

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240410001

安徽省不同生态环境下夏大豆新品种 产量与农艺性状间的关系

胡国玉 杨勇 王雅楠 李杰坤 王大刚 吴倩 王维虎 黄志平
(安徽省农业科学院作物研究所,合肥 230031)

摘要:为明确安徽省新育成大豆品种在不同生态环境下的产量及主要农艺性状表现,分析了2016–2021年安徽省夏大豆新品种比较试验的相关数据。结果表明:不同年份新品种比对照平均增减产 -1.57% ~ 4.10% ,新品种的平均单株荚数比对照增加 11.83% ~ 23.45% ,百粒重降低 5.78% ~ 10.94% ,2021年新品种的平均每荚粒数比对照增加 3.03% ;新品种产量与单株荚数、每荚粒数及百粒重呈显著或极显著正相关的试验点次分别占总试验点次的 67.74% 、 32.26% 和 16.13% ,新品种产量与营养生长期天数、主茎节数及有效分枝数呈显著或极显著正相关的试验点次分别占总试验点次的 38.71% 、 41.94% 和 38.71% ;有5年高产新品种的单株荚数和有效分枝数显著或极显著大于普通新品种,有4年高产新品种的营养生长期天数、主茎节数显著或极显著大于普通新品种;安徽省大豆新品种产量的提高主要得益于单株荚数和每荚粒数的增加。因此,在安徽省生态环境下,增加大豆品种的单株荚数和每荚粒数,适当延长品种营养生长期,增加主茎节数和有效分枝数均有利于提高品种产量。

关键词:安徽;大豆;新品种;产量;农艺性状;相关性

The Relationship Between Yield and Agronomic Traits of New Summer Soybean Varieties under Different Ecological Environments in Anhui Province

HU Guoyu, YANG Yong, WANG Yanan, LI Jiekun,
WANG Dagang, WU Qian, WANG Weihu, HUANG Zhiping
(Institute of Crop Research, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031)

目前我国大豆进口量占消费总量的80%以上,不利于国家粮食安全^[1-2]。培育高产稳产大豆品种,优化品种布局,提高单产、增加总产是维护国家粮食安全的必要途径。安徽省大豆产区主要位于沿淮、淮北地区,属于黄淮海夏播大豆生态区,常年种植大豆66.67万 hm^2 (1000多万亩)。由于受到生态条件及生产水平限制,安徽省大豆产量一直徘徊在 $100\text{kg}/667\text{m}^2$ 左右,明显低于国家大豆平均单产水

平^[3-4]。培育适宜安徽省大豆产区生态环境的大豆品种,提高大豆单产水平,对增加大豆总产量,维护国家粮食安全有重要意义。

作物产量及相关农艺性状多为数量性状,受基因型与环境互作的影响^[5-7],在不同研究中由于生态环境及研究材料的不同,大豆品种产量与主要农艺性状的关系存在差异^[8-10]。品种区域试验及新品种多点比较试验,是检测品种在不同生态环境下产量及农艺性状表现的主要方式。目前品种与生态环境间关系的研究主要集中在通过分析区域试验或品种比较试验中参试品种的产量、品质等性状的遗传和

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0100201-06, 2017YFD0101404);国家大豆产业技术体系资金资助项目(CARS-04-PS07);安徽省重点研究与开发计划(2023n06020007)

环境效益,评价具体品种的丰产性、稳定性以及适宜区域等^[11-13],对不同生态环境下大豆品种产量与主要农艺性状之间关系的研究较少。

安徽省地处过渡性气候地带,大豆生长期间雨热同季,降雨时空分布不均,气象灾害发生频繁^[14-16],产区大部分为砂姜黑土,有机质含量低,理化性状差,不利于大豆生长和产量形成^[17-19]。前人研究认为,生态包括土壤、气候生态和品种生态,品种生态必须符合土壤、气候生态,不同生态区需要不同类型的品种^[20-21]。本研究通过对安徽省夏大豆新品种比较试验连续6年的不同生态环境下品种产量及主要农艺性状表现的联合分析,以期明确目前安徽省大豆新品种的产量表现及其与主要农艺性状的关系,为安徽省夏大豆品种产量提升及生态育种提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源 试验数据来自于2016–2021年连续6年的安徽省夏大豆新品种比较试验。2016–2021年安徽省夏大豆新品种比较试验由安徽省农作物新品种测试中心主持,旨在为安徽省大豆品种区域试验筛选适宜品种,设合肥、怀远、阜阳、濉溪、宿州、涡阳6个试验点,覆盖沿淮、淮北夏大豆主产区。试验均为随机区组设计,2次重复,6行区,小区行长6m,行距40cm,株距10cm,小区面积14.4m²,田间管理同常规大田。安徽省夏播大豆前茬作物小麦的收获时间为5月下旬至6月上旬,大豆播种时间为6月上中旬,收获时间为9月下旬至10月上旬。连续6年的试验中,共计有31点次试验数据纳入本次分析,有5点次试验未纳入分析,其中2018年涡阳试点及2017年、2019–2021年的濉溪试点因受气候、病虫害等因素影响,未获得有参考价值的试验结果。

2016–2021年参试新品种数量分别为73份、97份、98份、98份、106份和130份,2016年设置了6组试验、2017–2019年均设置了7组、2020年设置了8组,2021年设置了9组,对照品种均为中黄13。

1.2 性状分析 用Excel整理并规范收集到的各点次试验品种的单株荚数、每荚粒数、百粒重、小区产量数据并进行统计分析,用SPSS 20.0对不同生态环境下大豆品种产量与主要农艺性状(包括营养生

