

基于主成分分析与聚类分析的菜心品种评价

史卫东¹, 罗海玲¹, 康红卫¹, 农贵雄², 韦爱培¹

(1. 广西壮族自治区农业科学院蔬菜研究所, 广西南宁 530007; 2. 田阳县农业农村局, 广西百色 533600)

摘要 为了评价 29 份菜心品种的表型多样性, 对株高、开展度、叶片数、叶重、侧分枝数、主茎茎长、主茎直径、主茎重量、单株重和生物产量等 10 个表型性状进行了变异分析、回归分析、主成分分析和聚类分析。结果表明, 10 个性状的平均变异系数为 68.02%, 从大到小依次为叶重、单株重、主茎重量、开展度、生物产量、侧分枝数、叶片数、主茎茎长、株高和主茎直径。开展度、叶重、主茎直径、侧分枝数和单株重与生物产量相关性未达到显著水平, 其余性状间均达到极显著相关水平。经主成分分析提取第 1 个主成分, 累计方差贡献率为 80.997%, 特征向量包括全部指标。依据第 1 个主成分贡献率的大小综合评判, 选择植株高大、单株质量大、主茎直径大和质量大、叶片数较多且质量大、侧分枝数较多的菜心作为优异品种。聚类分析分为 3 个类群, 第 1 类除了生物产量最高外, 其余 9 个指标较低; 第 2 类除了生物产量最低外, 其余 9 个指标较高; 第 3 类生物产量高于第 2 类, 低于第 1 类, 其余 9 个指标最低。该研究可为菜心品种评价及应用提供基本信息。

关键词 菜心品种; 主成分; 聚类分析

中图分类号 S634.5 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)24-0046-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation of Chinese Flowering Cabbage Variety by Principal Component Analysis and Cluster Analysis

SHI Wei-dong, LUO Hai-ling, KANG Hong-wei et al (Institute of Vegetable, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract In order to evaluate the phenotypic diversity of 29 Chinese flowering cabbages varieties, the variation analysis, stepwise regression analysis, principal component analysis and cluster analysis were used to analyze 10 phenotypic traits. The results showed the coefficient of variation of 10 traits was 68.02%, with the order from high to low being leaf weight, plant weight, main stalk weight, range, biomass, branch, leaf number, main stalk height, height and main stalk diameter. No significant correlations existed between range, leaf weight, main stalk diameter, branch, plant weight and biomass. There were significant correlations among other traits. The results of principal component analysis showed that 10 characteristic indexes could be classified into the first principal component which cumulative contribution rate was 80.997%. According to the comprehensive evaluation of the contribution rate of the first principal component, the cabbage with higher and larger, more plant weight, more main stalk diameter and weight, more leaf number and weight and more branches was selected as excellent variety. Morphologically 29 cabbages were clustered into three groups. The first group had maximum biomass and lower value of other nine characteristics. The second group had minimum biomass and higher value of other nine characteristics. The third group had middle biomass and the lowest value of other nine characteristics. These results were useful to provide the basic information for research and application of Chinese flowering cabbages variety.

Key words Chinese flowering cabbages variety; Principal component; Cluster analysis

菜心(*Brassica Campestris* L.ssp.*chinensis* Var.*utilis* Tsen et Le)是华南地区种植面积大的叶菜, 表型多样性丰富, 品种繁多, 更新速度快, 品种评价和选择对种植者很重要。菜心食用部位是菜薹与叶片, 性状变异相对简单, 常用的鉴定指标是成熟期和株色等, 这种简单的分类虽然合理, 但种质鉴定的有效性和准确性会有所下降。主成分分析是将多指标线性组合为较少的综合指标, 这些综合指标彼此间既不相关, 又能反映原来多指标的信息^[1]已广泛应用于蔬菜研究^[2-8]。前期利用 27 份菜心种质资源进行主成分分析的结果表明, 绝大部分遗传多样性可用主茎因子和叶片因子来表示, 这为优异种质资源鉴定提供了基本信息^[7], 但还未能据此获得资源的准确评价结果。鉴于此, 笔者对 29 份菜心品种进行了主成分分析、聚类分析和综合评价, 旨在为新品种的评价及应用提供理论依据和可行方法。

