0.718)>株高(0.666)>单株荚数(0.219)>底荚高(0.005)>单株粒数(-0.606);说明在其他农艺性状稳定的情况下,提高单株粒数、百粒重、底荚高属于提高产量的关键性状,而单株粒重通过单株粒数对产量的间接影响最大,其他性状相互间对产量也有不同程度的正向间接效应和负向间接效应,需要协调好农艺性状对产量的整体效应,特别是单株粒重与单株粒数的关系。

表 8 春播大豆性状对产量影响的通径分析

自变量		与产量的简单 相关系数	直接通 径系数	间接通径系数						
				X2	X3	X4	X6	X7	X8	X9
X2	生育期	0.717	-0.418	—	-0.165	0.061	-0.071	0.896	-0.432	0.802
X3	株高	0.554	-0.198	-0.349	—	0.074	-0.087	0.890	-0.347	0.485
X4	底荚高	0.369	0.094	-0.271	-0.155	—	0.026	0.327	-0.222	0.300
X6	单株荚数	0.360	-0.112	-0.265	-0.154	-0.022	—	0.493	-0.185	0.352
X7	单株粒数	0.745	1.324	-0.283	-0.133	0.023	-0.042	—	-0.514	0.342
X8	单株粒重	0.820	-0.598	-0.305	-0.115	0.035	-0.035	1.137	—	0.708
X9	百粒重	0.682	1.060	-0.316	-0.091	0.027	-0.037	0.428	0.708	—

2.3.2 复播试验 复播大豆的各性状指标中,仅生育期的偏回归系数的显著性低于 0.01,具有统计学上的意义。直接通径系数结果见表 9。结果表明,生育期对产量的直接贡献为 0.762,生育期对产量增加有正向直接作用,对产量的总影响为 0.790,说明生育期对复播大豆的影响最大,延长复播大豆的生育期可有效提高产量。

表 9 复播大豆生育期对产量影响的通径分析

自变量	与产量的简单相关系数	直接通径系数
X2 生育期	0.790	0.762

2.4 大豆聚类分析

2.4.1 春播试验 研究表明,在欧式距离为 5 时可将春播大豆材料划分为四大类群,第Ⅰ类群包括 2 个材料(镇雄绿豆、镇雄褐豆),该类群无法在博州垦区正常成熟收获。第Ⅱ类群包括 3 个材料(新大豆 25、新大豆 26、合农 71),该类群株高 94.57 cm 左右,生育期 128 d 左右,单株粒数多,单株粒重高,产量高,属于中熟类型。第Ⅲ类群包括 29 个材料,该类群株高 98.71 cm 左右,生育期 127 d 左右,有效分枝数少,单株荚数、单株粒数、