长期、生殖生长期、株高、主茎节数、有效分枝数、单株荚数、每荚粒数、百粒重)的相关性进行分析,同时将不同年份高产新品种与普通新品种的产量及主要农艺性状进行比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同生态环境下大豆新品种农艺性状表现

由表1可知,2016–2021年中黄13的平均营养生长期在32.08~36.04d,新品种平均营养生长期在34.34~38.00d,新品种营养生长期与对照品种相比增加了0.16%~7.96%;中黄13的平均生殖生长期为59.83~63.17d,新品种平均生殖生长期为59.86~65.32d,新品种的生殖生长期与对照品种相比,增减幅度在-0.44%~3.59%之间;中黄13的平均株高为46.94~56.31cm,新品种平均株高为63.96~80.67cm,与对照品种相比,新品种株高的增幅在30.49%~43.26%之间;中黄13的平均主茎节数为13.51~15.14节,新品种平均主茎节数为14.03~16.40节,新品种主茎节数的增幅为3.83%~11.01%;中黄13的平均有效分枝数为0.99~1.93个,新品种平均有效分枝数为1.21~1.76个,新品种的有效分枝数增减幅度为-9.14%~29.90%。以上结果表明,新品种的营养生长期明显长于对照品种,生殖生长期变化不明显,株高及主茎节数明显增加。

2.2 不同生态环境下大豆新品种产量及相关性状表现

2016–2021年安徽省夏大豆新品种比较试验对照品种均为中黄13。从表2可以看出,对照品种中黄13的产量与参试新品种产量在年度之间的变化趋势具有一致性。2016–2019年中黄13每667m²平均产量在147.69~162.04kg之间,参试新品种平均产量在145.37~164.35kg之间;2020年对照和参试新品种的平均产量分别为175.46kg和177.78kg;2021年对照及参试新品种的平均产量分别为180.56kg和187.96kg。2020年和2021年对照及参试新品种的平均产量均高于2016–2019年。根据该地区大豆大田生产及对照品种中黄13的产量表现,确定2020年和2021年是气候条件适宜大豆生长的高产年份^[22]。6年中参试新品种比对照品种平均产量增减幅度在-1.57%~4.10%之间,2021年5个试验点比对照平均增产达到4.10%,是试验期间平均增产幅度最高的年份,其中阜阳和合肥试验点新品种产量比对照分别增产达8.00%和

表1 2016–2021年各试验点参试新品种的农艺性状

年份	试点	营养生长期(d)			生殖生长期(d)			株高(cm)			主茎节数			有效分枝数		
		中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)
2016	阜阳	33.50	35.76	6.75	69.50	68.43	-1.54	50.95	74.15	45.53	13.50	14.91	10.44	2.23	1.90	-14.80
	合肥	33.33	34.23	2.70	60.00	62.68	4.47	37.37	45.80	22.56	12.18	13.06	7.22	2.33	1.96	-15.88
	龙亢	32.00	34.24	7.00	65.00	64.55	-0.69	40.43	57.99	43.43	12.97	14.63	12.80	2.28	2.24	-1.75
	宿州	32.67	34.95	6.98	54.00	56.84	5.26	51.13	73.96	44.65	13.73	15.79	15.00	1.57	1.97	25.48
	濉溪	35.33	42.45	20.15	59.67	51.49	-13.71	64.55	84.03	30.18	15.03	16.17	7.58	1.47	1.17	-20.41
	涡阳	34.50	35.73	3.57	70.83	73.36	3.57	51.75	78.51	51.71	14.13	15.42	9.13	1.35	1.33	-1.48
	平均	33.56	36.23	7.96	63.17	62.89	-0.44	49.36	69.07	39.93	13.59	15.00	10.35	1.87	1.76	-5.88
2017	阜阳	34.71	37.37	7.66	62.14	62.47	0.53	58.11	80.94	39.29	14.96	15.71	5.01	1.27	1.13	-11.02
	合肥	30.00	31.18	3.93	67.29	69.76	3.67	51.34	75.61	47.27	13.63	14.97	9.83	0.53	0.57	7.55
	龙亢	31.71	33.84	6.72	65.43	69.06	5.55	48.19	78.12	62.11	13.90	16.41	18.06	1.27	1.51	18.90
	宿州	32.71	34.75	6.24	61.43	62.61	1.92	57.23	79.02	38.07	16.39	17.58	7.26	1.16	1.61	38.79
	涡阳	31.28	34.55	10.45	59.00	62.72	6.31	66.69	89.66	34.44	16.83	17.31	2.85	1.43	1.21	-15.38
	平均	32.08	34.34	7.03	63.06	65.32	3.59	56.31	80.67	43.26	15.14	16.40	8.28	1.13	1.21	6.54
2018	阜阳	35.14	36.12	2.79	62.86	63.29	0.68	49.17	70.34	43.05	14.23	14.92	4.85	2.63	2.15	-18.25
	合肥	31.43	33.21	5.66	63.43	64.97	2.43	48.87	68.92	41.03	14.49	15.73	8.56	1.60	1.31	-18.13
	龙亢	34.00	36.00	5.88	61.43	62.55	1.82	45.67	56.14	22.93	13.11	13.14	0.23	2.96	2.48	-16.22
	宿州	32.00	33.82	5.69	63.43	63.01	-0.66	50.29	71.66	42.49	14.13	15.23	7.78	1.53	1.62	5.88
	濉溪	44.57	38.28	-14.11	54.43	60.79	11.68	63.49	80.44	26.70	16.17	16.70	3.28	0.91	1.19	30.77
	平均	35.43	35.49	0.16	61.12	62.92	2.96	51.50	69.50	34.96	14.43	15.14	4.98	1.93	1.75	-9.14
2019	阜阳	32.71	35.03	7.09	65.29	64.85	-0.67	58.09	79.23	36.39	14.40	16.00	11.11	1.00	1.01	1.00
	合肥	31.14	33.87	8.77	61.71	61.44	-0.44	47.09	64.77	37.55	15.30	16.81	9.87	1.66	1.74	4.82
	龙亢	30.86	34.40	11.47	58.29	57.82	-0.81	45.74	64.44	40.88	14.30	15.37	7.48	0.93	1.23	32.26
	宿州	31.57	34.21	8.36	56.43	54.86	-2.78	51.93	76.68	47.66	14.69	15.69	6.81	0.89	1.17	31.46
	涡阳	35.00	35.76	2.17	58.00	60.31	3.98	68.59	88.53	29.07	15.51	15.81	1.93	0.47	1.28	172.34
	平均	32.26	34.65	7.43	59.94	59.86	-0.15	54.29	74.73	37.65	14.84	15.94	7.39	0.99	1.29	29.90
2020	阜阳	34.75	34.78	0.09	63.25	63.70	0.71	40.06	52.12	30.10	12.10	12.61	4.21	1.98	1.83	-7.58
	合肥	34.25	34.52	0.79	63.25	66.29	4.81	37.71	46.85	24.24	13.11	13.42	2.36	1.50	1.88	25.33
	龙亢	36.00	37.53	4.25	55.00	59.62	8.40	62.38	77.38	24.05	13.98	14.31	2.36	0.63	0.69	9.52
	宿州	35.38	36.69	3.70	57.63	57.72	0.16	51.66	70.48	36.43	14.43	15.32	6.17	0.90	1.25	38.89
	涡阳	35.00	36.07	3.06	60.00	60.29	0.48	53.25	72.96	37.01	13.94	14.49	3.95	0.75	1.14	52.00
	平均	35.08	35.92	2.40	59.83	61.52	2.84	49.01	63.96	30.49	13.51	14.03	3.83	1.15	1.36	17.88
2021	阜阳	40.00	42.75	6.88	60.00	59.76	-0.40	46.89	65.83	40.39	13.20	15.00	13.64	1.03	1.42	37.86
	合肥	32.67	33.69	3.12	63.11	64.19	1.71	43.02	56.27	30.80	13.40	14.56	8.66	1.54	1.57	1.95
	龙亢	35.89	39.48	10.00	64.11	64.36	0.39	37.51	48.26	28.66	12.90	13.84	7.29	1.10	1.25	13.64
	宿州	35.40	36.91	4.27	58.10	59.71	2.77	54.42	71.85	32.03	13.96	15.53	11.25	1.63	1.72	5.52
	涡阳	36.22	37.15	2.57	61.22	63.69	4.03	52.87	78.04	47.61	14.13	16.10	13.94	0.23	0.70	204.35
	平均	36.04	38.00	5.44	61.31	62.34	1.69	46.94	64.05	36.44	13.52	15.01	11.01	1.11	1.33	20.43

