



田艺心,朱金英,华方静,等.鲁西北不同高蛋白大豆品种的生产性能综合评价[J].黑龙江农业科学,2024(4):37-42.

# 鲁西北不同高蛋白大豆品种的生产性能综合评价

田艺心,朱金英,华方静,李春燕,高 祺,朱冠雄,王春雨,高凤菊

(德州市农业科学研究院,山东 德州 253051)

**摘要:**为筛选出适宜鲁西北地区推广种植的优质高蛋白大豆,采用模糊隶属函数及主成分分析对参试10个高蛋白大豆品种的生产性能进行综合评价。结果表明,参试大豆品种分枝数、百粒重、底荚高度、产量和株高变异系数较大,主茎节数、单株荚数和单株粒数变异系数较小,且分枝数与株高、主茎节数均呈显著负相关,与单株荚数呈显著正相关,单株荚数和单株粒数之间,百粒重和产量之间均呈显著正相关。因此,在本地区选育高产品种时,应适当选择分枝数多、单株荚数多、单株粒数多和百粒重大的品种。通过隶属函数和主成分分析,冀豆12、齐黄34和菏豆37综合得分较高,产量也高,在鲁西北地区适应性强,可作为该区推广种植的优选高蛋白品种。

**关键词:**高蛋白大豆;生产性能;隶属函数分析;主成分分析;综合评价

大豆是世界上重要的粮油作物,也是人类优质蛋白的主要来源,其蛋白质含量高达45%甚至50%以上,是目前公认营养最为丰富的植物蛋白<sup>[1]</sup>,且大豆蛋白粉占全球蛋白粉消费的67%,在世界蛋白粉消费构成中居首位。随着国内外对大豆蛋白需求量的急剧增加,我国大豆供需矛盾日益突出<sup>[2]</sup>,进口大豆依赖度已达85%以上,严重威胁到我国粮食安全。因此,发展大豆产业尤其是高蛋白大豆对保持国内大豆生产稳定,满足国内植物蛋白需求,缓解进口大豆压力具有重要的现实意义。

黄淮海地区作为我国第二大大豆主产区,地理位置优越,生态资源丰富,是我国高蛋白大豆优势主产区<sup>[3]</sup>,近年来,在国家相关政策的大力引导和扶持下,黄淮海地区在选育高蛋白大豆品种上成果显著,通过审定的高蛋白品种已有60多个,极大地促进了大豆生产及高蛋白大豆产业的发展。值得注意的是,由于作物品种产量和质量受品种遗传特性和自然环境、栽培管理等条件的综合影响<sup>[4-5]</sup>,作物品种在某地区推广应用之前需对品种进行适应性分析,以确定该品种在该地区是否具备良好的生产潜力和推广能力。前人研究评价种质资源的常用方法主要包括模糊隶属函数分析和主成分分析,这两种分析方法在小麦<sup>[6]</sup>、玉米<sup>[7]</sup>、棉花<sup>[8]</sup>、辣椒<sup>[9]</sup>、苜蓿<sup>[10]</sup>等作物上应用较为普及,且效果较好,但两种评价方法效果的比较研

究较少,尤其在大豆种质资源评价上的比较研究鲜有报道。由于鲁西北地处黄淮海高蛋白大豆重点种植区域,是全国最大的非转基因大豆集散地和现货交易中心,也是国内最大的大豆蛋白加工企业所在地,对高蛋白大豆需求较多。因此,本研究以鲁西北地区作为试验区域,以近年来黄淮海区域审定的高蛋白大豆品种为供试材料,分别采用模糊隶属函数和主成分分析对高蛋白大豆种质资源进行综合评价,并对评价结果进行比较,旨在筛选出适宜鲁西北地区推广种植的高蛋白大豆品种和有效的评价方法,为高蛋白大豆品种更好地推广利用提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方

