

甜菜品种主要性状间相互影响关系的分析

秦德志¹, 刘丽洁², 马海峰³, 马海龙⁴, 邓晓红⁵, 张春⁵, 张福虎⁵

(1. 内蒙古农业大学, 呼和浩特 010018; 2. 内蒙古自治区林业科学研究院, 呼和浩特 010018; 3. 巴彦淖尔市沙漠综合治理中心, 内蒙古 巴彦淖尔 015000; 4. 巴彦诺尔市林业和草原资源保护中心, 内蒙古 巴彦淖尔 015000; 5. 巴彦淖尔市林业和草原事业发展中心, 内蒙古 巴彦淖尔 015000)

摘要:本研究以内蒙古农业大学职业技术学院园区2019年栽培的22个甜菜品种为材料,研究了甜菜的主要性状及其差异,并以9项指标为依据对这些品种进行综合评价。采用主成分分析(PCA)和聚类分析(CA)对甜菜性状的变异性进行评价,并对各变量的贡献进行排序。根据PCA法将22个甜菜品种的品质指标分为4个主成分,累积方差贡献率为79.748%,反映了所考察性状绝大部分信息,以及各公因子中有关性状的相关程度。根据CA法将甜菜品种重新分为6类。结果表明,第一类、第二类、第三类品种品质较好。将这两种方法结合起来,探讨了各类品种栽培管理措施和改良目标。

关键词:甜菜; 性状; 相互关系

中图分类号: S566.3

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)01-0077-06

Analysis of the interaction between the main characters of Sugarbeet Varieties

QIN Dezhi¹, LIU Lijie², MA Haifeng³, MA Hailong⁴, DENG Xiaohong⁵, ZHANG Chun⁵, ZHANG Fuhu⁵

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018; 2. Inner Mongolia Academy of Forestry Sciences, Hohhot 010018; 3. Bayan Nur Desert Comprehensive Control Center, Bayan Nur 015000; 4. Bayan Nur Forestry and Grassland Resources Protection Center, Bayan Nur 015000; 5. Bayan Nur Forestry and Grassland Development Center, Bayan Nur 015000, China)

Abstract: In this study, 22 sugarbeet varieties cultivated in 2019 in Inner Mongolia Agricultural University Vocational and Technical College were used as materials to study the main characters and differences of sugarbeet, and the comprehensive evaluation of these varieties was carried out based on 9 indexes. The main component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) were used to evaluate the variability of sugarbeet characters, and their contribution to each variable sort. According to the PCA method, the quality indexes of 22 sugarbeet varieties were divided into four main components, and the cumulative variance contribution rate was 79.748%, which reflected most of the information of the investigated characters and the correlation degree of the related characters in each common factor. Sugarbeet varieties were divided into 6 groups according to CA method. The results showed that the first, second and third varieties had better quality. In this paper, the two methods are combined to discuss the cultivation and management measures and improvement objectives of various varieties.

Key words: Sugarbeet; Character; Interrelation

甜菜(*Beta vulgaris* L.)是藜科植物的一员,根据用途通常分为糖用甜菜、叶用甜菜、食用甜菜和饲用甜菜^[1-3]。甜菜是世界上最具有农业经济价值的糖料作物之一,在世界范围内发挥着重要的作用。在我国,种植区域主要分布于东北、西北和华北。甜菜含有多种氨基酸、甜菜碱、蔗糖、

钾、钠和 α -氨基氮(α -N),这些成分与营养和加工质量显著相关^[4-7]。

质量评估包括在甜菜品种选育过程中确定其生理指标,因为只用一种品质性状或农艺性状(如根大小、根重、根型等)难以满足甜菜品质评价的需要。甜菜品质评价中有必要应用强大的统计方法建立评价模型确定多项指标的差异,为甜菜优质育种和利用提供全面的技术支持。