表2 2016–2021年各试验点参试新品种的产量及产量构成因素

年份	试点	产量(kg/667m ²)			单株荚数			每荚粒数			百粒重(g)		
		中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)	中黄13	新品种	较CK± (%)
2016	阜阳	169.91	176.39	3.81	35.95	38.32	6.59	1.98	1.96	-1.01	20.27	19.45	-4.05
	合肥	165.28	164.35	-0.56	26.95	32.18	19.41	2.10	2.09	-0.48	21.03	17.98	-14.50
	龙亢	171.76	172.22	0.27	34.58	40.40	16.83	2.15	2.14	-0.47	20.07	18.67	-6.98
	宿州	146.76	144.45	-1.58	27.23	33.97	24.75	2.11	1.94	-8.06	17.92	18.51	3.29
	濉溪	127.78	127.78	0	26.70	24.62	-7.79	2.18	2.29	5.05	20.33	18.15	-10.72
	涡阳	123.61	132.87	7.49	16.37	22.77	39.10	1.88	1.80	-4.26	21.98	19.82	-9.83
	平均	150.93	153.24	1.53	27.96	32.04	14.59	2.07	2.04	-1.45	20.27	18.76	-7.45
2017	阜阳	153.70	154.63	0.60	29.96	34.17	14.05	2.17	2.02	-6.91	19.86	17.69	-10.93
	合肥	188.43	177.78	-5.65	27.03	36.06	33.41	2.01	1.98	-1.49	25.54	21.82	-14.57
	龙亢	180.09	175.00	-2.83	38.27	44.17	15.42	1.99	2.02	1.51	21.29	19.41	-8.83
	宿州	151.39	149.07	-1.53	28.89	33.39	15.58	1.97	1.86	-5.58	19.96	21.07	5.56
	涡阳	146.76	151.39	3.15	37.71	38.32	1.62	1.94	1.93	-0.52	19.41	20.29	4.53
	平均	162.04	161.57	-0.29	33.31	37.25	11.83	1.95	1.96	0.51	21.28	20.05	-5.78
2018	阜阳	133.33	126.85	-4.86	38.20	41.89	9.66	1.63	1.84	12.88	23.79	20.70	-12.99
	合肥	164.82	164.35	-0.28	27.40	31.99	16.75	2.19	2.06	-5.94	22.79	21.53	-5.53
	龙亢	174.07	169.91	-2.39	30.46	33.63	10.41	2.16	2.08	-3.70	20.03	17.63	-11.98
	宿州	140.74	140.28	-0.33	26.19	32.71	24.89	1.89	1.87	-1.06	19.97	19.36	-3.05
	濉溪	125.46	124.07	-1.11	23.80	28.49	19.71	2.47	2.11	-14.57	21.06	17.95	-14.77
	平均	147.69	145.37	-1.57	29.21	33.74	15.51	2.07	1.99	-3.86	21.52	19.43	-9.71
2019	阜阳	105.09	104.63	-0.44	32.57	42.84	31.53	2.06	2.15	4.37	22.09	21.08	-4.57
	合肥	158.33	159.72	0.88	38.84	46.54	19.82	1.97	2.11	7.11	23.41	20.78	-11.23
	龙亢	161.11	160.19	-0.57	33.24	38.76	16.61	2.30	2.26	-1.74	20.27	17.42	-14.06
	宿州	131.02	128.70	-1.77	26.59	33.52	26.06	2.09	1.94	-7.18	18.86	17.04	-9.65
	涡阳	253.70	268.98	6.02	31.84	39.70	24.69	2.33	2.27	-2.58	23.23	20.94	-9.86
	平均	162.04	164.35	1.43	32.62	40.27	23.45	2.15	2.15	0	21.57	19.45	-9.83
2020	阜阳	179.63	187.50	4.38	32.95	34.37	4.31	2.04	2.05	0.49	21.23	20.21	-4.80
	合肥	176.39	182.41	3.41	33.03	37.57	13.75	2.04	2.10	2.94	22.84	21.80	-4.55
	龙亢	166.20	165.74	-0.28	30.55	32.61	6.74	2.09	2.18	4.31	22.00	20.07	-8.77
	宿州	161.57	152.78	-5.44	29.91	38.86	29.92	2.01	1.97	-1.99	19.83	17.76	-10.44
	涡阳	193.06	199.54	3.36	23.95	32.06	33.86	2.10	2.09	-0.48	20.96	19.13	-8.73
	平均	175.46	177.78	1.32	30.08	35.09	16.66	2.06	2.08	0.97	21.37	19.79	-7.39
2021	阜阳	150.46	162.50	8.00	23.55	30.87	31.08	2.01	2.06	2.49	20.63	18.88	-8.48
	合肥	171.30	184.26	7.57	32.36	35.62	10.07	2.01	2.02	0.50	26.23	23.59	-10.06
	龙亢	154.63	154.63	0	32.56	34.27	5.25	2.08	2.17	4.33	21.43	18.61	-13.16
	宿州	191.20	199.54	4.36	28.12	33.51	19.17	1.91	1.96	2.62	24.34	21.44	-11.91
	涡阳	230.09	239.82	4.23	22.83	32.35	41.70	1.89	2.01	6.35	24.47	22.11	-9.64
	平均	180.56	187.96	4.10	27.98	33.32	19.09	1.98	2.04	3.03	23.50	20.93	-10.94