1 材料与方

1.1 试验材料 29 份菜心品种来源于南宁地区, 材料名称编号如下: 1 号(28K 油青菜心王)、2 号(聚缘特靓粗苔油青

甜菜心)、3 号(澳洲 50 天油青甜脆菜心)、4 号(翠绿尖叶 80 天油青甜菜心)、5 号(澳洲碧绿 80 天油青甜菜心 888)、6 号(新西兰尖叶 50 天油青甜菜心)、7 号(台湾快大四九-19 甜菜心)、8 号(澳洲 60 天油青甜脆菜心)、9 号(澳洲 80 天粗条迟花甜菜心)、10 号(全能 50 天尖叶油青甜菜心)、11 号(广东一枝花菜心)、12 号(抗热四九菜心)、13 号(香港石排全年菜心)、14 号(优选 31 号甜菜心)、15 号(澳洲 100 天多芽迟花甜菜心)、16 号(特纯 45 天油青甜菜心皇)、17 号(全年四九油青甜菜心)、18 号(珍美 45 天尖叶油青甜菜心)、19 号(绿宝 70 天菜心)、20 号(80 天大种迟花油青甜菜心)、21 号(菜场 68 号油青甜菜心)、22 号(正宗东莞 50 天油青甜菜心)、23 号(绿美美尖叶油青甜菜心)、24 号(MO08 尖叶油绿甜菜心)、25 号(黄叶四九月菜心)、26 号(特靓王 45 天尖叶油青甜菜心)、27 号(508 油青甜菜心)、28 号(粗条 80 天大花油青甜菜心)和 29 号(桂甜菜心 2 号)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。 2018 年 12 月份在广西青芸景农业投资有限公司直播种植, 每份资源 5 m², 共 3 次重复, 水肥管理和病虫害防治措施按照公司的田间管理进行。

1.2.2 性状观察。 采收期从每个品种每个重复随机抽取 5 株植株, 调查株高、开展度、叶片数、叶重、主茎茎长、主茎直

基金项目 广西科技重大专项(桂科 AA17204041)。

作者简介 史卫东(1969—), 男, 辽宁新民人, 高级实验师, 博士, 从事叶菜遗传育种与栽培研究。

收稿日期 2020-05-06

径、主茎重量、单株重、侧分枝数共 9 个性状。各重复在齐口期割取 1 m² 称量生物产量。

1.3 数据处理方法 采用 Excel 2010 和 SPSS 16 进行数据分析。首先将数量性状数值记入 Excel 分析平均值、标准差及变异系数。再利用 SPSS 16 进行主成分分析,提取特征值大于 1.00 的因子作为主成分,得到原始数据相关矩阵的特征值、方差贡献率、累计方差贡献率、成分矩阵、成分得分系数矩阵等,根据所得信息对 29 份品种进行综合评价。利用生物产量为依性状,9 个性状为自性状进行多元回归分析。以欧氏距离为聚类统计量,采用最近距离法进行聚类分析并形

成树状图。

2 结果与分析

2.1 29 个参试品种 10 个表型性状的变异分析 由表 1 可知,10 个性状的平均变异系数为 68.02%,从大到小依次为叶重、单株重,主茎重量、开展度、生物产量、侧分枝数、叶片数、主茎茎长、株高和主茎直径,说明菜心表型多样性丰富,性状变异来源不同,叶重和主茎重量等质量性状变异极大,是主要的变异性状,主茎茎长、株高和主茎直径等体积性状变异较小。

表 1 10 个数量性状的变异分析

Table 1 Variation analysis of 10 phenotypic characteristics

项目 Item	株高 Height cm	开展度 Range cm ²	叶片数 Leaf number//个	叶重 Leaf weight//g	主茎茎长 Main stalk height cm	主茎直径 Main stalk diameter mm	侧分枝数 Branch 个	主茎重量 Main stalk weight//g	单株重 Plant weight//g	生物产量 Biomass g
平均值 Average value	28.65	408.66	8.33	20.91	28.22	1.18	8.39	20.01	41.52	319.30
最大值 Maximum value	56.20	1 537.00	14.80	87.06	56.20	2.09	23.80	69.95	154.50	969.82
最小值 Minimum value	16.80	57.20	4.40	3.02	16.20	0.65	3.80	0.81	6.44	23.35
标准差 Standard deviation	10.54	363.30	3.28	23.47	10.47	0.41	4.58	20.42	43.30	222.89
变异系数 Coefficient of variation//%	36.81	88.90	39.37	112.23	37.10	34.99	54.63	102.03	104.30	69.81