### 1.1 试验地概况

试验地位于山东省德州市黄河涯镇农业科技园内,地处37°35'11"N,116°30'24"E,地势平坦,肥力均匀,排灌方便。该地属暖温带大陆性季风气候,年均气温12.3~12.9℃,年均降水量540.5~562.3mm,年均无霜期206~210d,年均日照时数2451.21~2592.13h,日照率为60%~70%,适宜玉米、小麦、大豆等作物生长,是我国优质高蛋白大豆主产区之一。

### 1.2 材料

供试大豆材料均为高蛋白大豆材料(蛋白质含量>45%),其品种编号、名称及具体来源等信息见表1。

收稿日期:2024-01-26

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES14);公益性行业(农业)专项经费资助(LNZZ2022055)。

第一作者:田艺心(1986-),女,博士,副研究员,从事大豆栽培及育种研究。E-mail:tyxin213@sina.com。

通信作者:高凤菊(1969-),女,硕士,推广研究员,从事大豆栽培及育种研究。E-mail:shizhi86@126.com。

表1 参试大豆材料名称及来源

品种名称	来源
圣豆 18	山东圣丰种业科技有限公司
圣豆 24	山东圣丰种业科技有限公司
菏豆 37	山东省菏泽市农业科学研究院
菏豆 38	山东省菏泽市农业科学研究院
豫豆 26	河南省周口市农业科学研究院
豫豆 28	河南省农业科学研究院
冀豆 12	河北省农业科学研究院
齐黄 34	山东省农业科学研究院
科豆 10 号	中国科学院遗传与发育生物学研究所
郟豆 1 号	山东省郟城县粮源种业有限公司

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 播种前对试验区土地进行旋耕、耙平、起垄,并施用氮磷钾复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:1:1)225 kg·hm<sup>-2</sup>作基肥处理。播种前2 d灌水浸湿土壤。各大豆品种均在6月中上旬播种,试验采用随机区组设计,3次重复,共30个小区。小区面积30 m<sup>2</sup>,行长10 m,行距50 cm,人工点播,每穴2~3粒,大豆出苗后定苗16.5万株·hm<sup>-2</sup>。重复间设走道1 m,四周设保护行。其余管理同大田,管理一致。

1.3.2 测定项目及方法 大豆收获期,分别在各小区选取长势一致的10株大豆植株,参照《大豆种质资源描述规范和数据标准》,进行室内考种,统计大豆株高、底荚高度、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒数等农艺性状。分别取各小区中间4行计产(20 m<sup>2</sup>),脱粒后自然晾干,并折算对应产量(kg·hm<sup>-2</sup>)。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2007进行数据整理和模糊隶属函数统计分析,并采用SPSS 19.0

对数据进行主成分分析。

采用模糊隶属函数法(Fuzzy Membership Function, FMF)对参试高蛋白大豆品种各数量性状进行综合评价。模糊隶属函数的计算公式: $Y = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ,式中, $X$ 表示某一项评价指标的测定值, $X_{\min}$ 、 $X_{\max}$ 为所有参试材料某一指标的最小值和最大值,以参试大豆各数量性状隶属值均值为其评价指标,均值越大,表明该指标综合表现越好。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同高蛋白大豆品种农艺性状的变异分析

由表2可知,参试大豆品种农艺性状及产量性状之间存在差异。其中,株高变异幅度60.80~82.56 cm,郟豆1号最小,圣豆24最大;底荚高度变异幅度为15.32~21.54 cm,圣豆18最小,菏豆38最大;主茎节数变异幅度为12.78~16.65个,冀豆12最小,豫豆28最大;分枝数变异幅度为1.32~2.77,豫豆28最小,冀豆12最大;单株荚数变异幅度为41.25~48.23个,圣豆24最小,冀豆12最大;单株粒数变异幅度为82.30~94.03个,郟豆1号最小,冀豆12最大;百粒重变异幅度为18.32~26.73 g,豫豆26最小,郟豆1号最大;产量变异幅度为2 744.87~3 956.23 kg·hm<sup>-2</sup>,豫豆26最小,齐黄34最大。