7.57%。

2016–2021年参试新品种的平均单株荚数为32.04~40.27个,均高于对照品种中黄13,增幅在11.83%~23.45%之间;参试新品种的平均每荚粒数为1.96~2.15粒,较对照品种增减幅为-3.86%~3.03%;参试新品种的平均百粒重为18.76~20.93g,均低于对照品种,降幅为5.78%~10.94%。2021年的平均产量最高,新品种和对照品种的平均百粒重均大于其他年份,但新品种的平均百粒重比对照降低幅度高于其他试验年份,达到10.94%。与对照品种中黄13相比,近年来安徽省大豆新品种的产量有较大提高,单株荚数及每荚粒数明显增加。

2.3 不同年份高产大豆新品种与普通新品种的主要农艺性状比较 为进一步明确安徽省夏播大豆产区高产大豆品种的性状特征,将不同年份每组试验中比对照增产较高且平均产量位于前三位的品种(高产新品种)与余下的品种(普通新品种)进行产量及相关农艺性状的比较分析。由表3可知,6年试验中高产新品种与普通新品种的平均营养生长期差异在-0.63~2.11d之间,其中有4年高产新

品种的营养生长期天数显著或者极显著多于普通新品种;在2020年和2021年2个高产年份中高产新品种的平均营养生长期天数分别极显著多于普通新品种1.88d、1.49d;2017年和2018年高产新品种的平均生殖生长期天数多于普通新品种,其他年份高产新品种的生殖生长期天数均少于普通新品种;2019年高产新品种的平均生殖生长期天数极显著少于普通新品种。以上结果说明,在安徽省夏大豆产区环境条件下,高产新品种的营养生长期一般要长于普通新品种,高产新品种的生殖生长期与普通新品种的差异没有明显规律。

6年试验中,高产新品种与普通新品种的平均株高差异在-2.49~5.80cm之间,除2017年高产新品种平均株高低于普通新品种外,其他年份高产新品种的平均株高均高于普通新品种,其中2016年差异达极显著水平,2019年和2020年达显著水平。高产新品种与普通新品种平均主茎节数差异为-0.45~0.87节,除2017年外,其他5年的高产新品种平均主茎节数均大于普通新品种,其中2016年、2020年和2021年分别达极显著水平。除2017年