2.2 10 个性状间的相关分析及碎石图检验 在进行 PCA 之前,需要进行适应性检验,该研究使用相关系数和碎石图检验进行适用性评价。相关分析结果如表 2 所示。由表 2

可知,除了开展度、叶重、主茎直径、侧分枝数和单株重与生物产量相关性未达到显著水平之外,其余性状间均达到极显著相关水平,因此可继续利用 PCA 进行综合分析。

表 2 表型性状的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between 10 phenotypic characteristics

相关性状 Correlation characteristic	株高 Height	开展度 Range	叶片数 Leaf number	叶重 Leaf weight	主茎茎长 Main stalk height	主茎直径 Main stalk diameter	侧分枝数 Main stalk weight	主茎重量 Main stalk weight	单株重 Plant weight	生物产量 Biomass
株高 Height	1									
开展度 Range	0.915**	1								
叶片数 Leaf number	0.944**	0.893**	1							
叶重 Leaf weight	0.862**	0.966**	0.829**	1						
主茎茎长 Main stalk height	0.997**	0.895**	0.930**	0.837**	1					
主茎直径 Main stalk diameter	0.935**	0.902**	0.945**	0.843**	0.916**	1				
侧分枝数 Branches	0.661**	0.603**	0.677**	0.562**	0.655**	0.644**	1			
主茎重量 Main stalk weight	0.946**	0.921**	0.945**	0.898**	0.935**	0.919**	0.608**	1		
单株重 Plant weight	0.918**	0.951**	0.926**	0.953**	0.896**	0.918**	0.636**	0.975**	1	
生物产量 Biomass	-0.474**	-0.376	-0.499**	-0.296	-0.486**	-0.382	-0.244	-0.472**	-0.387	1

注: * 表示在 0.05 水平显著相关; ** 表示在 0.01 水平极显著相关。相关系数临界值, $\alpha=0.05$ 时, $r=0.3673$; $\alpha=0.01$ 时, $r=0.4705$

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation. Critical value of correlation coefficient, when $\alpha=0.05$, $r=0.3673$; when $\alpha=0.01$ 时, $r=0.4705$

根据主成分分析的一般性原则,提取主成分因子时需考虑特征值是否大于 1,通过 Cattell 碎石检验转折点等来判断保留的主成分个数,碎石图检验结果显示第 1 个主成分包含了大部分信息(图 1)。

2.3 主成分分析 利用 SPSS 16 对 29 份菜心的 10 个性状进行主成分分析(表 3),按照特征值均大于 1 的原则,提取的第 1 个主成分累计方差贡献率为 80.997%,基本反映了所

有性状的初始信息。

各指标的主成分初始因子载荷值见表 4,其大小反映原始指标与各主成分之间的相关性,其绝对值越大,对该主成分影响越大,一般认为大于 0.3 的载荷值是显著的。因此,该试验提取的第 1 个主成分包括主茎重量、叶片数、株高、主茎直径、单株重、主茎茎长、开展度、叶重和侧分枝数等指标,均具有较高的载荷系数,能够很好地解释原始性状。

2.4 不同品种的综合评价 用各指标变量的主成分载荷除以主成分相对应的特征值开平方根,得到第1个主成分中每个指标所对应的系数,即特征向量,以特征向量为权重构建第1个主成分与10项指标的函数表达式:

$$F_1 = 0.121ZX_1 + 0.118ZX_2 + 0.119ZX_3 + 0.113ZX_4 + 0.119ZX_5 + 0.118ZX_6 + 0.086ZX_7 + 0.120ZX_8 + 0.120ZX_9 - 0.059ZX_{10}$$

根据主成分计算公式,计算29份品种的综合得分,按照得分大小排列品种顺序见表5,据此可以选择植株高大、单株质量大、主茎直径大和质量大,叶片数较多且质量大,侧分枝数较多的菜心作为优异品种。

