

滇中冷凉山区反季花椰菜新品种引种和适应性分析

李艳兰¹, 张云明², 李祥¹, 李文静², 刘坚坚¹, 安正云¹, 胡新洲¹, 蔡述江¹, 杨进成^{1*}

(1. 玉溪市农业科学院, 云南玉溪 653100; 2. 峨山县塔甸镇农业农村综合服务中心, 云南峨山 653200)

摘要 通过引进6个花椰菜品种进行适应性分析, 筛选出适合滇中高海拔冷凉山区反季节栽培的花椰菜品种。结果表明, 参试品种经过2年的引种观察, 在露地栽培条件下均能正常生长和成熟, 且试验的重演性很高, 具有很好的适应性。经生育期、商品熟性、生物学性状、经济性状、抗病性、产量和产值的综合比较, 综合表现好的品种有新高富3号、荷兰富强菜花王、卡拉、利卡1号, 在预防好黑腐病的前提下, 可扩大推广应用。利卡2号产量和产值表现一般, 商品性表现为良, 建议进一步试验观察。瑞雪各方面表现较差, 建议淘汰。

关键词 冷凉山区; 反季节栽培; 花椰菜; 适应性分析

中图分类号 S635.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)19-0051-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.19.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Introduction and Adaptability Analysis of Anti-season New Varieties of Cauliflower in Cold Mountainous Area of Central Yunnan

LI Yan-lan¹, ZHANG Yun-ming², LI Xiang¹ et al (1. Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi, Yunnan 653100; 2. Eshan Agricultural Comprehensive Service Center, Eshan, Yunnan 653200)

Abstract Through the introduction of six cauliflower varieties, the adaptability analysis was carried out to screen out the cauliflower varieties suitable for the reverse season cultivation in cold mountainous area of central Yunnan. The results showed that the participating varieties could grow and mature normally under the conditions of dewy cultivation after 2 years of introduction and observation, and the re-enactment of the test was very high, with good adaptability. After the comprehensive comparison of growth period, commodity maturity, biological characteristics, economic characteristics, disease resistance, yield and output value, good varieties with the comprehensive performance had Xingao fu 3, Dutch rich and powerful cauliflower king, Kara, Lika 1, in the premise of strengthening the prevention and control of black rot disease, which could be added to the promotion and application. Output and output value of Lika 2 was in general, commodity performance was good, it was recommended to continue to observe. All aspects performance of Ruixue was poor, suggested the fittest.

Key words Cold mountains; Anti-season cultivation; Broccoli; Adaptive analysis

花椰菜(*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.)又名菜花、洋花菜、花菜、白花、椰菜花, 十字花科芸苔属甘蓝种的一个变种^[1]。花椰菜食用器官为花球, 具有较高的营养价值, 除含有钙、磷、钾等矿物质外, 还含有蛋白质、碳水化合物、多种维生素和一种一般蔬菜没有的维生素 K^[2], 此外还含有多种吲哚衍生物, 具有抗癌作用, 已被列为抗癌蔬菜^[3]。由于其营养价值丰富, 菜花质地细嫩、味甘鲜美, 近年来在全国各地均有种植, 而且市场需求非常大。

花椰菜性喜冷凉气候, 属半耐寒性蔬菜, 不耐炎热及干旱, 也不耐霜冻^[4], 是很多农户冬季喜欢种植的一种蔬菜品种。由于天气和品种的原因, 长期以来花椰菜在南方以秋播冬春收为主^[5], 夏秋季节是花椰菜周年供应的淡季, 产品不但价格高, 且供不应求^[6], 玉溪市峨山县大西村位于滇中高海拔山区, 全年平均气温 14.5℃, 夏季气候冷凉, 雨水充沛, 光照资源丰富, 生态环境好, 是发展优质反季节高原蔬菜的理想区域。由于反季节花椰菜生育期多处于高湿环境中, 这就要求选择耐热、耐湿、抗病的早中熟优良品种^[7]。为了满足市场对花椰菜的需求, 促进山区蔬菜产业的可持续发展, 玉溪市农业科学院从 2016 年引进 6 个适宜夏播的花椰菜品种, 连续 2 年进行品种适应性比较试验, 以期筛选出适宜滇中高海拔冷凉山区反季节栽培的优质花椰花品种, 为大面积