表3 不同年份高产新品种与普通新品种的产量及主要农艺性状比较

年份	品种类型	产量 (kg/667m ²)	营养生长期 (d)	生殖生长期 (d)	株高 (cm)	主茎节数	有效分枝数	单株荚数	每荚粒数	百粒重 (g)
2016	高产	169.91	37.82	61.64	73.47	15.62	1.93	35.53	2.05	18.28
	普通	147.69	35.71	63.31	67.66	14.80	1.71	30.85	2.04	18.88
	均值差	22.69**	2.11*	-1.67	5.80**	0.82**	0.22*	4.68**	0.01	-0.60
2017	高产	175.93	33.84	66.33	78.74	16.04	1.06	36.93	1.97	20.29
	普通	157.87	34.47	65.22	81.23	16.39	1.25	37.27	1.96	20.00
	均值差	18.52**	-0.63	0.11	-2.49	-0.45	-0.19	0.34	0.01	0.29
2018	高产	161.11	35.47	63.25	70.79	15.15	1.92	36.49	2.02	19.09
	普通	141.20	35.49	62.84	69.17	15.14	1.71	32.99	1.99	19.55
	均值差	19.91**	-0.02	0.41	1.62	0.01	0.21*	3.50**	0.03**	-0.45
2019	高产	183.80	36.05	58.89	77.35	16.23	1.63	43.86	2.16	19.23
	普通	159.26	34.28	60.12	74.03	15.86	1.20	39.21	2.14	19.54
	均值差	24.54**	1.77**	-1.23**	3.32*	0.37*	0.43**	4.65**	0.01**	-0.31
2020	高产	199.08	37.38	61.43	66.92	14.51	1.56	39.40	2.10	19.21
	普通	171.30	35.50	61.55	63.10	13.90	1.30	33.84	2.07	19.98
	均值差	27.31**	1.88**	-0.13	3.82*	0.61**	0.25**	5.56**	0.03	-0.78*
2021	高产	207.41	39.18	62.15	66.49	15.70	1.53	36.34	2.06	20.55
	普通	183.33	37.70	62.40	63.42	14.83	1.28	32.59	2.03	21.02
	均值差	24.07**	1.49**	-0.24	3.07	0.87**	0.24**	3.76**	0.03	-0.47

*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上存在显著、极显著差异

高产新品种的平均有效分枝数低于普通新品种外,其他年份高产新品种的有效分枝数均显著或极显著多于普通新品种。因此,在安徽省夏大豆产区,高产大豆新品种的株高、主茎节数及有效分枝数一般大于普通新品种。

高产新品种与普通新品种的平均单株荚数差异为0.34~5.56个,所有试验年份高产新品种的平均单株荚数均大于普通新品种,并且其中有5年差异达到极显著水平。高产新品种与普通新品种的平均每荚粒数差异为0.01~0.03粒,所有年份高产新品种的平均每荚粒数均大于普通新品种,其中在2018年和2019年分别达到极显著水平。高产新品种与普通新品种的平均百粒重差异为-0.78~0.29g,除2017年外,其他年份高产新品种的平均百粒重均低于普通新品种,其中2020年达显著水平;2021年是试验新品种产量最高的年份,高产新品种及普通新品种的平均百粒重分别为20.55g、21.02g,均大于其他年份的平均百粒重。百粒重是大豆品种产量的构成要素,在保证品种单株荚数和每荚粒数的情况下,通过改善水肥条件创造有利于提高百粒重的生态环境,有利于实现大豆品种的产量潜力。以上结果表明,在安徽省夏大豆产区生态条件下,高产新品种一般有单株荚数和每荚粒数较多,百粒重相对较低的特性。

2016~2021年参试品种高产新品种与普通新品种每667m²平均产量的差异在18.52~27.31kg之间,且每年高产品种与普通品种的产量差异均达到了极显著水平。其中2019~2021年,连续3年高产品种每667m²产量比普通品种增产20kg以上。表明在安徽省大豆产区的生态条件下,高产品种与普通品种相比,增产效果显著。

2.4 不同生态环境下大豆新品种产量与主要农艺性状的关系 由表4可知,31点次试验中有12点次试验的产量与营养生长期呈显著或极显著正相关,占总试验点次的38.71%;4点次试验的产量与营养生长期呈显著或极显著负相关,占总试验点次的12.90%;6点次试验的产量与生殖生长期呈显著或极显著正相关,同时也有6点次试验的产量与生殖生长期呈显著或极显著负相关,分别占总试验点次的19.35%。在安徽省大豆产区生态环境下,大豆产量与品种营养生长期呈显著或极显著正相关的

频次较高,与生殖生长期呈显著或极显著正相关的频次与呈显著或极显著负相关的频次相近。在高产年份(2020年和2021年),10点次试验中有7点次试验的产量与营养生长期呈极显著正相关,表明在安徽省大豆产区的高产年份中大豆产量与营养生长期呈显著或极显著正相关关系的频次更高。

13点次试验的产量与主茎节数呈显著或极显著正相关,占总点次的41.94%,3点次试验的产量与主茎节数呈显著或极显著负相关,占总试验点次的9.68%;12点次试验的产量与有效分枝数呈显著或极显著正相关,占总试验点次38.71%,1点次试验的产量与有效分枝数呈显著负相关。2020年和2021年(高产年份)分别有6点次试验的产量与株高、主茎节数呈极显著正相关,5点次试验的产量与有效分枝数呈显著或极显著正相关。以上结果表明,在安徽省夏播生态条件下,大豆品种的株高、主茎节数及有效分枝数与产量呈显著或极显著正相关的频次均较高,高产年份品种的株高和主茎节数与产量性状的正相关性频次高于其他年份。

21点次试验的产量与单株荚数呈显著或极显著正相关,占总点次的67.74%;10点次试验的产量与每荚粒数呈显著或极显著正相关,占总点次的32.26%,2点次试验的产量与每荚粒数呈显著负相关;5点次试验的产量与百粒重呈显著或极显著正相关,占总点次的16.13%,2点次试验的产量与百粒重呈显著或极显著负相关。在高产年份中,10点次试验有7点次试验的产量与单株荚数呈显著或极显著正相关,有4点次试验的产量与每荚粒数呈显著或极显著正相关,有2点次试验的产量与百粒重呈极显著正相关。在安徽省生态环境下,单株荚数与产量呈显著或极显著正相关关系的频次最高,其次是每荚粒数,百粒重与产量呈显著或极显著相关的频次最低。在高产年份单株荚数、每荚粒数及百粒重与产量的关系与其他年份表现相似。