参试10个高蛋白大豆品种8个农艺性状产量变异系数不同,按大小依次为分枝数>百粒重>底荚高度>产量>株高>主茎节数>单株荚数>单株粒数。可见,不同高蛋白大豆品种农艺性状及产量性状差异较大,尤其在分枝数、百粒重、底荚高度、产量等方面变异较大。

表2 参试大豆品种农艺性状及产量性状比较

品种	株高/cm	底荚高度/cm	主茎节数/个	分枝数/个	单株荚数/个	单株粒数/个	百粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
圣豆 18	77.66	15.32	13.67	1.89	43.33	89.78	24.32	3318.45
圣豆 24	82.56	16.78	15.53	1.52	41.25	83.56	24.08	3252.63
菏豆 37	79.97	21.16	15.23	1.75	45.23	91.37	24.40	3562.67
菏豆 38	80.21	21.54	15.37	2.03	44.37	89.56	24.10	3412.56
豫豆 26	78.35	21.22	16.21	2.01	43.32	87.23	18.32	2744.87
豫豆 28	80.22	21.05	16.65	1.32	44.25	88.52	21.05	3102.50
冀豆 12	66.78	17.23	12.78	2.77	48.23	94.03	23.50	3462.13
齐黄 34	72.25	18.63	14.87	1.93	47.25	90.63	26.57	3956.23
科豆 10 号	79.83	18.58	15.32	2.17	46.22	89.78	18.53	3072.35
郟豆 1 号	60.80	19.35	15.57	2.23	42.55	82.30	26.73	3456.78
变异系数/%	9.29	11.35	7.53	20.34	4.85	3.98	12.75	9.76

## 2.2 不同高蛋白大豆品种农艺性状的相关性分析

对参试 10 个大豆品种各参试性状进行相关性分析,由表 3 可知,株高与分枝数呈显著负相关,相关系数为 $-0.663$ ;底荚高度和主茎节数呈显著正相关,相关系数为 $0.684$ ;主茎节数与分枝数和单株粒数均呈显著负相关,相关系数分别为

$-0.669$ 和 $-0.572$ ;分枝数与单株荚数呈显著正相关,相关系数为 $0.544$ ;单株荚数和单株粒数呈极显著正相关,相关系数为 $0.854$ ;百粒重与产量呈极显著正相关,相关系数为 $0.858$ 。可见,参试大豆品种中与产量相关性最大的因子为百粒重,农艺性状中表现较为突出的是分枝数和主茎节数。

表 3 参试大豆品种各性状的相关性分析

性状	株高	底荚高度	主茎节数	分枝数	单株荚数	单株粒数	百粒重	产量
株高	1.000							
底荚高度	0.170	1.000						
主茎节数	0.377	0.684*	1.000					
分枝数	$-0.663^*$	$-0.213$	$-0.669^*$	1.000				
单株荚数	$-0.241$	0.012	$-0.506$	0.544*	1.000			
单株粒数	0.103	$-0.016$	$-0.572^*$	0.354	0.854**	1.000		
百粒重	$-0.488$	$-0.260$	$-0.344$	0.056	$-0.028$	$-0.121$	1.000	
产量	$-0.391$	$-0.182$	$-0.425$	0.151	0.425	0.271	0.858**	1.000

注:\*和\*\*分别表示 $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 水平差异显著。

## 2.3 不同高蛋白大豆品种农艺性状的模糊隶属函数分析

通过对各数量性状模糊隶属函数均值计算,其中底荚高度与产量指标呈负相关,可通过反隶属函数计算,计算公式为: $Y=1-(X-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$ 。由表 4 可知,不同大豆品种综合