推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 引进花椰菜品种 6 个, 分别为新高富 3 号、利卡 1 号、利卡 2 号、荷兰富强菜花王、卡拉、瑞雪, 由玉溪市峨山县种子营销公司提供。选择当地农户栽种的一个品种春雪为对照(CK)。

1.2 试验时间 试验以 2016 年 6 月 23 日播种、10 月 15 日采收完。为确保试验的重演性, 保证试验数据科学可用, 又以 2017 年 6 月 23 日播种、10 月 16 日采收完, 连续 2 年重复实施。

1.3 试验地概况 试验地设在玉溪市峨山彝族自治县塔甸镇大西村, 海拔 2 250 m, 年平均气温 14.5℃, 塔甸镇年降水量在 1 005.6 mm 左右, 试验地前作为玉米, 土质壤土, 肥力中等。

1.4 试验方法 采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 13.34 m², 重复间距 0.5 m, 小区间距 0.4 m, 株行距 0.5 m × 0.4 m, 密度为 49 500 株/hm², 每小区 66 塘, 单株栽培。

田间记载及考种: 每 10 d 进行一次田间观察, 记录具有代表性同一重复品种的生育时期。在收获前对黑腐病、霜霉病发病情况进行调查, 同时采用 3 点取样法每小区随机抽取 10 株进行经济性状考种。

1.5 田间管理 采取漂浮小棚育苗方式, 分别以 2016 年 6 月 23 日、2017 年 6 月 23 日播种育苗。播种 15 d, 机耕机耙后全田喷施功夫 800 倍液防治地下害虫; 25 d 理墒整地, 清理墒面沟间杂草。苗龄 33 d 时移栽定植, 施用 22 500 kg/hm² 农

基金项目 玉溪市冬季农业开发科技示范计划项目(yxsdnkf-05)。

作者简介 李艳兰(1976—), 女, 云南玉溪人, 高级农艺师, 从事农作物育种及栽培技术应用研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事农作物育种及栽培技术应用研究。

收稿日期 2020-03-10

家肥、150 kg/hm² 复合肥(N:P₂O₅:K₂O=12:6:24)作基肥,并用2 700 mL凯扑克蘸根。移栽后5 d用150 kg/hm² 长效氮肥浇施提苗肥;后视苗情况间隔20 d左右浇施一次苗肥,施复合肥225 kg/hm²、长效氮肥300 kg/hm²;在莲座期追施一次花肥,施复合肥225 kg/hm²、长效氮肥300 kg/hm²;现蕾后用碧霖牌植物生长调节剂进行叶面喷施,防生理性病害,促进花球膨大、洁白。全生育期只防虫不防病。

2 结果与分析

2.1 生育期及商品熟性比较 从表1可以看出,引进的6个花椰菜品种间生育期相差不大,仅相差3 d,2016年,卡拉品种的采收期较早,定植后70 d采收,和对照采收期一致,其

他品种均比对照晚熟3 d,定植73 d采收。2017年,新高富3号品种采收期略长,定植76 d采收,和对照采收期一致,其他品种均比对照早熟3 d,定植73 d采收。按照作物生育期的长短并结合该地区实际,花椰菜的熟性可分为早熟70 d以内、中熟80~100 d、晚熟100 d以上3个类型^[8]。参试的花椰菜品种,在参试地均表现为中熟,卡拉和对照春雪从定植到采收的时间略宽,为70~76 d,其他品种从定植到采收的时间均为73~76 d。高山花椰菜栽培主要目的是补充夏季大中城市鲜菜供应短缺问题,成熟期主要集中在秋季^[9],参试的几个品种采收期正好在10月上旬,正值国庆市场需求高峰期。

表1 引种花椰菜2年生育期及商品熟性比较

Table 1 Comparison of growth period and commodity maturity of broccoli in two years