甜菜某些指标被用于对甜菜的品质进行评价,并区别不同甜菜品种^[8-9]。因此,应用科学方

收稿日期: 2020-03-21

基金项目: 科学技术部“十三五”国家重点研发计划(2016YFC05009)

作者简介: 秦德志(1977-),男,讲师,硕士,主要从事植物生理学教学与甜菜研究。

法来进行更多基于甜菜各项指标的综合评价是必要的。例如,在抽薹过程,蛋白质含量和总氨基酸含量均呈上升趋势,据报道,这种增加与几种氨基酸的变化有关^[10]。在甜菜生长9~12周时,不同含糖量的甜菜品种主根韧皮部蔗糖和氨基酸含量差异不大。

主成分分析(PCA)是一种重要而流行的多元分析方法^[11]。聚类分析(CA)通常用于将样本和变量分类到各自相似的类群^[12]。研究人员利用PCA法和CA法进行甜菜品质的分析。Jia等^[13]应用PCA法和CA法对5个不同产地的34种甜菜中包括钾、钠在内的11种元素含量进行了综合质量评价。此外,用PCA法分析和综合评价14个甜菜品种根中的氨基酸成分。

近年来,虽然许多研究用PCA法分析甜菜品种的农艺性状^[14-16],很少有研究揭示甜菜的生长指标。因此,本研究旨在应用PCA法和CA法评价甜菜产量指标和生长指标。2019年测定了22个甜菜品种9项产量指标和生长指标,并找到品种间的差异。通过分析进行合理的评价,以指导各品种栽培管理措施和改良目标。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试品种为德国先正达选育的22个甜菜品种,具体见表1。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地点

本试验于内蒙古包头市土默特右旗内蒙古农业大学现代农业博览园中进行,该区土质为砂壤土,土壤理化性质为:有机质3.50%、速效氮52.10 mg/kg、速效磷33.5 mg/kg、速效钾134.41 mg/kg、pH 7.21,滴灌,前茬为燕麦。

表1 试验品种

序号	品种名称	序号	品种名称
1	HI0946	12	RG7002
2	HI1455	13	MA3021
3	HI1268	14	MA10-9
4	HI1177	15	MA3023
5	HI0661	16	MA096
6	HI0554	17	MA3028
7	HI1409	18	MA3025
8	HI0064	19	VF3019
9	HI1420	20	MA3026
10	HI0877	21	SX511
11	HI0556	22	SX512

1.2.2 试验设计

试验于2019年4月19日人工播种,基施有机肥500 kg/667 m²、复合肥50 kg/667 m²,按照甜菜栽培技术规程进行管理,生育期间防虫不防病,不追肥。采用随机设计,重复3次,小区面积11.2 m²,行株距50 cm×20 cm,10月11日采收。

1.2.3 测定指标

在叶丛快速生长期测定甜菜不同部位鲜重、叶面积、根冠比、SPAD值;在叶丛快速生长期和块根快速生长期测定株高;采收时测定含糖率、产量。

1.3 统计分析

试验数据使用Excel 2007软件进行初步处理,采用SPSS 17.0统计分析软件进行因子分析、聚类分析、多元方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同甜菜品种的生育期表现

22个甜菜品种生育期接近,2019年4月19日播种,10月11日采收,生育期176 d。

表2 不同品种甜菜性状差异

序号	品种名称	叶丛快速生长期株高(cm)	块根快速生长期株高(cm)	叶丛快速生长期鲜重(g)	叶丛快速生长期叶面积(cm ²)	叶丛快速生长期根冠比	叶丛快速生长期SPAD值	产量(kg/667 m ²)	含糖率(%)	产糖量(kg/667 m ²)
1	HI0946	14.82	51.94	30.09	73.62	0.10	51.88	5 756.29	19.54	1 124.78
2	HI1455	17.23	55.47	20.72	61.28	0.14	55.65	5 289.45	20.27	1 072.35
3	HI1268	14.25	57.07	29.80	74.78	0.22	54.33	5 290.33	18.53	980.12
4	HI1177	15.55	63.59	43.60	73.31	0.20	51.84	5 865.65	19.30	1 132.07
5	HI0661	16.22	57.65	49.68	88.55	0.14	56.34	5 518.70	18.65	1 029.42
6	HI0554	14.53	54.67	29.40	64.94	0.17	59.84	6 108.07	18.86	1 151.98
7	HI1409	16.25	54.86	28.00	78.84	0.12	53.05	4 527.91	21.26	962.79
8	HI0064	14.47	56.75	24.08	64.36	0.15	52.38	3 635.51	20.82	756.79