3 讨论

试验选用的对照品种中黄13曾经是安徽省大豆种植面积最大的品种^[23],可以在一定程度上代表安徽省过去大豆生产主推品种的产量水平及性状特征。通过新品种与中黄13的产量及性状比较可以了解新品种的遗传改良情况。2021年5个参与分析的试验点中有4个试验点的参试新品种的平

表4 2016–2021年各试验点参试品种产量与主要农艺性状的相关性

年份	试验点	营养生长期	生殖生长期	株高	主茎节数	有效分枝数	单株荚数	每荚粒数	百粒重
2016	阜阳	0.131	0.144	0.346**	0.327**	-0.011	0.234*	0.274*	-0.032
	合肥	0.034	0.263*	0.626**	0.493**	0.359**	0.524**	0.090	0.184
	龙亢	0.443**	-0.266*	0.235*	0.357**	0.085	0.382**	0.207	-0.212
	宿州	-0.015	-0.127	0.223	0.341**	-0.098	0.078	0.136	0.172
	濉溪	0.033	-0.358**	0.052	0.141	0.144	0.514**	0.329**	-0.196
	涡阳	-0.066	-0.196	0.128	0.164	0.274*	0.465**	-0.119	-0.045
2017	阜阳	-0.113	0.164	0.104	-0.025	0.001	0.143	-0.229*	0.390**
	合肥	-0.018	0.221*	-0.161	-0.038	-0.214*	0.071	0.254*	-0.125
	龙亢	-0.322**	-0.249*	-0.258*	-0.284**	-0.167	0.104	0.087	-0.019
	宿州	-0.343**	-0.111	-0.239*	-0.211*	-0.104	0.095	0.263**	-0.180
	涡阳	-0.297**	0.593**	-0.177	-0.293**	-0.082	0.552**	0.072	0.079
2018	阜阳	-0.104	-0.037	-0.143	-0.120	0.241*	0.196	0.104	-0.073
	合肥	0.287**	0.173	0.245*	0.407**	0.036	0.388**	0.268**	-0.039
	龙亢	0.136	0.321**	0.169	0.214*	0.015	0.351**	-0.077	0.161
	宿州	-0.244*	0.196	0.075	-0.037	0.131	0.328**	0.168	0.247*
	濉溪	-0.129	0.024	-0.071	-0.028	0.267**	0.154	0.230*	0.195
2019	阜阳	0.281**	-0.241*	0.189	0.075	0.174	0.252*	-0.107	-0.023
	合肥	-0.004	0.086	0.078	0.039	0.285**	0.386**	0.088	-0.094
	龙亢	0.235*	0.037	-0.018	-0.055	0.220*	0.470**	-0.012	0.222*
	宿州	0.131	-0.127	0.024	-0.074	0.161	0.287**	0.055	0.083
	涡阳	0.249*	0.171	0.250*	0.358**	0.283**	0.517**	-0.148	-0.210*
2020	阜阳	0.470**	-0.299**	0.448**	0.190	0.268**	0.105	0.279**	-0.027
	合肥	0.277**	0.247*	0.448**	0.371**	0.174	0.386**	0.201*	0.042
	龙亢	0.166	0.085	0.079	0.183	0.237*	0.558**	0.105	-0.047
	宿州	-0.081	0.295**	0.032	0.045	0	0.026	0.346**	0.326**
	涡阳	0.359**	-0.242*	0.421**	0.388**	0.059	0.383**	0.110	0.047
2021	阜阳	0.287**	0.085	0.170	0.231**	0.356**	0.341**	-0.215*	0.267**
	合肥	0.426**	-0.050	0.372**	0.241**	0.240**	0.217*	0.181*	-0.245**
	龙亢	0.018	0.086	0.279**	0.284**	-0.055	0.087	0.165	0.099
	宿州	0.317**	-0.033	0.316**	0.322**	0.191*	0.396**	-0.027	0.029
	涡阳	0.243**	0.053	0.018	0.132	0.154	0.286**	-0.088	-0.086

*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著、极显著相关

均产量比对照增产超 4.00%，其中阜阳点增产达到了 8.00%，说明安徽省大豆新育品种整体产量水平有了较大幅度的提高。研究表明，伴随大豆品种产量的提高，品种的单株荚数、单株粒数及百粒重等产量构成因素的变化趋势不是完全相同的。胡国玉等^[10]通过对安徽省 1983–2019 年育成大豆品种的主要性状演变趋势研究发现，在 1983–1990 年及 1991–2000 年，大豆品种单株荚数和百粒重均有较大程度的增加，产量提高较快。孙星邈等^[24]研究表

明，东北春大豆区审定大豆品种的平均百粒重在 20 世纪 90 年代最高，之后呈下降趋势。杨文英等^[25]研究发现，2011–2022 年四川省审定的春、夏大豆品种的单株有效荚数及单株粒数均随年份变化呈线性下降趋势，而百粒重随年份变化呈线性上升趋势。白智媛等^[26]研究发现，美国近 30 年大豆区域试验品种(系)的百粒重呈下降趋势。郭小红等^[27]研究发现，与相同年代育成的辽宁品种相比，俄亥俄品种单株荚数、单株粒数、收获指数以及产量明显增加。