单株粒重、百粒重均居中,产量一般,属于中熟类型。第Ⅳ类群包括 1 个材料(铁豆 72),该类群生

育期 166 d,百粒重高,有效分枝数多,产量低,属于晚熟类型(图 1,表 10)。

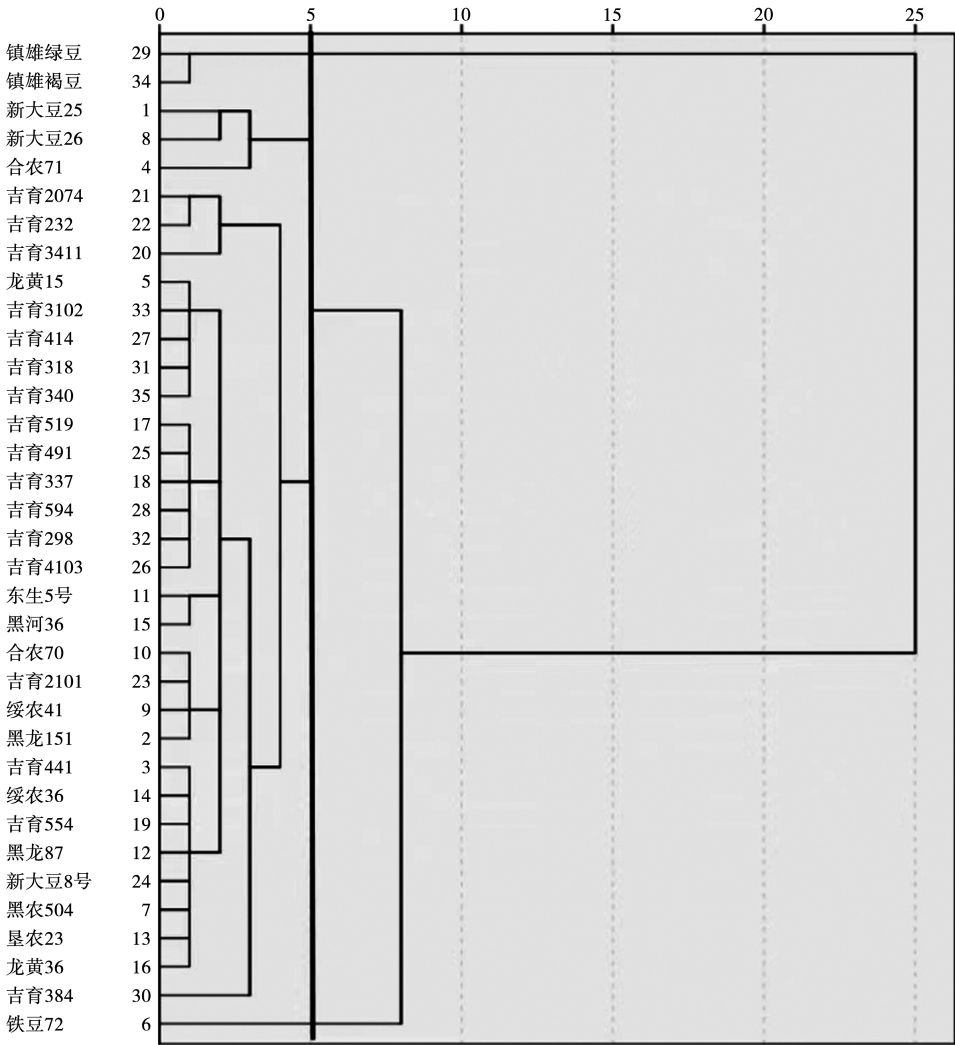


图 1 春播大豆农艺性状聚类

表 10 春播大豆各类群的农艺性状汇总

农艺性状		类型Ⅰ	类型Ⅱ	类型Ⅲ	类型Ⅳ
X1	产量/ [kg•(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	0	412.80	324.25	216.45
X2	生育期/d	0	127.67	126.66	166.00
X3	株高/cm	0	94.57	98.71	110.07
X4	底荚高/cm	0	18.36	24.15	21.60
X5	有效分枝数	0	0.74	0.16	1.53
X6	单株荚数	0	17.62	23.99	20.07
X7	单株粒数	0	92.11	61.71	48.48
X8	单株粒重/g	0	22.84	14.62	16.00
X9	百粒重/g	0	25.36	24.26	33.03

2.4.2 复播试验 在欧式距离为 15 时可将复播大豆材料划分为六大类群,第Ⅰ类群包括 5 个材料,该类群生育期平均 78.4 d,株高较低,都有分

枝,株高、底荚高度偏低,单株荚数、单株粒重、百粒重较低,导致产量偏低,属于复播的早熟类型。第Ⅱ类群包括 1 个材料(黑科 88),该类群生育期较长(92 d),单株粒数较多(71.64 粒),单株粒重最大(16.67 g),百粒重偏高,产量高,属于复播的中熟类型。第Ⅲ类群包括 1 个材料(圣豆 43),该类群生育期较短(76 d),分枝多,百粒重高,产量低,属于极早熟类型。第Ⅳ类群包括 1 个材料(黑科 60),该类群生育期(86 d),株高和底荚高度最低,单株粒数最多(84.19 粒),单株粒重较重(16.50 g),分枝多,产量较高,属于复播的早熟类型。第Ⅴ类群包括 2 个材料(黑龙 501、黑龙 502),该类群生育期长(93 d),株高、底荚高度接近最高,无分枝,单株荚数较多,平均产量最高,属于复播