表现排序从大到小依次为:齐黄 34>冀豆 12>菏豆 37>圣豆 18>菏豆 38>科豆 10 号>圣豆 24>豫豆 28>郟豆 1 号>豫豆 26。表明不同参试高蛋白大豆品种在鲁西北地区种植,按模糊隶属函数评价,齐黄 34、冀豆 12、菏豆 37 等品种综合表现较好,豫豆系列及郟豆 1 号综合表现较弱。

表 4 参试大豆品种各性状模糊隶属函数值

品种	株高	底荚高度	主茎节数	分枝数	单株荚数	单株粒数	百粒重	产量	均值	排序
圣豆 18	0.775	1.000	0.230	0.393	0.298	0.638	0.713	0.474	0.565	4
圣豆 24	1.000	0.765	0.711	0.138	0.000	0.107	0.685	0.419	0.478	7
菏豆 37	0.881	0.061	0.633	0.297	0.570	0.773	0.723	0.675	0.577	3
菏豆 38	0.892	0.000	0.669	0.490	0.447	0.619	0.687	0.551	0.544	5
豫豆 26	0.807	0.051	0.886	0.476	0.297	0.420	0.000	0.000	0.367	10
豫豆 28	0.892	0.079	1.000	0.000	0.430	0.530	0.325	0.295	0.444	8
冀豆 12	0.275	0.693	0.000	1.000	1.000	1.000	0.616	0.592	0.647	2
齐黄 34	0.526	0.468	0.540	0.421	0.860	0.710	0.981	1.000	0.688	1
科豆 10 号	0.875	0.476	0.656	0.586	0.712	0.638	0.025	0.270	0.530	6
郟豆 1 号	0.000	0.352	0.721	0.628	0.186	0.000	1.000	0.588	0.434	9

## 2.4 不同高蛋白大豆品种农艺性状的主成分分析

主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)是将多个变量进行降维处理,将大量数据中的信息囊括在几个潜在因子中进行数据分析的一种综合评价方法。对参试高蛋白大豆品种各数量性状进行主成分分析,由表 5 可知,通过主成分分析可得出 4 个主成分,第一主成分特征值为 3.480,贡献率为 43.502%;第二主成分特征值为 1.886,贡献率为 23.575%;第三主成分特征值为 1.222,贡献率为 15.278%;第四主成分特征值为

1.082,贡献率为 13.525%,4 个主成分累计贡献率达到 95.880%,可代表绝大部分数据信息,符合主成分的分析要求,因此可用这 4 个主成分来分析参试高蛋白大豆品种综合性状表现。

第一主成分特征值为 3.480,涵盖 3.480 个指标的数据,其特征向量绝对值大小依次为主茎节数>分枝数>单株荚数,称为株型因子;第二主成分特征值为 1.886,其特征向量绝对值较大的两个性状分别为百粒重和单株粒数,称为籽粒性状因子;第三主成分特征值为 1.222,产量和底荚高度特征向量值较大,称为产量因子;第四主成分

特征值为 1.082,株高特征向量绝对值最大,称为株高因子。第一主成分涵盖了 8 个指标近 1/2 的数据,可作为选择高蛋白大豆品种的重要考察因子,其中分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重及产量均为正值,株高、底荚高度、主茎节数特征向量值均为负值,说明株高较高、底荚高度较高、主茎节数较多的大豆品种,其分枝数和结荚能力往往

一般,不利于大豆产量的提高。

将原始数据标准化后,根据特征向量,计算参试高蛋白大豆品种的主成分因子得分( $F_1 \sim F_4$ ),并根据各主成分特征值所占比例权重,构建各大豆品种的综合评价模型  $F=0.454F_1+0.246F_2+0.159F_3+0.141F_4$ ,并计算综合得分。