本研究结果表明,2016–2021年参试新品种的平均单株荚数比对照增加了11.83%~23.45%,百粒重比对照降低了5.78%~10.94%,2021年参试新品种的每荚粒数比对照增加3.03%。品种产量提升但产量构成因素变化趋势不同的现象可能是由于品种选育过程中的生态环境、育种者的主观选择及种质资源利用等多方面因素不同而造成的。因为大豆产量由田间植株密度、单株荚数、每荚粒数及百粒重构成,而本试验的植株密度是固定的,因此单株荚数、单荚粒数及百粒重共同构成了品种产量。本研究结果表明,2016–2020年安徽省新品种与对照品种相比,单株荚数明显增加,2021年新品种的单株荚数及每荚粒数均明显增加,同时,试验期间新品种的百粒重与对照品种比均明显降低,因此本研究认为,试验中安徽省大豆新品种产量的提升,主要来自于品种单株荚数及每荚粒数的增加。

2019–2021年参试新品种的单株荚数与产量呈显著或极显著正相关的试验点次最多(67.74%),其次是每荚粒数(32.26%),百粒重与产量呈显著或极显著正相关的试验点次较少(16.13%),在安徽省大豆产区生态环境下,单株荚数及每荚粒数与产量的正相关性关系稳定,通过增加单株荚数与每荚粒数可以提高产量。大豆品种产量与主茎节数、有效分枝数分别呈显著或极显著正相关的试验点次分别占41.94%和38.71%,表明在安徽省生态环境下,增加大豆品种主茎节数和有效分枝数,也有利于大豆品种产量的提高。大豆品种产量与营养生长期天数呈显著或极显著正相关的试验点次较高(38.71%),因此增加品种的营养生长期也有利于提高品种产量。前人研究表明,大豆光周期对大豆产量等性状的影响因品种的生态类型而异^[28]。韩天富等^[29]研究认为,在生育期相近的南方春、夏大豆品种中,营养生长期较长者单株粒数和单株产量较高,生殖生长期较长者百粒重较高。本研究结果与其结果相似,这可能是由于安徽省大豆产区地处黄淮夏播大豆生态区南部,大豆生长期间的气候条件与南方大豆有一定的相似性,同时夏播大豆是一年两熟制,生长时间较短,安徽省大豆产区大部分为黏重的砂姜黑土,不利于大豆根系生长,因此大豆需要足够的营养生长期积累足够的物质能量,建立一定规模的根系系统,才能保证后期大豆生殖生长以及产量积累所需

要的物质吸收。

4 结论

目前安徽省大豆新品种的产量已经有了一定的突破,新品种产量的提高主要得益于单株荚数及每荚粒数的增加。在安徽省大豆产区生态环境下,大豆品种产量与单株荚数呈显著或极显著正相关的频次最高,其次是每荚粒数;大豆品种营养生长期、主茎节数及有效分枝数与产量呈显著或极显著正相关的频次均较高;不同年份中高产新品种的营养生长期、主茎节数、有效分枝数、单株荚数显著或极显著大于普通新品种。综上所述,在安徽省生态环境下选育单株荚数与每荚粒数多,同时营养生长期长、主茎节数和有效分枝数多的品种更有可能获得高产。

参考文献

- [1] 李重. 我国大豆贸易与保障食用油供给安全研究. 对外经贸实务, 2022(2): 55–58
- [2] 胡欣然. 中国大豆进口潜在风险及对策研究. 北京: 中国农业科学院, 2021
- [3] 张磊, 周斌, 张丽亚, 胡国玉. 安徽省食用大豆生产与发展解析. 大豆科技, 2013(4): 19–22
- [4] 杜祥备, 黄志平, 于国宜, 王维虎, 沈维旗, 孔令聪. 安徽省大豆产业可持续发展中的问题及对策. 农学学报, 2019, 9(11): 78–83
- [5] 武新艳. 山西各生态区大豆农艺性状与产量相关性分析. 太原: 山西农业大学, 2019
- [6] 任海红, 郭丰辉, 刘小荣, 任小俊, 赵晶云, 吕新云, 马俊奎. 不同年份气象因子对夏大豆生长及产量的影响. 中国种业, 2023(8): 61–66
- [7] 王大刚, 杨勇, 胡国玉, 黄志平. 2016–2021年黄淮南部区试大豆品种(种)产量性状的比较分析. 中国油料作物学报, 2024, 46(1): 19–27
- [8] 赵连佳, 李滢, 徐麟, 颜国荣, 刘宁, 王帆, 邓超宏, 阿布都克尤木·阿不都热孜克, 王聪, 王威. 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. 新疆农业科学, 2023, 60(7): 1663–1670
- [9] 徐瑶, 冷苏凤, 张玉明. 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
- [10] 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
- [11] 周旭梅, 高洪敏, 高旭东. 丹玉311在西北春玉米区的丰产性、稳产性和适应性分析. 中国种业, 2020(12): 50–53
- [12] 臧贺藏, 曹廷杰, 张杰, 赵晴, 邸佳颖, 张建涛, 庄家煜, 陈丹丹, 刘海礁, 郑国清, 李国强. 不同生态条件下小麦新品种产量的基因型