品种 Variety	年份 Year	播种期 Sowing period	定植期 Planting period	莲座期 Rosette period	摘果期 Picking period		定植到采收 Colonization to harvesting//d	商品熟性 Commodity maturity
					始收期 Initial period	采收期 Picking period		
新高富3号	2016	06-23	07-25	08-30	09-30	10-06	73	中熟
XingaoFu 3	2017	06-23	07-23	08-26	09-30	10-07	76	
荷兰富强菜花王 Dutch rich and powerful cauliflower king	2016	06-23	07-25	08-30	09-30	10-06	73	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-27	10-04	73	
卡拉 Kara	2016	06-23	07-25	08-30	09-26	10-03	70	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-25	10-06	75	
瑞雪 Ruixue	2016	06-23	07-25	08-30	09-30	10-06	73	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-25	10-04	73	
利卡1号 Lika 1	2016	06-23	07-25	08-30	09-30	10-06	73	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-27	10-04	73	
利卡2号 Lika 2	2016	06-23	07-25	08-30	09-30	10-06	73	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-25	10-04	73	
春雪(CK) Chunxue(CK)	2016	06-23	07-25	08-30	09-26	10-03	70	中熟
	2017	06-23	07-23	08-26	09-30	10-07	76	

2.2 生物学性状和经济性状比较 从表2可以看出,引进的6个品种株高均比对照春雪高,在1.1~6.5 cm,瑞雪的株高最高为54.5 cm,比对照春雪高6.5 cm;其次是荷兰富强菜花王,平均株高为52.8 cm,比对照高4.8 cm;平均株高第3的是新高富3号,为51.3 cm,比对照高3.3 cm。平均株幅仅荷兰富强菜花王品种比对照宽,为23.5 cm,比对照宽2.9 cm;其他品种均比对照小,最小的是新高富3号品种,为18.5 cm,比对照小2.1 cm;其他品种与对照比较接近。平均外叶数相差不大,新高富3号品种比对照多1个叶,其他品种与对照一样多。叶色除对照为淡绿色外,其他品种均为灰绿色;球形除对照为扁圆形,其他品种均为半圆形;球色均为白色;所有引进的品种紧实度均比对照紧实。球形指数最大的是瑞雪品种,为2.44,比对照19.1高0.53,其次是荷兰富强菜花王品种,其球形指数为1.92,比对照仅高0.01;其他品种的球形指数均小于对照品种,但差值均小0.1。单球重除瑞雪与对照一样重为0.35 kg,其他品种均比对照重,单球最重的品种是新高富3号为0.52 kg,比对照重0.17 kg,重48.57%;其次是荷兰富强菜花王和卡拉品种,单球重均为0.51 kg比对照重0.16 kg,重45.71%;利卡1号和利卡2号

品种的单球重分别比对照重0.14和0.05 kg,重40%和14.29%。7个品种单球花重表现为新高富3号>荷兰富强菜花王=卡拉>利卡1号>利卡2号>瑞雪=春雪(CK)。荷兰富强菜花王、卡拉品种的商品性表现为优,其他品种的商品性均表现为良。

2.3 抗病性比较 由于7月份正值玉溪市峨山县塔甸山区的雨季,花椰菜以7月下旬移栽定植后遇上了当地雨季的高峰期,参试品种普遍发生黑腐病,发病率达100%,病指在50.17~57.96。其中,利卡2号和荷兰富强菜花王感黑腐病最为严重,病指高达57.96和57.67,其次是荷兰富强菜花王为57.67,最低的是新高富3号为50.17。采收前调查霜霉病,平均发病率在34.2%~59.2%,发病率最高的是对照春雪为59.2%,发病率最低的是卡拉为34.2%;病指在19.7~25.8,最高是对照春雪为25.8,引进品种的病指均比对照低。参照正季结球甘蓝和花椰菜对黑腐病的抗性标准^[10],荷兰富强菜花王、利卡1号、利卡2号为感黑腐病,对最终产量的形成有一定的影响,新高富3号、卡拉、瑞雪和对照春雪为耐黑腐病;6个品种均抗霜霉病(表3)。

表 2 花椰菜 2 年平均生物学性状和主要经济性状比较

Table 2 Comparison of the biological and major economic characteristics of broccoli in two years