续表 2

序号	品种名称	叶丛快速 生长期株 高(cm)	块根快速 生长期株 高(cm)	叶丛快速 生长期鲜 重(g)	叶丛快速 生长期叶 面积(cm ²)	叶丛快速 生长期根 冠比	叶丛快速 生长期 SPAD值	产量 (kg/667 m ²)	含糖率 (%)	产糖量 (kg/667 m ²)
9	HI1420	14.27	51.72	40.64	71.25	0.24	56.14	5 623.22	19.30	1 085.28
10	HI0877	15.84	52.37	39.96	59.60	0.15	56.69	5 654.84	20.53	1 160.75
11	HI0556	15.57	52.55	81.84	106.79	0.36	53.51	5 859.50	16.87	988.50
12	RG7002	14.67	54.95	36.40	134.44	0.23	53.95	4 879.26	17.50	854.03
13	MA3021	16.67	58.00	42.68	95.16	0.15	69.03	5 056.68	17.44	882.05
14	MA10-9	17.10	57.43	46.12	69.40	0.15	60.47	5 597.31	18.71	1 047.07
15	MA3023	16.31	58.09	51.24	57.90	0.18	61.05	6 284.62	19.20	1 206.86
16	MA096	18.38	55.86	71.88	142.37	0.18	55.06	4 299.54	20.05	862.06
17	MA3028	16.81	52.45	43.94	57.15	0.17	54.55	5 181.41	19.06	987.58
18	MA3025	16.24	63.95	20.14	39.71	0.17	56.71	5 059.76	19.13	967.93
19	VF3019	16.89	56.80	28.84	60.34	0.16	55.18	6 078.21	18.19	1 105.83
20	MA3026	15.65	58.02	39.16	81.74	0.17	53.25	5 836.66	18.30	1 068.11
21	SX511	16.13	55.79	59.74	73.76	0.16	59.59	5 273.64	16.52	871.03
22	SX512	18.05	57.71	57.54	122.94	0.14	52.64	5 559.54	18.10	1 006.46

2.2 不同甜菜品种生物性状比较

22个甜菜品种的9个指标见表2,根据这9个指标将这些品种分成6类。

2.3 因子分析

2.3.1 初始因子载荷矩阵

由表3可知,9个性状间存在着错综复杂的相

关关系,不易得出简明的规律,需要降维做因子分析,以找出影响各个性状的主要因子。

利用已得到的相关系数矩阵进行因子分析,结果提取4个公因子,其累计方差贡献率达79.748%,代表了所有性状的绝大部分相关信息,主成分解释比例见表4。由表4可知,成分1、2、3、

表3 相关性矩阵

	叶丛快速生 长期株高	块根快速生 长期株高	叶丛快速生 长期鲜重	叶丛快速生 长期叶面积	叶丛快速生 长期根冠比	叶丛快速生 长期SPAD值	产量	含糖率	产糖量
叶丛快速生长期株高		0.180	0.046	0.133	0.083	0.212	0.399	0.483	0.408
块根快速生长期株高	0.180		0.233	0.266	0.267	0.322	0.482	0.382	0.420
叶丛快速生长期鲜重	0.046	0.233		0.002	0.010	0.371	0.270	0.015	0.303
叶丛快速生长期叶面积	0.133	0.266	0.002		0.105	0.279	0.124	0.082	0.020
叶丛快速生长期根冠比	0.083	0.267	0.010	0.105		0.296	0.220	0.018	0.372
叶丛快速生长期SPAD值	0.212	0.322	0.371	0.279	0.296		0.253	0.077	0.491
产量	0.399	0.482	0.270	0.124	0.220	0.253		0.042	0.000
含糖率	0.483	0.382	0.015	0.082	0.018	0.077	0.042		0.261
产糖量	0.408	0.420	0.303	0.020	0.372	0.491	0.000	0.261	