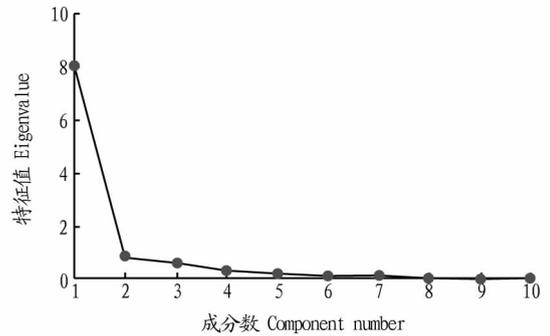


图1 主成分分析碎石图

Fig.1 Screen plot of PCA

表3 主成分特征向量、特征值、贡献率及累积贡献率

Table 3 Principal component eigenvectors, eigenvalues, contribution rate and cumulative contribution

成分 Component	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方和载入 Extraction sums of squared loadings		
	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate//%	累积贡献率 Accumulative contribution rate//%	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate//%	累积贡献率 Accumulative contribution rate//%
株高 Height	8.100	80.997	80.997	8.100	80.997	80.997
开展度 Range	0.848	8.484	89.481			
叶片数 Leaf number	0.561	5.610	95.091			
叶重 Leaf weight	0.230	2.300	97.391			
主茎茎长 Main stalk height	0.117	1.174	98.565			
主茎直径 Main stalk diameter	0.080	0.797	99.362			
侧分枝数 Branch	0.039	0.390	99.752			
主茎重量 Main stalk weight	0.017	0.174	99.926			
单株重 Plant weight	0.006	0.063	99.989			
生物产量 Biomass	0.001	0.011	100			

表4 第1个主成分的载荷矩阵

Table 4 Eigenvectors of correlation matrices of the first principal component

序号 Code	指标 Index	第1主成分 The first principal component
1	株高	0.977
2	开展度	0.956
3	叶片数	0.967
4	叶重	0.918
5	主茎茎长	0.964
6	主茎直径	0.953
7	侧分枝数	0.699
8	主茎重量	0.975
9	单株重	0.972
10	生物产量	-0.481

2.5 不同品种的生物产量回归分析 以生物产量为依变量,其余性状 $X_1 \sim X_9$ 为自变量进行回归分析,得到以下产量回归方程:

$$y = 497.405 - 18.540X_1 - 0.349X_2 - 53.811X_3 + 6.517X_4 + 10.962X_5 + 394.445X_6 + 4.749X_7 - 10.280X_8 + 3.443X_9$$

回归分析表明,叶重、主茎茎长、主茎直径、侧分枝数、主茎重量和单株重与生物产量正相关性较大,能够显著提高生物产量。

2.6 聚类分析 聚类分析结果如图2所示,欧式距离为5时,29份材料可分为3个类群。第1类包括7号(台湾快大四九-19甜菜心)、8号(澳洲60天油青甜脆菜心)、10号(全能50天尖叶油青甜菜心)、11号(广东一枝花菜心)、12号(抗热四九菜心)、18号(珍美45天尖叶油青甜菜心)、19号(绿宝70天菜心)、24号(MOO8尖叶油绿甜菜心)、25号(黄叶四九月菜心)和26号(特靓王45天尖叶油青甜菜心)共10个品种,属于株高低、开展度和叶片数适中、主茎长度和直径偏小、侧分枝数适中、叶重、主茎重量和单株重偏低,但生物产量最高的类型。第2类包括1号(28K油青菜心王)、2号(聚缘特靓粗苔油青甜菜心)、3号(澳洲50天油青甜脆菜心)、4号(翠绿尖叶80天油青甜菜心)、5号(澳洲碧绿80天油青甜菜心888)、9号(澳洲80天粗条迟花甜菜心)、13号(香港石排全年菜心)、14号(优选31号甜菜心)、15号(澳洲100天多芽迟花甜菜心)、20号(80天大种迟花油青甜菜心)、21号(菜场68号油青甜菜心)、23号(绿美美尖叶油青甜菜心)、27号(508油青甜菜心)、28号(粗条80天大花油青甜菜心)和29号(桂甜菜心2号)共15个品种,属于植株高大茂盛、株幅最大、叶片数最多、主茎长度和直径最大、侧分枝数最多、叶重、主茎重量和单株重最大,但是生物产量最低的类型。第3类包括6号(新西兰尖叶50天油青甜菜心)、16号(特纯45天油青甜菜心皇)、17号(全年四九油青甜菜心)和21号(菜场68号油青甜菜心)共4个品种,属于