品种 Variety	株高 Plant height cm	株幅 Plant width cm	外叶数 Number of outer leaves 片	叶色 leaf color	蜡粉 Wax powder	球形 Spherical	球色 Spherical color	紧实度 Firmness	纵径 Longitu- dinal cm	横径 Transverse cm	球形指数 Sphericity index	单球重 Single ball weight kg	商品性 Commodity
新高富 3 号 Xingaofu 3	51.30	18.50	10.0	灰绿	中	半圆	白色	紧	29.50	16.30	1.81	0.52	良
荷兰富强菜花王 Dutch rich and powerful cauliflower king	52.80	23.50	9.5	灰绿	中	半圆	白色	紧	29.50	15.40	1.92	0.51	优
卡拉 Kara	50.45	20.10	8.5	灰绿	中	半圆	白色	紧	28.45	15.10	1.88	0.51	优
瑞雪 Ruixue	54.50	20.30	8.5	灰绿	中	半圆	白色	紧	33.25	13.60	2.44	0.35	良
利卡 1 号 Lika 1	49.55	20.25	9.0	灰绿	中	半圆	白色	紧	27.70	15.25	1.82	0.49	优
利卡 2 号 Lika 2	49.10	19.05	9.0	灰绿	中	半圆	白色	紧	27.10	14.50	1.86	0.40	良
春雪(CK) Chunxue(CK)	48.00	20.60	9.0	淡绿	中	扁圆	白色	中	27.00	14.15	1.91	0.35	良

表 3 花椰菜 2 年抗病性比较

Table 3 Comparison of disease resistance of cauliflower in two years

品种 Variety	黑腐病 Black rot		霜霉病 Downy mildew	
	发病率 Morbidity %	病指 Disease index	发病率 Morbidity %	病指 Disease index
新高富 3 号 Xingaofu 3	100	50.17	39.55	23.35
荷兰富强菜花王 Dutch rich and powerful cauli- flower king	100	57.67	38.90	23.35
卡拉 Kara	100	52.42	34.20	20.75
瑞雪 Ruixue	100	53.59	43.20	19.65
利卡 1 号 Lika 1	100	56.84	39.60	19.70
利卡 2 号 Lika 2	100	57.96	40.63	21.20
春雪(CK) Chunxue(CK)	100	53.54	59.20	25.80

2.4 产量比较

引进的花椰菜经过 2 年的对比试验,平均

产量在 13 637.55~18 400.05 kg/hm²,参试品种产量表现均为中等水平,与其育苗时间太长和移栽后严重感黑腐病有很大的关系,由于在夏秋季种植,整个生育期不一定在冷凉环境中,植株生长较冬季生长快,很容易早花,应严格控制苗龄,当幼苗长至 4~5 片叶时便可起坨定植^[11],而为了错开定植雨季高峰期,苗龄略大为 33 d。从表 4 可以看出,有 5 个品种平均产量比对照高,有 4 个品种平均产量超过对照 20% 以上,分别是新高富 3 号、荷兰富强菜花王、卡拉、利卡 1 号。其中产量最高的是新高富 3 号,为 18 400.05 kg/hm²,比对照增产 3 837.52 kg/hm²,增产 26.35%。方差分析结果表明,新高富 3 号产量最高,但与瑞雪、卡拉、利卡 1 号、荷兰富强菜花王、利卡 2 号之间产量差异不显著,与对照春雪产量达显著水平,而瑞雪、卡拉、利卡 1 号、荷兰富强菜花王、利卡 2 号 5 个品种与对照春雪的产量差异不显著(表 4~5)。

表 4 花椰菜 2 年平均产量比较

Table 4 Comparison of the average yield of broccoli in two years

品种 Variety	2016 年产量 Yield 2016 kg/hm ²	2017 年产量 Yield 2017 kg/hm ²	平均产量 Average yield kg/hm ²	比对照± Compared with CK		名次 Rank
				产量 Yield/kg/hm ²	百分比 Percentage//%	
新高富 3 号 Xingaofu 3	18 400.05	18 400.05	18 400.05 aA	3 837.52	26.35	1
荷兰富强菜花王 Dutch rich and powerful cauliflower king	18 075.00	18 375.00	18 225.00 abA	3 662.47	25.15	2
卡拉 Kara	18 225.00	18 225.00	18 225.00 abA	3 662.47	25.15	2
瑞雪 Ruixue	13 600.05	13 675.05	13 637.55 abA	-924.98	-6.35	6
利卡 1 号 Lika 1	17 050.05	18 675.00	17 862.53 abA	3 300.00	22.66	3
利卡 2 号 Lika 2	15 649.95	15 700.05	15 675.00 abA	1 112.47	7.64	4
春雪(CK) Chunxue(CK)	14 500.05	14 625.00	14 562.53 bA	0.00	0.00	5

注:同列不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different varieties ($P<0.05$); Different capital letters indicated extremely significant difference ($P<0.01$)