4包含了79.748%的累积信息,由这4个特征值及相应的特征向量计算所得的初始因子载荷矩阵见表5。

2.3.2 初始因子载荷矩阵方差极大化旋转

从表5可以看出,有的公因子上多个性状都有较高的载荷值,使得公因子的作用和意义含糊不清,不便于解释,为合理解释公因子,需要进一步采用方差最大法对公因子进行正交旋转,得到方差最大正交因子载荷矩阵,见表6。

从表6可以看出,经旋转后的载荷矩阵公因子中的载荷值已趋于两极分化,各公因子与有关性状的相关程度比较明确,其生物学意义更加鲜明。

在第一公因子中载荷值较大的性状是叶丛快速生长期根冠比(0.823)、叶丛快速生长期鲜重(0.678),它们与含糖率(-0.822)呈负相关,说明含糖率大的品种叶丛快速生长期根冠比小、叶丛快速生长期鲜重小,故可以称为含糖率因子。从

表4 主成分解释比例

主成分	特征值	解释比例(%)	累计百分比(%)
1	2.457	27.303	27.303
2	2.084	23.161	50.464
3	1.524	16.936	67.400
4	1.111	12.348	79.748
5	0.879	9.772	89.520
6	0.452	5.028	94.548
7	0.310	3.445	97.993
8	0.180	1.997	99.989
9	0.001	0.011	100.000

表5 初始因子载荷矩阵

指标	公因子			
	1	2	3	4
叶丛快速生长期株高	0.223	-0.149	0.769	0.496
块根快速生长期株高	-0.150	-0.058	0.536	-0.393
叶丛快速生长期鲜重	0.844	0.213	0.118	0.303
叶丛快速生长期叶面积	0.801	-0.273	-0.016	0.242
叶丛快速生长期根冠比	0.613	0.337	-0.491	-0.210
叶丛快速生长期SPAD值	0.066	0.249	0.605	-0.425
产量	-0.095	0.970	0.065	0.135
含糖率	-0.653	-0.455	-0.139	0.424
产糖量	-0.464	0.785	0.006	0.371

表6 方差最大正交因子载荷矩阵

指标	公因子			
	1	2	3	4
叶丛快速生长期株高	-0.194	-0.007	0.903	0.237
块根快速生长期株高	-0.160	-0.087	0.006	0.660
叶丛快速生长期鲜重	0.678	0.017	0.622	-0.134
叶丛快速生长期叶面积	0.489	-0.431	0.532	-0.258
叶丛快速生长期根冠比	0.823	0.009	-0.197	-0.241
叶丛快速生长期SPAD值	0.140	0.114	0.090	0.757
产量	0.268	0.944	-0.015	0.097
含糖率	-0.822	-0.078	-0.048	-0.386
产糖量	-0.170	0.964	-0.040	-0.094

中可以看到为了提高含糖率,栽培管理中在叶丛快速生长期应该促进地上部生长,降低根冠比,为糖分积累期积累足够养分。

第二公因子中载荷值最大的性状是产糖量(0.964),与产量(0.944)呈正相关,说明产量高的品种产糖量高,故可以称为产糖量因子。可以看出,在生产中为夺取较高的产糖量,高产是必要条件,一定要采取措施保证高产。