株高最低、开展度最小、叶片数最少、主薹长度和直径最小、侧分枝数最少、叶重、主薹重量和单株重最低,生物产量高于

第 2 类,但低于第 1 类。

表 5 29 个菜心品种的综合得分值

Table 5 Comprehensive principal component values of 29 Chinese flowering cabbages varieties

编号 Number	品种名称 Varieties	F1	排名 Ranking	编号 Num- ber	品种名称 Varieties	F1	排名 Ranking
13	香港石排全年菜心	1.359 8	1	20	80 天大种迟花油青甜菜心	-0.511 1	16
15	澳洲 100 天多芽迟花甜菜心	1.137 0	2	11	广东一枝花菜心	-0.526 2	17
5	澳洲碧绿 80 天油青甜菜心 888	1.071 2	3	2	聚缘特靛粗苔油青甜菜心	-0.541 0	18
21	菜场 68 号油青甜菜心	1.041 8	4	7	台湾快大四九-19 甜菜心	-0.558 1	19
19	绿宝 70 天菜心	1.039 3	5	12	抗热四九菜心	-0.582 2	20
4	翠绿尖叶 80 天油青甜菜心	0.965 0	6	28	粗条 80 天大花油青甜菜心	-0.594 9	21
14	优选 31 号甜菜心	0.832 9	7	25	黄叶四九月菜心	-0.608 6	22
9	澳洲 80 天粗条迟花甜菜心	0.772 4	8	16	特纯 45 天油青甜菜心皇	-0.636 7	23
23	绿美美尖叶油青甜菜心	0.623 0	9	24	MOO8 尖叶油绿甜菜心	-0.666 7	24
3	澳洲 50 天油青甜脆菜心	0.191 8	10	26	特靛王 45 天尖叶油青甜菜心	-0.727 1	25
27	508 油青甜菜心	-0.142 3	11	22	正宗东莞 50 天油青甜菜心	-0.764 7	26
8	澳洲 60 天油青甜脆菜心	-0.160 9	12	10	全能 50 天尖叶油青甜菜心	-0.780 1	27
29	桂甜菜心 2 号	-0.323 0	13	18	珍美 45 天尖叶油青甜菜心	-0.793 2	28
1	28K 油青菜心王	-0.392 2	14	17	全年四九油青甜菜心	-0.805 6	29
6	新西兰尖叶 50 天油青甜菜心	-0.484 9	15				

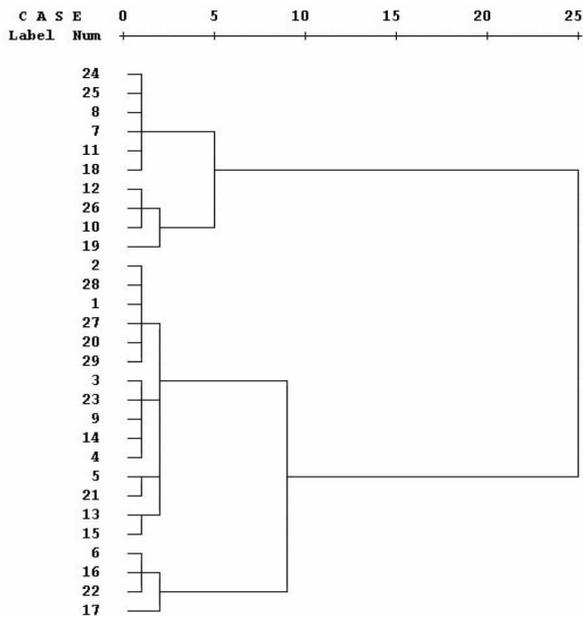


图 2 29 份菜心品种聚类分析

Fig.2 Dendrogram of cluster analysis of 29 Chinese flowering cabbage varieties

3 结论与讨论

变异系数是反映性状变异范围的重要指标,前期选用 27 份菜心的 8 个性状,其中主薹粗度、主薹重量和叶重及两者决定的单株重具有较大的变异系数,粗度和重量相关的性状变异可能更丰富^[7]。该研究选用 29 个品种 10 个性状得到的平均变异系数更大,叶重、主薹重量和单株重等质量性状变异大,表明质量性状变异幅度大、遗传多样性丰富,可能是表型多样性变异的主要来源。株高、主薹茎长和主薹直径等体积性状变异较小,与前期研究主薹粗度变异系数最大不