的中熟类型。第Ⅵ类群包括,该类群 6 个材料生育期 83 d 左右,株高偏高,底荚高度偏高,几乎没有分枝,单株粒数在 48 颗左右,单株粒重在 10 g

左右,单株荚数、百粒重偏高,产量中等,属于早熟类型(图 2,表 11)。

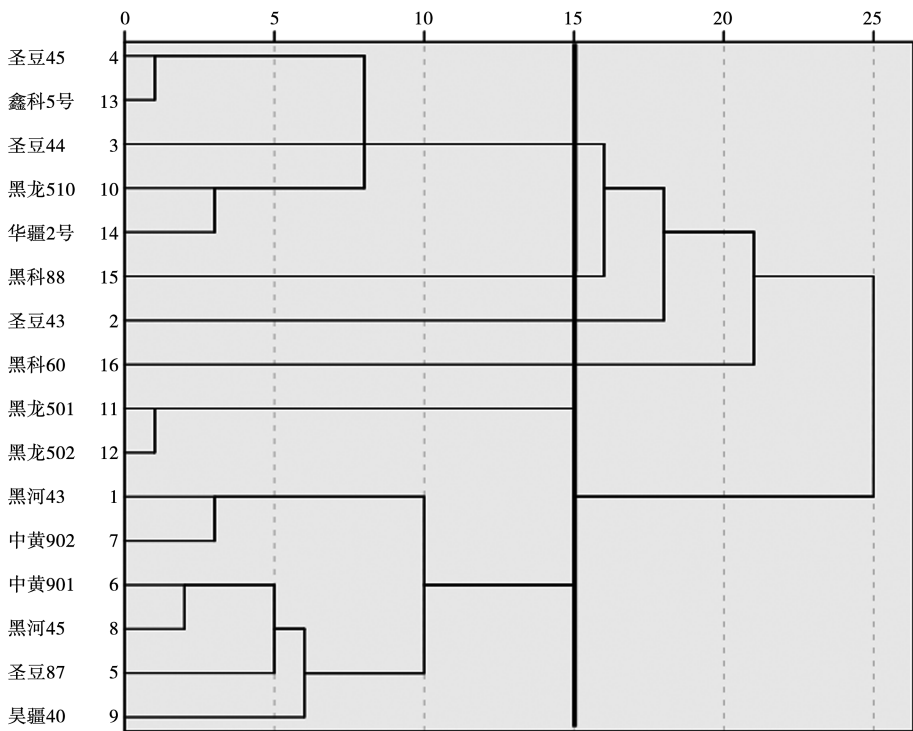


图 2 复播大豆农艺性状聚类

表 11 复播大豆各类群的农艺性状汇总

农艺性状		类型Ⅰ	类型Ⅱ	类型Ⅲ	类型Ⅳ	类型Ⅴ	类型Ⅵ
X1	产量/[kg·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	241.35	270.56	230.97	267.51	272.62	259.56
X2	生育期/d	78.40	92.00	76.00	86.00	93.00	83.33
X3	株高/cm	65.60	67.17	67.17	56.70	82.85	71.38
X4	底荚高/cm	13.35	13.70	12.60	10.83	22.04	18.10
X5	有效分枝数	0.13	0.07	0.57	0.57	0.00	0.01
X6	单株荚数	13.21	13.63	12.03	10.26	22.04	18.09
X7	单株粒数	66.13	71.64	54.78	84.19	61.56	47.94
X8	单株粒重/g	13.67	16.67	13.50	16.50	13.67	10.31
X9	百粒重/g	20.67	23.27	24.63	19.60	22.18	21.52

### 3 讨论

对引种的春播和复播大豆的农艺性状及产量进行汇总分析后,发现云南本地的镇雄绿豆、镇雄褐豆在博州垦区无法开花结实,而从东北引进的大豆材料则能正常开花结实,这验证了大豆引种不宜大幅度跨纬度进行的原则<sup>[4]</sup>,因此,在博乐、双河地区引种时,应避免选择南方大豆品种,若盲目引种可能会造成绝收的现象。

此外,从单株农艺性状的变异系数来看,有效分枝数在春播、复播及不同复播播期中均表现出较大的变异,而百粒重和生育期性状则相对稳定,

这一结果和赵连佳等<sup>[15]</sup>、汪宝卿等<sup>[9]</sup>的研究报道相吻合。说明在博州垦区生态环境中,有效分枝数具有更大的改良空间,而百粒重和生育期性状较为稳定,改良的空间较小。