表 5 花椰菜小区平均产量方差分析

Table 5 ANOVA analysis of average yield of plot

变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 Freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
区组间 Groups	57.811 6	2	28.905 7	3.437 3	0.072 9
处理间 Processing rooms	154.524 7	6	25.931 5	3.549 9	0.043 3
误差 Error	95.605 1	12	7.998 4	—	—
总变异 Total variation	311.297 4	20	—	—	—

2.5 产值比较

经过 2 年的市场对比,引进的 6 个品种平

均纯收入在 11 891.25~20 648.78 元/hm²。其中利卡 1 号平

均纯收入位居第一,为 20 648.78 元/hm²,比对照高 7 117.50 元/hm²,高 52.60%;平均纯收入位居第二的是荷兰菜花王,为 20 101.28 元/hm²,比对照高 6 570.00 元/hm²,高 48.55%;平均纯收入位居第三的是新高富 3 号,比对照高

6 328.72 元/hm²,高 46.77%;平均纯收入最低的是瑞雪,为 1 189.25 元/hm²,比对照低 1 640.03 元/hm²,低 12.12% (表 6)。

表 6 花椰菜 2 年平均产值比较

Table 6 Comparison of average output value in two years

品种 Variety	2016 年产值	2017 年产值	平均产值	2016 年成本	2017 年成本	平均成本	平均纯收入	比对照± Compared with CK	
	Output value 2016 元/hm ²	Output value 2017 元/hm ²	Average output value 元/hm ²	Cost 2016 元/hm ²	Cost 2017 元/hm ²	Average cost 元/hm ²	Average net income 元/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	百分比 Percentage//%
新高富 3 号 Xingaofu 3	46 000.05	63 874.95	54 937.50	34 980	35 175	35 077.5	19 860.00	6 328.72	46.77
荷兰富强菜花王 Dutch rich and powerful cauliflower king	46 045.05	64 312.50	55 178.78	34 980	35 175	35 077.5	20 101.28	6 570.00	48.55
卡拉 Kara	46 060.05	63 787.50	54 923.78	34 980	35 175	35 077.5	19 846.28	6 315.00	46.67
瑞雪 Ruixue	46 075.05	47 862.45	46 968.75	34 980	35 175	35 077.5	11 891.25	-1 640.03	-12.12
利卡 1 号 Lika 1	46 090.05	65 362.50	55 726.28	34 980	35 175	35 077.5	20 648.78	7 117.50	52.60
利卡 2 号 Lika 2	46 015.05	54 949.95	50 482.50	34 980	35 175	35 077.5	15 405.00	1 873.72	13.85
春雪 (CK) Chunxue (CK)	46 030.05	51 187.50	48 608.78	34 980	35 175	35 077.5	13 531.28	0.00	0.00

3 结论

参试品种经过 2 年的引种观察,在露地栽培条件下均能正常生长和成熟,且试验的重演性很高,具有很好的适应性。经生育期、商品熟性、生物学性状、经济性性状、抗病性、产量和产值的综合比较,综合表现好的品种有新高富 3 号、荷兰富强菜花王、卡拉、利卡 1 号。新高富 3 号表现为产量最高,与对照差异显著,单球花最重;卡拉、利卡 1 号表现为产量位居第二,商品性优;利卡 1 号表现为产量位居第三,产值和纯收入位居第一,商品性优。利卡 2 号,产量和产值表现一般,商品性表现为良,建议进一步试验观察。瑞雪,各方面表现较差,建议淘汰。

由于试验地所处的峨山县塔甸属高海拔冷凉山区,周边森林茂密,7—9 月降雨丰富,反季节花椰菜结球期恰逢当地雨季的高峰期,加之品种试验要求不防病,致使所有参试品种黑腐病普遍发生;生产上在预防好黑腐病的前提下,新高富 3 号、荷兰富强菜花王、卡拉、利卡 1 号 4 个品种均可扩大