表 5 参试大豆品种各性状特征向量、特征根及贡献率

性状	主成分特征向量				性状	主成分特征向量			
	1	2	3	4		1	2	3	4
株高	-0.330	0.287	0.176	-0.588	百粒重	0.273	-0.562	0.310	-0.074
底荚高度	-0.243	0.201	0.522	0.561	产量	0.369	-0.300	0.514	-0.113
主茎节数	-0.474	-0.052	0.270	0.283	特征值	3.480	1.886	1.222	1.082
分枝数	0.393	0.155	-0.360	0.430	贡献率/%	43.502	23.575	15.278	13.525
单株荚数	0.381	0.422	0.264	0.097	累计贡献率/%	43.502	67.077	82.355	95.880
单株粒数	0.312	0.517	0.254	-0.217					

由表 6 可知,第一主成分中,得分较高的 3 个品种分别为冀豆 12、齐黄 34 和圣豆 18,表明这 3 个品种在单株荚数、分枝数及主茎节数等株型方面表现较好。第二主成分中,得分较高的 3 个品种分别为科豆 10 号、豫豆 26 和冀豆 12,表明这 3 个品种在籽粒性状表现较好。第三主成分

中,得分较高的 3 个品种分别为齐黄 34、菏豆 37 和菏豆 38,表明这 3 个品种在产量性状表现较好。第四主成分中,得分较高的 3 个品种分别为鄂豆 1 号、豫豆 26、冀豆 12,表明这 3 个品种在株高方面表现较好。综合得分中,冀豆 12、齐黄 34 和菏豆 37 得分较高,表明其综合性状较好。

表 6 参试大豆品种主成分得分及综合得分

品种	主成分得分				综合得分 $F$	排序
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$		
圣豆 18	0.834	-0.530	-1.120	-1.712	-1.712	6
圣豆 24	-1.711	-1.635	-0.703	-1.360	-1.482	10
菏豆 37	0.043	0.344	1.582	-0.255	0.320	3
菏豆 38	-0.302	0.254	0.956	0.293	0.119	5
豫豆 26	-2.231	1.270	-0.908	1.026	-0.700	8
豫豆 28	-2.227	0.564	0.882	-0.039	-0.737	9
冀豆 12	3.694	1.189	-0.890	0.346	1.875	1
齐黄 34	1.953	-0.609	1.575	-0.217	0.957	2
科豆 10 号	-0.349	1.786	-0.785	0.024	0.159	4
鄂豆 1 号	0.296	-2.633	-0.588	1.894	-0.340	7

## 2.5 不同高蛋白大豆品种综合评价比较

由模糊隶属函数法(FMF)可知,各参试高蛋白大豆品种综合性状表现依次为齐黄 34>冀豆 12>菏豆 37>圣豆 18>菏豆 38>科豆 10 号>圣豆 24>豫豆 28>鄂豆 1 号>豫豆 26,由主成分分析(PCA)可知,其综合性状表现依次为冀豆 12>齐黄 34>菏豆 37>科豆 10 号>菏豆 38>圣豆 18>鄂豆 1 号>豫豆 26>豫豆 28>圣豆 24。对 FMF 方法和 PCA 方法结果进行比较,发现两种方法下,排名前六位的大豆品种均一致,分别为冀豆 12、

齐黄 34、菏豆 37、科豆 10 号、菏豆 38、圣豆 18,其中齐黄 34、冀豆 12、菏豆 37 均排前三位(图 1),表明模糊隶属函数和主成分分析结果在一定程度上具有一致性,尤其对综合性状表现较优的品种评价结果基本相同,说明这两种方法对评价参试大豆品种的生产性能均具备可行性。由图 1 可知,10 个参试大豆品种的模糊隶属函数值(FMF)变化幅度较小,而主成分分析综合得分值(PCA)变化幅度较大,FMF+PCA 产生的综合得分与单独主成分分析综合得分趋势基本一致,表明主成