第三公因子中载荷值较大的性状是叶丛快速生长期株高(0.903)、叶丛快速生长期鲜重(0.622),与叶丛快速生长期叶面积(0.532)呈正相关,说明叶丛快速生长期株高高的品种,叶丛快速生长期鲜重、叶丛快速生长期叶面积更大,故可以称为叶丛快速生长期株高因子。可以看出较大的叶面积可以提高光合产物积累、促进营养生长,为块根膨大提供养分,可以作为甜菜选育时的一个参考因素。

第四公因子中载荷值以叶丛快速生长期SPAD值(0.757)绝对值最大,与块根快速生长期株高(0.660)呈正相关,说明叶丛快速生长期SPAD值大的品种,块根快速生长期株高高,故可以称为叶丛快速生长期SPAD值因子。SPAD值反映了叶片叶绿素含量相对值,叶丛快速生长期较高的叶绿素含量,有利于光和性能的提高,光合产物的积累促进了养分向地下部的输送,有利于块根生长,为高产奠定基础。

2.4 聚类分析

为了揭示出性状间深层次的关系,给甜菜新品种的优选提供信息,对参试品种品质性状和产量性状进行聚类分析。基于以上因子载荷矩阵及各性状的相关矩阵,取品种间相似度量欧氏距离,采用组间连接法,将参试品种聚类,见图1。

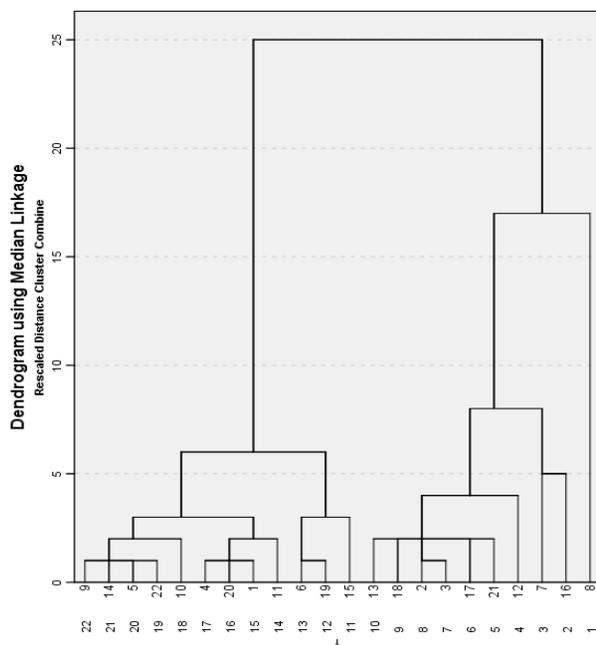


图1 参试品种聚类关系

由图1可见,第I类有9、14、5、22、10号5个品种;第II类有4、20、1、11号4个品种;第III类有6、19、15号3个品种;第VI类有13、18、2、3、17、

21、12号7个品种;第V类有7、16号2个品种;第VI类是8号品种。

2.5 6大类品种的主要品质性状的多元方差分析

对以上6大类甜菜品种的主要性状进行多元

方差分析,多元方差分析采用Scheffe方法进行检验,产量和主要品质性状的方差分析结果见表7。

由表7可见,叶丛快速生长期株高、块根快速生长期株高、叶丛快速生长期鲜重、叶丛快速生

表7 甜菜主要品质性状的方差分析

	平方和	自由度	均方差	F值	P值
叶丛快速生长期株高	11.050	5	2.210	1.072	0.401
块根快速生长期株高	11.742	5	2.348	0.172	0.970
叶丛快速生长期鲜重	1 062.854	5	212.571	0.799	0.566
叶丛快速生长期叶面积	3 358.834	5	671.767	0.981	0.459
叶丛快速生长期根冠比	414.836	5	82.967	9.414	0.000
SPAD值	141.514	5	28.303	2.319	0.084
产量	6 916 427.646	5	1 383 285.529	7.469	0.001
含糖率	15.643	5	3.129	1.103	0.391
产糖量	153 991.032	5	30 798.206	2.746	0.050