推广应用。

参考文献

- [1] 古瑜,孙德岭,宋文芹. 生物技术在花椰菜遗传育种中的应用[J]. 天津农业科学,2007,13(2):14-19.
- [2] 朱伯华,朱德雄,汪坤乾,等. 优质早熟耐热花椰菜新品种大暑的选育[J]. 湖北农业科学,2014,53(12):2832-2834.
- [3] 胡立敏,陶兴林,朱惠霞,等. 6 个花椰菜新品种在兰州的适应性评价[J]. 甘肃农业科技,2015(8):1-2.
- [4] 吴克顺. 12 个花椰菜品种在平凉川水地的引种表现[J]. 甘肃农业科技,2016(10):32-35.
- [5] 王惠文,王金勋. 春种花椰菜引种试验及栽培技术[J]. 福建农业科技,1994(1):40-41.
- [6] 张双照. 早熟、耐热花椰菜新品种比较试验[J]. 福建农业科技,2012(6):23-25.
- [7] 朱宗良. 反季节花椰菜栽培关键性技术[J]. 中国园艺文摘,2013(4):153.
- [8] 陆锡康,陈忠,杨忠,等. 出口花椰菜新品种引种试验[J]. 上海农业学报,2004,20(4):25-29.
- [9] 徐珊珊,程永安,史星雲,等. 太白高山越夏花椰菜引种比较试验[J]. 长江蔬菜,2013(2):35-37.
- [10] 王平,郭慧杰,刘丹丹,等. 甘蓝类蔬菜进口品种适应性评价指标体系的建立[J]. 蔬菜,2017(2):8-15.
- [11] 王伟,贾彪彪,杨学美. 反季节花椰菜栽培技术[J]. 现代农业科技,2008(7):30-31.

(上接第 25 页)

- [15] 丁进锋,苏秀榕,李妍妍,等. 海藻胶原蛋白的降血脂及抗氧化作用的研究[J]. 天然产物研究与开发,2012,24(3):362-365.
- [16] 闫征,刘卉,李双石,等. 鱼皮水解胶原蛋白在面包中的应用研究[J]. 中国食品添加剂,2017(3):127-132.
- [17] 宋永,王海燕,李秀凉,等. 鱼鳞水解胶原蛋白在蛋糕和灌肠中的应用[J]. 食品科学,2010,31(12):293-296.
- [18] 王群,张素凤,豆莞莞,等. 水解胶原蛋白在造纸工业中的应用研究[J]. 中国皮革,2015(5):25-28.
- [19] 宋晓燕,高彦祥,袁芳. 水解胶原蛋白的研究进展[J]. 中国食物与营养,2008(2):32-34.
- [20] 廖艳阳. 胶原蛋白在食品中的应用[J]. 黄冈师范学院学报,2009,29(3):53-56.
- [21] 刘爱青,王海燕,丁凤娟. 水解胶原蛋白在乳制品中的应用[J]. 农业工程,2012(9):38-40.
- [22] 武建新,苏东海,刘成玉,等. 胶原蛋白酸奶的研制[J]. 中国乳品工业,2011,39(12):41-43.
- [23] ISRAELOWITZ M, RIZVI S W H, KRAMER J M, et al. Computational modeling of type I collagen fibers to determine the extracellular matrix

structure of connective tissues[J]. Protein engineering, design & selection,2005,18(7):329-335.

- [24] FUJIWARA S. Collagen metabolism and disease[M]. Hiroshi NAGAI, 2008:112.
- [25] 王碧,王坤余,叶勇,等. 水解胶原蛋白的溶解性和乳化性研究[J]. 皮革化工,2003,20(1):5-8.
- [26] 庄永亮,侯亮,林琳. 鱼皮鱼骨胶原肽制备及生物活性研究[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [27] 安晓欢,阮美娟. 胶原蛋白对发酵乳品质的影响[J]. 天津科技大学学报,2012,27(6):11-14.
- [28] 倪海平,王君,赵亚萍,等. 鱼胶原蛋白在羊乳中的应用[J]. 中国食品添加剂,2008(S1):276-277.
- [29] 陈秀金,曹健,汤克勇. 胶原蛋白和明胶在食品中的应用[J]. 郑州工程学院学报,2002,23(1):66-69.
- [30] 李国芝,武建新,苏东海,等. 胶原蛋白的功能及其在乳制品中的应用[J]. 中国乳品工业,2011,39(11):41-44.
- [31] 杨攀,李玲,黄丽,等. 含胶原蛋白水牛乳酸奶的工艺优化[J]. 中国乳品工业,2017,45(1):50-53.
- [32] 焦道龙,陆剑锋,张伟伟,等. 水产动物胶原蛋白的研究现状及发展趋势[J]. 食品科学,2009,30(17):334-338.