同,这可能与该研究全部选用菜心品种有关,说明这些品种表型性状变异可能比较大,表型多样性也比较丰富。

主成分分析将原来的多个性状转换为个数较少而且不相关的综合指标,简化表型性状的分类工作^[2]。运用主成分分析和聚类分析判定菜心营养品质差异^[6]和种质资源型多样性变异^[7]。该研究利用主成分分析第 1 主成分 9 个均具有较高的载荷系数且数值较大的指标,碎石图检验结果显示第 1 个主成分就包含数据集的大部分信息,相关分析也表明多个其余性状间均达到极显著相关水平,与前期研究 8 个性状间的部分相关性达到显著水平较一致^[9],说明这些指标对第 1 主成分的影响都较大,不可精简掉。

菜心通常可以按照熟性、颜色、株高、茎粗和产量等表型特征分类^[10]。菜心品种多、更新快,因此准确地鉴定和评价对种植者尤为重要,其中产量是重要指标之一。生物产量回归分析表明,叶重、主薹茎长、主薹直径、侧分枝数、主薹重量和单株重对生物产量影响较大。聚类分析基本按照生物产量和其余 9 个性状指标变化,将 29 份菜心分为 3 类,结果清晰且简便可靠,说明该研究所选性状基本适合品种评价要求,便于大量菜心品种资源的综合评价。根据综合评价得分值高低,可以选择植株高大、单株质量大、主薹直径和质量大、叶片数较多且质量大、侧分枝数较多的品种作为推广的优异品种。

参考文献

- [1] 袁志发,周静芋.多元统计分析[M].北京:科学出版社,2002:234-258.
- [2] 赵德新,孙治强,任子君,等.茄子形态学性状主成分分析及聚类分析[J].河南农业大学学报,2009,43(4):393-397.
- [3] 苗锦山,刘彩霞,戴振建,等.葱种质资源数量性状的聚类分析、相关性和主成分分析[J].中国农业大学学报,2010,15(3):41-49.
- [4] 朱宗河,郑文寅,张学昆.甘蓝型油菜耐旱相关性状的主成分分析及综合评价[J].中国农业科学,2011,44(9):1775-1787.

(下转第 52 页)

6.2.3 硫磺熏蒸。草莓白粉病可通过硫磺熏蒸来进行防治。具体做法:每60 m²左右安装1个熏蒸器,熏蒸器悬挂离地1.5 m,每次熏蒸3~4 h,安装定时器,一般在傍晚开始定时熏蒸,连续熏蒸10 d,间隔一段时间再开始熏。

6.3 生物防治

6.3.1 生物农药。草莓上应用较多的生物农药有微生物源杀虫剂阿维菌素等,微生物源杀菌剂有枯草芽孢杆菌、多抗霉素、春雷霉素、井冈霉素等,其中枯草芽孢杆菌对草莓白粉病、灰霉病均有较好防治效果^[8-9],植物源杀虫剂有苦参碱、鱼藤酮等。

6.3.2 天敌防治。针对草莓生长过程中易发多发重发的蚜虫、二斑叶螨、斜纹夜蛾等害虫,可利用害虫的天敌昆虫进行生物防控。具体做法是:在害虫发生初期即在草莓叶片上撒施“智利小植绥螨”“巴氏新小绥螨”“胡瓜新小绥螨”“异色瓢虫”“烟蚜茧蜂”“大草蛉”“蠮螋”防治害虫,达到“以虫治虫”目的,这样不仅能降低化学农药用量,也能使草莓的安全和品质得到根本保障^[10]。

7 棚内全覆盖技术

重庆地区一般在11月左右进行扣棚保温,除了盖外棚膜外,实施“两盖两网”的棚内全覆盖技术可有效防除杂草,降低棚室湿度,降低病害发生,保持草莓果实清洁无污染,提高草莓果实品质。

7.1 垄面覆盖 垄面覆盖地膜建议选用灰黑膜,灰黑膜既可防除杂草,也可提高土壤湿度和大棚温度,增加草莓植株光照,阻止草莓花序、果实与土壤接触受污染,提高草莓果实品质。具体操作为:在草莓腋花芽分化确认后(花蕾刚冒出头)立即开始。盖膜前要摘除老叶,清除杂草,同时做好病虫害预防工作。覆膜时注意灰色面朝上,黑色面朝下,先将膜覆盖在垄面绷紧,然后用“∩”形铁丝固定钗固定,然后破膜提苗,操作时洞口尽量小,以增加保温效果,减少杂草滋生。