长期叶面积、SPAD值、含糖率在类间差异不显著,产糖量类间差异在0.05水平上显著,叶丛快速生长期根冠比、产量类间差异在0.01水平上极显著,因此,对叶丛快速生长期根冠比、产量、产糖量进行多重比较,结果见表8。

表8 不同类别甜菜主要性状的平均值及多重比较

分类	序号	品种	叶丛快速 生长期根 冠比	产量 (kg/667 m ²)	产糖量 (kg/667 m ²)
I	5	HI0661			
	9	HI1420			
	10	HI0877	0.16b	5 590.72ab	1 065.80ab
	14	MA10-9			
	22	SX512			
II	1	HI0946			
	4	HI1177			
	11	HI0556	0.21b	5 829.53ab	1 078.36ab
	20	MA3026			
III	6	HI0554			
	15	MA3023	0.17b	6 156.97a	1 154.89a
	19	VF3019			
	2	HI1455			
	3	HI1268			
IV	12	RG7002			
	13	MA3021	0.18b	5 147.22bc	945.01bc
	17	MA3028			
	18	MA3025			
	21	SX511			
V	7	HI1409	0.15b	4 413.73d	911.73cd
	16	MA096			
VI	8	HI0064	0.15a	3 635.51cd	756.91d

对表8各类品种的产量及品质进行分析,第III类3个品种的平均产量6 156.97 kg/667 m²,产糖量1 154.89 kg/667 m²均列6类品种之首,显著高于其他5类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,栽培这类品种,除加强管理提高产量外,应着重提高其含糖率。

第I类5个品种、第II类4个品种,产量分别为5 590.72 kg/667 m²、5 829.53 kg/667 m²,产糖量分别为1 065.80 kg/667 m²、1 078.36 kg/667 m²,均列6类品种第二,高于第IV类品种,显著高于第V、第VI类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,栽培这类品种,在栽培中,与第III类品种栽培管理目标相类似。

第IV类7个品种的平均产量5 147.22 kg/667 m²,产糖量945.01 kg/667 m²,低于第I类、第II类品种,显著低于第III类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,这类品种有待进一步提高栽培管理水平。

第V类2个品种、第VI类只有一个品种,产量分别为4 413.73 kg/667 m²、3 635.51 kg/667 m²,产糖量分别为911.73 kg/667 m²、756.91 kg/667 m²,均列6类品种之末,显著低于于其他4类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,这类品种有待进一步提高栽培管理水平。

3 结论与讨论

甜菜生长性状和产量性状较多,且指标间存在错综复杂的相关关系,导致他们提供的信息出现重叠,不易得出简明的规律。本文对甜菜新品种的生长性状和产量性状共9个数量性状进行因

子分析,将它们归属于4个公因子,而且每个公因子都有明确的生物学意义,从专业上得到较为合理的解释,从而将多个性状错综复杂的网络关系降为综合相关性很小的公因子,有利于针对目标性状进行选择,提高选择效率。

通过因子分析,可以看到为了提高含糖率,栽培管理中在叶丛快速生长期应该促进地上部生长,降低根冠比,为糖分积累期积累足够养分;为夺取较高的产糖量,高产是必要条件,一定要采取措施保证高产;较大的叶面积可以提高光合产物积累、促进营养生长,为块根膨大提供养分,可以作为甜菜选育时的一个参考因素;叶丛快速生长期较高的叶绿素含量,有利于光合性能的提高,光合产物的积累促进了养分向地下部的输送,有利于块根生长,为高产奠定基础。

通过聚类分析将22个甜菜品种聚为6大类,第Ⅲ类3个品种HI0554、MA3023、VF3019平均产量为6 156.97 kg/667 m²,平均产糖量为1 154.89 kg/667 m²均列6类品种之首,显著高于其他5类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,可以作为本地区主要栽培品种进行推广,种植这类品种,除加强管理提高产量外,应着重提高其含糖率。