- 与环境互作分析. 华北农学报, 2021, 36 (6): 88-95
- [13] Shi D, Hang J Y, Neufeld J, Zhao S S, House J D. Effects of genotype, environment and their interaction on protein and amino acid contents in soybeans. *Plant Science*, 2023, 33: 111891
- [14] 温克刚, 翟武全. 中国气象灾害大典(安徽卷). 北京: 气象出版社, 2008
- [15] 熊世为, 邱阳阳, 郁凌华, 蒋琳, 华俊玮, 凌遵斌. 基于 SPI 的安徽省 1961—2019 年干旱演变特征分析. *湖北农业科学*, 2022, 61 (6): 56-60, 65
- [16] 谢五三, 唐为安, 宋阿伟. 多时间尺度 SPI 在安徽省气象干旱监测中的适用性研究. *气象*, 2019, 45 (11): 1560-1568
- [17] 李德成, 张甘霖, 龚子同. 我国砂姜黑土土种的系统分类归属研究. *土壤*, 2011, 43 (4): 623-629
- [18] 魏俊岭, 金友前, 邵红军, 常江, 章力干. 施肥措施对砂姜黑土水分入渗性能的影响. *中国生态农业学报*, 2014, 22 (8): 965-971
- [19] 王道中, 花可可, 郭志彬. 长期施肥对砂姜黑土作物产量及土壤物理性质的影响. *中国农业科学*, 2015, 48 (23): 4781-4789
- [20] 郭泰, 刘忠堂, 王志新, 郑伟, 李灿东, 徐杰飞, 赵星棋, 郭英玲. 合丰(合交、合农、佳豆)大豆育种工作回顾与系列品种分析. *黑龙江农业科学*, 2022 (9): 1-13
- [21] 刘忠堂. 六十年大豆育种之感悟. *大豆科学*, 2019, 38 (1): 3-4
- [22] 胡国玉, 夏英萍, 杜祥备, 陈金华, 李杰坤, 王大刚, 吴倩, 王维虎, 杨勇, 黄志平. 安徽省夏大豆产量及限制因素分析. *中国油料作物学报*, 2023, 45 (4): 793-802
- [23] 王连铮, 孙君明, 王岚, 李斌, 赵荣娟. 广适高产高蛋白大豆品种中黄 13 的选育与应用. *大豆科学*, 2019, 38 (1): 1-6
- [24] 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): 118-128
- [25] 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
- [26] 白智媛, 陈向阳, 郑阿香, 张力, 邹军, 张大同, 陈阜, 尹小刚. 1991—2019 年美国大豆区试品种(系)农艺和品质性状时空变化特征. *作物学报*, 2023, 49 (1): 177-187
- [27] 郭小红, 王兴才, 孟田, 张惠君, 敖雪, 王海英, 谢甫绶. 中国辽宁省和美国俄亥俄州育成大豆品种形态、产量和品质性状的比较研究. *中国农业科学*, 2015, 48 (21): 4240-4253
- [28] 胡铁欢, 孙永媛, 武西增, 何素琴, 刘文香, 曹金锋. 不同光周期大豆品种对产量及相关性状的影响. *分子植物育种*, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20230811.1341.004.html>
- [29] 韩天富, 盖钧镒, 陈风云, 岳家驹. 生育期结构不同的大豆品种的光周期反应和农艺性状. *作物学报*, 1998, 24 (5): 550-557

(收稿日期: 2024-04-10)

(上接第 99 页)

后收获。不同收获期的隆平 206 种子, 抗复合逆境能力较差, 对于在逆境条件复杂的种植区, 应在种子完全成熟后收获, 通过增加播种量以保持种子较好的活力和幼苗生长量, 或者直接选择耐低温冷浸品种播种, 减少种植风险。总之, 隆平 206 种子收获期应根据目标种植地区的生态条件来确定适宜收获期。

参考文献

- [1] 翟群社, 付克勤, 黎亚萍, 赵小峰, 范军科. 玉米制种鲜果穗“戈壁晾晒法”. *中国种业*, 2013 (7): 98
- [2] 马云国, 李爱玲, 杨明凯, 张玉, 马雪蕾. 齐单 1 号不同灌浆天数种子性状变化分析. *中国种业*, 2015 (3): 55-57
- [3] 杨国航, 张春原, 孙世贤, 刘春阁, 王卫红, 赵久然. 夏玉米子粒收获期判定方法研究. *作物杂志*, 2006 (5): 11-13
- [4] 樊廷录, 王淑英, 王建华, 杨珍. 河西制种基地玉米杂交种种子成熟期与种子活力的关系. *中国农业科学*, 2014, 47 (15): 2960-2970
- [5] 佚名. 隆平 206 玉米新品种. *农家致富*, 2015 (3): 25
- [6] 陈恩银, 产焰坤. 玉米隆平 206 高产制种技术. *安徽农业科学*, 2013, 41 (25): 10246-10247, 10274
- [7] 邱宏, 吕婷婷, 刘玲玲, 郭新海, 夏鹤鸣, 王振华. 不同人工老化法测定玉米种子耐储性的比较分析. *玉米科学*, 2015, 23 (3): 71-75
- [8] 贾金荣. 采用冷浸法测定贮藏期间的玉米种子活力. *种子科技*, 1993 (6): 32
- [9] 颜启传. 种子检验原理与技术. 杭州: 浙江大学出版社, 2011
- [10] 胡晋. 种子贮藏加工学(第 2 版). 北京: 中国农业出版社, 2010
- [11] 陈成君. 播期对夏玉米籽粒容重及产量的影响. *农业科技通讯*, 2021 (1): 69-71
- [12] 石海春, 柯永培, 傅体华, 孔建雄, 余学杰, 向南海. 不同成熟度玉米种子活力的差异性研究. *四川农业大学学报*, 2006, 24 (3): 269-271
- [13] Owolade O F, Alabi B S, Enikuomehin O A, Atungwu J J. Effect of harvest stage and drying methods on germination and seed-borne fungi of maize (*Zea mays* L.) in South West Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 2005, 4 (12): 1384-1389
- [14] 刘京宝, 房志勇, 赵霞, 黄璐, 夏来坤, 冯保荣, 刘麦囤. 河南省夏玉米最佳收获期研究. *河南农业科学*, 2011, 40 (6): 46-48, 55
- [15] 孟庆平, 张玉权, 常淑娟, 李桂杰, 李静, 李柏春, 刘凤才. 玉米最佳收获期的主要相关性状研究初探. *玉米科学*, 2007, 15 (S1): 117-118, 122

(收稿日期: 2024-03-30)