7.2 垄沟覆盖 垄沟无积水后,用谷壳或秸秆碎铺于垄沟底部,均匀散开,并在谷壳上方覆盖1层灰黑色垄沟膜,灰色朝

上,黑色朝下。垄沟覆盖有利于提高土壤有机质含量,增加草莓植株光照,降低果实污染率,方便游客观光采摘。

7.3 垄面隔离网 草莓进入果实成熟初期时,在垄面两侧草莓植株下方挂宽约0.3 m的隔离网,将成熟的草莓果实和地膜进行隔离,防止果实紧贴地膜表面,造成果面日灼和果实底部积水腐烂。

7.4 侧窗防鸟网 扣棚保温的同时在大棚侧窗内部挂宽约1.5 m、孔径0.02 m左右的防鸟网,防止因鸟雀啄食伤口诱发草莓灰霉病,降低草莓产量,同时也能确保棚室能快速通风降湿,降低棚内草莓病害发生。

8 结语

由于其特殊的浆果特性,在草莓种植过程中易受生长环境、种植方式和种植技术的影响。笔者总结出的清洁化栽培关键技术可实现大棚设施草莓栽培的品种、地块优选,栽植管理技术优化,病虫害物理、生物防控,全过程清洁化生产,为市民提供优质、清洁、安全、放心的草莓果品,提高莓农种植效益,促进重庆地区草莓产业可持续发展。

参考文献

- [1] 周艳孔,倪秀红,陆利民,等.草莓品种引种筛选试验研究[J].上海农业科技,2015(2):89-90.
- [2] 李晓玲.保山秋冬茬塑料大棚草莓优质丰产栽培技术[J].长江蔬菜,2016(7):28-29.
- [3] 胡佳羽,陈元平,史文景,等.重庆设施冬草莓生产关键技术[J].中国南方果树,2017,46(6):162-164.
- [4] 王殿友.我国塑料大棚的类型及特点[J].农业科技与装备,2012(8):49-50,52.
- [5] 邓文举,廖秋红,钱春.重庆地区利用塑料大棚生产冬草莓技术[J].中国南方果树,2011,40(2):73-74.
- [6] 黄海生,孙奇,覃念,等.广西南亚热带地区连栋塑料大棚草莓高效优质栽培技术[J].长江蔬菜,2016(11):23-25.
- [7] 黄茜斌,王华弟,赵帅锋,等.草莓斜纹夜蛾的发生规律与监测防控技术[J].江苏农业科学,2019,47(16):133-135.
- [8] 秦燕,杨明贵,赵永康,等.3种药剂对草莓白粉病的生物防治药效试验[J].安徽农业科学,2019,47(17):135-136,139.
- [9] 陈忠宪,姚环宇,张学明,等.草莓灰霉病的发生与防治措施[J].吉林农业,2018(20):68-69.
- [10] 贾西灵,韩秀楠,辛杰,等.高海拔冷凉区冬季温室草莓红蜘蛛绿色防控技术[J].林业科技通讯,2019(5):54-56.

(上接第49页)

- [5] 朱长志,张志仙,刘君,等.青花菜主要农艺性状相关性、主成分与聚类分析[J].中国农学通报,2015,31(4):73-79.
- [6] 原远,李光光,郑岩松,等.基于主成分分析的菜心营养品质判定[J].南方农业学报,2018,49(8):1568-1574.
- [7] 史卫东,陈振东,农贵雄,等.菜心种质资源的主成分与聚类分析[J].江

西农业学报,2019,31(9):46-49.

- [8] 何虎翼,谭冠宁,何新民,等.63份马铃薯品种(系)资源农艺性状的主成分与聚类分析[J].江苏农业学报,2017,33(1):27-33.
- [9] 宋世威,伊灵燕,刘厚诚,等.不同菜心品种产量及品质性状聚类分析[J].广东农业科学,2011,38(11):56-58.
- [10] 卢纹岱.SPSS for Windows 统计分析[M].北京:电子工业出版社,2000:401-419.