分分析更能凸显出不同高蛋白大豆品种之间的差异性,从而更易区分和评价各参试大豆品种。

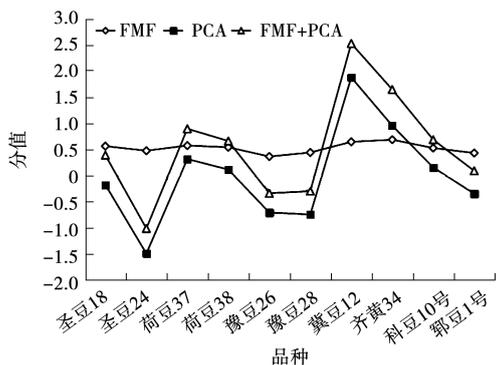


图1 模糊隶属函数(FMF)与主成分分析(PCA)综合评价比较

### 3 讨论

本研究中,10个参试高蛋白大豆品种在同一生态区的适应性不同,其表型变异较为丰富,其中,分枝数变异系数最大,这与常世豪等<sup>[11]</sup>、汪宝卿等<sup>[12]</sup>研究结果一致,其次为百粒重、底荚高度、产量和株高,表明该地区下,大豆这些性状受环境影响较大,改良潜力也较大,可通过良种选配和改善栽培措施等方法,使这些性状得到一定程度的改善和提高。而主茎节数、单株荚数和单株粒数变异系数较小,表明供试大豆品种这些性状遗传性较强,受该地区环境影响较小,且不易受栽培措施的影响。另一方面,本研究中,主茎节数与底荚高度呈显著正相关,与分枝数、单株粒数均呈显著负相关;分枝数与株高呈显著负相关,与单株荚数呈显著正相关,与百粒重、产量均呈正相关;单株荚数和单株粒数呈显著正相关,百粒重和产量呈显著正相关,表明植株高大、底荚高度高、主茎节数多的大豆品种,分枝数、单株荚数、单株粒数相对较少,大豆产量不一定高,而分枝数多的品种,株高、底荚高度及主茎节数较低,单株荚数和单株粒数相对较多,大豆产量高。因此,在本地区选育高产品种时,应当选择分枝数多、单株荚数多、单株粒数多和百粒重大的品种,此结果与王桂梅等<sup>[13]</sup>研究结果相似,但与贺礼英等<sup>[14]</sup>研究结果不同,其研究结果更倾向于选择株型较大的大豆品种,这可能与品种类型及种植条件不同有很大关系。

模糊隶属函数分析是基于模糊数学的原理,通过计算每一个指标对应的隶属函数值来得到其综合评价价值,方法较为简便,结果比较直观,目前在高粱<sup>[15-16]</sup>、马铃薯<sup>[17]</sup>、山药<sup>[18]</sup>、番茄<sup>[19]</sup>等多种作物种质资源及抗逆性评价均有应用,效果较好。本研究中,按模糊隶属函数评价,隶属函数值较高的5个品种分别为齐黄34、冀豆12、荷豆37、圣豆18

和荷豆38,隶属函数值较低的5个品种分别为科豆10号、圣豆24、豫豆28、鄂豆1号和豫豆26,表明参试高蛋白大豆品种中,齐黄34、冀豆12、荷豆37、圣豆18和荷豆38综合表现较好,豫豆系列及鄂豆1号综合表现较弱。前人研究发现,应用隶属函数分析法对作物种质资源进行综合评价,关键在于参考性状的选择,不同地区及种植习惯对作物品种特性的要求不同,应因地制宜确定评价因素,选择参考性状。本研究借鉴前人研究经验,运用隶属函数分析将大豆株高、底荚高度、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重及产量性状均作为参考性状,避免了单一性状为指标评判的片面性,较为全面地评价了参试大豆品种,其结果具备参考价值。