第Ⅰ类5个品种HI0661、HI1420、HI0877、MA10-9、SX512,平均产量为5 590.72 kg/667 m²,平均产糖量为1 065.80 kg/667 m²,第Ⅱ类4个品种HI0946、HI1177、HI0556、MA3026,平均产量为5 829.53 kg/667 m²,平均产糖量为1 078.36 kg/667 m²,均列6类品种第二,高于第Ⅳ类品种,显著高于第Ⅴ、第Ⅵ类品种,但含糖率与其他5类品种没有显著差异,栽培这类品种,在栽培中,与第Ⅲ类品种栽培管理目标相类似。

对这3类品种应力求保持产量,提高产糖率,并改善各项其他指标,达到高产优质的选育目标。

参考文献:

- [1] Ford-Lloyd B V, Williams J T. A revision of *Beta section Vulgares* (henopodiaceae), with new light on the origin of cultivated beets[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 1975,71: 89-102.
- [2] Beta vulgaris L. Plant Resources of Tropical Africa[J]. Vegetables, 2004, 2: 110-113.
- [3] 尚丽霞,蔡勤安,于志晶,等.甜菜碱醛脱氢酶(BADH)基因转化大豆的研究[J].东北农业科学,2016,41(2):35-38.
- [4] 张宇航,王清发,胡晓林,等.糖用甜菜品种品质比较试验结果分析[J].东北农业科学,2016,41(1):47-49.
- [5] Mäck G, Hoffmann C M, Märländer B. Nitrogen compounds in organs of two sugar beet genotypes (*Beta vulgaris* L.) during the season[J]. Field Crops Research, 2007, 102(3): 210-218.
- [6] Allison M F, Chapman J L, Garat C E, et al. The potassium, sodium, magnesium, calcium and phosphate nutrition of sugar beet (*Beta vulgaris*) grown on soils containing incorporated straw [J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2015, 74(2): 216-220.
- [7] Hu X H, Wu Y M, Wang X W. Principal component analysis and comprehensive evaluation of amino acid in different varieties of sugar beet[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 32(27): 69-75.
- [8] 牛海生,王赓起,孟新伟,等.塔额垦区引进甜菜品种适应性及产质量评价[J].中国糖料,2018,40(4):32-33.
- [9] Ra'Eisiyan Zadeh M, Nuruzi M, Faza'Elh H, et al. Silage characteristics and nutritive value of sugar beet tops and crown harvested by three different methods[J]. Journal of Dairyence, 2010, 93(1): 621.
- [10] Gu W, Li C F, Wang Y B. Changes of fatty acid and amino acid components during the first year bolting of sugar beet (*Beta vulgaris* L.)[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2012, 8: 23.
- [11] 余莉,张时龙,李清超,等.主成分分析在芸豆品种筛选中的应用[J].东北农业科学,2016,41(1):91-96.
- [12] 王蔚淇,岳尧海,董亚琳,等.21份玉米单倍体诱导系遗传背景及诱导率分析[J].东北农业科学,2019,44(6):10-13,32.
- [13] Jia X F, Zhu S M, Wang Q, et al. Principal component analysis and cluster analysis of the elements in sugar beet roots of different geographical origins in Xinjiang[J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 7: 302-308.
- [14] 贾雪峰,朱思明,王强.新疆不同产地甜菜块根中元素含量的主成分和聚类分析[J].现代食品科技,2015,31(7):302-308.
- [15] 兴旺,潘荣,崔平.甜菜种质资源叶部性状多样性及聚类分析[J].中国农学通报,2015,31(30):155-161.
- [16] 吴溶,田自华,郑国华,等.不同种质材料甜菜形态和光合特性的主成分分析[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2012,33(5-6):34-40.

(责任编辑:刘洪霞)