通过各性状与产量之间的相关分析来看,春播大豆中除有效分枝数外,都与产量存在极显著或显著正相关,从这点来看,当前密度下,产量与生育期、株高、底荚高、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重都存在密切相关关系,一定程度上都能够影响产量的高低;复播大豆中,则只有生育期与产量之间存在极显著的正相关性,是影响产量的明显因素。同时,其他性状间也存在极显著的



相关关系,包括单株粒数与底荚高、单株粒重与单株粒数、底荚高与株高、单株粒数与株高、以及单株粒数与有效分枝数。因此,在考虑产量时,需要重视这些性状间的协同作用对产量的潜在影响。

春播大豆的通径分析结果进一步表明,各性状对产量的直接贡献的影响作用大的主要是单株粒数( $1.324$ ) $>$ 百粒重( $1.06$ ) $>$ 底荚高( $0.094$ ),结合单株粒数、百粒重、底荚高与产量的相关分析,底荚高与产量的相关系数( $r=0.369^*$ )未达到极显著水平,说明对产量贡献最大的是单株粒数与百粒重,单株粒数和百粒重的增加可有效提高产量,而单株粒重通过单株粒数对产量的间接影响最大,其他性状相互间对产量也有不同程度的正向间接效应和负向间接效应,说明农艺性状间既互补又相互克制,这与前人研究一致<sup>[3,5,7-8,11,13-15]</sup>。说明需要协调好农艺性状对产量的整体效应,特别是单株粒重与单株粒数的关系。复播大豆的通径分析指出,生育期对产量的直接贡献率高达 $0.762$ ,且在相关系数中影响最大,表明生育期的延长对复播大豆产量有正向促进作用,在正常情况下,充分成熟的大豆生育期越长,产量越高,这个观点与裴占江等<sup>[18]</sup>的研究结论相吻合。

聚类分析将春播的 35 个品种(欧式距离为 5)分为四大类群,第Ⅰ类群是南方的两个品种,无法正常成熟收获,这证实了南种北引存在较大风险,需谨慎进行,这与前人研究结果一致<sup>[19]</sup>。第Ⅱ类群的新大豆 25、新大豆 26、合农 71 是适合在博州垦区推广的春播中熟高产品种,新疆自育的新大豆 25 和新大豆 26 更适应当地的栽培条件,而合农 71 在刘远<sup>[20]</sup>、白志业等<sup>[21]</sup>的研究中也是推荐在新疆栽培的高产品种。第Ⅲ类群品种数量最多,共 29 个,属于在博州垦区产量一般的中熟类型,可以看出这些品种大部分都是东北的,说明从东北地区引入的品种确实大部分都适宜博州垦区栽培,但想要获得高产,还是需要培育与本地气候环境、栽培条件相适应的品种。第Ⅳ类群最少,只有铁豆 72,生育期最长( $166$  d),产量低,晚熟,不适合在博州垦区种植。

将复播的 16 个品种在欧式距离为 15 时划分为六大类群,第Ⅱ类群与第Ⅴ类群的黑科 88、黑龙 501、黑龙 502 是最适合在博州垦区生产的,产量高,生育期在 92 d 左右,属于复播的中熟类型,不会影响冬翻及下茬冬小麦的种植。第Ⅰ类群的 5 个品种属于早熟的矮秆、分枝多的类型,结荚数和籽粒容重都较低,导致产量较低;第Ⅲ类群圣豆 43,生育期最短( $76$  d),侧枝多,产量低,不适宜高密度栽培模式,属于极早熟类型。第Ⅰ类群和第Ⅲ