主成分分析可将作物多个彼此关联的性状指标转换成个数较少且彼此独立的综合指标,既不损失原有信息,还可避免重复信息的干扰,是目前作物种质资源评价中较为常用的一种分析方法<sup>[20-22]</sup>。本研究通过主成分分析将8个性状转换为4个主成分,根据其涵盖指标分为“株型因子”“籽粒性状因子”“产量因子”和“株高因子”,其累计贡献率达到95.880%,可代表绝大部分数据信息。尤其第1主成分贡献率为43.502%,涵盖了8个指标近1/2的数据,可作为选择高蛋白大豆品种的重要考察因子,其中分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重及产量均为正值,株高、底荚高度、主茎节数特征向量值均为负值,说明株高高、底荚高度高、主茎节数多的大豆品种,其分枝数和结荚能力一般,不利于大豆产量的提高,这与各性状相关性分析结果相一致。通过主成分分析,冀豆12、齐黄34、荷豆37、科豆10号和荷豆38排名前五,综合得分较高,在供试地区生产性能较好。

对模糊隶属函数和主成分分析结果进行比较,发现排名前六位的大豆品种均一致,分别为冀豆12、齐黄34、荷豆37、科豆10号、荷豆38和圣豆18,其中冀豆12、齐黄34和荷豆37均排前三位,表明模糊隶属函数和主成分分析结果在一定程度上具有一致性,尤其对综合性状表现较优的品种评价结果基本相同,说明这两种方法对评价参试大豆品种的生产性能均具备可行性。值得注意的是,参试大豆品种之间隶属函数值变化幅度较小,而主成分综合得分变化幅度较大,主成分分析更能凸显出不同高蛋白大豆品种之间的差异性,从而更易区分和评价各参试大豆品种。通过本研究可知,冀豆12、齐黄34和荷豆37综合得分均较高,产量也高,在鲁西北地区适应性较强,可作为该区推广种植的优选高蛋白品种。

### 4 结论

本研究得出,10个参试高蛋白大豆品种在同一生态区的适应性不同,参试大豆品种分枝数、百

粒重、底荚高度、产量和株高变异系数较大,主茎节数、单株荚数和单株粒数变异系数较小,且分枝数与株高、主茎节数均呈显著负相关,与单株荚数呈显著正相关,单株荚数和单株粒数之间,百粒重和产量之间均呈显著正相关。因此,在本地区选育高产品种时,应适当选择分枝数多、单株荚数多、单株粒数多和百粒重大的品种。对模糊隶属函数和主成分分析结果进行比较,发现排名前六位的大豆品种均一致,分别为冀豆 12、齐黄 34、菏豆 37、科豆 10 号、菏豆 38 和圣豆 18,其中冀豆 12、齐黄 34 和菏豆 37 均排前三位,产量也较高,在鲁西北地区适应性强,可作为该区推广种植的优选高蛋白品种。

#### 参考文献:

- [1] 赵博,赵元寿,苏小红.大豆蛋白的研究进展[J].甘肃科技纵横,2021,50(12):19-21,24.
- [2] 曹扬慧.豆粕市场供需矛盾对下半年市场的影响[J].广东饲料,2021,30(6):20-23.
- [3] 王彩洁,李伟,张礼凤,等.黄淮海地区近 20 年来育成大豆品种亲本分析[J].大豆科学,2018,37(4):503-510.
- [4] 赵志刚,罗瑞萍.宁夏春大豆品种演变及栽培技术进步对大豆产量的贡献分析[J].宁夏农林科技,2019,60(5):4-7.
- [5] 刘文林,张宏纪,孙岩,等.栽培密度对麦茬复种大豆产量及品质的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):11-14.
- [6] 李敏,苏慧,李阳阳,等.黄淮海区小麦耐热性分析及其鉴定指标的筛选[J].中国农业科学,2021,54(16):3381-3393.
- [7] 翟新秘,秦利军,项阳,等.隶属函数分析法对 25 份贵州玉米种质抗旱性评价研究[J].种子,2018,37(9):51-55.
- [8] 邓艳凤,肖水平,王涛,等.利用主成分和隶属函数法评价 40 份早熟棉 F<sub>2</sub> 材料[J].棉花科学,2022,44(1):24-29.
- [9] 张婷,郭勤卫,刘慧琴,等.基于隶属函数法的辣椒苗期耐冷

- 性综合评价[J].江西农业学报,2020,32(4):49-55.
- [10] 刘淑霞,郭永霞,魏国江,等.利用隶属函数模型评价黑龙江省大庆地区引进的 20 个紫花苜蓿品种[J].江苏农业科学,2020,48(10):202-207.
  - [11] 常世豪,杨青春,舒文涛,等.黄淮海夏大豆品种(系)主要农艺性状的综合性分析[J].作物杂志,2020(3):66-72.
  - [12] 汪宝卿,张礼凤,戴海英,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状的遗传变异、相关及主成分分析[J].大豆科学,2012,31(2):208-212.
  - [13] 王桂梅,邢宝龙.大豆农艺性状相关性分析及主成分分析[J].安徽农学通报,2021,27(24):46-48,87.
  - [14] 贺礼英,尹成杰,黄守程,等.菜用大豆主要农艺性状的相关性、聚类及主成分分析[J].浙江农业学报,2018,30(1):50-57.
  - [15] 周福平,史红梅,张海燕,等.应用模糊隶属函数法对高粱种质资源的农艺性状和品质性状进行综合评价[J].种子,2022,41(1):94-98.
  - [16] 徐建霞,丁延庆,曹宁,等.粒用高粱种质资源耐冷性分析[J].种子,2021,40(11):40-45,60.
  - [17] 谢婉,杨喜珍,杨利,等.利用隶属函数法评价马铃薯组培苗的抗旱性[J].中国马铃薯,2019,33(2):65-76.
  - [18] 罗海玲,龚明霞,周芸伊,等.利用隶属函数法对山药种质资源品质和产量进行综合评价[J].西南农业学报,2018,31(5):911-916.
  - [19] 王俊,苏秀敏,韩文清,等.基于隶属函数法对 15 种旱地番茄品质的综合评价[J].浙江农业科学,2020,61(12):2586-2589.
  - [20] 黄晨晨,宋晓,黄绍敏,等.基于主成分分析和聚类分析的磷高效品种筛选和评价[J].中国土壤与肥料,2021(6):292-299.
  - [21] 尹欣幸,杨伟波,金龙飞,等.基于主成分分析的鲜食花生品质评价[J].热带作物学报,2021,42(10):3001-3007.
  - [22] 冯海萍,刘晓梅,白生虎,等.不同娃娃菜品种在宁南山区的适应性评价[J].种子,2021,40(10):121-125.

## Comprehensive Evaluation of Production Performance of Different High Protein Soybean Varieties in Northwest of Shandong

TIAN Yixin, ZHU Jinying, HUA Fangjing, LI Chunyan, GAO Qi, ZHU Guanxiang, WANG Chunyu, GAO Fengju

(Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou 253051, China)

**Abstract:** In order to select high-quality and high-protein soybean suitable for planting in northwest of Shandong, fuzzy membership function and principal component analysis were used to evaluate the production performance of 10 high-protein soybean varieties. The results showed that the coefficient of variation of branch number, 100-seed weight, bottom pod height, yield and plant height were larger, but the coefficient of variation of main stem node number, pod number per plant and seed number per plant were smaller. The number of branches was negatively correlated with plant height and node number of main stem, and positively correlated with the pods number of per plant. There were significant positive correlations between pod number and grain number of per plant, as well as between 100-grain weight and yield. Therefore, varieties with more branches, pods and grains per plant, 100-grain weight should be appropriately selected when breeding high-yield varieties in this region. According to the membership function and principal component analysis, Jidou 12, Qihuang 34 and Hedou 37 have high comprehensive scores and high yield, which has strong adaptability and can be used as the preferred high-protein variety for planting in northwest of Shandong.

**Keywords:** high protein soybean; production performance; membership function analysis; principal component analysis; comprehensive evaluation