类群都不适合在博州垦区种植,但适于在更冷凉的地区栽培。第Ⅳ类群的黑科 60,属于复播的早熟、矮壮型品种,具有适宜的生育期( $86$  d)和较高的产量,然而,其底荚高度较低,仅为  $10.83$  cm。在试验人工收获的情况下,底荚高度对产量的影响并不显著,但若进行大面积推广,机械收获将成为主要方式,而低割茬高度可能会影响收获的干净度,进而造成产量损失<sup>[22]</sup>,因此,对于机械收获对该品种产量的具体影响,还需要进一步研究。第Ⅵ类群的 6 个品种,属于复播品种中产量一般的早熟品种,农艺性状上没有特别突出的表现。鉴于试验仅基于一年的数据,且气候的年际变化对品种适应性有显著影响,未来应淘汰表现不佳的品种,并通过重复及多点试验来确保试验的科学性和验证品种的稳定性。

从复播不同播期对产量的影响来看,博州垦区早播能够获得更大的产量收益,若麦收时间 6 月 19 日不能继续提前,那么每推迟 1 d 播种,都会有一定的产量损失,越晚播种,产量损失越大。该试验结果与王秀琴<sup>[23]</sup>的研究结果相似,同时张恒斌等<sup>[24]</sup>的研究也指出,复播的播期越早,产量越高。

## 4 结论

春播大豆与复播大豆均表现出显著的变异性,春播的变异系数介于  $26.32\%$ ~ $139.32\%$  之间,而复播则在  $7.87\%$ ~ $160.45\%$  之间。在春播大豆中,产量与生育期、株高、单株粒数、单株粒重及百粒重均存在极显著的正相关关系,尤其是单株粒数和百粒重,对产量的贡献最为突出。而在复播大豆中,只有产量与生育期之间呈现极为显著的正相关关系,其中生育期对产量的贡献最为重要。以欧式距离 5 为标准进行聚类分析,春播大豆品种被划分为四大类群。其中,第Ⅱ类群的新大豆 25、新大豆 26 和合农 71 在博州垦区展现出最佳的生产表现。而在复播大豆中,以欧式距离 15 为标准分为六大类群,其中第Ⅱ类群与第Ⅴ类群的黑科 88、黑龙 501、黑龙 502 在博州垦区的生产效果较好。春播大豆时需注意,南方品种可能不适合在博州垦区种植;对于复播大豆,关键在于避免播期过晚对产量造成严重影响,因此应尽早播种,适宜播期范围从 6 月 19 日至 7 月 9 日。

## 参考文献:

- [1] 佟光霁,孙沛雨.新发展格局下国际大豆贸易市场势力研究[J].学习与探索,2023(8):147-158.
- [2] 季良,彭琳.新疆大豆发展战略规划[J].安徽农业科学,2010,38(33):19146-19147,19151.
- [3] 任海龙,徐麟,李益,等.南繁条件下新疆大豆品种(系)的适应性评价[J].中国种业,2014(10):53-55.

- [4] 魏建军,战勇,罗庚彤,等.再谈新疆大豆种植区划及在引种工作中的应用[J].新疆农业科学,2004,41(3):179-181.
- [5] 郭勇,姜思琦,于莉莉,等.基于国内外大豆品种比较的中国大豆品种改良路径探索[J].大豆科学,2024,43(4):395-401.
- [6] 魏然,崔杰印,李阳,等.播期对我国北方春大豆农艺性状及产量综合影响的研究进展[J].大豆科技,2024(2):35-40.
- [7] 聂波涛,刘德泉,陈健,等.北方春大豆品种农艺和品质性状分析与综合评价[J].作物学报,2024,50(9):2248-2266.
- [8] 韩秉进,潘相文,金剑,等.大豆农艺及产量性状的主成分分析[J].大豆科学,2008,27(1):67-73.
- [9] 汪宝卿,张礼凤,慈敦伟,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J].山东农业科学,2010,42(3):20-25.
- [10] 牛永锋,咎凯,陈亚光,等.黄淮海地区(南片)夏大豆产量与农艺性状关系的分析[J].农业科技通讯,2023(7):88-91,95.
- [11] 咎凯,王凤菊,陈亚光,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状的综合评价及通径分析[J].天津农业科学,2023,29(10):18-24.
- [12] 章建新,胡根海.春大豆主要农艺性状的相关分析[J].新疆农业科学,2003,40(1):16-19.
- [13] 田海燕,战勇,张恒斌,等.8个新疆大豆主栽品种产量与主要产量性状关联度的研究[J].新疆农业科学,2011,48(11):2031-2034.
- [14] 曾凯,张恒斌,陈李森,等.68份大豆品种资源在新疆灌区的农艺性状分析[J].中国油料作物学报,2017,39(5):615-622.
- [15] 赵连佳,李淦,徐麟,等.不同大豆品种在新疆生态区主要农艺性状表现及产量的相关分析[J].新疆农业科学,2023,60(7):1663-1670.
- [16] 严勇亮,张恒,曲可佳,等.大豆不同品种农艺性状及产量的比较[J].新疆农业科学,2023,60(7):1653-1662.
- [17] 邱丽娟,常汝镇.大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.
- [18] 裴占江,李淑芹,佟玉新,等.大豆生育期农艺性状与产量相关性研究[J].东北农业大学学报,2007,38(3):299-303.
- [19] 安东,来兴发,邓建强,等.TOPSIS法评价南方大豆品种在黄土高原地区的饲用潜力[J].草地学报,2019,27(6):1710-1717.
- [20] 刘远.新品种“合农71”刷新我国大豆单产纪录[J].粮食科技与经济,2019,44(11):11.
- [21] 白志业,杨豫新,班婷,等.新疆大豆主要种植品种与排种器适配情况探究[J].新疆农机化,2024(2):8-10,28.
- [22] 赵彪.大豆机械收割减少损失技术[J].农业工程技术,2023,43(28):65-66.
- [23] 王秀琴.麦茬套播大豆高产栽培技术[J].新疆农业科技,2009(2):20.
- [24] 张恒斌,刘胜利,战勇,等.不同播期对早熟大豆产量及农艺性状的影响[J].新疆农垦科技,2010,33(2):22-23.

## Agronomic Character Performance and Comprehensive Analysis of Domestic Soybean Varieties in Bozhou Reclamation Area of Xinjiang

KANG Qi, SHI Fengjiang, YU Bo, ZENG Xiaofei, XIA Hongbin

(Agricultural Science Research Institute of the Fifth Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Shuanghe 833408, China)

**Abstract:** In order to address the cultivation challenges of spring-sown and double-cropped soybeans in the Bozhou Reclamation Area, 35 spring-sown and 16 double-cropped soybean varieties were analyzed for multiple agronomic traits, including coefficient of variation, correlation, path analysis and cluster analysis. The suitable sowing time for double-cropping was determined by analyzing the yield of different sowing dates, providing valuable reference information for the promotion of soybean cultivation and the breeding of high-yielding varieties in the local area. The research results showed that, both spring-sown and double-cropped soybeans exhibited significant variability. The coefficient of variation of spring-sown soybeans ranged from 26.32% to 139.32%, while that of double-cropped soybeans ranged from 7.87% to 160.45%. Among them, the variation degree of effective branch number was the highest, while that of 100-seed weight and growth period was relatively low. In spring-sown soybeans, yield was significantly positively correlated with growth period, plant height, number of seeds per plant, seed weight per plant and 100-seed weight. Especially, the number of seeds per plant and 100-seed weight made the most significant contribution to yield. In double-cropped soybeans, only yield was significantly positively correlated with growth period, and growth period made the most significant contribution to yield. Through cluster analysis, spring-sown soybean varieties were classified into four major groups based on a Euclidean distance of 5. Among them, Xindaduo 25, Xindaduo 26 and Henong 71 in Group II showed the best production performance in the Bozhou Reclamation Area. For double-cropped soybeans, they were divided into six major groups based on a Euclidean distance of 15. Among them, Heike 88, Heilong 501 and Heilong 502 in Group II and Group V showed better production performance in the Bozhou Reclamation Area. For spring-sown soybeans, it should be noted that southern varieties may not be suitable for cultivation in the Bozhou Reclamation Area. For double-cropped soybeans, the key is to avoid the negative impact of late sowing on yield. Therefore, sowing should be done as early as possible, with the suitable sowing period ranging from June 19<sup>th</sup> to July 9<sup>th</sup>. Each day of delayed soybean sowing results in a certain amount of yield loss, and the later the planting is postponed, the greater the reduction in yield.

**Keywords:** soybean; sowing in spring; reseeding; agronomic traits; yield